

ZEITSCHRIFT

FÜR

B I O L O G I E

VON

W. KÜHNE, UND C. VOIT,  
u. d. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG. o. d. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN.

NEUE FOLGE: ERSTER BAND.

DER GANZEN REIHE: NEUNZEHNTER BAND.



MÜNCHEN UND LEIPZIG 1883.  
DRUCK UND VERLAG VON F. OLDENBURG.

## Inhalt.

	Seite
Zur Kenntniss der Appetitionsahner zusammengesetzter Gesichtsvorstellungen. Von Dr. Robert Tigorstadt und stud. med. Jacob Bergqvist. (Mit Tafel I) . . . . .	4
Ueber den Werth der Weizenkeile für die Ernährung des Menschen. Von Dr. Max Rubner . . . . .	45
Die Messung der Schwächung des Schalles bei dessen Durchgang durch Theile des lebenden Menschen. Von Karl Vierordt . . . . .	101
Messungen über die Tiefe des Schlafes. Von O. Mönninghoff und F. Piesbergen. (Mit Tafel II) . . . . .	114
Einige Versuche über die Zeit, welche erforderlich ist, Fleisch und Milch in ihren verschiedenen Zubereitungen zu verdauen. Von Ernst Jessen. (Mit Tafel III) . . . . .	130
Ueber Besonderheiten der Gammabildung bei Fischen. Von A. Ewald und G. Fr. W. Krukenberg . . . . .	164
Ueber die nächsten Spaltungsproducte der Eiweisskörper. Von W. Kühne und Dr. R. H. Chittenden . . . . .	159
Ueber Hemialbumose im Harn. Von W. Kühne . . . . .	209
Die Gase des Verdauungsschlauches der Pflanzenfresser. Von Professor Dr. Tappeiner . . . . .	928
Versuche über den Raumsinn der Haut nach der Methode der richtigen und falschen Fälle. Von Dr. W. Gernerer . . . . .	379
Einfluss des Bromatrium auf den Stoffwechsel. Von Dr. B. Schultze . . . . .	301
Die Vertheilungswerte der hauptsächlichsten organischen Nahrungsstoffe im Thierkörper. Von Dr. Max Rubner . . . . .	312
Versuche über die relative Resorption der Mittelrinne im menschlichen Magen. Von Dr. W. Jaworski. (Mit Tafel IV) . . . . .	397
Ueber die Ausscheidung des Harnstoffs und der anorganischen Salze unter dem Einfluss künstlich erhöhter Temperatur. Von Dr. C. F. A. Koch . . . . .	447
Enthalten die Knochen Keratin? Von Dr. Herbert E. Smith . . . . .	469

einstimmen. Die genannten Verfasser fanden nämlich, nach der *c*-Methode combinirt mit der *a*-Methode, folgende Werthe für Unterscheidungszeiten in Bezug auf das Sehorgan:

Optische Richtungslocalisation: 0,011—0,017 Sec.;

Farbenunterscheidung: 0,012—0,034 Sec.;

Optische Entfernungsglocalisation: 0,022—0,030 Sec.<sup>1)</sup>

Wenn wir bedenken, dass die Differenz, welche v. Kries und Aubach bestimmten, eine sehr complicirte war<sup>2)</sup>, so finden wir, dass auch in diesen Versuchen die wahre Apperceptionszeit sehr kurz gewesen ist, — ja kurzer noch als die von uns bestimmte, — welches natürlich seinen Grund darin hat, dass die betreffenden Unterscheidungen viel einfacher als in unseren Versuchen waren.

Wir können es also als bewiesen ansehen, dass die wahre Apperceptionszeit einer ein- bis dreistelligen Zahl für uns ungefähr 0,015—0,035 Sec. und dass die Zeit (*WZ*—*WZ*) ungefähr gleich gross ist. Solche kleine Zeiträume sind natürlich niemals vollkommen exact zu bestimmen, denn die unvermeidlichen Variationen bei derartigen Versuchen machen eine genaue Zeitbestimmung vollkommen illusorisch. Wir wollen auch diesen Werthen keine andere Bedeutung zuschreiben als ein ungefähres Maass der Zeitdauer dieser Prozesse zu liefern. Die eigentlichen psycho-physischen Prozesse verlaufen also äusserst schnell, und man muss sich darum mit grösserer Vorsicht hüten, die für dieselben gefundenen Werthe als absolute Bestimmungen anzusehen. Derartige Werthe können keine andere Bedeutung beanspruchen, als einen approximativen Ausdruck der Zeitdauer dieser Prozesse zu geben. In dieser Weise aufgefasst, sind sie aber von Bedeutung für jede empirische Psychologie, weil sie eine Möglichkeit eröffnen, tiefer in das Wesen der psychischen Vorgänge zu dringen, als es auch der strengsten Selbstvernehmung möglich sein wird.

1) v. Kries und Aubach, Archiv f. Anatomie u. Physiologie; physiol. Abtheilung; (1877) S. 346, 347.

2) Die Zeit *cPR*—*ER* ist = (*AR*—*aZ*) + *VZ* + (*WZ*—*WZ*); siehe oben S. 6 u. 7.

## Ueber den Werth der Weizenkleie für die Ernährung des Menschen.

Von

Dr. Max Rubner,

Assistenten am physiologischen Institute zu München.

Das Getreide muss, ehe es zur Brodbereitung tauglich ist, zerkleinert werden. Die älteste Methode, welche bis zur Zeit der römischen Kaiser die einzig geübte gewesen sein soll, bestand in der Zertrümmerung des ganzen Kornes, Hülsen wie Mehlkern blichen vereinigt. Sie hat sich noch da und dort, auf enge Grenzen beschränkt, erhalten.

Derartiges Mehl ist dunkel gefärbt, fühlt sich rauh an und schmeckt derb. Geringen Verlust durch Verstäubung abgerechnet, gewinnt man hierbei das Gewicht des angewendeten Kornes an Mehl. Die neueren Methoden arbeiten, da man mehr und mehr mit der Verfeinerung des Geschmacks die rauhen Hülsen des Getreides beim Mahlen abtrennen lernte, mit sehr verschiedenem Gewinn an Mehl. Man erhält zwei Mahlproducte: ein mehr oder minder weiss gefärbtes Mehl und die gelbe blättrige Kleie; letztere wird für sich allein nicht für die menschliche Ernährung benutzt, sondern entweder überhaupt weggeschüttet oder zur Thiermast verwendet. Das Ertragniss an Mehl, welches eine bestimmte Menge angewendeten Rohmaterials sehr mit der technischen Vollendung, in der sich die Mühle befindet.

Aber selbst die besten Mühlen<sup>1)</sup> erreichen sowohl bei Flachmüllerei als Hochmüllereibetrieb nur eine Ausbeute von rund 80% an gut verwerthbaren Meh-

1) Thiel, Nahrungs- u. Genußmittel als Erzeugnisse der Industrie S. 1 bis 30.

sorten; die übrigen 20% füllen als Kleie ab. Nun enthält diese nicht etwa nur die cellulosereichen Hülssen, sondern mit diesen vermengt noch Mehltheile, ja auch die Hülssen<sup>1)</sup> selbst schliessen eine sehr beträchtliche Menge von nahrhaften Substanzen, vor allem Eiweiss, fettähnliche und stärkewirige Stoffe ein.

Die Kleie enthält somit die wesentlichsten Gruppen der Nahrungsstoffe und zwar nahezu in demselben Verhältnis, wie sich diese im Mehle selbst finden, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgehen dürfte:

100 trockenes Mehl <sup>2)</sup> besteht aus:	100 trockene Kleie <sup>3)</sup> enthalten aschefrei:
11,6 Eiweiss	13,91 Eiweiss
1,3 fettähnliche Substanz	3,14 fettähnliche Substanz
86,4 Nfreie Extracte	82,94 Nfreie Extracte
0,7 Asche.	—

Gegen den namhaften Verlust an nährenden Bestandtheilen, der durch Abtrennung der Kleie und ihre Verwendung als Viehfutter entstehen soll, haben sich viele Stimmen erhoben und zwar nehmen die Gegner der Kleieabtrennung im Wesentlichen zwei Standpunkte ein, auf welche fassend sie ihre Bedenken äussern.

Die Einen führten Erwägungen an, welche bestimmten physiologischen Vorstellungen über die Bedeutung einzelner Nahrungsstoffe ihren Ursprung verdanken. Indem ich hier von einer Reihe unwissenschaftlicher Erörterungen dieser Streitfrage, wie sie sich vielfach auf Grund missverständlicher Kenntnisse oder laienhafter Unkenntnis in den vegetarischen Schriften geltend macht, ganz absehe, erwähne ich, aber auch nur kurz, die spätere Anschauung Liebig's<sup>1)</sup>, welcher meinte, das Getreidekorn erleide bei seiner Verwandlung in Mehl die stärkste Einbusse an Nahrhaftigkeit durch die mit Abtrennung der Kleie erfolgende Entziehung von

1) In mit Wasser sorgfältig ausgewaschenen Hülssen der Weizenkleie fand ich:  
4,00% N = 25,0% Eiweiss,  
70,10% Kohlenhydrat + Fett,  
4,90% Asche.

2) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel S. 301 (auf 100 Theile trockener Substanz berechnet).

3) Encyclopädisches Handbuch der technischen Chemie v. Kerl u. Stobmann Bd. 1 (3. Aufl.) S. 1550; nach Fürstenberg.

4) Voit in Hermann's Lehrbuch Bd. 6 S. 471.

Nährsalzen. Liebig's Anschauung ist durch experimentelle Thatsachen widerlegt worden; ich verweise nur kurz auf die Versuche G. Meyer's<sup>1)</sup> und Forster's<sup>2)</sup>. Der Zusatz von „Nährsalzen“ zu kleiefreiem Brod ist für die Aufnahmefähigkeit und den Nährwerth des Brodes völlig ohne Bedeutung.

Andere wieder sehen darin, dass man die Kleie der menschlichen Nutznutzung entziehe, eine beträchtliche Schädigung des Volkswohlstandes. Der Einwand ist nicht neu; die Argumentation gewöhnlich folgende: Ein Stück Ackerland, das bei Vernehlung des Kornes unter Abtrennung der Kleie nur 80 Theile Mehl liefert, vermag, wenn man erstere beibehält, 100 Theile zu liefern. Zudem haben, wie vorher (S. 4) angegeben, die 100 Theile nicht die gleiche Zusammensetzung wie die 80 feineren, sondern in der Regel einen höheren Eiweiss- und Fettgehalt als letztere. Die Bedeutung einer solchen Frage lernt man erst recht ermessen, wenn man sieht, mit welcher ausserordentlichen Mengen von Getreide der Unterhalt einer Nation bestritten wird. So verbraucht Deutschland<sup>3)</sup> jährlich ungefähr 650 Millionen Centner Weizen und Roggen<sup>4)</sup> zur Vernehlung. Wenn nun in der That die Abtrennung der Kleie als ein Luxus bezeichnet werden müsste, so wäre dies rund einem jährlichen Verlust von 130 Millionen Centnern Getreide gleichzuschätzen. Da der Centner Mehl im Durchschnitt 4 Thaler, die Kleie 2 Thaler kostet, so würde durch die Möglichkeit, letztere völlig zur menschlichen Ernährung zu verwenden, ein Gewinn von 260 Millionen Thalern im Jahr an Nationalvermögen erreicht werden. Man sieht, ein Versuch, auch nur wenige Procente hier zu ersparen, wäre ein ausserordentlicher Gewinn. Es lässt sich kaum erfassen, welche ein Umsehung durch eine völlige Ausnutzung der Kleie zu Stande käme. Vor allem aber drängt sich die Frage, ob sich hier nicht an Nahrungsstoffen gewinnen liesse, in den Zeiten

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 33.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 9 S. 297 bis 330.

3) Thiel u. n. O. S. 13.

4) Der Regen machte in Frankreich, als Payen seine Untersuchungen anstellte, 16% des Gewichtes des vermaltenen Getreides aus (s. Moleschott, Nahrungsmittel S. 279).

der Noth auf, kann man hier den Verlust der Kleie rechtfertigen, wenn wenige Pfund Brod Mehrgewinn Leben zu retten im Stande sind?

Mit Werth oder Unwerth der Kleie scheint man sich schon lange beschäftigt zu haben, ehe irgend eine Analyse überhaupt einen Anhaltspunkt über ihre nähere Zusammensetzung gegeben hatte. So erwähnt Liebig in seinen chemischen Briefen<sup>1)</sup> einer Verordnung Ludwig's XIV. aus dem Jahre 1668, welche besagte, dass die Kleie nicht noch einmal gemahlen werden dürfe. Mitte dieses Jahrhunderts haben sodann Millon und Mégés-Mouries<sup>2)</sup> das Hinzubacken der Kleie zum Brode empfohlen; man erwartete davon den ausserordentlichen Vortheil, aus 100<sup>kg</sup> Weizen 17 bis 20<sup>kg</sup> Brod mehr zu erhalten.

Später hat sodann Liebig in mehreren Abhandlungen für die Kleie eine Lanze gebrochen<sup>3)</sup>, indem er nicht allein physiologische Gründe, die wir bereits erörtert haben, ins Feld führte, sondern hauptsächlich die volkswirtschaftliche Seite des Kleieverlustes betonte. Er empfahl Schrotbrod und zwar ungegoren<sup>4)</sup>. Jemand, der dies Brod nicht selbst gekostet habe, meint er, habe gar keine Vorstellung, wie gut es schmecke und wie leicht es verdautlich sei; von dem groben Aussehen, welches das Brod habe, wisse der Magen nichts und seine unschätzbare Wirkung auf Leute mit trüger Verdauung sei den Aerzten wohl bekannt. Auch führt er die Erfahrung an, welche man im Krimkriege machte, dass nämlich die russischen Soldaten bei der nümlichen Brodkost wie die französischen Soldaten nicht ausreichten, d. h. Hunger hatten, so dass man genöthigt war, zum französischen Weissbrod hinzu ein Supplement zu bewilligen. Liebig's Ansicht über die Sache hatte, wie ersichtlich, vor den anderen nichts weiter voraus als den Klang des Namens, der sie vertritt.

Trotz aller dieser Anordnungen und Rathschläge ist es im Grossen so geblieben wie es war; fast jeder, der im Stande ist, sich feines Brod zu kaufen, verschmäht das rauhe Kleienbrod und

1) Chem. Briefe von Just. v. Liebig (Volksausgabe) S. 334.

2) Mégés-Mouries, *Compt. rend.* T. 44 p. 47.

3) Liebig, Die Noth in Ostpreussen (Allgem. Zeitung 5. Jan. 1868).

4) Das Mehl sollte mit 95% Ausmahlung hergestellt werden.

nur Hunger und schlechte Zeiten zwingen die Menschen, es zu verzehren. Die Ausdehnung der Hochmüllerei, deren Zweck es ist feine Mehle zu produciren, nimmt mehr und mehr zu.

Aber immer wieder kehren in erneuter Form die Anpreisungen der Kleie wieder. In jüngster Zeit hat sich in London ein Verein gebildet, der sich Bread Reform League nennt und dessen Zweck es ist, durch Belehrung allseitig dahin zu wirken, dass an Stelle des sonst gebräuchlichen Weissbrodes, Brod von Mehl aus ganzem Korn (Wheat meal flour) hergestellt werde.

Das Verfahren, dies Mehl herzustellen, ist etwas abweichend von dem sonstigen für Kleienbrod gebühten. Die Bread Reform League geht von dem richtigen Gedanken aus, dass grössere Partikeln den Darmkanal reizen und dadurch den Effect, den man durch Zufuhr von Brod aus ganzem Korne erreichen will, nämlich eine Mehraufnahme von Nahrungsstoffen ins Blut, illusorisch machen würde. Das Wheat meal ist frei von Spelzen, Schmutz und feinen Strohhälchen. Die gemahlenen Theilchen sollen möglichst wenig scharfe Ränder und Spitzen haben. Die äussere Haut der Kleie wird durch einen eigenen Process, die Decorication, abgetrennt, wobei etwa 3 1/2% des Kornes abfällt, und hierzu kommt noch ein weiterer Verlust von 2 bis 2 1/2% bei der Vermahlung. Eine weitere Begründung ist allerdings auch für diese Brodbereitung nicht angeführt; denn Angaben, dass damit mehr Arbeit geleistet werden könne als mit Weissbrod, und dass es leichter „verdautlich“ sei als dieses, sind so laienhaft, dass man hier füglich darüber weggehen kann.

Alle diese Verbesserungsvorschläge haben auch von wissenschaftlicher Seite nicht allein den passiven Widerstand gefunden, den das Volk der Sache entgegenbringt, sondern die Reformideen sind lebhaft bekämpft worden.

Man hätte sich ja doch fragen sollen, ob denn jene 20% des Kornes, welche man mit der Kleie zu entfernen gewohnt war, in der That nicht nur einfachen Ballast für den Magen bilden, wenn sie im Brode mit verzehrt werden, und ob sie nicht dadurch auch jene „nachhaltende“ kräftigende Wirkung vorläuschen, die man dem Kleien-

brode nachrühmte. Es ist um so wunderbarer, dass man diese Möglichkeit gar nicht in Betracht zog, als doch sowohl Liebig als auch die Bread Reform League auf die nach Kleienbrod vermehrte Kothausscheidung aufmerksam machen.

Die Kleie ist schon, was ihre chemischen Bestandtheile anlangt, nicht ganz gleichwerthig mit dem Mehl; denn wenn sie auch reich an eiweisartigen Bestandtheilen, ja reicher sogar als das Mehl des gleichen Kornes ist, so enthält sie andererseits, an Stelle resorbirbarer Kohlehydrate, die für den Menschen unverdauliche Cellulose. Es fällt damit schon deshalb der Gewinn nicht so gross aus, den man durch Zugabe der Kleie zum Brod erhoffte, da 28 Theile, also nahezu ein Drittel des Mehrgewinns, aus Cellulose bestehen. Aber der Gewinn wäre trotzdem ein recht erklecklicher.

Die chemische Analyse allein reicht aber zur Beurtheilung der Verdaulichkeit eines Nahrungsmittels nicht aus; ebenso wichtig wie die chemische Zusammensetzung sind die physikalischen und morphologischen Verhältnisse der Nahrungsmittel. Unsere Kenntnisse aber sind über alle diese Bedingungen, aus denen sich gewisse Massen synthetisch die Verdaulichkeit eines Stoffes ableiten lassen, so dürftig, dass man daran gar nicht denken kann. Es gibt nur eine Möglichkeit, die Verdaulichkeit eines Nahrungsmittels festzustellen. Diese ist das Thierexperiment.

Der erste, welcher daran ging, die Frage der Verwerthbarkeit der Kleie zu untersuchen und der sie auch nach richtiger Methode in Angriff nahm, war Poggiale<sup>1)</sup>. Er verfütterte Kleie an Hunde und bestimmte, wie viel davon verdaut wurde. Nachdem er aus dem Koth die Kleie wieder hergestellt hatte, verfütterte er sie einem zweiten Hunde und endlich einem Hühne. Obschon dieselbe nun drei Thiere durchwandert hatte, fanden sich doch noch 33% des gefütterten N und 66% der übrigen Bestandtheile vor, welche der Verdauung widerstanden hatten. Noch andere Experimentatoren (Panum und Heiber<sup>2)</sup>) haben Beweise erbracht, wie wenig bei Hunden wenigstens von der Kleie verwertet werde.

Auch dies vermochte aber die unbedingten Verehrer des Kleienbrodes nicht stutzig zu machen und sie auf den richtigen Weg des Thierexperimentes zu bringen. Späterhin hat dann, als die Welten in der Frage durch Liebig's Bethätigung an der Discussion sehr hoch schlugen, G. Meyer<sup>3)</sup> die Verdaulichkeit von Pumpernickel, Schwarzbrod und Semmel untersucht, wobei es sich auch zeigen liess, dass der Pumpernickel, welcher aus Mehl von ganzem Korne gebacken wird, viel schlechter im Darm ausnutzbar ist, als das Schwarzbrod, welches aus feinerem Mehle gebacken wird, und dieses wiederum schlechter als die Semmel, zu welcher die feinsten Mehlsorten verwendet werden; ja, die Unterschiede in der Ausnutzung waren so beträchtlich, dass der an sich billige Pumpernickel demjenigen, der ihn verzehrte, doch theurer zu stehen kam als das theurere Schwarzbrod, da man für das gleiche Geld mehr ausnutzbare Stoffe in Schwarzbrod als bei Pumpernickel erhält.

Durch das Hinzufügen der Kleie ist in diesem Falle nicht nur kein volkwirtschaftlicher Vortheil, sondern ein entschiedener Nachtheil herbeigeführt worden; denn durch die Theilung des Roggenkornes in Mehl und Kleie erhält man ja nicht nur so viel ausnutzbares Brod, als man durch Verbackung des ganzen Kornes darstellen kann, sondern es fällt noch die Kleie als Gewinn ab, indem sie zur Thiermast verbraucht werden kann. Sowohl durch diese Versuche als auch späterhin durch meine eigenen wurde weiter festgestellt, dass selbst zwischen den weissen aus Semmelmehl bereiteten Gebäcken und dem nur mässig kleiehaltigen Schwarzbrod (einer Mischung von Weizen und Roggenmehl) ein erheblicher Unterschied in der Ausnutzbarkeit besteht, und die Zunehmung gröberer, kleiehaltigen, aber billigeren Mehles auch einen beträchtlicheren Verlust an Substanz mit dem Koth nach sich zieht.

Dadurch war die Vorstellung, aus der chemischen Zusammensetzung allein den Werth eines Nahrungsmittels bemessen zu können,

1) Poggiale, Compt. rend. T. 37 Nr. 5 p. 173.

2) n. u. O. S. 16 bis 48.

52 Ueber den Werth der Weizenkleie für die Ernährung des Menschen.

zu Grabe getragen; nur auf dem Wege des directen Thierexperimentes konnte der Entscheid über den Werth einzelner Nahrungsmittel für den Menschen gesucht werden.

Keineswegs aber hat sich diese allein berechnigte Anschauung Bahn gebrochen. Der Streit über die Brauchbarkeit der Kleie wird nach wie vor auf der einen Seite mit eben derselben Unkenntniss geführt wie ehemals.

Die Frage, ob es zweckmässig ist die Kleie dem Brode zuzubacken, harrt noch der Lösung. Denn durch die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen ist keineswegs dargethan, dass die Belassung der Kleie beim Mehle unter keinen Umständen einen Nutzen haben könne. Die grössere Kohlenmenge, welche nach dem Genusse von Gebäcken aus gröberem Mehle aufzutreten pflegt, beweist dies nicht, und ebensowenig kann die schlechte Ausnutzung des groben Pumpernickels hierfür angeführt werden.

Es liesse sich nach allem, was wir über die Ausnutzbarkeit der Nahrungsmittel wissen, sehr wohl eine bessere Verwerthung erwarten, wenn eine sorgfältigere Zerkleinerung des Kornes geführt würde als dies thatsächlich der Fall ist. Der gewöhnliche Pumpernickel oder das Schrotbrod enthalten ja häufig viele kaum veränderte Körner. Trotz dieser ungünstigen Verhältnisse bei der Vermahlung findet Meyer<sup>1)</sup> durch eine Ueberschlagsrechnung, dass von der Roggenkleie nicht unbedeutliche Mengen im Darm aufgenommen worden sind.

Wir wollen zunächst nicht näher darauf eingehen, ob es von allen Gesichtspunkten aus als ein schätzenswerther Gewinn bezeichnet werden muss, wie Viele meinen, wenn man in der That die Möglichkeit der Ausnutzbarkeit eines Theiles der Kleie nachweist; ich komme darauf ausführlich bei Besprechung meiner Versuchsergebnisse zurück.

Nach dem, was wir bereits erörtert haben, brauche ich nicht mehr über die Wichtigkeit der Frage zu sprechen, die durch die Brend Reform Lengue in England wachgerufen worden ist.

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 7. S. 43.

Von Dr. Max Rubner.

53

Es sind mit allen möglichen Mitteln Versuche gemacht worden, den Ertrag unseres Bodens zu erhöhen; das Mahlfahren, die Art der Brodbereitung haben mannigfache Aenderungen erlitten; doch kann es keinem Zweifel unterworfen sein, dass an der Erhöhung der im Darmkanal des Menschen verwertbaren Mehlausbeute der Hebel an der richtigen, ausgiebigsten Stelle angelegt wird.

#### Versuche.

Ich theile nun im Folgenden die Versuche mit, welche ich über die Ausnutzbarkeit der Kleie am Menschen ausgeführt habe.

Als Ergebniss der bisher angestellten Versuche lässt sich erwarten, dass das Mitverbucken von Kleie in das Brod einen grösseren Stoffverlust durch den Koth bedingt.

Man vermag nun die vorliegende Frage keineswegs zu entscheiden, wenn man bestimmt, wie viel Nahrungsstoffe aus einer gewissen Menge von Kleie im Darm verdaut und resorbt werden; denn zunächst lässt sich aus Kleie allein kein Brod backen, welches dem Menschen mundet und welches derselbe unter normalen Verhältnissen geniessen wolke; dann aber ist nicht zu übersehen, dass Kleie allein sehr wohl einen recht schädigenden Einfluss auf den Darm ausüben könnte, indess sie mit dem dazugehörigen Mehl, also der vierfachen Menge anderer Bestandtheile vereinigt, eine wesentlich bessere Wirkung haben kann.

Man muss die Sache also in anderer Weise in Angriff nehmen. Sowohl bei Flachmüllerei als besonders bei Hochmüllerei werden aus einem und demselben Korne ganz verschiedene Mehlsorten erzeugt; die theuersten stellen weisse Mehle dar; der Preis nimmt ab mit der dunkleren Farbe des Mehles, d. h. mit der Zunahme feiner vermahlener Stückchen der äussersten Schichten des Getreidekornes. Man kann also gewissermassen die einzelnen Mehlsorten als Gemenge von den feineren Theilen des Mehlkornes mit vermahlener Eisensubstanz auffassen. Der Gehalt an letzterer nimmt mit der Billigkeit des Mehles zu.

Die Frage, soll die Kleie beim Brode bleiben oder nicht, gewinnt durch diese Betrachtung eine andere Wendung; jede der einzelnen Mehlsorten enthält Theile der Kleie; man kann also nicht nur fragen, ist die Kleie verdaulich und bis zu welchem Grade, sondern auch, welche Mischung zwischen Mehl und Kleie ist die vortheilhafteste, oder mit anderen Worten, bis zu welchem Grade soll das Weizenkorn ausgemahlen werden, um die grösstmögliche Nütznutzung für den Menschen zu erreichen? Die Mehlsorten sind besonders beim Hochmühlbetrieb sehr zahlreich, 12 bis 14 und mehr.

Es war für meine Aufgabe nicht thunlich und zweckmässig, so vielerlei Mühlproben auf ihren Nährwerth zu untersuchen. Ich habe nur 3 Mehlsorten gepulvt; die Mehle stammten aus England und sind mir durch die Güte des Herrn Henry Simon in Manchester zugekommen. Es sind folgende:

- I. Die feinste Sorte Mehles, welche nur 30% Ausbeute des Weizenkornes darstellt, wozu eine Mischung von Odessner, californischem und englischem Weizen diente.
- II. Die Mittelsorte, die 70% Ausmahlung repräsentirt und aus einer Mischung von Girkar- und amerikanischem Minnesota-Weizen gemacht wurde. Endlich eine Sorte,
- III. welche aus Mehl von ganzem Korn bestand, das „wheat meal flour“, dessen Bereitung S. 7 besprochen wurde.

Das Brod wurde im Wesentlichen nach der Vorschrift hergestellt, welche die Bread Reform League für die Fabrikation des Wheat-meal-flour-Brodes gibt. Sie heisst:

Man löse  $1\frac{1}{2}$  (engl.) Unzen <sup>1)</sup> deutscher Presshefe in einer Pint <sup>2)</sup> Wasser. Die beste Temperatur dieses Wassers ist gleich der von frisch gemolkener Milch. In diese Lösung thue man einen Kindstüffel voll Zucker. Hierauf werden 7 Pfund des Mehles in eine grössere Schüssel gethan und Salz nach Geschmack hinzugefügt. Wenn die Hefe sich als gut zeigt, so wird sie dem Mehle zugefügt und mit soviel warmem Wasser zusammengeknetet, dass der Teig ziemlich weich ausfalle. Derselbe wird dann in mit Mehl bestreute

1) 1 Kilo = 2,9 engl. Pfd.; 1 Pfd. engl. = 16 Unzen.

2) 568 <sup>cm</sup> Wasser.

Blechformen hineingegeben, welche nur halb voll sein sollen, so dass Platz zum Steigen vorhanden ist, und in ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Stunden wird der Teig vorgeschritten genug sein, um in den heissen Ofen gestellt zu werden.

Die Versuche sind an dem nämlichen Manne ausgeführt, an dem ich meine früheren angestellt hatte (Person D<sup>1)</sup>). Ich habe auch diesmal, wie schon früher, je eine Brodsorte drei Tage über verabreicht, da kein Grund vorlag, anders zu verfahren denn sonst. Hoppe-Seyler<sup>2)</sup> citirt zwar meine Versuche in seiner physiologischen Chemie, bemängelt aber, dass sie sich nur auf je 2 bis 3 Tage erstreckten. Es wäre mir doch, da es sich um Vergleiche der Nahrungsmittel unter einander handelt, gleichgültig gewesen, ob ich drei oder mehr Tage zur Ausführung der Versuche gewählt hätte. Im Interesse der Genauigkeit der Abgrenzung des Versuches habe ich, um jeden Einwand auszuschliessen, die Untersuchung auf drei Tage angedehnt; im übrigen aber hätte es keinen Sinn, sie längere Zeit fortzusetzen, da weitens die Mehrzahl der Menschen, wenn es irgendwie vermeiden werden kann, nie eine Woche hindurch ganz das Gleiche geniess. Um die Wirkung von Nahrungsmitteln, gegen deren längere Zeit fortgesetzte Aufnahme von vornherein eine besondere Antipathie vorhanden gewesen wäre, hat es sich bei meinen Versuchen nicht gehandelt. Ich werde später noch einen weiteren Grund, welcher kürzere Perioden für Ausnutzungsversuche geradezu fordert, beizubringen in der Lage sein.

Als Getränk nahm meine Versuchsperson jeden Tag 1500 <sup>cm</sup> Bier auf; wenn ausserdem noch Bedürfniss nach Getränk vorhanden war, gab ich Wasser.

Das Brod wurde nach dem schon mitgetheilten Receipt der Bread Reform League in drei Laiben am Tage vor Beginn des Versuchs gebacken; für je einen Tag war ein Laib bestimmt.

Die tägliche Menge an Mehl wählte ich so, dass der Mann dadurch mit Zugabe von wenig Eiweiss und von vielleicht etwas Fett vollauf seinem Nahrungsbedürfniss gerecht geworden

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 138.

2) Hoppe-Seyler, Physiolog. Chemie S. 942.



wäre. Wenn man annimmt, unsere Versuchsperson habe dem entsprechen, was Voit<sup>1)</sup> einen mittleren Arbeiter nennt, so wäre als Kostmass gefordert:

18 N, 56 Fett und 500 Kohlehydrate.

Im Mittel verzehrte aber meine Versuchsperson:

12 N, 5 Fett und 514 Kohlehydrate.

Es hatten demnach nur Eiweiss und Fett zur vollkommenen Erhaltung des Körpers gefehlt.

Meine Versuchsperson war an allen Versuchsreihen möglichst gleichmässig beschäftigt. Genau abgegrenzte Mahlzeiten wurden nicht eingehalten, sondern die Versuchsperson konnte nach Belieben ihr Brod zu sich nehmen. Die Speisenaufnahme vertheilte sich ziemlich gleichmässig über den ganzen Tag.

Auch der Harn wurde für 24 Stunden gesammelt und analysirt. Die N-Bestimmungen wurden sämmtlich nach Will-Varrontrapp ausgeführt; Aetherextraktionen im Mehl und Koeh in dem Soxhlet'schen Extraktionsapparat, den ich sehr praktisch fand. Im übrigen verweise ich auch auf meine frühere Veröffentlichung in dieser Zeitschrift<sup>2)</sup>.

Die Abgrenzung des Koehes geschah in verschiedener Weise; jedesmal aber liess ich 15 Stunden vor Beginn der Versuche die letzte gewöhnliche Kost und wiederum 17 Stunden nach Beendigung des Versuchs die erste gewöhnliche Kost aufnehmen.

Bei Versuch I und III waren die letzte Mahlzeit vor dem Versuch und die erste Mahlzeit nach demselben aus Fleisch mit wenig Salat zusammengesetzt; ausserdem aber erhielt die Versuchsperson bei Beginn des Versuchs mit der ersten Mahlzeit 2 Messersprizen voll Petrolenurtrass<sup>3)</sup>, die gleiche Menge Russ wurde sodann mit der ersten Mahlzeit nach dem Versuche verabreicht; bei Versuch Nr. II habe ich diese Art der Abtrennung verlassen und als letzte Mahlzeit vor dem Versuch wie früher Milch und ebenso nach demselben als erste Mahlzeit Milch gegeben, ausserdem aber die Kohlsorten noch mit Russ geföhrt. Mit Russ allein

1) Voit in Hermann's Lehrbuch Bd. 6 S. 519.

2) M. Rubner, Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 115 ff.

3) T. Cramer, Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 6 S. 354.

ist nur in dem Falle ungleicher Consistenz der Kohlsorten ein sicheres Resultat zu erhalten. Die letzte angewendete Combination der Färbung und des Consistenz-Unterschiedes durch Milchgaben erwies sich als ganz vorzüglich.

I. Versuch mit der feinsten Mehlsorte.

Nr. XXXII (12, 13, 14. Juli 1882).  
Versuchsperson D.

Das Brod wog, nachdem es auf Zimmertemperatur sich abgekühlt hatte: Laib I 885,0; Laib II 885,0; Laib III 925,0.

Der Geschmack des Brodes ist gut. Ausser den 1500<sup>ccm</sup> Bier, welche täglich getrunken wurden, hatte Person D keine Flüssigkeit aufgenommen. Das Gefühl der Sättigung ist durch die Brodmenge erreicht. Die Flatulenz war nicht unbedeutlich.

Einnahmen.

Brod frisch 1)	trocken 2)	N	Fett 3)	Kohlehydrate 4)	Asche 5)
885	—	—	—	—	—
885	—	—	—	—	—
925	—	—	—	—	—
Summe	2695	1845,9	30,60	30,07	1586,4
im Tag	898	615,3	10,20	6,99	526,5
					7,17
					2,39
					(12,39 mit CHNa)

1) Das Mehl enthielt frisch 85,37% Trockensubstanz;  
100 Theile trocken: 1,67 N,  
1,12 Fett,  
88,07 Kohlehydrate,  
0,37 Asche.

Das daraus dargestellte Brod enthielt an Trockensubstanz:

1. Laib . . . 69,52 } Mittel 68,51%  
2. Laib . . . 69,52 }  
3. Laib . . . 65,51 }

2) Die Trockensubstanz ergibt sich: 1. aus der Trockensubstanz des Mehles,  
2. der Hefe,  
3. des hinzugefügten Rohrzuckers,  
4. aus dem Kochsalz.

In der Presshete waren 37,18% Trockensubstanz,  
3,95% Asche.

Der N-Gehalt ist nach einer früher bereits mitgetheilten Analyse zu 5,86% der Trockensubstanz angenommen. Bei der geringen Menge von Hefe, welche im Teige verwendet wurde, habe ich es unterlassen, jedesmal eigens eine Analyse anzuföhren. Die hier angegebenen Werthe für Trockensubstanz und N wurden durchgehends zu Grunde gelegt (3,72% Trockensubstanz, 0,22N, 0,15 Asche).

3) Hierunter ist, wie immer, Aetherextract zu verstehen.

4) M. Rubner, Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 115 ff.

5) Ohne CHNa; aber die Hefenasche eingerechnet.

Ausgaben.

Kohl <sup>1)</sup> frisch	trocken <sup>2)</sup>	N	Fett <sup>3)</sup>	Kohle- hydrate <sup>4)</sup>	Asche	Harn- menge	N darin	Harn- säure
—	—	—	—	—	—	1000	14,97	0,382
—	—	—	—	—	—	1276	13,75	0,331
—	—	—	—	—	—	1000	12,12	0,395
Summa im Tag	398,3 132,7	74,4 24,8	6,33 2,17	8,97 2,99	17,49 5,83	7,17 2,39	—	—

Es berechnet sich sonach hieraus für den Kohl ein Verlust:

an Trockensubstanz von 4,03%  
an N . . . . . 20,68  
an Fett . . . . . (44,69)  
an Kohlehydraten . . . . . 1,10  
an Asche (+ CIN) . . . . . (19,28).

Es entspricht also die Ausnutzung vollkommen dem, was nach dem Ergebniss meiner bereits mitgetheilten Versuche zu erwarten stand. Zur besseren Beurtheilung habe ich in folgender kleinen Tabelle die Werthe eingesetzt, welche in früherer Untersuchung an Speisen erhalten worden waren, die aus feinstem Weizenmehl bereitet waren.

Kost	Gesamt- trocken- substanz	% Verlust an Trocken- substanz	an N	an Kohle- hydraten
Brod (Mittel aus Versuch XIV und XV) . . . . .	596	4,4	22,2	1,1
Neuer Versuch mit Brod . . . . .	615	4,0	20,7	1,1
Spätzel . . . . .	743	4,9	20,5	1,6
Maccaroni . . . . .	626	4,3	17,1	1,2

- 1) a) 22,9% frischer Kohl = 5,3 trocken = 23,14% Trockensubstanz  
 b) 110,4 " " = 15,8 " = 14,03  
 c) 69,0 " " = 19,3 " = 26,52  
 d) 146,0 " " = 33,3 " = 16,98  
 2) 100 trockener Kohl enthalten:  
 8,53 N,  
 12,07 Fett,  
 9,65% Asche.
- 3) Hierunter ist, wie immer, Aetherextract zu verstehen.  
 4) M. Rabner, Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 115 ff.

Die Betrachtung der Fett- und Aschenausnutzung hat wegen der geringen Menge, welche täglich eingeführt wurde, keine weitere Bedeutung.

Der Kohl<sup>1)</sup> hatte nicht immer das gleiche Aussehen; die ersten Mengen waren ziemlich consistent; die letzte Portion dagegen sehr weich, etwas gasig und nach Buttersäure riechend.

Sauer reagirte jede Kohlportion von Anfang an. Bei Brod-fütterung habe ich überhaupt nur einmal alkalische Reaction gefunden<sup>2)</sup>.

In einer Portion Kohles habe ich den Säuregrad durch Titration mit Barytwasser bestimmt. In der Regel wurden 30% frischer Kohl durch Wasser auf 250<sup>cem</sup> Volum gebrucht, möglichst rasch filtrirt und vom Filtrat zur Ausführung der Analyse ein bestimmter Theil weggenommen. Aus der immer stark gefärbten Flüssigkeit wurden Thüpfelproben auf Lackmus- und empfindliches Curcuma-papier, welches zwischen zwei Klötzen ausgespannt war, gebracht. Die Titration ist auf diese Weise zuverlässig. Die gefundene Säure druckte ich vorläufig als SO<sub>2</sub> aus.

100% frischen Kohles vom 14. Juli enthielten 0,382, 100% trockenen Kohles also 2,014 SO<sub>2</sub>; in 100% frischem Kohl bei Schwarzbrodfütterung fand ich früher (bei 13,8% Trockens.) 0,56% SO<sub>2</sub>, was für 100% trockenen Kohl 2,658% SO<sub>2</sub> entsprach. Ich werde auf die Verhältnisse der Säureausscheidung später eingehender zurückkommen.

1) Datum	Speise	Kohl
11. Juli	Gemischte Kost	0
12. "	Brod	gemischter Kohl und Versuchs-kohl (6,3% tr.)
13. "	Brod	6 <sup>te</sup> Abends Brodkohl (15,8% tr.)
14. "	Brod	9 <sup>te</sup> Morg. u. 9 <sup>te</sup> Abends Brodkohl (41,6% tr.) 13,3 + 33,28
15. "	gemischte Kost	letzter Brodkohl und gemischter Kohl

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 152.

Im Kothe liessen sich unter dem Mikroskope nach reichlichem Zusatz von Jodjodkalium vereinzelte Stärkekörnchen, welche sich blau färbten, nachweisen.<sup>1)</sup>

Die im Brod zugeführte N-Menge reichte, wie in den früher schon mitgetheilten Versuchen, nicht hin, die Ausfuhr zu decken. Die Bilanz des dritten Tages ergibt

als Ausfuhr  $14,29 \text{ N}$   
während sich in der Zufuhr nur  $10,20 \text{ N}$  befanden  
sonach eine Abgabe von  $+ 4,09^s \text{ N}$ .

Der Harn war füglich auf das Vorhandensein von Indigo bildender Substanz mit Eisenchlorid und Salzsäure untersucht worden. Es wurde nur am ersten Tage eine starke Reaction erhalten, am zweiten und dritten Tag keine.

2. Versuch mit der mittleren Mehlsorte.

Nr. XXXIII (26, 27, 28. Juli 1882).

Versuchsperson D.

Das Mehl ist nur ein wenig mehr gelb gefärbt als Nr. I. Es ist durchgehends fein zerrieben und lässt sich durch ein Sieb, dessen Maschen Quadrathächen von  $0,051^{\text{mm}}$  darstellen ohne Rückstand durchschüttern.

Das daraus dargestellte Brod hat einen äusserst angenehmen Geschmack und hält sich wie Nr. I frisch bis zum letzten Versuchstage. Die Versuchsperson nimmt dasselbe gerne auf. Flatulenz war auch bei diesem Versuche nicht unbedeutlich; der Durst etwas grösser als im vorigen Versuch; denn die Versuchsperson nahm ausser Bier am 1. Tage  $500^{\text{cm}}$  Wasser, am 2.  $200^{\text{cm}}$ , am 3.  $500^{\text{cm}}$  auf.

Das Resultat des Versuchs lässt sich aus folgenden Tabellen erschen.

1) Der Zusatz von Jodjodkalium muss reichlich sein. Es wurde in allen Fällen durch Zugabe von Stärkekörnchen controllirt, ob der Zusatz von Jodjodkalium genügend war.

Einnahmen.

Brod		N	Fett	Kohlehydrate	Asche
frisch <sup>1)</sup>	trocken				
887	—	—	—	—	—
883	—	—	—	—	—
876	—	—	—	—	—
Summe 2645 im Tag	1897,6	39,57	16,95	1533,7	8,55
882	612,5	13,19	5,65	607,9	2,85
					(12,85 mit ClNa)

Ausgaben.

Koht	N	Fett	Kohlehydrate	Asche	Harnmenge in Cem.	N darin
frisch <sup>2)</sup>	trocken					
—	—	—	—	—	1160	14,80
—	—	—	—	—	1332	14,49
—	—	—	—	—	990	13,39
Summe 758,3 im Tag 252,7	122,39	9,72	10,65	39,30	11,70	—
	40,8	3,24	3,55	13,10	3,90	—

1) Das Mehl enthielt frisch:

84,98% Trockensubstanz;  
2,18 N,  
0,95 Fett,  
84,95 Kohlehydrate,  
0,48 Asche.

Das hieraus dargestellte Brod enthielt an Trockensubstanz:

1. Laib . . . 69,06 }  
2. Laib . . . 69,37 } Mittel 69,49%  
3. Laib . . . 70,06 }

2) a) 99,7 frischer Koht = 23,8% trocken = 23,8%<sup>3)</sup>  
b) 148,2 " " = 30,96 " = 20,9  
c) 389,9 " " = 50,53 " = 12,9  
d) 120,5 " " = 17,10 " = 14,2  
100 trockener Koht enthalten: 8,03 N,  
8,70 Fett,  
9,58 Asche.

Datum	Speise	Koht
25. Juli .	Schweiz-Käse	0
26. " .	Brod	0
27. " .	Brod	9 <sup>h</sup> Morgens
28. " .	Brod	8 <sup>h</sup> / <sub>4</sub> Morg. (31,0 <sup>r</sup> tr.) 9 <sup>h</sup> u. 12 <sup>h</sup> Abd. (50,3 <sup>r</sup> tr.)
29. " .	Milch, Käse	12 <sup>h</sup> Mittags
30. " .	gemischte Kost	8 <sup>h</sup> Morgens Brodkoht (17,1 <sup>r</sup> ) Milchkoht

Sonach sind also die Verluste, in % ausgedrückt, folgende:

an Trockensubstanz . . . . .	6,66
an N . . . . .	24,56
an Fett . . . . .	(62,83)
an Kohlehydraten . . . . .	2,57
an Asche + Cl Na . . . . .	(30,35)

Das aus mittlerer Mehlsorte gebackene Brod wird also in allen Theilen schlechter im Darne verwertbet, als das aus feinstem Mehle dargestellte; die Kohlehydratrate sind in relativ grösserer Menge im Darne ausgeschieden worden als das Eiweiss. Denn die absoluten Zahlen des mit dem Kohle ausgeschiedenen N, sowie der mit dem Kohle ausgeschiedenen Kohlehydratrate, verhalten sich (wenn man die Werthe von Versuch XXXII = 100 setzt;) wie 100 N : 149 und wie 100 Kohlehydrat : 209.

Die Kohlenleerungen waren nach obiger Angabe häufiger als in Versuch XXXII; besonders aber möchte ich die Aufmerksamkeit auf die Thatsache lenken, dass der Wassergehalt der einzelnen Defäcation immer zunahm. Die Gärung war in der letzten Entleerung eine sehr lebhaft.

Die Reaction des Kohles war durchgehends sauer. Die Aciditätbestimmung ergab in zwei Fällen:

1. 27. Juli: 100 fr. Kothe = 0,123 SO<sub>2</sub> = 0,588 pro 100<sup>r</sup> tr.
2. 28. Juli: 100 „ „ = 0,480 „ = 3,703 „ 100<sup>r</sup> tr.

Es zeigt sich also wie eine Zunahme des Wassergehalts, - so auch eine Zunahme des Säuregehaltes. Der Säuregrad war in der am 27. Juli untersuchten Portion geringer, als im vorhergehenden Versuche gefunden wurde; am 2. Juli aber beträchtlich stärker.

Der Harn wurde ebenfalls auf Indigo bildende Substanz untersucht. Am ersten Tag wurde beim Ausschütteln das mit CH<sub>2</sub> und F<sub>2</sub> Cl<sub>2</sub> versetzten Harns das Chloroform sehr schön tiefblau gefärbt; Am zweiten und dritten Tag war eine Färbung des Chloroforms kaum zu erkennen.

Zieht man die N-Bilanz des dritten Tages:

Ausfuhr = 16,63, Zufuhr = 13,19, also Differenz = + 3,44, so ergibt sich, dass auch hier noch eine namhafte Menge von Eiweiss vom Körper zugeschlossen wurde.

### 3. Versuch mit Mehl aus ganzem Korn.

Nr. XXXIV (5, 6, 7. Juli 1893).  
Versuchsperson D.

Dieses Mehl weicht in seinen Eigenschaften von den beiden Sorten I und II erheblich ab. Die Zerkleinerung, welche dabei das Getreidekorn erlitten hat, ist keine gleichmässige; man erkennt dies auf den ersten Blick an dem gesprengelten Ansehen des Mehles.

Zwischen fein vermahlener Partien liegt feine, blätterige Kleie und beim Behühen glaubt man ausser der Kleie Mehl von grisehlicher Beschaffenheit zu betasten.

Um festzustellen, wie viel von unvollkommen zerkleinerter Substanz im Mehle sich findet, habe ich dasselbe durch ein Sieb getrieben, dessen Maschen andere Mehlsorten leicht durchlassen; die Waite der Maschen wurde mit dem Mikrometer bestimmt; im Mittel (Maximum und Minimum zahlreicher Bestimmungen wichen nur wenig von einander ab) betrug die Quadratfläche einer Masche 0,051<sup>quadr.</sup>mm.

Von 100<sup>r</sup> Mehl<sup>1)</sup> gingen 77 Theile durch das Sieb, 23 Theile blieben auf demselben zurück. Diese 23 Theile hatten ganz das Ansehen der gewöhnlichen zur Thiermast benutzten Kleie. Aus dem durch das Sieb gezogenen Mehle liessen sich durch längeres Schütteln zwei Sorten erhalten: eine oben aufliegende gelb gefärbte, welche aus kleinen Kleietheilen bestand und ein darunter liegendes weisses Mehl.

1) a) Das ganze Mehl: 100 Theile frisch = 85,62% Trockensubstanz;  
100 Theile trocken: 2,04 N,  
2,11 Fett,

83,74 Kohlehydrate (davon 8,98 Theile aus Hülisen bestehend),  
1,40 Asche.

b) Der durchs Sieb hindurchgehende Theil: 100 Theile frisch = 86,28  
Trockensubstanz;  
100<sup>r</sup> Trockensubstanz: 1,82 N,  
0,79 Asche.

c) Die abgeseigte Kleie: 100 Theile fr. = 84,61% Trockensubstanz,  
= 7,69% Hülisen (bei 100<sup>o</sup> tr.),  
100 Theile Brod enthalten an Trockensubstanz:

1. Laib . . . . .	63,47
2. Laib . . . . .	60,47
3. Laib . . . . .	62,83
Mittel	62,42%

Die Vermahlung des Kornes ist demnach dabei eine höchst unvollkommene. Man wird nach der früheren Angabe erwarten können, dass höchstens 18% des Mehles die Eigenschaften der Kleie tragen; die Verkleinerung ist in der Regel viel vollkommener. Wenn man annimmt, dass mit einem Verluste von 5% vernahlen wird, im Ganzen aber 80% des Kornes an Mehl gewonnen werden, dürfen 100 Mehl, welche Kleie und Mehl gemischt enthalten, nur 16% Kleie liefern, während wir hier 23 Theile erhalten haben. Aus der Kleie vermochte ich in einem Coliruche, das sehr engmüschig war, auf 100r Trockensubstanz berechnet 39,67% Hülsen darzustellen, also rund 40%. Unter dem Mikroskop erwiesen sich die ausgewaschenen Hülsen, bei Zusatz von Jodjodkalium fast völlig frei von Stärkekörnchen<sup>1)</sup>.

Das aus diesem Mehl gebackene Brod war derb und fühlte sich im Munde sehr rauh an. Dem entsprechend musste es auch stärker eingespeichelt werden. Während in den vorhergehenden Versuchen 1500<sup>ccm</sup> Bier und im Maximum 500<sup>ccm</sup> Wasser den Durst zu stillen im Stande waren, wurden diesmal am 1. und 2. Tage je 750<sup>ccm</sup> Wasser getrunken, und da am 3. Tage das Brod noch trockener schmeckte, reichten auch 750<sup>ccm</sup> Wasser nicht mehr hin. Die Versuchsperson war gezwungen, die letzten Reste des Brods erst in's Wasser zu tauchen, ehe sie genossen werden konnten. Das Brod war an sich keineswegs wasserärmer als das von Versuch I und II.

Durch die verhältnissmässige Speisemenge wurde von der Versuchsperson das Gefühl mässiger Sättigung empfunden. Die Flatulenz ist eine nicht unbeträchtliche; doch ist keine Kohli vorhanden.

Ueber das Resultat des Versuchs geben die folgenden Tabellen

Aufschluss.		Einnahmen.				
	Brod	N	Fett	Kohlehydrate	Asche	
	frisch	—	—	—	—	
	trocken	—	—	—	—	
	972	—	—	—	—	
	1012	—	—	—	—	
	982	—	—	—	—	
Summe	2986	1851,2	37,95	1513,5	36,62	
im Tag	989	617,1	12,45	504,5	8,54	
				(18,24 mit ClNa)		

1) Ueber den Stärkegehalt kann man sich leicht täuschen. Es scheint das reichlich vorhandene Eiweiss der Fäulwirkung von Jodjodkalium auf die Stärke zu hindern.

Ausgaben.

Kohl	N	Fett	Kohlehydrate	Asche	Harnmenge	N im Harn	Harnsäure
frisch <sup>1)</sup> trocken	—	—	—	—	960	12,89	0,635
—	—	—	—	—	910	13,18	0,606
—	—	—	—	—	1265	12,95	0,588
Summe 953,4	226,39	11,40	19,41	111,69	25,02	—	—
im Tag 317,8	75,70	3,80	6,47	37,23	8,34	—	—

Es betheiligen sich am Verlust:

- Die Trockensubstanz mit . . . 12,22%
- Der N . . . . . 30,47
- Das Fett . . . . . (0,14)
- Die Kohlehydrate . . . . . 7,37
- Die Asche (+ ClNa) . . . . . 44,98

Die Nichtabrennung der Kleie hat sonach eine nicht unbeträchtliche Vermehrung der Kohlmenge bedingt. Die einzelnen Nahrungstoffe betheiligten sich nicht alle gleichmässig am Verluste; vorwiegend sind mehr Kohlehydrate ausgeschieden worden; aber auch der N tritt in grösserer Menge in dem Kothbe auf.

Nach dem, was die verschiedenen Autoren über die Verdaulichkeit der Kleie angegeben haben, ist es nahelegend, die Unterschiede in der Kohlmenge von II und III auf die Unverdaulichkeit der cellulosereichen Hülsen des Kornes zurückzuführen.

- 1) a) 43,9% frischer Kohl = 10,9% trocken = 24,8%
- b) 121,5 " " = 32,9 " = 27,2
- c) 200,0 " " = 45,7 " = 22,8
- d) 348,0 " " = 67,1 " = 21,1
- e) 180,0 " " = 47,7 " = 26,5

100 trockener Kohl enthalten:  
5,03% N,  
8,53 Fett,  
11,05 Asche.

Datum	Speise	Kohl
4. Juli	Gemischte Kost Brod	0
5. "	Brod	0
6. "	Brod	6 <sup>h</sup> Abends gemischter Kohl und erster Brodkoth (10,9% tr.)
7. "	Brod	4 <sup>h</sup> Nachm. Brodkoth (41,18% tr.)
8. "	Gemischte Kost	3 <sup>h</sup> Morgens Brodkoth (52,55% tr.) 6 <sup>h</sup> Morgens Brodkoth (73,4% tr.) 4 <sup>h</sup> Nachm. letzter Brodkoth (47,7%) und gemischter Kohl

Ich habe schon angegeben, dass aus dem whole meal durch ein Sieb von 0,051<sup>mm</sup> Oeffnung 23 Theile kleienartigen Mehls abgetrennt werden können. Sie bestanden aus Gries und blättrigen Hülsen. Im Colirtuche gewaschen, bis das Wasser keine suspendirte Stärke mehr zeigte, gaben 100<sup>r</sup> der abgeseihten, nicht getrockneten Kleie 33,47<sup>r</sup> trockene Hülsen. Die Beimengung von Stärkemehl zu letzteren kann nicht ganz vermieden werden, ebenso wenig, dass sich etwas Kleber denselben anlegt. Betrachtet man sie nach Zusatz von Jodjodkalium unter dem Mikroskope, so stellt man nur sehr vereinzelte Stärkekörnchen. Erst nach sehr langer Einwirkung von Jodjodkalium gewahrt man, dass noch ein Theil derselben übrig geblieben ist. Dieser Rest lässt sich nach Verdauung der Hülsen mit Pepsin leicht auswaschen, so dass man also annehmen muss, er werde durch den Kleber zurück gehalten.

Es enthalten aber die Hülsenzellen selbst noch geringe Mengen von N-freien Stoffen. Erweis ist in den Kleberzellen sowie den anderen Zellen abgelagert, nur die Epidermis enthält keines<sup>1)</sup>.

100 Theile trockenen whole meal's enthielten 8,98 trockene Hülsen<sup>2)</sup>.

	Trockensubstanz	N	Kohlhydrate und Fett	Asche
100 Theile Brod aus whole meal hefern im Kothe . . . . .	12,23	0,61	7,07	1,35
91,0 Theile Brod aus Mahl mit- terer Sorte <sup>3)</sup> . . . . .	6,06	0,47	2,45	0,57
Differenz	6,17	0,14	4,62	0,78
8,98 trockene Hülsen enthalten im Kothe des whole meal fünfden sieb mehr gegenüber Brod II um	6,17	0,14	4,62	0,78
	+ 2,31	+ 0,22	+ 1,67	— 0,34

Es erweist sich also ein nicht unbeträchtlicher Theil des in Hülsen enthaltenen Mehls als resorbirt, nur die Hülsensche wurde wiederum ausgeschieden und dazu noch ein Ueberschuss, der davon herrührt, dass wir für die Ausnutzung der 91 Theile Mahl die Zahlen des Versuchs von 70% Ausmahlung zu Grunde legen mussten.

1) Encyclopädi. Handbuch der techn. Chemie Bd. 1 S. 1547.

2) S. oben S. 4 Note 1.

3) Dieser Theil ist jedenfalls unterschätzt, da ich hierfür die Ausnutzungs-  
werthe von Brod von 70% Ausmahlung zu Grunde gelegt habe.

Von 8,98 Theilen Hülsen mit 0,36 N und 6,29 N-freien Stoffen waren im Kothe 2,81 Trockensubstanz mit 0,22 N und 1,67 Kohlehydraten nicht mehr aufzufinden.

Schätzen wir sonach den Verlust, welchen die Hülsen erlitten haben, d. h. die Menge des nicht resorbirten Theiles, so finden wir (im Maximum) für die Trockensubstanz 68,70%  
den N 38,9  
die N-freien Stoffe 73,4

Zur Resorption gelangten von denselben:

31,3 % der Trockensubstanz  
61,12 des N  
26,55 der N-freien Stoffe.

Schnittelt man den Koth in einem Glase mit Wasser, so setzen sich aus demselben die scheinbar unversetzten Hülsen ab. Die Hülsen wurden mit Wasser gewaschen, bis an dasselbe nichts mehr an Stoffen abgegeben wurde. Natürlich erholt man auf diese Weise nicht annähernd soviel Hülsen aus dem Kothe wieder als man erwarten konnte, da alle jene Hülsenhefte, welche durch Kaunen und das Einwirken der Verdauungssäfte zerkleinert worden waren, jetzt durch die Maschen des Colirtuchs hindurchgingen.

Während sich nun täglich 53,8<sup>r</sup> Hülsen in der Zufuhr befanden, gewann ich nur 23,9<sup>r</sup> aus dem Kothe wieder.

In 53,8 Hülsen der Zufuhr waren	2,15 N	37,75 N-freie Stoffe	2,64 Asche
" 23,9 " des Kohles	0,21 "	22,10 "	0,45 "
29,9 Hülsen zerkleinert	1,94 N	15,65 N-freie Stoffe	2,19 Asche

Es war also ein beträchtlicher Theil der Hülsen im Darmtractus zerkleinert worden. Die N-freien Stoffe, welche mit den Hülsen entleert wurden, machen 59,3% der täglich mit dem Kothe verlorenen Kohlehydrate aus.

Die Veränderung, welche die Hülsen im Darmtraktus erleiden, wird recht gut aus ihrer procentigen Zusammensetzung ersichtlich:

100 Theile eingeführte Hülsen	100 Theile Hülsen aus dem Kothe
4,00 N,	0,90 N,
70,10 N-freie Stoffe,	92,95 N-freie Stoffe,
4,90 Asche,	2,08 Asche.

Ich kann hier keinen Vergleich über die Verwerthbarkeit der „Kleie“ ziehen zwischen diesem Ergebnisse und dem anderer Autoren, da Kleie ein zu weiter Begriff ist. Je nach dem Grade des Gehaltes an Mehl bzw. Hülsen wird man grössere und kleinere Verluste zu erwarten haben.

Der Koth reagirte immer sauer. Der Säuregrad wurde an zwei Tagen bestimmt; am 6. Juli waren in 100<sup>r</sup> frischen Koths 0,165<sup>r</sup> SO<sub>2</sub>, also in 100<sup>r</sup> trockenen Koths 0,607 (kleinfreien Koths 0,857); am 7. Juli dagegen in 100<sup>r</sup> frischen Koths 0,251<sup>r</sup> SO<sub>2</sub>, in 100<sup>r</sup> trockenen Koths 1,019<sup>r</sup> SO<sub>2</sub> (kleinfreien Koths 1,544).

Es lässt sich also auch hier nachweisen, dass der Säuregrad von Tag zu Tag ein nicht unerhebliches Zunehmen zeigt. Mit dem vermehrten Säuregrad nimmt der Trockengehalt ab, der Wasserreichthum zu.

Die N-Bilanz des dritten Tages, nämlich 16,75<sup>r</sup> in den Ausgaben, 12,45<sup>r</sup> in der Einnahme, + 4,30<sup>r</sup> N für den Tag, ergibt ein Defizit von

also ein beträchtlicheres als im Versuch II. Auf Indigo bildende Substanz wurde der Harn jeden Tag untersucht. Es wurde am ersten Tage eine schwache, am zweiten und dritten Tag keine Reaction erhalten.

Der Koth war nicht dünn, wie dies häufig bei einer Kost auftritt, welche reich an Amylaceen ist, sondern compact, den Excrementen der Pferde ähnlich und hatte stets mehr als 20% Trockensubstanz. Es bestand gewissermassen aus der abgeschüttelten Kleie. Diese liess sich durch Waschen mit Wasser genau von demselben Ansehen wieder herstellen wie die eingeführten Hülsen waren.

In 100<sup>r</sup> frischen Koths vom 6. Juli waren enthalten 7,94<sup>r</sup> bei 110° trockenerer Hülsen, in 100<sup>r</sup> Trockensubstanz also 29,2 Theile; am 7. Juli fanden sich für 100<sup>r</sup> frischen Koths 7,79%, für 100<sup>r</sup> Trockensubstanz also 34,00 Theile Hülsen. Zur Darstellung der Hülsen wurde dasselbe Coihrtuch verwendet, mit dem dieselben aus der Kleie gewonnen worden waren. Aus der Zannahme der Hülsen im Koth liess sich nicht schliessen, dass an dem letzten Tage die Speise besser ausgenutzt worden wäre als vorher. Die Zannahme

beruht vielmehr darauf, dass am letzten Tage das Brod weniger gekaut wurde, indem die Versuchsperson das Brod erst in Wasser tauchte und dann verzehrte. Die Hülsen gelangten daher unverzehrt in den Koth.

Schlussfolgerungen.

1. Betrachtung der Ausnutzung der verschiedenen Brodsorten.

Nachdem wir nun im vorhergehenden das Material der Untersuchung niedergelegt haben, erübrigt es noch die weiteren Schlussfolgerungen aus demselben zu ziehen.

Ich habe in den beiden folgenden Tabellen die absoluten Werthe aller Versuche, und die relativen Werthe derselben, um die Uebersicht zu erleichtern, eingetragen.

Procentverhöst an Nahrungsstoffen.

Mehlsorte	an Trocken-substanz		an Fett (Aether-extract)		an Kohlehydraten		an Asche	
	an	an	an	an	an	an	an	an
feinst . . . . .	4,03	20,07	44,69	1,10	19,28			
mittel . . . . .	6,66	24,56	62,83	2,57	30,35			
ganzes Korn . . . . .	12,23	30,47	51,14	7,37	44,98			

Absolute Werthe.

Mehlsorte	Trocken-substanz pro Tag	Fett		Kohlehydrate		Asche					
		N	Fett	Kohlfrisch	Kohl trocken	N	Fett				
feinst . . . . .	615,3	10,20	6,69	528,8	2,38	133,7	24,8	2,17	2,99	5,83	2,39
mittel . . . . .	612,6	13,19	6,65	507,9	2,36	252,8	40,8	3,24	3,55	13,10	3,90
ganzes Korn	617,1	12,45	12,65	504,5	8,54	317,8	75,79	3,80	6,47	37,23	8,34

Aus allen drei Mehlsorten liess sich nach dem von der Bread Reform League angegebenen Verfahren gut poröses Brod backen. Am schmackhaftesten war das von Nr. II, und nur Brod III fühlte sich rauh und trocken an, weshalb auch bei diesem bald Unbequemlichkeiten beim Kauen, welche in dem Mangel genügender Speichelabsonderung bestanden, eintraten, so dass meine Versuchs-

person die letzten Bissen Brodes geradezu erst in Wasser kauen musste, ohne sie verschluckt werden konnten. Keineswegs war aber hierbei die Schuld einem zu geringen Wassergehalt des Brodes III beizumessen; im Gegenheil, es enthielt sogar etwas mehr Wasser als I und II.

Der Trockengehalt der Brode war: bei I 68,51%  
 " II 69,49  
 " III 62,42

Ein Nachheil von Brod III ist es auch, dass die Hülsen leicht an den Zähnen hängen bleiben. Die Farbe von Brod III ist dunkler als von I und II, es kann aber keineswegs als schwarz bezeichnet werden. Die Unterschiede im Geschmack darf man, namentlich wenn es darauf ankommt, eine Speise längere Zeit und in grösserer Menge zu geniessen, also bei Verköstigung im Gefängnis, bei der Soldatenkost, und ähnlichem, nicht unterschätzen.

In dem Befinden der Versuchsperson war, abgesehen von dem etwas grösseren Durst in Versuch III, kein Unterschied zu bemerken. Flatulenz war in allen Versuchen ziemlich in gleichem Masse vorhanden.

Recht wesentlich verschieden ist der Effect in der Verwerthung, den die drei Brodsorten erzielen; bei einer Zufuhr, welche der Quantität nach fast gleich genannt werden muss, wurden ganz ungleiche Mengen mit dem Kothe ausgeschieden, und zwar sieht man, wie mit der Zunahme an Ausbeute von Mehl, welches durch starkes Ausmahlen des Getreidekornes gewonnen wird, auch der Verlust an Nahrungsstoffen, welche ungenutzt mit dem Kothe abgehen, wächst.

Zwischen Brod I und II bestehen geringere Unterschiede als zwischen diesen beiden und Nr. III.

Die Ausnutzung ist aber in Brod I, wie wir bereits aus dem zur Herstellung verwendeten Material vermuthen durften, den bestverwertheten Nahrungsmitteln zuzuzählen. Zwischen dem auf S. 16 erwähnten, aus feinstem Weizenmehlhergestellten Weissbrod und ersterem besteht kein Unterschied in derselben. Ich habe in der nebenstehenden Tabelle alle Versuche, welche über Brod nun vorliegen, eingetragen.

Speise	Trocken- substanz im Tag verzehrt	%-Verlust an Trocken- substanz	%-Verlust an N	%-Verlust an Kohlen- hydraten
I. feinstes Mehl . . .	615	4,0	20,7	1,1
Weissbrod <sup>1)</sup> . . . .	696	4,4	22,2	1,1
Semmel <sup>2)</sup> . . . . .	489	5,6	19,9	2,89
II. Mittelsorte . . . .	618	6,66	24,56	2,57
Riemenschbrod <sup>3)</sup> . . .	488	10,10	29,2	6,82
III. Ganzes Korn . . .	617	12,23	30,47	7,37
Bauernbrod <sup>4)</sup> . . . .	765	15,0	32,0	10,90
Pumpernickel <sup>5)</sup> . . . .	423	19,3	43,0	13,79

Brod II nähert sich in der Ausnutzung am meisten der Semmel, nur die Verwerthung des N ist etwas geringer als bei der letzteren, aber weit besser als bei Riemenschbrod. Einem allerdings beträchtlichen Verlust begegnen wir bei Brod III; man muss aber trotzdem behaupten, dass es dem sonst auf dem Lande gebräuchlichen Bauernbrod oder dem Pumpernickel weit vorzuziehen sei. Wenn auch bei ihm der N nicht wesentlich leichter aufnehmbar erscheint als beim Schwarzbrod (das aber kein Kleienbrod ist!), so werden doch an Kohlehydraten beträchtliche Mengen gewonnen.

Die Menge des täglich entleerten frischen Kothes schwankt in den drei Versuchen um ein Mehrfaches (das 2 bis 4fache); da dieser nicht stets den gleichen Wassergehalt besitzt, ist beim trockenen Koth das Verhältniss ein anderes (das dreifache<sup>5)</sup>).

Haben sich nun an dem Mehrverluste im Kothe, der gradatim bei II und III gegenüber I auftrat, alle Stoffe der Zufuhr gleichmässig theilhaftig oder nicht? Man kann dies leicht berechnen, wenn die absoluten Werthe der in Versuch I entleerten Stoffe = 100 gesetzt und nach diesem Massstabe die übrigen Entleerungen von II und III

1) S. oben S. 16.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 21.

3) Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 20.

4) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 157.

5) Ztschr. f. Biologie Bd. 7 S. 23.

6) Der Wasserverlust mit dem Kothe beträgt bei I 107,3% im Tag,

" II 212,0 " "

" III 242,0 " "



bestimmt werden. Da Fett und Asche wegen der geringen Mengen in der Zufuhr hier nicht in Betracht kommen, so habe ich die Werthe nur für den N und die Kohlehydrate eingesetzt, wobei sich ergibt:

N im Kothe		Kohlehydrate im Kothe	
I Versuch	100	100	
II "	149	208	
III "	175	590	

Es sind demnach vorwiegend die Kohlehydrate, welche sich relativ beträchtlich an dem Verluste betheiligen.

## 2. Ursachen der verschiedenen Ausnutzung der Brodsorten.

Die bedingende Ursache der verschiedenen Ausnutzung liegt in dem Gehalte an Hülsensubstanz des Weizenkorns, welche in dem einen Fall als feines Mehl mit den Theilen des Mehlkorns untermischt, in dem andern Fall geradezu in Blättchen von nicht unbeträchtlicher Grösse beigemengt ist. Obschon nun bei Versuch III nachgewiesen werden konnte, dass ein beträchtlicher Theil der mit den Hülsen zugeführten Nahrungsstoffe zur Aufnahme ins Blut gelangte, das gleiche also für diejenigen Hülsenheile, welche Nr. II beigemengt sind, auch nicht zu bezweifeln ist, müssen wir uns doch noch umfassender damit beschäftigen, ob nicht durch geeignete Mittel noch eine bessere Nutznutzung aus dem Mehle zu erlangen gewesen wäre, d. h. also, ob mit der Zugabe von Hülsenheilen besondere Nachtheile verknüpft sind und wie solche zu vermeiden wären.

Die eine Eigenschaft der Hülsen, welche störend auf die Ausnutzung von Nahrungsmitteln wirken kann, ist die Reizung, welche durch wenig zerkleinerte Stücken schwer aufnehmbarer Substanzen auf die Darmwandung ausgeübt wird, wodurch dann ein rascheres Durchtreten des Chylus eingeleitet werden kann.

Hofmann<sup>1)</sup> hat einen deraartigen Fall beobachtet; durch Zusatz von gröblich zerkleinertem Cellulose (Stroh) wurde die Ausnutzung des Fleisches herabgesetzt.

1) Voit, Sitzungsberichte der bayr. Akademie (1869 Decemher). — Die hier verwendete Cellulose bestand in Stroh, das mit der Scheere zerkleinert worden war.

Kann man nun annehmen, dass in unserem Falle die Hülsen einen Reiz auf den Darm ausübten und so eine ungünstige Ausnutzung erzeugten?

Keineswegs. Da selbst an Versuch III nachgewiesen werden kann, dass aus den blättrigen Hülsen fast  $\frac{1}{2}$  der in denselben enthaltenen Nahrungsstoffe aufgenommen wurden, so kann es sich also nur mehr darum handeln, ob man eine noch günstigere Ausnutzung nährender Bestandtheile hätte erwarten dürfen, wenn ein langsamerer Durchtritt durch den Darmkanal Statt gefunden hätte.

Man muss dies zwar bejahen, andererseits aber doch zugeben, dass von einer abnorm schnellen Durchwanderung nicht die Rede war (siehe S. 17, 19 und 23), zumal doch vollkommene Gelegenheit war, die leichter resorbirbaren Stoffe alle ins Blut gelangen zu lassen. Der länger und günstiger gebaute Darmkanal der Wiederkähler hätte natürlich mehr aufgenommen.

Wie kam es nun aber, dass mit dem zunehmenden Gehalt des Brodes an Hülsen auch der N beträchtlich schlechter aufgenommen wurde, und dass selbst Stärkekörnerchen in dem Kothe zu finden waren?

Die Stärke ist ja leicht verdaulich und ebenso lässt sich gerade vom Kleber darthun, dass er nicht minder leicht gelöst und ins Blut aufgenommen werden kann als animalische Eiweisskörper.

Ich habe nämlich früher Versuche mit zwei verschiedenen Sorten Maccaroni (siehe 1) ausgeführt. Die eine Sorte besass den Vorzug vor der andern, dass sie durch Beigabe von Kleber, welcher bei der Stärkefabrikation abfällt, N-reicher gemacht worden war. Indem man beide Versuche mit einander vergleicht, kann man den Einfluss, den die Fütterung der Maccaroni auf die Auscheidung N-haltiger Reste der Verdauungssäfte etwa hatte, vollkommen eliminiren und somit genau bestimmen, wie viel von dem zugesetzten Kleber resorbirt wurde und wie viel nicht.

Bei Kleberzusatz waren in der Zufuhr	22,6 N u. im Kothe	2,53
ohne "	10,9 " " "	1,86
" " "	11,7 N u. im Kothe	0,67

1) M. Rubner, Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 160 bis 166.

woraus man also entnehmen kann, dass für eine Mehrzufuhr von 11,7 N nur 0,67 N mehr im Kothe kamen, demnach nur 5,7% des vegetabilischen Eiweisses verloren wurden. Ich glaube, dass die Zahl noch günstiger geworden wäre, wenn es sich beim Auskneten des Kleber vollkommen vermeiden liesse, dass doch kleine, feine, vermahlene Kleiestückchen mit eingeschlossen werden.

Das Haupthinderniss für die Ausnutzung des in den Hülsen noch vorhandenen Eiweisses und der N-freien Substanzen ist ohne Zweifel die Cellulosewanderung der Hülsenzellen. Ich habe schon früher auf die Bedeutung einer derartigen Umhüllung aufmerksam gemacht, muss aber hier nochmals bei der ausserordentlichen Bedeutung, den dieser Factor hat, darauf eingehen. Die einen Theil der Eiweisskörper umschliessenden Cellulosehüllen sind deshalb von beträchtlicher Wirkung, weil die mit dem Brode aufgenommenen Eiweisskörper in einem Zustande in den Darmkanal gelangen, der für die Einwirkung der Verdauungssäfte besonders ungünstig ist. Nach der Angabe Ritthausens<sup>1)</sup> nämlich, — dem ich hier vollkommen folge, — geht von den Eiweisskörpern das Mehltes das Gluten-Casein bei Kochhitze in eine in verdünnten Säuren und Alkalien unlösliche Modification über, Gluten-Fibrin verhält sich ebenso, das Gliadin ähnlich, indem ein Theil desselben für Reagentien, welche den Leim sonst leicht lösen, wie verdünnte Säuren und Alkalien, unlöslich wird. Mucedin wird auch theilweise beim Kochen in eine unlösliche Form übergeführt, ebenso coagulirt von den (1 bis 2% betragenden) in Wasser löslichen Eiweisskörpern ein Theil beim Kochen. Die gleichen Veränderungen, die hier beim Kochen eintreten, müssen ebenso die Folge des Backens sein, da auch bei letzterem die Temperatur in Mitte eines Laibes über 97° steigen kann<sup>2)</sup>.

Es müssen sonach auf die Eiweisskörper des Brodes, falls sie gelöst werden sollen, die Verdauungssäfte einwirken können. Säure oder Alkali allein sind auf den grössten Theil derselben wirkungslos. Nun ist aber bezüglich

1) Ritthausen, die Eiweisskörper der Getreidearten etc. (Bonn 1872) S. 1 bis 83.

2) Siehe Muspratt, techn. Chemie Bd. I S. 1617.

des Pepsins zuletzt von Hamnersten<sup>1)</sup> dargestellt worden, dass es durch vegetabilische Membranen nicht zu diffundiren vermag. Nur Nügel<sup>2)</sup> meint, es könne Pepsin in saurer Lösung die feine Wandlung einer Hefenzelle durchdringen; die grössere Dicke der Zellwandungen der Weizenhülsen ist aber jedenfalls ein wesentlich anderes Hinderniss für den Durchtritt des Ferments als die Hefenwandung.

Auch das eiweissverdauende Ferment des Pankreasstoffes, das Trypsin, geht schwer oder gar nicht durch vegetabilische Membranen<sup>3)</sup>. Es lässt sich Trypsin gut durch Dialyse von Leucin, Tyrosin und Pepton trennen. Nur Paschutin<sup>4)</sup> gibt an, dass es unter bestimmten Verhältnissen, z. B. bei Vorhandensein von unterschwelligsaurem Natron oder von salpetersaurem Ammoniak, durch Thonzellen hindurch gepresst werden könne, also unter Bedingungen, wie sie im Darne nicht vorhanden sind.

Die Diäthese soll nach v. Wittich<sup>5)</sup> ein besseres Diffundirungsvermögen haben als andere Fermente, so dass also die stärkemehlartigen Stoffe leichter auslaugbar wären als das Eiweiss.

Diese Anschauung über die Ursache der Wirkung der Cellulosehüllen gewinnt mehr Halt, wenn man den Koib mikroskopisch untersucht. In der aus demselben bei Nr. III dargestellten Kleie finden sich ziemlich viele Kleberzellen vollkommen intact neben solchen, die ihres Inhalts beraubt waren, und nur das leere Zellengerüste zeigten. Nun war es aber regelmässig zu treffen, dass die leeren Zellen nur Schollen von einer Zelle Dicke darstellten, oder es fühlte an dickeren Schichten, an denen die Kleberzellen noch mit Oberhautzellen überdeckt waren, der Zellinhalt nur an den Rändern. Man bekam also den Eindruck, als ob überall da, wo keine Zellwandung durchbrochen worden musste, der Inhalt der Kleberzellen zur Aufnahme im Darne gelangt sei. Auch Donders<sup>6)</sup> hat gefunden, dass die Schicht der eiweissreichen Zellen der Kleie wohl von Pflanzenfressern, nicht aber vom Menschen und Hunde verdaut wird.

1) Hamnersten, Jahrbuch d. Thierchemie Bd. 3 S. 207.

2) Nügel, Sitzungsber. d. bayr. Akademie (1879) S. 169.

3) Hoppe-Seyler, physiol. Chemie S. 356.

4) Centralblatt für die medic. Wissenschaften (1873) Nr. 7.

5) Hoppe-Seyler, physiol. Chemie S. 266.

6) Donders, Physiologie S. 273.

Die Beeinflussung der N-Ausnutzung durch Erschwerung des Eindringens der Verdauungssäfte in die Zellen gilt für die feinen wie groben Mehle; denn es ist bei unseren Mühleneinrichtungen ganz unmöglich, keine Beimengung kleinerer Stückerlen von Hülsen bei irgend welcher Sorte von Mehl zu erhalten. Was hier für den Weizen gesagt wird, trifft für viele unserer Nahrungsmittel zu.

Wenn sich die Angaben Schenk's<sup>1)</sup> als richtig erwiesen, müsste man sich die Verhältnisse anders zu erklären versuchen: Schenk gibt auf Grund mikroskopischer Untersuchung an, dass die in den Kleberzellen abgelagerten Substanzen gar kein Eiweiss seien, sondern irgend eine andere N-haltige Substanz, über deren näheren Charakter er sich freilich nicht weiter auslässt, die aber mit Bestimmtheit durch Pepsin nicht gelöst werden könnten.

Er gibt auch an, dass sich die Kleberzellen mit Millon'schem Reagens nicht färben. Ich kann dies nicht bestätigen; ich habe vielmehr jedesmal, wenn ich die Hülsen mit Millon'schem Reagens einige Zeit kochte, den Inhalt der Kleberzellen sich dunkel, bräunlich, an dünnen Schichten bräunlichroth färben sehen, und zwar sowohl bei nur in Wasser ausgewaschenen Hülsen, als bei solchen, welche der Einwirkung von Pepsin oder Trypsin ausgesetzt worden waren.

Pepsin scheint in der That sehr langsam einzuwirken; noch nach 34stündiger Einwirkung von Pepsin, dessen Brauchbarkeit mit Pflurin controlirt worden war, fand ich unversehrte Kleberzellen. Aber als ich die gut zerkleinerten Hülsen, welche aus dem Kothe von Versuch III durch sorgfältiges Waschen mit Wasser isolirt worden waren, der Pepsinverdauung aussetzte, liess sich Eiweiss und Popkon in dem Filtrate nachweisen.

Bei der Pankreasverdauung sieht man neben dem raschen Schwinden der Stärke aus Hülsen auch die Kleberzellen sich auflösen, wobei dann Körnchen in denselben sichtbar werden; man sieht namentlich vielfach und ausgedehnter die Zellen leer, so dass man, wenn auch nicht mit voller Sicherheit annehmen könnte, dass Trypsin sei im Stande den Zellinhalt an leicht zugänglichen Partien

1) Anatom.-physiol. Untersuchungen von Dr. S. Schenk (Wien 1872) S. 32 ff.

zu lösen. Aber ich habe auch nach 34stündiger Einwirkung eines kräftig wirkenden Pankreasauszuges keineswegs alle Kleberzellen ihres Inhaltes beraubt gefunden.

Aus solchen Beobachtungen ist aber kaum eine quantitative Vorstellung abzuleiten. Ich habe daher noch folgende Versuchsreihe ausgeführt:

Sorgfältig mit Wasser ausgewaschene und getrocknete Hülsensubstanz wird zu einem feinen Pulver zerkleinert, was sehr mühsam ist, und in derselben der N-Gehalt bestimmt (I). Ein Theil der Hülsen war nicht getrocknet worden, sondern wurde gleich mit einem ausserordentlich wirksamen Pepsinauszug und 0,4% CHI zusammengebracht und bei 38 bis 40° digerirt. Nach 17 Stunden wurden die Hülsen mit Wasser von den Verdauungsproducten befreit und bis zum Verschwinden der sauren Reaction gewaschen, sodann die ganze Masse bei 110° getrocknet, gepulvert und ein Theil analysirt (II); der Rest wurde nochmals 17 Stunden bei 38 bis 40° verdaut, auf dem Filter mit Wasser ausgewaschen, getrocknet und analysirt (III).

Da nach der ersten 17stündigen Verdauung nur noch Kleberzellen in den Hülsen waren, und diese spärlicher, blässer geworden waren, kann man bei Vergleichung der Analysen wohl mit Bestimmtheit schliessen, dass der Kleberzelleninhalt zwar mit Pepsin verdaut werden kann, aber die Raschheit sonstiger Wirkung durch die für das Pepsin fast undurchgänglichen Wandungen gehemmt wird. Den drei Analysen füge ich noch die der Kohlkleie bei (IV). In 100 Theilen Hülsensubstanz sind an N:

I.	II.	III.	IV.
ursprünglich	nach 17 stündiger Pepsinwirkung	nach 34stündiger Pepsinwirkung	in Hülsen aus dem Kothe
4,00	1,46	0,94	0,90

Es war also in den Hülsen bei feiner Pulverung der Substanz durch Pepsin fast ebenso viel N zu entfernen als bei der Durchwanderung des Durms gelöst wurde. Nach dem Mitgeheissen kann kein Zweifel sein, dass von der N-Substanz der Kleberzellen gelöst wird, und dass wir es dabei mit einem Eiweisskörper zu thun haben; ich kann mich somit den Anschauungen Schenk's hierüber in keiner Weise anschliessen.

Die Erkenntniss dieser Wirkung der Cellulosemühlung auf die Ausnutzbarkeit der so wichtigen N-haltigen Bestandtheile lässt uns die geringe Zerkleinerung der Hülsen bei Brod III als ganz unzweckmässig bezeichnen. Kann man es freilich nicht verlangen, dass jede Kleberzelle angebrochen werde, denn die Seitenlinie einer solchen misst nur 0,066<sup>mm</sup>, sonach der Querschnitt der Zelle, diese als Cubus betrachtet, nur 0,0043<sup>qumm</sup>, (ein geeignetes Sieb müsste also engere Maschen als 0,004<sup>mm</sup> Fächer haben), so könnte man es doch wohl erreichen, die Hülsen soweit wie die anderen Theile des Mehles zu vermahlen, nämlich so, dass die einzelnen Stücke durch eine Netzweite von 0,05<sup>mm</sup> hindurch zu treiben sind.

Dagegen wird von der Bread Reform League noch Mehl zugelassen, welches durch Maschen von  $\frac{1}{16}$  Zoll<sup>1)</sup> durchgeht. Jedem falls trägt die unvollkommene Zerkleinerung des Roggenkornes, die bei der Darstellung des Pumpnickels genbt wird, wesentlich mit zu den ungünstigen Ausnutzungsverhältnissen bei, die er dem Weizen-Kleienbrode gegenüber zeigt.

### 3. Ueber die Zeit der Kohlentleerung.

Wir sind nach den gegebenen Verhältnissen der Versuche keineswegs genchtigt gewesen anzunehmen, es habe irgend eine abnorm schnelle Entleerung der Speisereste als Kohl stattgefunden. Wir wollen aber nun untersuchen, ob denn unter anderen Verhältnissen, wenn es sich z. B. um schwerer resorbirbare Beisätze zur Kost handelt, nicht doch Nachtheile durch eine zu rasche Entleerung eintreten. Die Menge des für den Tag gebildeten Kothes war sehr verschieden. Man sollte daher denken, dass entsprechend der verschiedenen Menge von Kohl, welche erzeugt wurde, auch die Entleerung desselben bestimmte Aenderungen erfahren habe, da man die Kohlentleerung als von der Kothproduction abhängig betrachten muss. Wir wollen also untersuchen, wie lange die Speisen, ehe sie als Koth zur Ausscheidung kamen, im Darmkanal zurück-

gehalten wurden. Da die Feststellung dieser Werthe nicht ganz einfach ist, gehe ich etwas näher auf die Art der Berechnung, die ich ausgeführt habe, ein.

An jedem Versuchstage wurde um 9 Uhr Morgens begonnen das Brod zu verzehren und dann dasselbe bis gegen Abend 7 Uhr ohne Markirung bestimmter Mahlzeiten aufgenommen. Wie nun die Speiseaufnahme gleichmässig erfolgte, wird auch das Gleiche bei der Kothbildung der Fall gewesen sein. Dividirt man die Menge des täglich entleerten trockenen Kothes durch 10, so erhält man annähernd den Werth der stündlichen Kothbildung.

Weiters ist uns bekannt, wann und wie viel Koth entleert wurde; theilt man diese Werthe durch die Zahl, welche uns die stündliche Kothmenge ausdrückt, so wissen wir, welchen Zeiten der Nahrungsaufnahme der productirte Koth zugehört. Die Werthe für je 10 Stunden treffen auf einen Tag. Daraus lässt sich die Zeit des Aufenthaltes im Darne ermitteln. Wollte man nun aber diese einzelnen Werthe der Aufenthaltsdauer zur Bildung einer Mittelzahl benutzen, so wäre dies zweifellos unrichtig, da die Gewichtsmengen, für welche die Aufenthaltszeiten bestimmt wurden, oft recht ungleich sind. Man bildet daher das Product aus der Gewichtsmenge und der Aufenthaltsdauer und dividirt endlich die Summe der Producte durch das Gewicht des trockenen Kothes.

In dieser Weise habe ich die Zeitdauer des Aufenthaltes des Brods im Darne ermittelt. Die erhaltenen Werthe sind mit anderen, welche uns im Anschluss an jene interessiren werden, in folgender Tabelle zusammengestellt.

Brodsorte	Zeit des Aufenthaltes im Darne in Stunden	Mittlerer Trockengehalt des Kothes in %	Säuregrad des frisch Kothes in % auf SO <sub>2</sub> gerechnet	eine Entleerung wiegt frisch (im Mittel)
Nr. I	19,4	18,7	0,38	99
Nr. II	24,1	16,1	0,48	189
Nr. III	26,9	23,7	0,25	227

Man sieht, dass keineswegs durch die Vermehrung des Kothes, wie sie wegen Befügung der Hülsenhal-

1) Engl. Mass; 1 Fuss engl. = 0,305<sup>m</sup>, 1 Fuss = 12 Zoll,

1 Zoll = 2,54<sup>cm</sup>, also 2,49<sup>qumm</sup>.

80 Ueber den Werth der Weizenkleie für die Ernährung des Menschen.

tigen Kleie entstand, schon eine raschere Entleerung desselben herbeigeführt wurde. Es ist vielmehr in Nr. III letztere langsamer erfolgt als in II und I; doch ist der Unterschied von Nr. III und Nr. II geringer als der zwischen I und III. Mit dieser geringeren Aufenthaltszeit des Koths im Darne musste natürlich auch die Menge des mit einer Entleerung ausgeschiedenen Koths bei II und I geringer werden als in III. Es muss also eine Ursache geben, welche auf die Zeit der Kothentleerung mächtiger wirkt als die Menge des Koths.

#### 4. Gärungsvorgänge im Brodkoth.

##### a) Beziehung zwischen Säuerung und Wassergehalt.

Da nun keine andere Verschiedenheit in diesen Fällen vorhanden ist, als dass die Kothsorten I und II einen höheren Wassergehalt besaßen als III und namentlich einen stärkeren Säuregehalt als letzteres, so muss hierin der Grund für die rasche Defäkation bei I und II zu suchen sein.

Schon E. Birschoff<sup>1)</sup> hat auf diese Säuerung des Koths nach Genuß von Schwarzbrod bei Hunden hingewiesen und dargestellt, dass diese Säure im Wesentlichen Buttersäure ist. Beim Menschen<sup>2)</sup> habe ich beobachtet, dass nach Fütterung mit Schwarzbrod ein ausserordentlich stark saurer Koth auftrat. Dieses war offenbar wie beim Hunde im Wesentlichen durch Buttersäure bedingt, wie man aus dem Geruch und der Möglichkeit, denselben durch Zugabe von Alkali zum Verschwinden zu bringen, erkannte.

Saurer Koth findet sich übrigens nach meinen Erfahrungen beim Menschen fast bei jeder Kostart. Nur einmal habe ich die Reaction mit Sicherheit nicht sauer, eher schwach alkalisch gefunden<sup>3)</sup>, ohne dass es sich etwa um pathologische Zustände gehandelt hätte. Den Geruch nach Buttersäure aber fand ich stets nur bei Fütterung mit Amylaceen.

Es ist bekannt, dass bei der Durchwanderung des Darmes durch die Kohlehydrate ein nicht unbeträchtlicher Theil derselben

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 5 S. 471.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 167.

3) Siehe S. 17. — Man darf die Probe zur Bestimmung der Reaction nicht der Oberfläche, sondern muss sie dem wohl gemischten Koth entnehmen.

Von Dr. Max Rubner.

81

in milchsäure Gärung übergeht. Diese Milchsäure kann nun leicht die Muttersubstanz für eine folgende Buttersäuregärung abgeben.

Wie schon mitgetheilt wurde, ging in den Versuchen mit Brod Hand in Hand mit einem höheren Säuregehalt auch ein grosserer Wassergehalt des Koths. Ist nun der Koth wasserhaltiger, weil er zu rasch entleert wird und es an Zeit zur Resorption fehlte? Aus dem vorliegenden Material lässt sich dies entscheiden. Die resorpten Nahrungsstoffe betragen trocken bei Versuch

I im Tag	589,9
II "	571,8
III "	541,3

sonach wäre doch, nachdem in 19 Stunden bei I mehr Trockensubstanz aufgenommen wurde als in II, in II wiederum mehr als in III, Gelegenheit gewesen, auch das dazu gehörige Wasser anzunehmen.

Die Wassermenge nämlich, welche in I und II gegenüber III mehr vorhanden ist, ist gegenüber der resorpten nur unbedeutend. So wäre beispielsweise, um I und II soweit einzudecken wie III, nur nötig gewesen,

bei I	25,6
bei II	80,7

Wasser mehr zu resorbiren. Abgesehen von der beträchtlichen Menge der Verdauungsstoffe, welche nötig waren zur Resorption der grossen Menge trockener Nahrungsstoffe, wurden bei I 1669 g Wasser, bei II 1956 g Wasser im Tage aufgesaugt.

Ebenso lässt sich an dem Versuche mit Spätzeln<sup>1)</sup>, den ich früher mitgetheilt habe, zeigen, dass keinesfalls die rasche Entleerung sauren Koths den grösseren Wassergehalt desselben bedingt; denn obschon in diesem Falle der Koth 34,6 Stunden im Darne verweilt und abgesehen von den Verdauungsstoffen 2659 g Wasser täglich die Darmwand passirten, wurde er doch mit nur 8,3% Trockensubstanz ausgeschieden.

Somit liegt es nahe, auf einen ursächlichen Zusammenhang des Wassergehaltes und Säuregehaltes derrart etwa zu schliessen, dass der

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 155.

erstere eine directe Folge der Zunahme der Säure im Koth oder des sie bedingenden Gärungsprocesses ist. Man könnte zu der Vorstellung kommen, eine durch die Säure des Koths bedingte Ausscheidung von Darmsecret gewissermassen als eine Schutzvorrichtung gegen die Reizung des Darmes anzusehen. Die Zunahme des Wassergehaltes des Koths spielt also für die Raschheit der Entleerung des Koths keine Rolle, sie ist Regelerscheinung; das Wesentliche bleibt der mit einer Säuerung des Koths verknüpfte Gärvorgang im Koth.

Diese Gärung, welche man gewöhnlich die buttersaure nennt, kann sich auch in alkalischer Lösung fortsetzen, wie ich einmal bei Brodkost beobachtete. Eine geringe Menge Koths war, mit Galle untermischt, ausgetrieben worden und reagirte sicher alkalisch. Als ich nach mehreren Stunden wiederum die Reaction prüfte, war sie stark sauer geworden und der Koth roch nach Buttersäure.

Die Zunahme des Säuregehaltes in den späteren Entleerungen einer Versuchreihe macht es sehr wahrscheinlich, dass es sich dabei um eine Uebertragung der die buttersaure Gärung bewirkenden Ursache auf nachfolgenden Koth (Infektion) handelt, dass also der eine gewissermassen wie ein Sauerzweig auf den folgenden wirkt, wodurch dann die Gärung in demselben sofort intensiver eingeleitet wird. In dieser zunehmenden Säuerung des Koths liegt auch ein Hinderniss für die längere Ausdehnung der Versuche neben der Schwierigkeit, welche die Monotonie des Geschmacks bildet.

So scheint mir denn der Wechsel der Kost, den alle erstreben, noch eine tiefere und nicht nur in der Lust des Geschmacksorganes nach Abwechslung liegende Begründung zu haben. Wenn eine Kohlsorte der Gärung fähig ist, welche durch Organismen<sup>1)</sup> bewirkt wird, so wird jeder Gärungserreger in neugebildetem Koth der gleichen Art den besten Boden zur Weiterentwicklung finden. Die Uebertragung geschieht ja leicht, da die nachrückenden Koththeilchen an die Stelle der vorgerückten zu liegen kommen.

Die Ernährungs-Bedingungen werden für die organischen Gärungserreger ungünstiger, sobald sich Koth aus anderen Speisen

1) V. Paschutin, Pflüger's Archiv Bd. 8 S. 380.

bildet. Fleischkoth z. B. vermag nicht in buttersaure Gärung überzugehen. Er bildet also keinen günstigen Boden für die Gärungserreger, welche Buttersäure erzeugen. Der Wechsel der Kost vermag daher die Fortpflanzung von Gärungen von Koth zu Koth zu verhindern. Es ist sonach, wie gesagt, ausser den schon oben<sup>1)</sup> erwähnten Gründen auch dieserhalb die längere Ausdehnung von Ausnutzungsversuchen unthunlich. Es ist leicht denkbar, dass bei längerer Dauer der stark saure Dickdarminhalt zu Diarrhöen führt.

#### b) Einfluss auf die Eiweissfällnis.

Eine recht auffällende Thatsache verdient hier noch Erwähnung, nämlich die regelmässig wiederkehrende Begleiterscheinung, dass bei Fütterung mit Brod keine oder nur Spuren von Indigo bildender Substanz sich im Harn befand. Nur am ersten Tage liess sich gewöhnlich etwas mehr Indigo im Harn nachweisen.

Dies beruht offenbar darauf, dass am ersten Brodfütterungstage mehr oder minder grosse Mengen von Koth von der vorhergehenden Fütterung im Darne lagen und daraus Indigo bildende Substanz aufgenommen werden konnte; nach dessen Entleerung, welche gewöhnlich im Laufe dieses Tages erfolgte, verschwand auch die Indigoaction im Harn.

Hieraus scheint hervorzugehen, dass der Process der Buttersäuregärung von keiner Eiweissfällnis begleitet ist. Denn Mangel an Eiweiss kann die Ursache des Verschwindens der Indigo bildenden Substanz nicht sein. Wenn die geringe Menge eweisartiger Substanz, welche sich im Koth, von früheren Tagen her, erhalten hatte, schon genügte, eine beträchtliche Indigoausscheidung im Harn zu veranlassen, dann wäre auch die Zufuhr von 10 bis 14<sup>e</sup> N im Tag, wie sie bei Brodkost stattfand, jedenfalls ausreichend gewesen.

Die Ursache für das Fehlen von Indigo kann also nur darin gelegen sein, dass der Process der Buttersäuregärung einen intensiven Fäulnisprocess der Eiweisskörper zu verhindern im Stande ist.

1) S. oben S. 13.



Es wäre sonach diese Erscheinung ein Analogon der Thatsache, welche Maly über die Milchsäuregärung mittheilt. Er sagt<sup>1)</sup>: „Wenn ich Magenmucosa mit Zuckerrösung sich selbst bei Bräutwärme durch Tage überliess, die Milchsäure durch Soda in dem Maasse als sie entstand sättigte, so ging der Process ohne Spur einer Eiweissfällniss so lange fort, bis aller Zucker zu Lactat ward. Nun erst zeigte sich und oft ziemlich plötzlich der intensive Fäulnisgeruch und die Zersetzung trat an die Eiweisssubstanzen und Leimkörper der zugesetzten Haut heran.“

e) Die Gasentwicklung bei der Gärung.

Mit der Buttersäuregärung tritt auch eine Entwicklung von Gasen,  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2$ , ein. Da nun zweifellos eine gewisse Spannung der Darmwandung einen Reiz zur Auslösung der Darmbewegung setzen kann, liesse sich fragen, welches Moment, ob Säurebildung oder Gasentwicklung: das wichtigere, die Kohlenfäuerung beeinflussende gewesen sei. Entschieden lässt sich aus dem vorliegenden Material die Frage nicht. Dass aber die Säuerung allein nicht die Ursache ist, erkennt man wohl, denn sonst hätte der stärker saure Koth bei II rascher entleert werden müssen als der schwächer saure bei I. Es braucht die absolute Grösse der Gasentwicklung nicht das Maassgebende zu sein, wichtiger erscheint die Raschheit der Entwicklung.

Die Grösse der Gasentwicklung bei der Kothbildung liesse sich annähernd berechnen, wenn man wusste, wie gross die Menge der erzeugten Buttersäure ist. Dem stellen sich aber Hindernisse entgegen. Es ist zu vermuthen, dass nicht alle bei der Gärung entstandene Buttersäure mit dem Kothle entleert wird, sondern ein Theil derselben zur Resorption gelangt und verbrannt wird. Dieser Antheil kann allerdings beträchtlich sein, wenn die Säuerung in der Art und Weise vor sich geht, dass die den Darm reizende Säure sich nicht in grösserer Menge ansammelt. Es geht aber aus meinen Beobachtungen bei Brodtkost (S. 40) hervor, dass, wenn einmal die Säuerung bis zu einem gewissen Grade gediehen ist, die Einwirkung auf die Darmwand und die

Resorption sehr beeinträchtigt wird; man vermag daher aus dem Säuregehalt des Kothes auf die Grösse der Säurebildung zu schliessen, wenigstens lässt sich ein Minimalwerth derselben feststellen<sup>1)</sup>.

Im Kothle waren im Mittel für den Tag an freier Säure 0,875  $\text{SO}_2$  vorhanden. Dies ist aber nicht die thatsächlich in ihm vorhandene Menge organischer Säure, wie schon die stark alkalische Reaction der Kothmasse darthut.

In einem Falle habe ich es deshalb versucht, die flüchtige Säure aus dem Kothle abzudestilliren. 30 $\text{r}$  frischer Brodtkoth wurden mit 1000 bis 1500 $\text{ccm}$  Wasser angerührt, angesäuert und auf dem Sandbade destillirt; die Destillate dann mit  $\text{Cl}_2$ -Ba-freiem Barytwasser sorgfältigst neutralisirt und eingedampft. Es wurden 0,8015 $\text{r}$  bei 110° getrocknetes Barytsalz erhalten. Das Salz gab angesäuert zuerst einen scharfen Geruch nach Essigsäure und, als dieser verlogen war, den widerlichen Geruch der Buttersäure. 0,3855 $\text{r}$  des Salzes lieferten 0,3120  $\text{SO}_2$ , Ba. = 46,89% Ba. Buttersaurer Baryt

1) Der Harn bei Brodtkost reagirte immer stark sauer. Es liess sich daher vermuthen, ob nicht ein Theil der im Kothle gebildeten Säure in erstere überzugehen vermöge. Ich habe daher 250 $\text{ccm}$  Harn des Versuchs II mit  $\text{SO}_2$ -destillirt. Das stark nach Harn riechende, farblose Destillat enthielt in 1000 $\text{ccm}$  eine 0,0890  $\text{SO}_2$  entsprechende Säure = 0,317  $\text{SO}_2$  für die Tagesmenge; ein zweiter addestillirter Liler enthielt nur mehr so ausserordentlich wenig, dass bei Zusatz von einem Tropfen Barytwasser zu 25 $\text{ccm}$  deutlich alkalische Reaction auftrat. Die Acidität des Harnes von diesem Tage war gleich 1,883 $\text{r}$   $\text{SO}_2$ . Die flüchtigen Säuren stellen somit nur einen kleinen Theil der freien Säure des Harnes dar (16,8%<sup>o</sup>).

Die Untersuchung der Acidität des Harnes an verschiedenen Tagen machte es mir zweifelhaft, dass in den untersuchten Fällen ein enger Zusammenhang der Acidität des Harnes und des Kothes besteht; denn es nahm während des Versuches die Acidität des Kothes zu, während die des Harnes, in  $\text{SO}_2$  ausgedrückt, folgende war:

bei Versuch II:	1. Tag	1,88 $\text{SO}_2$
	2. "	1,82 "
	3. "	1,88 "

Die Säuremenge im Brodtharn ist auch nicht wesentlich grösser als im Harn bei gewöhnlicher gemischter Kost, bei welcher ich bei reichlichem Wassertrinken an der gleichen Versuchsperson eine Acidität gleich 1,69  $\text{SO}_2$ , ein anderes Mal bei geringerer Wasseraufnahme eine solche gleich 1,94  $\text{SO}_2$  pro Tag fand.

Nichststoffweniger können die gefundenen organischen Säuren doch im Kothle bei der Gärung entstanden sein.

1) Siehe Hermann's Lehrbuch Bd. 5 Thl. I S. 239.

(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)<sub>2</sub>Ba enthält 44,05%, essigsaurer Baryt (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>Ba enthält 53,72%, wonach man also, da ja vorwiegend nur Butter- und Essigsäure vorhanden waren, eine Mischung von 79,2 Theilen Buttersäure und 20,8 Theilen Essigsäure vor sich hätte.

Die Acidität der abdestillirten Säuren entspricht für 30% frischen Kohls 0,234 SO<sub>2</sub>; die Acidität des frischen Kohls entsprach für 30% 0,144 SO<sub>2</sub>, es waren also an gebundenen organischen Säuren 0,090% SO<sub>2</sub> vorhanden.

100% des angewendeten frischen Kohles gaben 12,96% Trockensubstanz; also 30% 3,888%. In 100% trockenen Kohles waren 9,58% Asche; in 30% somit 0,2725%. Im Mittel enthielten 100 Theile Asche so viel freies Alkali als 23,64% SO<sub>2</sub> entsprach; 0,2725% Asche konnten also 0,088 SO<sub>2</sub> aufnehmen, während 0,090 SO<sub>2</sub> als gebunden gefordert wurden. Da etwa 80% der mit dem Kohle entleerten Säure auf Buttersäure zu rechnen sind, so entspricht die in 30% frischen Kohles befindliche Buttersäuremenge nicht 0,234% SO<sub>2</sub>, sondern nur 0,1872%; demnach die Tagesmenge 1,577% SO<sub>2</sub> = 2,050 Buttersäure, da im Mittel für den Tag 253% frischer Kohl gebildet wurden.

Wenn nun die Buttersäuregärung nach der Gleichung: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>11</sub> · H<sub>2</sub>O = 2C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub> + 4CO<sub>2</sub> + 4H<sub>2</sub> verläuft, so treffen auf 1 Theil producirter Buttersäure 0,038% H und in unserem Falle auf 2,050% Buttersäure im Tag 0,078% H; 1<sup>mk</sup> des letzteren gehen bei 38° C. 12,71<sup>cem</sup> Gas (bei einer Meereshöhe von 41<sup>m</sup>); 0,078% demnach 991<sup>cem</sup> H. Die Menge des bei der Gärung gebildeten Gases beträgt aber das Doppelte (= 1982<sup>cem</sup>), da ja H und CO<sub>2</sub> in gleichem Volumen dabei entstehen. Dies ist aber, wie gesagt, nur ein Minimalwerth, da jedenfalls ein Theil der Säure resorbirt und verbrannt, ein Theil vielleicht mit dem Harn ausgeschieden wird.

Da die Menge der im Kohle auftretenden freien Säure in den drei Versuchen fast dieselbe war, nämlich  
bei I 0,500% SO<sub>2</sub> pro Tag  
II 0,875 " "  
III 0,616 " "

so darf man wohl annehmen, dass dies auch mit der Gasbildung so gewesen sein wird. Die Angabe der Versuchsperson, die gleiche

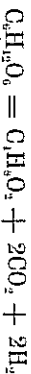
Plumeluz in den drei Versuchen verspürt zu haben, scheint demnach auf richtiger Schätzung zu beruhen.

Die Menge des durch Gärung nach Aufnahme von Brod entwickelten Gases kann also recht beträchtlich sein, und ist es wohl begreiflich, dass sie eine die Defäcation beschleunigende Wirkung ausübt.

d) Gärfähigkeit der verschiedenen Kohlsorten.

Die Gärung des Kohles ist noch von einem anderen Gesichtspunkte aus bemerkenswerth, den ich kurz erwähnen möchte. Bei der Vergärung von Zucker oder Milchsäure zu Buttersäure findet abgesehen von einer Wärmeentbindung, dadurch ein Verlust für den Körper statt, dass H-Gas ausgeschieden wird und an Stelle einer gewissen Menge Zuckers oder Stärke das entsprechende Gärproduct übertritt.

Vollzieht sich der Vorgang der Gärung nach der Gleichung<sup>1)</sup>



so kommen für 1 Molekül Dextrose mit . . . . 709000 cal.  
in Abzug für 1 Molekül Buttersäure<sup>2)</sup> mit . . . 496000 " " " " " "  
und bei der Gärung frei werdend . . . . . 74000 " " " " " "

Rest: 570940 " " " " " "  
es gehen sonach durch diese Gärung im Darm 19,5% der Verbrennungswärme der Kohlehydrate verloren.

Dadurch erleidet der Körper den gleichen Verlust als wenn 1/5 des Zuckers oder der Stärke nicht ausgenutzt worden wäre. Wir nehmen hierbei sogar an, dass die bei der Gärung frei werdende Wärme den Zwecken des Organismus noch dienlich sei.

In dem oben angeführten Falle, in welchem die Buttersäure bestimmt wurde, können wir abschätzen, wie beträchtlich etwa der Verlust gewesen sein könnte.

Da 1 Theil Buttersäure (durch Gärung) 1,95 Theil wasserfreier Dextrose entspricht, so wären bei 2,05% Buttersäure pro Tag 3,99% Dextrose zur Vergärung gelangt. Aber nur 1/5 davon, also 0,79%, gehen wirklich zu Verlust. Man kann daher wohl sagen, dass in

1) Naumann, Thermochemie S. 419.

2) Eberhard, S. 404.



unseren Versuchen keine nennenswerthe Menge von Kohlehydraten vergoren war. Genauen Anschluss über diese Resorption kann nur die Bestimmung des H in den Athmproducten geben.

Wenn auch der Procentgehalt der Kohlsorten an freier Säure sehr verschieden war, so waren doch die absoluten Mengen der im Tag entleerten Säuren trotz sehr ungleicher Kohlquantitäten ziemlich gleich; denn sie betragen

bei I 0,500 $\frac{r}{s}$  SO<sub>2</sub>, bei II 0,875, bei III 0,616.

Auf 100 $\frac{r}{s}$  trockenen Kohls wurden an Säure gebildet

	I	II	III
bei Beginn des Versuchs	—	0,123	0,165
später	0,382	0,480	0,251
im Mittel	(0,382)	0,301	0,208

so dass es demnach den Anschein hat, als wären die feineren Mehlsorten leichter in Gärung gerathen als die gröberen. Dies ist aber keineswegs so; die eine Zahl 0,382 kann ja nicht als Mittelwerth für I gelten, da bei Beginn der Reihe keine Bestimmung der Säure vorgenommen wurde, nach den anderen Ergebnissen aber ein niedriger Werth zu erwarten gewesen wäre.

Da aber II und besonders III erhebliche Mengen von Hülsen-Substanz enthielten, also ein Material, welches für die Bildung von Buttersäure wohl nicht herangezogen wird, so kann man aus obiger Zahl keineswegs von vornherein einen Nachtheil der feineren Mehlsorten erweisen.

In III konnten 31,6 $\frac{r}{s}$  trockene Hülsen aus dem Kothe dargestellt werden; aus schon erörterten Gründen musste aber in ihnen noch weit mehr an zerkleinerten Hülsen vorhanden sein. Sonach haben dabei voraussichtlich nur 68,4 $\frac{r}{s}$  trockener Kothe (statt 100) zur Gärung dienen können, so dass also 100 Theile hülsenfreier Kothe mindestens eine 0,308 SO<sub>2</sub> äquivalente Säuremenge gebildet haben. Dieser Werth, der noch zu niedrig sein muss, übersteigt also schon die in II für gleiche Trockmenge erzeugte Säure. Ebenso musste sich der Werth in II noch etwas erhöhen, wenn man wusste, wie viel für die in demselben enthaltene Hülsen in Rechnung zu bringen wäre.

Es ist daher nahezu gewiss, dass die Kohlsorten, was ihre Gärbarkeit anbelangt, gerade das umgekehrte Verhältnis zeigen, das man nach der Analyse hätte vermuthen sollen.

Ein Gleiches würde sich wahrscheinlich von Kothe II gegenüber Kothe I nachweisen lassen.

Ich habe mich ausserdem noch dadurch, dass ich die angewendeten Mehle bei Brutwärme vergären liess, überzeugt, welche Unterschiede in dem Vermögen des Mehles in Gärung überzugehen vorhanden sind.

Ein leicht in Gärung gerathendes Mehl liefert der Roggen; man kann deshalb Roggenteig, den man zur Bearbeitung verwenden will, ohne ein weiteres Gärmittel sich selbst zur Gärung überlassen; er geht leicht, wie Rithausen<sup>1)</sup> nachgewiesen hat, in Buttersäuregärung über.

Je 20 $\frac{r}{s}$  Mehl wurden mit 180 Theilen Wasser angerührt und gut bedeckt in den Brutraum gestellt. Das Resultat der Gärung in den ersten 17 Stunden ist in folgender Tabelle zusammengestellt. Ausser den zu dem Versuche verwendeten Mehlsorten habe ich zum Vergleich noch (käufliches) Roggenmehl hinzugefügt und weiters aus naheliegenden Gründen das Mehl aus ganzem Korne durch das Sieb getrennt und dann Mehl und Kleie gesondert untersucht.

Mehlsorte	100 $\frac{r}{s}$ Mehl Producenten in 17 Stunden an Säure(SO <sub>2</sub> )	Bemerkungen
Feinstes Mehl I . . .	0,043	Kein Geruch und keine Gasentwicklung.
Mittleres Mehl II . . .	0,092	Geringe Gasentwicklung, mit Sicherheit Buttersäuregeruch nicht zu erkennen.
Abgesiehtes Mehl von Sorte III . . .	0,412	Ziemlich lebhaft Gasentwicklung, etwas alkohol. riechend.
Mehl aus ganzem Korn vonsorte III . . .	0,696	Lebhaft Gasentwicklung, riecht stark nach Buttersäure.
Roggenmehl . . . . .	0,586	Starke Gasentwicklung, vorwiegend Geruch nach Buttersäure.
Abgesiehtes Mehl von Mehl III . . . . .	1,130	Lebhaft grössere, schwach nach Buttersäure riechend.

1) Rithausen u. a. O. S. 100.

Das Resultat der Gärung ist nicht misszuverstehen. Die feinen Mehlsorten gehen schwieriger in Gärung über, als die mehr mit Kleie theilen vermengten.

Am eclairantesten geht das aus dem verschiedenen Verhalten von Theilen einer und derselben Mehlsorte hervor. Als Mehlsorte III durch das Sieb in Mehl und Kleie getrennt worden war, vorzog das Mehl schwierig, die Kleie leicht.

Um durch den Geruch zu constatiren, ob buttersaure Gärung eintritt, muss man häufig nachsehen, da dieser Gärung eine andere folgt, welche zur Folge hat, dass der Geruch nach Buttersäure fortwährend abnimmt. Es tritt an Stelle des Buttersäuregeruches geradezu ein ätheriger Geruch auf. Die feinen Mehle gehen wohl schliesslich auch in buttersaure Gärung über, doch habe ich bei I noch nach 41 Stunden keinen besonderen Geruch wahrnehmen können; bei II erst nach 14 Stunden Buttersäuregeruch auf.

Wie beträchtlich unter Umständen die saure Gärung eines Nahrungsmittels auf dessen Ausnutzbarkeit einzuwirken vermag, erkennen wir an der Verschiedenheit zwischen Kleienbrod und dem gewöhnlichen Bauern-Schwarzbrod. Letzteres besteht im wesentlichen aus Roggenmehl, ist aber kein Mehl „aus ganzem Korn“. Wir haben durchaus keinen Grund den Nahrungsstoffen des Roggens eine schwerere Ausnutzbarkeit zuzusprechen als denen des Weizens und trotzdem zeigen sich so ausserordentliche Verschiedenheiten.

Der Grund dafür kann nur in der Leichtigkeit, mit der solches Brod in Gärung übergeht, liegen. Befördernd hierzu wirkt das Backen des Brodes mit Sauerteig<sup>1)</sup>. Der Schwarzbrodloth erscheint<sup>2)</sup> schon in 14,1 Stunden nach der Aufnahme der Kost. Er ist daher sehr wässerig und enthält nur 13,32% trockene Bestandtheile.

1) Meinert stellt auf eine besondere Backart Brod her. Ich habe meine Versuchsperson einmal für einen Tag ausschliesslich dieses Brod aufnehmen lassen. Es gingen rund 8% der aufgenommenen Trockensubstanz zu Verlust. Der Koth war von anderer Beschaffenheit als es in der Regel bei ausschliesslicher Brodkost zu sein pflegt. Er enthielt nur 0,89% SO<sub>2</sub> entsprechende Menge freier Säure und diesem geringen Säuregehalt entsprechend wenig Wasser. 100 frischer Koth gehen 25% Trockensubstanz.

2) Ueber die Art der Berechnung siehe oben Seite 36.

Man hat der schlechten Ausnutzbarkeit des Roggen-Schwarzbrods noch eine andere Deutung gegeben. Hofmann<sup>1)</sup> meint: „Die grössere Unverdaulichkeit des Erweisses, die Rubner beim Roggenbrode beobachtete, rührt sicher davon her, dass das Individuum ein zu grosses Volum Schwarzbrod verzehrte, mehr als in der Verdauungsfrist von 24 Stunden bewältigt werden konnte. Es geht dies daraus hervor, dass die Kohlenbeurung schon den ersten Tag sehr stark sauer, schäumend und mit Gasblasen durchsetzt war, namentlich aber, dass auch die Verdaulichkeit der übrigen Brodbestandtheile der festen Stoffe und Kohlehydrate viel geringer ausfiel.“ Diese Anschauung beruht auf einem Irrthum. Dass ein zu grosses Volum die Ursache war, kann man doch nicht annehmen, wenn man sieht, dass ein ebenso grosses Volum und Gewicht anderer Nahrungsstoffe beim nämlichen Individuum vortrefflich ausgenutzt wird. Man vergleiche doch den Weissbrodversuch (I) und den mit Schwarzbrod!

Trockensubst. aufgenommen	Kohlehydrate darin	Verlust an Trockensubst. an N	Verlust an Kohlehydraten
Weissbrod (I) <sup>2)</sup> . . . . . 779	670	3,7	15,7
Schwarzbrod <sup>3)</sup> . . . . . 765	659	15,0	32,0

Die Sänerung eines Kohles ist für nichts weiter ein Massstab als für die Gärung, aber doch nicht für die Überfütterung.

Da wir nachweisen konnten, dass die Sänerung in Koth I und II sogar eine rasche Defäcation eingeleitet hat, so könnte man daraus eine die Defäcation hindernde Wirkung der Hülsen bei III ableiten. Man muss aber bedenken, dass andere Speisen, welche mit dem Brode verzehrt werden — mit Brod allein kann man den Unterhalt eines Menschen nicht bestreiten — das Eintreten saurer Gärung auch zu hindern vermögen. Eine praktische Seite in dieser Richtung wird daher der Zugabe von Kleie nicht abzugewinnen sein.

1) Die Bedeutung von Fleischnahrung und Fleischconserven mit Bezug auf Preisverhältnisse von Dr. Franz Hofmann S. 49.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 154.

3) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 157.

### 5. Wirkung der Brodsorten auf den Darm bei längerer Fütterung.

Die verschiedenen grosse Kohlenleerung in den einzelnen Versuchen zwingt uns noch eine Frage zu erledigen. Man wird nämlich bedenken müssen, ob eine zu reichliche Kothbildung nicht pathologische Zustände im Gefolge haben kann? Dies wird natürlich nur beim Kleienbrod in Frage kommen, denn die Mehlsorte II ist ein sehr gut verwertbares Nahrungsmittel.

Wenn wir nun davon ausgehen, dass bei der gewöhnlichen gemischten Kost des Menschen nur 30 bis 34<sup>e</sup> trockener Koth aus- geschieden werden, so erscheint freilich eine tägliche Kothmenge von 76<sup>e</sup> Trockensubstanz sehr hoch<sup>1)</sup>. Hierzu käme noch weiters eine geringe Menge von Koth, welche aus denjenigen Nahrungsstoffen sich bildet, welche man dem Brode zusetzen muss, um den Menschen ganz erhalten zu können.

So müsste ein mittlerer Arbeiter, dessen Nahrungsbedürfniss durch

18 N, 56 Fett und 500 Kohlehydrate zu decken ist, zu unserer  
 mit 12,4<sup>e</sup>, 15<sup>e</sup> " " 504 " " noch hinzu aufnehmen  
 8,6N, 43 Fett und 0 Kohlehydrate.

was etwa 130<sup>e</sup> frischen Fleisches (die für die Kothmenge ganz gleichgültig sind) entspricht.

Es wird bei der Ernährung des Menschen aber wohl selten eine so ungünstige Auswahl der Nahrungsmittel Statt finden, wie wir hier bei unsern Versuchen angenommen haben; die tägliche Brodruktion wird für gewöhnlich etwas geringer sein und irgend ein anderes Nahrungsmittel hinzu aufgenommen werden, wodurch jedenfalls die Kothmenge sinkt. Uebrigens wird die Grenze von 34<sup>e</sup> trockenen Koths im Tag oftmals ohne Schädigung des Körpers überschritten. Ich erinnere nur daran, in welcher ausgedehnten Bezirken der Pampnickel oder ähnliches Gebäck verzehrt wird und welche<sup>1)</sup> grosse Kothmengen das Bauern-Schwarzbrod liefert.

<sup>1)</sup> Auch Schuster<sup>1)</sup> fand bei Japanesen eine tägliche Kothmenge von 27 bis 30<sup>e</sup>.  
 Siehe Bemerkungen über die Nahrung der Japaner von Dr. Schenbe (Johanna 1882).

Auch Schuster<sup>1)</sup> fand bei der Untersuchung der Kost eines Gefängnisses, welche zu 54% aus Brod, im übrigen vorwiegend aus Vegetabilien bestand, 69<sup>e</sup> trockenen Koths im Tag.

Die grosse Kothmenge fordert freilich etwas zur Vorsicht in der Verwendung des Kleienbrodes auf, aber mit eben demselben Fug und Recht erhebt man die gleichen Bedenken gegen das landesübliche Roggenbrod und gegen den Pampnickel.

Das Kleienbrod, wie es jetzt gebacken wird, bringt sogar nur eine unwesentlich geringere Ausnutzung mit sich, als das sog. Riemschbrod, eine allerwärts ohne Bedenken gegessene Brodsorte.

Dass das Kleienbrod sich leichter in England einen Boden er- werben wird als bei uns, liegt wohl darin, dass der Engländer bei vorwiegender Fleischkost nur selten Koth zu entleeren ge- nöthigt ist; — die Fähigkeit des Kleienbrodes, die Defecation zu beschleunigen, ist ja nicht zu bezweifeln.

Es lässt sich, nachdem wir somit alle zur Be- urtheilung des Nährwerthes des Kleienbrodes nöthigen Punkte eingehend erörtert haben, das Resultat dahin zusammenfassen, dass, ausschliesslich vom Standpunkte der Ausnützung im Darm aus betrachtet, gegen die Verwendung der Kleie zur menschlichen Ernährung kein Einwand zu erheben ist, und dass sich unter ge- eigneter Zubereitung eine nicht unbeträchtliche Menge von Nahrungsstoffen aus derselben resorbiren lassen.

Die jetzt producirte Art des Kleienbrodes ist aber keineswegs als eine besonders rationelle zu bezeichnen, vielmehr muss dringend darauf geachtet werden, die Kleie feiner zu vermahlen als dies bisher geschehen ist. Als Annäherungswerth wurde vorgeschlagen, die Theilchen so klein zu machen, dass dieselben mit Wasser durch ein Sieb von 0,05<sup>mm</sup> Weite hindurch gehen.

### 6. Geldwerth der Brodsorten mit Rücksicht auf die Resorption.

Wenn man die Kleie zum Brode mit verwendet, erhält man aus der gleichen Menge Korn eine grössere Menge Brod. Ist aber

<sup>1)</sup> Untersuchung der Kost in zwei Gefängnissen von Dr. Adolf Schuster S. 160.

das Kleienbrod mit Rücksicht auf seine Ausnutzbarkeit auch billiger als Brod II oder Brod I? Wenn man Roggenbrod (Kleiefries) mit dem Pumpernickel vergleicht, fällt bekanntlich in dieser Hinsicht die Entscheidung zu Ungunsten des im Ankaufspreise gegenüber dem Roggenbrod billigeren Kleienbrodes aus.

Obschon nun der Marktpreis der Mehlsorten wegen des Wechsels der Bedingungen in der Production nach Ort und Zeit, wie z. B. der Verwerthbarkeit und dem Preise des Kleienmehles, dem Verbrauch feinerer Mehlsorten u. s. w., bedeutenden Schwankungen unterliegt, hat es dennoch Interesse, wenn es sich um die Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses einzelner Individuen handelt, über den Ankaufspreis, welchen mit Rücksicht auf die Ausnutzbarkeit die drei Brodsorten haben, einige Angaben zu machen. Die Zweckmäßigkeit des Nahrungsmittels wäre sonach umgekehrt proportional dem Geldwerth einer bestimmten vom Darin aufgenommenen Gewichtsmenge desselben, z. B. einem Kilo Trockensubstanz. Der Einwand, dass ein Kilo resorbirter Substanz in den drei Fällen, welche wir betrachten wollen, ungleiche Zusammensetzung habe, trifft nicht zu. Es sind nämlich

bei I mit 589,9 Trs. res. an N 8,03, Fett 3,63, Kohleb. 522,5, Asche 9,94
II " 571,8 " " " 9,95, " 2,10, " 494,8, " 9,95
III " 541,3 " " " 9,65, " 6,18, " 467,3, " 0,20

sonach enthielt die resorbirte Substanz in 1000 Theilen, wenn man von Fett und Asche abzieht,

bei 1) I 13,6 N	885,7	Kohlehydrate
II 17,4 "	865,1	"
III 17,8 "	863,2	"

1) Es ist hier am Platze, wieder auf den oft geküsseten Irrthum hinzuweisen, dass namentlich das Kleienbrod mehr an N-haltigen Bestandtheilen als Brot brüchle als anderes Brod. Dies ist falsch. Vergleicht man die procentige Zusammensetzung der resorbirten Theile bei Brod aus Mehl von 70% Ausmahlung und diejenige von Brod von 95%, so hat man:

1000 Theile resorbirt enthalten		
II 17,4 N	865,7	Kohlehydrate
III 17,8 "	863,2	"

Nur Mehl aus den Theilen des feinsten Mehlcerns bringt weniger an N-haltigen Bestandtheilen ins Brot.

Nur I weicht in seinem N-Gehalte etwas ab, doch ist, für die vorliegende Frage wenigstens, dies nicht von Belang.

Der Geldwerth von 1000 Theilen resorbirter Substanz berechnet sich aus folgendem 1):

Die Menge der resorbirten Trockensubstanz betrug

in Versuch I	589,9
II	571,8
III	541,3

Der Preis des Mehles betrug pro Kilo

bei Nr. I	39 Pfg.
II	35 "
III	29 "

somit kosten 700r Mehl bei . . . I 27 Pfg.

II	24 "
III	20 "

also 1<sup>te</sup> resorbirte Substanz bei . . . I 45 Pfg.

II	43 "
III	37 "

Die Reihenfolge ist sonach eine solche, dass derjenige, welcher Brod aus feinstem Mehle isst, auch für die gleiche Menge von Nahrungsstoffen mehr bezahlt, als derjenige, welcher grobes Brod verzehrt. Am billigsten kauft derjenige, welcher Brod aus ganzem Korn aufnimmt.

1) Die Mehlpreise sind nach mir vorliegenden Angaben einer grösseren Mühle, von welcher ich Mahlproducte und Preis kenne, berechnet, obschon die Summen, für welche die zu meinen Versuchen verwendeten Mehle in England erstanden wurden, mir gleichfalls bekannt sind. Es wird aber dort für Mehl aus ganzem Korne, da dasselbe wenig Abnehmer findet, ein so exorbitanter Preis verlangt, dass man für 1<sup>te</sup> feinstes Mehl nur 34 Pfg., für 1<sup>te</sup> whole meal aber 39 Pfg. bezahlt. Daraus ergibt sich zunächst, dass bis jetzt von einem Nutzen, welcher der armen Bevölkerung durch Genuss von Brod aus ganzem Korne erwachsen soll, nicht im Entferntesten die Rede sein kann. Derrartige künstlich emporgeschraubte Preise sind aber raschen Wandlungen unterworfen. Meine Art der Berechnung stellt mich gegen den letzten Einwand sicher. Ich mache nur die Voraussetzung, dass die Productionskosten bei Mehl aus ganzem Korne von tauglicher Beschaffenheit und bei verschiedenen Mahlproducten (30 und 70 proc. Ausmahlung) nicht wesentlich verschieden seien.

Wir bezahlen in einer Speise nicht nur den Gehalt an Nahrungsstoffen, sondern zum Theil auch die Genuße, welche dadurch dem Geschmacks- oder Geruchsorgan zu Gute kommen. Es ist demnach auch der Wohlhabendere, welcher ein feineres Brod einkauft, weit höher besteuert als der arme Mann, welcher Mehl II. Sorte einkauft.

Man wird auch nicht ausser Acht lassen dürfen, dass jetzt zur Darstellung von Kleinbrod minderwerthiges Korn, das sich bei der Hochmüllerei nicht verwenden lässt, genommen wird, wodurch sich natürlich, da solche Mehle billig sind, auch das Kleinmehl beträchtlich billiger stellen kann als andere Mehle.

#### 7. Bedeutung der Kleie vom volkswirtschaftlichen Standpunkt.

Wir haben in der Einleitung besprochen, dass es vor allem Rücksichtnahme auf den Volkswohlstand war, welcher immer wieder die Triebfeder, die Verbackung der Kleie zum Brode zu empfehlen, bildete. Nun, an der Hand der Thatfachen wollen wir untersuchen, welcher volkswirtschaftliche Gewinn mit dem Kleinbrod erreichbar ist. Betrachteten wir den Fall, dass die eine Hälfte des Ertrügnisses eines Ackers auf 80% ausgemahlen werde, die andere auf 95%. Wenn man als Mittelerte für einen Hectar (10000<sup>qm</sup>) 2000<sup>kg</sup> Weizen annimmt, so erhalten wir

bei 95% Ausmahlung 1900<sup>kg</sup> Mehl mit 1615<sup>kg</sup> Trockensubst. u. 1417,5<sup>kg</sup> resorbirbaren Theilen  
 bei 80% Ausmahlung 1600<sup>kg</sup> Mehl mit 1350<sup>kg</sup> Trockensubst. u. 1260,0<sup>kg</sup> resorbirbaren Theilen.

Ich habe hierbei angenommen, Mehl von 80% Ausmahlung zeige eine ebenso gute Ausnutzung als Mehl von 70%. Dies ist streng genommen nicht richtig; allein die Unterschiede sind keinesfalls beträchtlich. Der wirkliche Gewinn muss durch diese Annahme etwas herabgedrückt werden.

Sonnach liefert also:

1 Hectar bei 95% Ausmahlung 1417<sup>kg</sup> resorbirbare Theile mit 22,61<sup>kg</sup> N, 16,15<sup>kg</sup> Fett,

1212,9<sup>kg</sup> Kohlehydrat

1 Hectar bei 80% Ausmahlung 1260<sup>kg</sup> resorbirbare Theile mit 20,41<sup>kg</sup> N, 4,28<sup>kg</sup> Fett,

1081,5<sup>kg</sup> Kohlehydrat

bei 95% Ausmahlung also mehr 157<sup>kg</sup> resorbirbare Theile mit 2,20<sup>kg</sup> N, 11,87<sup>kg</sup> Fett, 131,4<sup>kg</sup> Kohlehydrat.

Der Gewinn an resorbirter Substanz beträgt demnach bei 95 proc. Ausmahlung 12,4%.

Der Gewinn besteht in allen Fällen in dieser Höhe, wenn es unmöglich ist, die Kleie nutzbringend abzusetzen. Dies werden jedoch nicht sehr viele Fälle sein. Es ist leider gang und gäbe geworden, schon die Thatsache, dass dem Menschen mehr resorbirbare Theile<sup>1)</sup> zugeführt werden, als den erschten Mehrettrag zu bewillkommen. Den Gewinn an Stoffen, welche der menschlichen Ernährung dienen können, haben wir keineswegs ganz ohne Gegenleistung erhalten. Er ist vielmehr nur dadurch erreicht worden, dass man die Kleie der Ernährung der Thiere entzog, ein Entzug, der nicht vernachlässigt werden darf.

Wenn von einem Hectar bei 95 proc. Ausmahlung 1900<sup>kg</sup> Mehl zu gewinnen sind, so werden bei 80 proc. nur 1600<sup>kg</sup> erhalten, aber ausserdem noch 300<sup>kg</sup> Kleie. An Stelle der Kleie muss sonnach irgend ein anderes Viehfutter beschafft werden, oder der Viehstand verkleinert werden unter Verwendung einer anderen Kraftquelle für jene Zwecke, zu denen das Thier diene.

Am leichtesten lässt sich der Werth der Kleie in Geld ausdrücken. Wenn wir also Mehl aus ganzem Korn herstellen, verlieren wir für die Viehfütterung 300<sup>kg</sup> Kleie. Ich kenne die Mehlpreise einer grösseren Dampfmühle, sowie die Art der Vermahlung; die Angaben entstammen nicht der jüngsten Zeit, dies ist aber hier ganz gleichgültig. Wenn der Müller für 1<sup>kg</sup> Mehl (bei 95 proc. Ausmahlung) 0,28 Mark verlangt, kostet Mehl von 80 procentiger 0,33 Mark und die dabei abfallende Kleie 0,05 Mark.

1<sup>kg</sup> resorb. Subst. würde dann bei 95 proc. Ausmahlung 38,3 Pf. kosten  
 " " " " 80 proc. " 41,8 Pf. "

Aber wenn für einen Hectar 157<sup>kg</sup> resorbirbarer Theile (für die wir gleiche Ausnutzbarkeit annehmen wollen wie für das Mehl von 80%, also = 168<sup>kg</sup> zugeführter Substanz) 197<sup>kg</sup> frisches Mehl mit 85% Trockensubstanz mehr gewonnen wurden, so ist hiervon

1) Die resorbirte Substanz ist keineswegs reich an N, wie man erwarten konnte. Ihre procentige Zusammensetzung ist: 1,40 N, 7,60 Fett,

83,60 Kohlehydrat.

98 Ueber den Werth der Weizenkleie für die Ernährung des Menschen.

der Werth der Kleie anzunehmen. 300<sup>te</sup> Kleie von der Güte, wie wir sie angenommen haben, kosten 15 Mark, 197<sup>te</sup> Mehl aber 65,01 Mark, so dass uns also doch immerhin für 50,01 Mark Gewinn erwächst, der seinerseits einem Mehlerwerth von 151<sup>te</sup> entspricht.

Dieser Gewinn ist wechselnd und unbestimmt; denn er hängt davon ab, ob man wirklich um den fraglichen Geldpreis dieselbe Menge von Nahrungsmitteln, welche der Kleie entsprechen, kaufen kann. Aber noch mehr!

Man vergesse doch nicht, dass wir hier nur einen Mehrertrag eines Ackers berechnen, unter der Bedingung, dass für die Kleie andere Stoffe beschafft werden könnten, und das Ergebnis der Rechnung darauf beruht, dass wir auf der einen Seite ein und dasselbe Nahrungsmittel (die Kleie) als menschliches mit hohem Preise, auf der anderen Seite als für Thiere bestimmtes mit niederen Preise einsetzen. Gewinn im Sinne von Mehrertrag ist dies nicht.

Das Vermahlen des ganzen Korns zur menschlichen Ernährung ist vielmehr stets mit einem Verluste des Bodenertrages verknüpft, wie aus folgenden Untersuchungen hervorgeht. Man darf nämlich nicht übersehen, dass der Mensch weit weniger von der Kleie zu verdauen vermag als die Hausthiere.

Wenn man dann an Stelle von Brod von 80proc. Ausmahlung Brod von 95proc. genießt, so ist die Kothbildung eine sehr reichliche. Es wird bei Brod III weit mehr Koth producirt als bei Brod II und zwar besteht dieser Koth reichlich aus Substanzen, von denen wir wissen, dass sie unseren Hausthieren als Unterhalt dienen können. Dass man den Koth als Dünger verwenden könne, kommt hier nicht in Betracht; denn dazu können die Excremente der Thiere gleichfalls dienen. Wir verfahren also, wenn wir das ganze Korn vermahlen, etwa so, als wenn wir direct einen Theil der Feldfrucht zu Düngern verwenden würden.

Wie gross dieser Antheil ist, lässt sich aus folgenden Angaben ermitteln.

Von Dr. Max Rubner.

99

Bei 95 proc. Ausmahlung werden mit dem Koth entleert aus dem Ertrage 1 Hechtas:  
197,15 tr. Koth mit 9,92% N, 16,91% Fett, 96,46% Kohlenhydr.,  
bei 80 proc. Ausmahl. 89,90 " " " 7,22 " 7,82 " 28,31 "  
107,25 tr. Koth mit 2,70% N, 9,09% Fett, 68,15% Kohlenhydr.  
107,2<sup>te</sup> tr. Substanz entsprechen 6,69% des Ertrages.

Wenn man, wie ich schon hervorgehoben habe, versucht, die Hülsen zu zerkleinern, wird dieser Verlust geringer werden.

Wir haben dargehan, dass die Kleie für Menschen zum Theil verdaulich ist und dass sie im Allgemeinen, in dem Verhältnisse aufgenommen, wie sie sich im Korne findet, den Körper so wenig schädigt als manche Brodsorte, die man allgemein verzehrt, geben aber die Zweckmässigkeit der Verwendung nur für die Fälle zu, in denen sonst dieselbe unverwerthet lag. Die Einführung einer derartigen Verköstigung durch Kleienmehl jedoch würde nimmermehr in der Ausdehnung zweckmässig sein als die Bread Reform League sich dies verspricht. Es wäre geradezu unendlich, wenn man, wie ein Receipt der Liga angibt, alle möglichen Speisen aus dem Kleienmehl machen würde. Man kauft die Hülsen bei der Suppe, im Brod, bei den Gemüsen, im Pudding! Wie abschreckend! Zum mindesten darf man doch durch die eingestrenten Hülsen nicht beständig daran erinnert werden, dass man ein und dieselbe Substanz genießt. Manche Speisen und Getränke lassen sich mit Mehl aus ganzem Korne gar nicht herstellen. Gesetzt nun weiters, es hätte sich durch eine ausgelebte Einführung des Kleienmehls — schon wir hier ganz von aller Rückwirkung auf die Production ab — der Preis desselben sehr vermindert, so würde von dem Einzelindividuum auf die Dauer dadurch kein Gewinn erreicht, da sich bald bei den günstigeren Ernährungsverhältnissen ein Bevölkerungszuwachs finden und dann dem Brodmangel Thür und Thor geöffnet sein würde, — dabei aber würde der Arme weit drückender belastet sein als jetzt, wo der Wohlhabende für die theueren Mehlsorten einen ausserordentlich hohen Preis bezahlt, und so die geringeren Sorten billiger macht und entlastet. Arm und Reich trügen sodann die gleiche Steuer.

Wo sich eine Verwerthung der Kleie durchführen lässt, wäre das eine entschiedene Schädigung, wenn man auf der Einführung