

# DEUTSCHEN MEDIZINISCHEN WOCHENSCHRIFT

Herausgeber:

Geh. San.-Rat Prof. Dr. J. Schwalbe

Oberstabsarzt Prof. Dr. Schwiening — Dr. Mamlock

Begründet von Dr. Paul Börner

Verlag von Georg Thieme, Leipzig

Abdruck von Arbeiten aus der „Deutschen Medizinischen Wochenschrift“ verboten,  
Referate mit vollständiger Quellenangabe gestattet.

## Vom Brot und seinen Eigenschaften.

Von Geheimrat M. Rubner in Berlin.

### I.

Die Frage des täglichen Brots kann heute in ganz Europa beanspruchen eine der wichtigsten zu sein, mit ihr beschäftigt man sich in allen möglichen Staaten, bei den kriegführenden wie bei den sogenannten neutralen; überall ergeben sich Schwierigkeiten der Beschaffung von Brotgetreide, die vor allem in dem gestörten See- und Landverkehr ihre Erklärung finden. Das Brotgetreide ist eine so erhebliche Quelle der Nahrung, daß, schon quantitativ betrachtet, Verminderungen der üblichen Vorräte als ernstliche Gefahr anzusehen sind.

Unsere Vorfahren waren zur Zeit der römischen Invasion mit dem Anbau von Gerste und Hafer bekannt, den Weizenbau brachte die Berührung mit den Galliern, und die Kenntnis des Roggenbaues übermittelten die aus dem Osten vordringenden Slaven und ähnliche Völkerschaften. Bei den weit verbreiteten klimatischen Bedingungen für den Getreidebau findet man ihn in Europa bis zum 60. oder 70. Breitengrad, in Amerika in manchen Teilen nur bis zum 57. Breitengrad, auf Bergen reicht er weit nach der Höhe, besonders in den heißen Gegenden, wo A. v. Humboldt' noch bis 3000 m Seehöhe bebaute Getreidefelder beschrieb. In der tropischen Niederung ist aber das Getreide durch andere Kulturen ersetzt.

Weizen und Roggen kommen in den einzelnen Ländern in verschiedenen Mengen zur Aussaat und zum Verzehr. Die Kultur der

beiden ist vom Boden, aber doch in erheblichem Maße von den Wünschen und Bedürfnissen einer Bevölkerung abhängig. So wird in England wesentlich Weizen zu Brot verwendet, ähnlich in Frankreich; schon vor seit 70 Jahren machte der Roggenkonsum dort einen minimalen Bruchteil des ganzen Konsums der Brotfrucht aus. Das Weizenbrot beherrscht die Ernährung hauptsächlich der Großstädte auch in solchen Ländern, die nebenbei einen erheblichen Roggenkonsum haben. Größere Länder mit ausschließlich Roggenverzehr als Brotgetreide gibt es überhaupt nicht; auch dort, wo der Roggen reichlicher geerntet wird als der Weizen, wird der Bedarf des letzteren allmählich mehr zunehmen und durch den Import zu decken gesucht. Das ist bekanntlich der Fall in Deutschland. Die Ausdehnung des Geschmacks für Weizenbrot hat sich schon seit Jahrzehnten vollzogen und wird auch weiterhin sicher nicht zum Stillstand kommen.

Brot hat es in der Volksernährung nicht zu allen Zeiten gegeben. Manche glauben den Phöniziern den Ruhm zuerkennen zu müssen, zuerst Brot hergestellt zu haben, jedenfalls kam von Ägypten die Backkunst zu den Griechen und von da erst etwa um das Jahr 168 vor Chr. nach Rom. So hat das Backen des gegorenen Teiges allmählich seinen Rundgang durch die ganze Welt angetreten, wenn auch unter verschiedenen Formen der Ausführungsweisen. Man kann nicht sagen, daß seit zwei Jahrtausenden in der Herstellung eines Nahrungsmittels aus Getreide irgendein bedeutender Fortschritt erzielt worden wäre als durch die Brotbäckerei.

Vor der Erfindung des Brotes hatte das Brotgetreide eine andere Verwendung gefunden, zu breiartigen Gerichten z. B., wie sie auch heute noch besteht. Das Brotbacken war wohl die größte Umwälzung, die sich in der Welternährung vollzogen hat, denn alle Kulturländer haben das Brot als dauerndes Gericht aufgenommen. Ein Fortschritt in der Technik der Broterzeugung waren später die Vervollkommnung der Mühlen mit der Kleietrennung und im 19. Jahrhundert vor allem die Entgiftung der Mehle von Unkrautsamen und namentlich von Mutterkorn, wodurch die früher als Volkskrankheit vorkommende Kribbelkrankheit aus der Welt geschafft wurde.

Das Brotgetreide ist durch Jahrtausende Weizen und Roggen geblieben. Man hat zwar in manchen Bezirken, mehr der Not gehorchend, versucht, Brot aus Gerste, Hafer, Mais, Reis, ja selbst aus Bohnen herzustellen oder Zusätze solcher Substanzen zu den Brotmehlen zu machen, ohne daß es gelungen wäre, dauernd oder in weiten Bezirken solche „lokale“ Eigentümlichkeiten oder Ausgeburten der Not einzubürgern. In einigen abgelegenen Landstrichen, einsamen Gebirgstälern hat Hafermehl und Gerstenmehl als Brotersatz dienen müssen, überall aber haben solche Gewohnheiten mit der Hebung des Verkehrs dem Roggen- und Weizenbrot weichen müssen. Erbsen- und Bohnenbrote geben nur dichte Brote, die schnell altbacken werden, was durch Kochsalzzusatz (bis 2 %) allerdings etwas gemildert werden kann.

Es ist anzunehmen, daß die Brotbereitung aus Weizen und Roggen sich noch in der Ausdehnung befindet und daß manche Bevölkerungen,

die heute noch des Weizen- und Roggenbrotes entbehren, allmählich dazu übergehen werden.

Dabei ist aber nicht zu verkennen, daß Weizen und Roggen in ihrer Qualität zur Brotbereitung doch nicht gleichwertig sind. Der Weizen mit seinem stark entwickelten Mehlkern liefert reichlich ein weißes Mehl, das sich durch den Gehalt der Kleberstoffe auszeichnet, welche, wie der Name sagt, dem Teige einen innigen Zusammenhang geben, was für die Lockerung bei Gärung des Teiges von besonderer Wichtigkeit ist. Roggenmehl ist nie so rein weiß wie Weizenmehl, vielmehr eher grau, das rührt nicht von der Kleie her. Der Kleber des Roggenmehles kann nicht durch Kneten des Mehles in Wasser abgeschieden werden. Auch sonst sind einige andere Bestandteile in Roggen vorhanden, die in Weizen nicht vorkommen, z. B. eine gummiartige Substanz, die in verdünntem Alkohol löslich ist.<sup>1)</sup> Keine andere zu Mehlen verarbeitete Frucht besitzt die Eigenschaften der Kleberstoffe des Weizens, daher auch nicht die günstige Grundlage für die weitgehende Lockerung durch die Gärung.

Das Brot ist ein Nahrungsmittel, das außerordentlich gern genommen wird und für das die Abgegessenheit nicht eintritt. Mir ist kein Fall bekannt geworden, daß auch nach längerem ausschließlichen Brotgenuß eine Abneigung gegen Brot eingetreten wäre, wie das bei manchen anderen Nahrungsmitteln der Fall sein kann. Das „Abgegessensein“ ist eine höchst merkwürdige Erscheinung, die, um es genauer zu sagen, da das Wort in verschiedenem Sinne gebraucht wird, darin besteht, daß nach einem länger dauernden Genuß bestimmter Speisen eine Abneigung besteht, die Wochen, Monate, Jahre dauern kann. Ich erinnere mich in dieser Hinsicht meiner Reiseerfahrungen in einem Lande, das Hammelfleisch und Hammelsuppen täglich in derselben Zubereitung bringt; und selbst im Weine ist der Hammel nicht vermeidbar, da der Wein in Hammelschläuchen aufbewahrt wird, was die Lust am Hammelfleisch gründlich mir ausgetrieben hat, wengleich der Eingeborene dort zeitlebens auf dieselbe Kost gesetzt ist.

Das Brot wird heutzutage, man kann sagen allgemein, aus gebeuteltem Mehl hergestellt, d. h. die Kleiebestandteile sind mehr oder minder abgeschieden. Die Zermahlung geht meist so weit, daß das Mehl ohne Rest durch Maschen von 0,1—0,2 mm Weite hindurchgeht. Wenn Brot aus ungebeuteltem Mehl genommen wird, so ist das relativ sehr selten, ausnahmsweise hat es sich als Rest alter Volksgewohnheit erhalten, wie z. B. in Westfalen, das noch in ländlichen Distrikten am Pumpernickel festhält. Der Roggen liefert in der Regel einen geringeren Prozentsatz verwendbaren Mehles als der Weizen. Die Kleie galt von jeher als minderwertiges Material und als Viehfutter, in diesem Sinne wurde auch das Publikum in Frankreich schon im 17. Jahrhundert durch Gesetzgebung gegen die Uebervorteilung durch die Müller geschützt, welche versuchten, die Kleie nochmals durchzumahlen und so minderwertiges Mehl dem besseren hinzuzumischen. Das Korn wurde damals sogar sehr schwach ausgemahlen, sodaß man als Mindestbedarf

<sup>1)</sup> Muspratt, Technische Chemie Bd. I S. 1566.

an Zerealien für den Menschen weit höhere Sätze in Anschlag brachte als heute.

Im vorigen Jahrhundert entwickelte sich die Mühlentechnik über die Grenze der bisher üblichen Flachmüllerei, die in einem Mahlgang Kleie und Mehl trennte, zur Hochmüllerei, die das Korn in einer ganzen Reihe verschieden feiner Ausmahlung herstellte und in den Handel brachte. Diese verschiedenen Mehlfraktionen haben ihre verschiedenen Preise und ihre verschiedene Verwertung, allerdings nicht zur Brotbereitung allein, sondern auch für andere Zwecke, aber allerdings auch für die Verfeinerung der Backweise für die Fein- und Kuchenbäckerei und Luxusbrotware aller Art. Der Roggen ist für diese Fraktionierung des Ausmahlens nicht geeignet. Die Feinbäckerei hat sich in ihren Kundenkreisen sehr ausgedehnt und beherrscht namentlich mit ihrer Brotware den Frühstückstisch. So vollzog sich jener Zustand, der heute die Städte kennzeichnet — der ausgedehnte Genuß von Kleinbrot aus Weizen mit dem Verschwinden des Großbrotes, aus Weizen- und Roggengemisch, selten aus Roggen allein.

Erst Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte man der Beseitigung der Kleie bei der Vermahlung ein besonderes Interesse zugewandt und das Beibacken derselben bzw. das Vermahlen des ganzen Kornes befürwortet. Gestützt wurde diese Anschauung zuerst von England aus, wo sich auch Aerzte für den Genuß des Vollkornbrots aussprachen, um die Verdauung anzuregen, dann aber auch von chemischer Seite befürwortet, da die Kleie noch Eiweiß enthalte, also nahrhaft sei. In der Zeit der Herrschaft der Ernährungstheorie von Liebig gab bekanntlich das Eiweiß nur Kraft, es sollte die Quelle der Muskelarbeit sein, daher verlor nach dieser Theorie das Brot ohne Kleie auch an Kräftigkeit. Außerdem meinte man, alle in den Nahrungsmitteln enthaltenen Salze seien zur Verdaulichkeit unentbehrlich; da die Kleie noch reichlich Aschebestandteile einschließe, wäre das Brot ohne diese Salze unverdaulich. Im ganzen hat diese Agitation für die Aenderung der Brotbereitung auf die großen Massen gar keinen Einfluß geübt. Die Diskussion von wissenschaftlicher Seite konnte aber nicht umgangen werden; die Behauptung, daß das Eiweiß für die Muskel-tätigkeit die Quelle der Kraft sei, erwies sich nach physiologischer Prüfung als falsch, und ebenso ließ sich die Behauptung, daß durch die Minderung der Aschebestandteile, z. B. bei Fleisch etc., die Verdaulichkeit herabgesetzt werde, nicht bestätigen. Somit blieb nur ein Gesichtspunkt für die Diskussion über den Kleiezusatz zu Brot noch übrig, die Frage, ob durch die Vermahlung auch der ganzen Kleie ein erheblicher Nahrungsgewinn erzielt werde. Dies ließ sich nur durch die direkte Prüfung der Verdaulichkeit der Brotsorten, die aus verschiedenem Mehl hergestellt worden waren, feststellen. Daß in der Verdaulichkeit erhebliche Unterschiede bei den Brotsorten vorliegen, war durch G. Meyer alsbald erkannt worden, und besonders ergab sich für den Pumpernickel eine außerordentlich ungünstige Verdaulichkeit. Hier anknüpfend, habe ich dann die Frage der Zweckmäßigkeit der Ausmahlung systematisch bei Weizenmehl untersucht.

### Brot verschiedener Ausmahlung.

Die Vermahlung des ganzen Kornes kann so geschehen, daß alle Teile, wie sie im Korn vorhanden sind, zermahlen werden, in manchen Fällen wird aber das Korn keineswegs zu einem mehrlartigen Pulver umgewandelt werden, sondern mehr zu größeren oder kleineren Krümelchen zerdrückt. Die unvollkommenste Vermahlung zeigen die Schrotbrote, das Roggenschrotbrot, der Pumpernickel und das Knäcke Brot, alle drei aus Roggen hergestellt, das Grahambrot wird aus Weizenmehl bereitet. Als Typ der Art der Ausnützung mag der Pumpernickel gelten.

In seinem 32. der Chemischen Briefe spricht sich Liebig bereits über den Pumpernickel folgendermaßen aus: „Die Grenzen des Niederrheins und Westfalens lassen sich an der ganz besonderen Größe der Ueberreste genossener Mahlzeiten erkennen, welche Vorübergehende an Hecken und Zäunen hinterlassen, und es sind diese ausgezeichneten Dokumente des Verdauungswertes, welche den Aerzten in England vielleicht die Idee eingefloßt haben, den englischen Großen das Brot aus ungebeuteltem Mehle zu empfehlen.“

Man sieht aus dem ganzen Gedankengange, daß hier die großen Massen der unverdaulichen Stoffe in unrichtiger Weise als eine Verdauungstätigkeit aufgefaßt werden in dem Sinne einer Anregung eines sonst trägen Darmes. Die englischen Großen, die meist nur feines Weizenbrot und viel Fleischspeisen essen, haben natürlich, weil beide gut resorbierbare Stoffe sind, trotz ihrer Verdauungstätigkeit wenig Stuhl. Ich habe bei ausschließlicher Fleischkost von nahezu vier Pfund reinen Fleisches täglich erst nach vier Tagen eine Stuhlentleerung zustandekommen sehen; trotz der enormen Eiweißresorption bleibt im Darm so wenig zurück, daß erst im Verlauf mehrerer Tage soviel an Kot gebildet ist, um die Ausscheidung herbeizuführen. Vielfach bezeichnet man in ärztlichen Kreisen jede Stuhlosigkeit als Verstopfung, was natürlich unrichtig ist. Die reichliche Entleerung nach Pumpernickelgenuß ist ebensowenig ein Zeichen einer besonderen Darmtätigkeit, wie die starke Stuhlbildung bei den Italienern, wenn sie viel Gemüse und Obst verzehren, oder wie die Kotmassen, die sich bei dem Verschlucken der Kirschsteine und ähnlichem bilden. In der Tat ist der Pumpernickel also nur ein schlecht zubereitetes Nahrungsmittel. Der Verlust beträgt dabei 19,3% der Trockensubstanz, 43,0% an Protein, 13,8% an Kohlehydraten und Zellulose. Obschon der große Verlust an Nährmaterial bei solchen Schrotbroten bekannt ist, hat es sich doch noch in manchen Gegenden erhalten. Die Leute würden schon sparen, wenn sie zu einem besser vermahlenden Vollkornbrot über-

gehen wollten. Das Pumpernickelessen macht aus einem Städter noch keinen westfälischen Bauern mit all seinen guten Eigenschaften, man muß zuerst das letztere sein, um das erstere auf die Dauer zu ertragen.

Damit will ich aber nicht sagen, daß man nicht unter Umständen von solchen Gebäcken auch einen nützlichen Gebrauch machen kann. Am besten wird aber die Schrotung des geernteten Getreides durch andere Verfahren ersetzt. Da man weiß, daß die äußersten Hüllen des Getreidekorns eine Masse Schmutz und Unrat aufgelagert enthalten und auch nach der chemischen Analyse nur wenig Nährstoffe einschließen, so wird wohl ganz allgemein diese äußerste Hülle des Kornes beseitigt, das Korn auch meist gewaschen und dann restlos zertrümmert. Die Abscheidung der äußeren Hüllen nennt man Dekortikation. Weiter in die technischen Einzelheiten der Zerkleinerung einzugehen, muß ich hier unterlassen, nur das eine mag noch erwähnt sein, daß bisweilen zuerst Mehl und Kleie getrennt werden und die letztere für sich nach mehr oder minder umfangreichen Prozeduren zerkleinert wird. Im allgemeinen wird der Weizen, wie erwähnt, bis zu 70—75 % ausgemahlen, aber wenigstens bei der Hochmüllerei nicht das gesamte Mehl als Mischmehl verwandt, sondern es kommen einzeln für sich die Ausmahlungen als feinere und mittlere Mehle in den Handel. Nach der Dekortikation kann man eine Ausbeute von 95—96 % erreichen. Als Mischmehl stellt dann dies in üblicher Ausdrucksweise das Vollkornmehl dar. Bei der in den letzten Monaten aufgetretenen Brotnot hat man ein Mischmehl von 80—83 % für den Weizen vorgeschrieben. Solange die Ausmahlung sich eben bis 80 % bewegt, ist dem Mehl an sich nichts Besonderes anzusehen, die Vollkornmehle sind aber leicht durch die beigemengten kleinen Kleiepartikelchen zu erkennen. Auch bei den mir in der letzten Zeit vorgelegten Proben modernsten Mahlverfahrens war dies der Fall. Die Kleieteile sind niemals soweit wie der Mehlkern vermahlen, und durch Absieben durch ein feines Sieb läßt sich das Kleiemehl leicht vom eigentlichen Mehl einigermaßen scheiden. Kleiehaltiges Mehl kann auch an den Formelementen, besonders den Kleberzellen, leicht mikroskopisch erkannt werden.

Ich habe schon im Jahre 1883, also vor 32 Jahren, die Frage der Zweckmäßigkeit des Vermahlens der Kleie als Erster eingehend auf Grund von Versuchen über die Verdaulichkeit am Menschen untersucht, die Versuche enthalten alles, was zur Beantwortung unserer Tagesfragen notwendig ist. Die oft zitierten Experimente sind freilich von recht wenigen im Original nachgesehen, daher unvollkommen und

ungenau wiedergegeben worden<sup>1)</sup>. Millon, Mèges-Mouriès haben Mitte des vorigen Jahrhunderts das Hinzubacken der Kleie zu Brot empfohlen, weil man dadurch aus 100 kg Weizen 17—20 kg Brot mehr erhalten kann. Auch Liebig ist, wie erwähnt, für die Verbackung der Kleie eingetreten, speziell mit Rücksicht auf die schlechte Ernte Ostpreußens im Jahre 1868<sup>2)</sup>; er empfahl damals Schrotbrot mit 95 % Ausmahlung. Die Einführung dieses kleiehaltigen Brotes ist aber trotz der Empfehlung von Liebig nicht gelungen, die feinen Mehle geringerer Ausmahlung, wie sie durch die Hochmüllerei hergestellt werden, und das Kleingebäck haben von Jahrzehnt zu Jahrzehnt an Anhang gewonnen. So hatten sich in London in den siebziger Jahren schon die Anhänger von Vollkornbrot zur Bread reforms league zusammengeschlossen. Diese Bewegung erregte meine Aufmerksamkeit, und so hatte ich 1883 Gelegenheit bekommen, Brot, das aus Mehl von verschiedener Ausmahlung hergestellt war (30 % Ausmahlung, 70 % und 95 %), auf seine Ausnutzung zu untersuchen.

Das Ergebnis, das von zahlreichen späteren Experimentatoren bestätigt wurde, zeigt:

	Trockne Kotmenge täglich	Trocken- substanz	% Verlust			Asche
			Eiweiß	Kohle- hydrate	Zellu- lose	
bei Brot von Mehl von 30 %iger Ausmahlung	24,8	4,03	20,1	1,01	48,9	10,0
Brot von Mehl mit 70 % Ausmahlung.	40,8	6,66	24,6	2,37	40,0	136,9
Brot aus Vollkornmehl 95 % Ausmahlung.	75,8	12,23	30,5	5,14	90,9	97,6

Die Unterschiede in der Ausnutzung sind also recht erheblich, mit stärkerer Ausmahlung steigt die Kotbildung, außerdem der Verlust an Eiweiß und jener an Kohlehydraten und Zellulose. Ueber die Bedeutung der „Eiweißausnutzung“ bei Vegetabilien ist leider das nicht beachtet worden, was ich eingehend auseinandergesetzt habe, und es ist später, so von Hindhede, der die Originalarbeiten nicht gelesen hat, mir eine Auffassung zugesprochen worden, gegen die ich mich auf Grund von Versuchen schon 1879 ausgesprochen habe. Bei Betrachtung der Verdaulichkeit pflanzlicher Nahrungsmittel kommen bezüglich der Ausnutzung der Eiweißstoffe recht verschiedene Verhältnisse in Betracht. Die Eiweißstoffe der Milch, des Fleisches, der Eier liegen alle frei für den Angriff der Verdauungssäfte, sie werden daher leicht aufgenommen und fast vollkommen resorbiert. Unser Darm ist mit Bezug auf das Fleisch von derselben Vollendung der Aufnahmefähigkeit wie jener des Hundes, des Fleischfressers. Mit Unrecht hat man angenommen, daß die pflanzlichen Eiweißstoffe

<sup>1)</sup> Biol. 1883 19. — <sup>2)</sup> Augsb. Allg.-Zeitung d. 5. Januar 1868.

an sich unverdaulicher seien als die tierischen. Das N des Kotes darf als solcher nicht in seiner Totalität als unresorbierbares Eiweiß angesehen werden. Zum Teil ist derselbe ein Rest der Verdauungssäfte, wie wir sie im Meconium und Hungerkote auftreten sehen. Dieser N-Anteil ist aber offenbar schwankender Natur. Selbst bei einem Genuß von 22 Stück Eiern pro Tag erscheint im Kot nicht mehr N als 0,6 g; bei einer Pflanzenkost, die mit Absicht so hergestellt wurde, daß sie praktisch frei von N gelten konnte, kommen aber 1,36 g N im Tag. Mit der Resorption von Nahrungsmitteln verschiedene Art werden an die Tätigkeit des Darmes verschiedene Aufgaben gestellt, und dadurch ist auch die Menge dieser Reste der Verdauungssäfte, mit denen das Unverdauliche sich mischt, wandelbar<sup>1)</sup>. Rieder hat diese Versuche mit N-freier Pflanzenkost mit gleichen Resultaten wiederholt.

Ich habe dann weiter gezeigt, daß bei pflanzlichen Nahrungsmitteln der Einschluß von Nahrungsstoffen in Zellen mit Zellulosemembran die Verdaulichkeit hemmt. Ich habe aber auch den Gegenbeweis erbracht und gezeigt, daß Kleber, dem Mehl einfach beigemischt, leicht aufnehmbar ist und daß nur 5,7 % zu Verlust gehen<sup>2)</sup>. Diese Versuche sind auch von anderer Seite später mit dem gleichen Erfolg wiederholt worden, so von Constantinidi. Es ist aber im Einzelfall nicht immer zu entscheiden, auf welchen Einfluß eine ungünstige Ausnutzung der N-Zufuhr in pflanzlichen Nahrungsmitteln zurückzuführen ist, was für die praktische Verwertung der Resultate ohne Bedeutung ist. Denn ob das Eiweiß nicht resorbierbar ist, oder ob die Aufnahme der Speise viel Verdauungssäfte in Anspruch nimmt, kommt für die N-Bewertung auf dasselbe hinaus. Man sieht auch ein, daß Versuche mit „künstlicher“ Verdauung wenig Wert besitzen, weil sie uns über das wichtige Verhalten des Darmkanals keinen Aufschluß geben können. Jedenfalls aber liegt bei den Brotsorten verschiedener Ausmahlung, speziell beim Vollkornbrot, eine Hauptursache für die schlechte Verwertung des Klebereiweißes der Kleie in dem Umstand begründet, daß die Verdauungssäfte die Zellulosemembran nicht durchdringen und daß die Zellulose selbst zum überwiegenden Teile für uns unverdaulich ist, wenigstens diese Zellulose der Hüllen des Kornes, obschon sie ziemlich fein zermahlen ist. Die Zellen der Getreidehüllen enthalten kleberartiges Eiweiß. Von dem in der Kleie enthaltenen Eiweiß konnte höchstens  $\frac{6}{10}$  verdaut worden sein, wahrscheinlich

<sup>1)</sup> Biol. 15 S. 198. — <sup>2)</sup> Biol. 19. S. 73.

nur jener Anteil, der durch Bruch der Zellwand zugänglich geworden war. Man kann diese unvollkommene Verdauung auch mit dem Mikroskop sehen, intakte Zellen enthalten auch noch das Klebereiweiß als Einschluß. Die eiweißverdauenden Fermente gehen also durch die Zellenwand der Kleie nicht hindurch.

Hier sei noch eines älteren Versuches gedacht. Poggiale hat Kleie an einen Hund gefüttert und dann gewaschen, nochmals an einen Hund gefüttert, aus dem Kot die Kleie dargestellt, dann an Hühner verfüttert, sie enthielt dann immer noch ein Drittel des N, wie zu Beginn des Versuches<sup>1)</sup>.

Ich habe daher die weitere Zerkleinerung der Kleie vorgeschlagen, und zwar eine so weitgehende, daß die Teilchen durch ein Sieb mit 0,05 qmm großen Poren hindurchgehen. Keines der von mir neuerdings untersuchten Vollkornmehle entspricht dieser Forderung. Das Idealste wäre das Aufbrechen aller Kleberzellen, davon kann in praxi bei dem üblichen Mahlverfahren keine Rede sein. Auch Vermahlungsgrade, die äußerlich dem Mehle gleichen, enthalten immer noch reichlich unzertrümmertes Material. Der Versuch, aus Kleie direkt Brot nach feinsten Zermahlung herzustellen, ist von Plagge und Lebbin gemacht worden. Nach ihrer Angabe liefert das Verfahren aber ein ungenießbares und ganz schlecht resorbierbares Brot, von dessen Trockensubstanz 42,3 %, von dessen Protein 56,4 % und von dessen Kohlehydraten 37,3 % verloren gehen.

Aus Beobachtungen, welche ich an Vollkornmehl aus Weizen gemacht habe, ließ sich berechnen, daß von der Kleie, die mit Wasser tunlichst ausgewaschen worden war, sodaß also nur die Hülsen hinterblieben, 68,7 % der Trockensubstanz, 61,1 % des N, 26,5 % der N-freien Stoffe (größtenteils Zellulose) wieder zu Verlust gegangen waren<sup>2)</sup>. Aus alledem ergibt sich, wie ungünstig und unrationell die Beibehaltung der Hülsen, zum mindesten in unzerkleinerter Form, ist, es hat sich sogar bei einer Mehlarart als wahrscheinlich erweisen lassen, daß die beigemischten Hülsen die übrigen Mehlbestandteile in der Verdaulichkeit ungünstig beeinflußt hatten.

Die Feinzermahlung zum Zwecke der Aufschließung von Nahrungsstoffen, die in vegetabilischen Zellen eingeschlossen sind, ist also, wie man sieht, keine Erfindung der Kriegszeit, wie man nach manchen Zeitungsnotizen glauben machen will, sondern durch meine Versuche längst bekannt, aber technisch nicht befriedigend gelöst. Dies ist um so bemerkenswerter,

<sup>1)</sup> Muspratt 1. 1874. S. 1550. — <sup>2)</sup> l. c. S. 67.

als die Kleie, wie ich mich in neuester Zeit überzeugt habe, gegenüber strohigem und holzigem Material noch zu den leichtest zerteilbaren Zellmassen gehört.

Die hohe Bedeutung des Zermahlungsgrades der Kleie für den Menschen war also nachgewiesen und damit also erkannt, daß die Vorliebe für die ganz groben Schrotbrote jedenfalls mit einer stark herabgesetzten Minderverwertung der Nahrungsstoffe, besonders des Eiweißes, bezahlt wird.

Damit ist aber noch nicht gesagt, daß sich alle Fermente und alle Pflanzenzellen genau wie die Kleiezellen verhalten müssen. Nach einer privaten Mitteilung von Prof. Haberlandt sind die pflanzlichen Zellen zweifellos sehr verschieden gebaut mit Hinsicht auf ihre Durchgängigkeit. Auch wird später bei der Frage der Zelluloseauflösung noch einiges Bemerkenswerte hinzuzufügen sein.

Die Brote mit 30 und 70 % Ausmahlung sind noch ziemlich aschearm, sodaß die Ausscheidungen in der Kotasche ebenso groß und größer waren als die ganze Zufuhr an Asche. Die reichliche Asche des Vollkornbrotes wurde fast quantitativ im Kot wieder abgegeben. Da außerdem noch Salze im Harn austreten, war auch bei Vollkornbrot eine die Aufnahme übersteigende Ausfuhr an Asche vorhanden.

Das Brot mit 30 und 70 % Ausmahlung ist, dem Geschmack nach beurteilt, angenehmer als das Brot mit den Getreidehülsen, die natürlich beim Kauen sich kratzig anfühlen. Die Ausscheidung des Kotes war bei Vollkornbrot verzögert, gegenüber den beiden anderen Sorten. Mischt man gut verdaulichen Speisen, wie Fleisch, zerkleinertes Stroh bei, wie dies Franz Hofmann<sup>1)</sup> in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zu Versuchszwecken getan hat, so leidet die Verdaulichkeit des Fleisches. Bei Vollkornbrot ging die Ausscheidung von Kot langsamer vor sich als bei Brot aus feinerem Mehl, während man bei Beimischung von Stroh, z. B. zu Fleisch, die Entleerungen rascher auftreten, sodaß sogar die Verdaulichkeit des Fleisches sinkt.

Bei allen Brotsorten kommt es zu einer sauren Beschaffenheit des Kotes und zur Bildung von Buttersäure und Essigsäure, wobei ich entdeckte, daß diese Gärung die Eiweißfäulnis und Bildung gepaarter Schwefelsäure unterdrückt. Die Verluste an Nahrungsstoffen durch die Buttersäuregärung sind

<sup>1)</sup> Im Original ist die Zellulosezahl nicht aufgenommen, bestimmt wurden die Werte nach der Weener-Methode.

bemerkenswert, aber nicht bedeutend, solange es sich nicht um Brot mit Sauerteig gebacken handelt.

Die Kleie geht in stärkere Säuregärung über als das kleiehaltige Mehl und diese wieder in stärkere als Brot aus feinstem Mehl. Weizenmehl hat weniger Neigung, die Gärung einzugehen, als Mehl von Roggen. Die Kotentleerung nach saurem Schwarzbrotgenuß erfolgt schon 14 Stunden nach der Aufnahme des Brotes, die Entleerungen sind dünn, mit kaum 13 % Trockensubstanz. Meine Auffassung ging also dahin, daß das Vollkornbrot an sich die Menge der verdaulichen Stoffe, die sich im Weizen finden, erhöhen läßt. Für die damals (1883) gültigen Brotpreise war auch die Menge der resorbierten Nahrungsstoffe aus Vollkornbrot etwas billiger als jene aus Brot von geringerer Ausmahlung. Die Unterschiede waren aber unerheblich, jedenfalls bestimmen aber solche kleinen pekuniären Vorteile niemals das Urteil der großen Masse. Die Vollkornfrage ist späterhin von verschiedenen Seiten noch dahin erweitert worden, daß die quantitativen Unterschiede der Ausnutzung der Vollkornmehle, welche mit und ohne Dekortikation mahlen, geprüft wurden. So wurde von Wicke das Uhlhornverfahren, von K. B. Lehmann das Gelinkverfahren, von Praussnitz das Steinmetzverfahren geprüft. Die Unterschiede, welche die Dekortikation an Nährverlust schafft, sind natürlich gering und an sich hygienisch erforderlich. Im übrigen gaben die Vollkornmehle keine Ergebnisse, welche Differenzen in der Ausnutzbarkeit haben erkennen lassen, und, wie schon erwähnt, habe ich auch bei der Untersuchung der Mehle in den letzten Tagen keine Fortschritte in den Mahlergebnissen feststellen können.

Für die Kriegszeit wäre also nur der eine Gesichtspunkt allenfalls maßgebend, daß man durch Vollkornmehle die Mehlmenge um etwa 13 % noch strecken könnte, während der Zuwachs an verdaulichem Material nicht in diesem vollen Umfang erreicht wird. Allerdings müßte man dabei bedenken, daß die Verwendungsweise des Vollkornmehles außer zur Brotbereitung sich einschränkt, und es ist da noch eine besondere Eigenschaft des Kleieklebers und des Klebers im Mehlkern zu gedenken. Der Inhalt der Kleberzellen ist eiweißartiger Natur, neben dem Kleber kommen, wie auch sonst im Mehlkern, amidartige Stoffe vor. Mit der Vermahlung der Kleberzellenschicht der Hüllen nimmt aber die Eigenschaft der Mehle für Backzwecke keineswegs zu, sodaß man wohl berechtigt ist zu der Vermutung, daß diese Kleberstoffe mit dem im Mehlkern verbreiteten nicht identisch sind. Diese Annahme

wird auch von Neumann<sup>1)</sup> nach praktischen Erfahrungen bestätigt. Kleiebrod ist im allgemeinen nicht so porös wie anderes, und ob die Verminderung der Bindefähigkeit des Vollkornmehles auch noch den Kartoffelzusatz, der ja keinen Kleber bringt, ertrüge, ohne noch weiter an Qualität einzubüßen, läßt sich a priori nicht entscheiden.

## II.

### Vergleich zwischen Roggen und Weizen.

In einer Zeit, wo die Gesamternährung in Frage gestellt ist, kann die Frage auch betreffs etwaiger Unterschiede in der Verdaulichkeit zwischen Roggen und Weizen zurücktreten hinter die Notwendigkeit, durch Roggen fehlenden Weizen zu ersetzen. Es ist aber doch am Platze, hier auf die vergleichenden Untersuchungen, welche in der Ausnutzbarkeit von Roggen und Weizen angestellt sind, näher einzugehen.

Im Nährwert sind ja keine wesentlichen Unterschiede vorhanden, etwa nur der, daß Roggen in der Regel eiweißärmer als Weizen ist. Die übrige Zusammensetzung ist dieselbe. Nur wurde schon erwähnt, daß der Roggen nicht Kleber von derselben Eigenschaft wie der Weizen besitzt. Die Ausmahlung nach verschiedenen Mehlsorten spielt beim Roggen keine Rolle, meist wird nur ein Mischmehl von 60—65 % Ausmahlung in den Handel gebracht. Reines Roggenmehl findet sich selten im städtischen Gebrauch, meist wird nur eine Mischung von Weizen und Roggen zu dem sogenannten Hausbrot oder Graubrot, wie es wohl auch genannt wird, benutzt. Kleinbrot aus Roggen bzw. aus Roggen-Weizengemisch wird in Süddeutschland viel gegessen. Die Technik der Herstellung schmackhafter Brote scheint aber vielfach auf Schwierigkeiten zu stoßen, wenigstens zeigt das sogenannte Kriegsweißbrot, so weit meine persönliche Erfahrung reicht), sehr weitgehende Mängel. Auf dem Lande wird auch reines Roggenbrot noch viel verzehrt. Vollkornroggenbrot, das sehr dunkel aussieht, aber gut schmeckt, ist wenig bekannt. In der Ausnutzung ist nach unseren Erfahrungen ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen Vollkornweizen- und Vollkornroggenbrot.

	Verlust der Trockensubstanz	des N.	der Kohlehydrate (Rübner)
Vollkornweizenbrot	12,3	30,5	7,4
Vollkornroggenbrot	16,0	39,8	10,3

(zusammengestellt nach König).

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. d. ges. Getreidew. 1910.

Nach Versuchen von Minicanti und Praussnitz trifft dies auch für Mehl von 80—83 % Ausmahlung<sup>1)</sup> zu.

	Verlust der Trockensubstanz	des N.	der Kohlehydrate	der Zellulose
Roggenbrot	10,31	30,0	—	48,6
Weizenbrot	6,11	15,7	—	49,8

völlig zu Mehl vermahlen.

Nach diesem Ergebnis kann es nicht zweifelhaft erscheinen, daß die Ausnutzbarkeit des Roggenmehles im Vergleich mit Weizenmehl derselben Zubereitung geringer ist. Die Differenzen sind durchaus recht bemerkenswert. Sie erstrecken sich sowohl auf die Gesamtmasse der Verdaulichkeit als auch auf die Eiweißstoffe. Auf einen ungleichen Zellulosegehalt oder auf Ungleichheit der Vermahlung läßt sich der Unterschied nicht zurückführen, da diese im obigen Versuch bei Praussnitz sorgfältig vermieden worden sind. Einen Einfluß übt die stärkere Säurebildung im Kot, die allemal auf seiten des Roggenbrottes liegt. Die Verwendung von Sauerteig mindert die Ausnutzung, dies besonders bei langdauernden reichlichen Gaben von Brot. Aber auch ohne diesen Umstand stören die dünnen Stühle und die starke Gasbildung, die regelmäßig nach reichlicher Gabe von schwarzem Roggen-Sauerteigbrot auftreten.

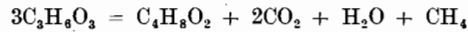
Es läßt sich vom Standpunkte der Verdaulichkeit und der Verdauungsvorgänge kein Grund finden, welcher den Roggen als eine dem Weizen überlegene Nahrung zu nennen erlaubt.

Die Säuerung ist eine Wirkung einer bakteriellen Zersetzung im Darm, sie wird von einer mehr oder minder fühlbaren Gasbildung begleitet, über die heutzutage der größte Teil der Brotkonsumenten nicht im Zweifel sein dürfte. Zu ihrer Erscheinung gehört natürlich eine nicht allzukleine Brotration als Voraussetzung. So lange durch Genuß von Fleisch u. dgl. die Animalien in der Oberhand sind, haben wir die üblichen Fäulnisvorgänge im Darm. Die individuellen Störungen durch die Gasentwicklung sind ganz ungleich, je nachdem das Brot noch im Dünndarm selbst in die Gärung übergeht oder erst im Dickdarm. Im ersteren Falle ist die Belästigung sehr weitgehend. Welche Art von Gärungsgleichung diesem Kohlehydratzerfall zugrundeliegt, ist nicht nach jeder Richtung aufgeklärt. Daß keine reine Buttersäuregärung vorliegt,

<sup>1)</sup> Biol. 30 1894. Diese Versuche sind als Beispiele dekortierter und nicht dekortierter Getreide von den Autoren selbst angeführt worden, sie haben aber mit der Frage der Dekortikation nichts zu tun und können mit Versuchen von Wicke, Arch. f. Hyg., nicht verglichen werden.



habe ich schon 1883 zeigen können, denn die aus dem Kot dargestellten flüchtigen Säuren bestanden zu 79 % aus Buttersäure und 21 % Essigsäure; damals war uns diese Art von Gärung noch ziemlich unbekannt. Heute würde man die Gärung in die Reihe der Zellulosegärungen einreihen, vielleicht — ausgehend von der Milchsäure — als Nährmaterial nach der Formel:



die Umsetzung skizzieren.

Doch kann es sich im vollen Umfange nicht um eine Zellulosegärung handeln, d. h. um Zellulose als Gärmaterial, da in meinen Versuchen die aus der analytischen festgestellten Menge von Buttersäure abzuleitende Kohlehydratmenge um ein Mehrfaches die überhaupt in der Nahrung vorhandene Zellulosemenge überschritt. Man kann den Verlust durch Gärung und Ausscheidung der erzeugten Säuren auf rund 1 % der Nahrungsmenge schätzen. Bei Sauerbrot mag er aber wesentlich größer sein.

#### Eine volkswirtschaftliche Betrachtung.

Die Frage, ob man die Kleie für den Menschen nutzbar machen soll, kann auch von einem anderen Gesichtspunkte aus gewürdigt werden, nämlich vom volkswirtschaftlichen Standpunkt. Auf Grund meiner Versuche kam ich zu folgender Entscheidung.

Bei einem Gesamtertragnis von 2000 kg Weizen pro Hektar ergab sich aus meinen Versuchen an Verdaulichem:

bei 95 % Ausmahlung	1417 kg resorb. Teile	22,61 kg N.	16,15 kg Fett	1212,9 kg Kohlh.
„ 80 % „	1260 „	20,41 „	4,28 „	1081,5 „

also Gewinn bei stärkerer Ausmahlung pro Hektar	157 kg resorb. Teile	2,2 kg N.	11,87 kg Fett	131,4 kg Kohlh.
---	----------------------	-----------	---------------	-----------------

Der Gewinn beträgt 12,4 % an resorbierbarer Substanz.

Der Gewinn an Nahrungsstoffen bringt andererseits eine Vermehrung der Kotproduktion, weil eben die Kleie doch schlecht resorbierbar ist — der Kot kann nur als Dünger verwendet werden, oder er wird, wie meist anzunehmen, nutzlos in die Flüsse geschwemmt. Die Landwirtschaft erhält also einen Verlust von Kleie und dafür nichts weiter. Kann man aber die Kleie verwerten, mahlt man also nur bis 80 % aus und gibt die restierende Kleie geeigneten Tieren, so verdauen diese viel mehr als der Mensch, erzeugen dadurch Milch, Fleisch und Fett und liefern noch den Rest des Unverdaulichen als Dünger. Freilich wird an Stelle des verzehrten Materials dieses nicht in seinem ganzen Umfange bei der Tierfütterung in Fleisch

verwandelt. Da man beim Menschen die Verdaulichkeit der Kleie auf 31,3 % Trockensubstanz, 61,1 % Eiweiß, 26,5 % Kohlehydrate + Zellulose, bei Tieren etwa 79 % Trockensubstanz, 79 % Eiweiß, 79 % Kohlehydrate + Zellulose, also fast oder mehr als das Doppelte veranschlagen kann, so mag der Gewinn an Fleisch und Fett annähernd dem entsprechen, was wir auch bei direkter Resorption gewinnen können; Fleisch und Fett neben Brot zu gewinnen, stellt aber eine höhere und rationellere Stufe der Nahrungsgewinnung dar.

Was hier für den Weizen gesagt ist, gilt in gleichem Maße für den Roggen. Läßt man die Kleie also zur Viehfütterung verwenden, so ist das unter allen Umständen der rationellere Weg, weil dann auch die kleiefreien oder weniger kleiearmen Mehle an sich besser zu Backzwecken sich eignen, ein besser schmeckendes Brot geben; so hat sich die Gewohnheit allmählich entwickelt, und es wird auch zweifellos dabei bleiben.

#### Groß- und Kleinbrot.

Wie schon erwähnt, hat in den Städten, und von da vielfach auf das Land übergreifend, die Herstellung von Kleinbäckchen (Semmel, Hörnchen, Schrippen, Knüppel etc.) der verschiedensten Form und größtenteils aus Weizenmehl bereitet, in seltenen Fällen aus Gemengen von Weizen und Roggen, bei uns wie in anderen Staaten immer mehr das große Publikum als Konsumenten gewonnen. In Oesterreich war das wohl-schmeckende Frühstücksgebäck zuerst eingebürgert, und die Kunst, es zu backen, ist noch lange nicht über den ganzen Erdball verbreitet. Der Franzose und Engländer stehen in dieser feinen Backkunst noch etwas zurück. Was aber volkswirtschaftlich nicht gerade sehr zu begrüßen ist, ist das Ueberwuchern des Kleinbrotes als einzige Brotquelle bei der minderbemittelten Bevölkerung, wodurch eine sehr starke Belastung des häuslichen Budgets erfolgt. Es hängt das vielfach in den bessersituierten Familien mit der übertriebenen Brotreduktion zusammen, die ihrerseits mit dem steigenden Konsum von Fleisch und Fett Hand in Hand geht — auch bei den Minderbemittelten beobachtet man oft dasselbe.

Das Kleinbrot — wesentlich Weizenbrot — gilt als das schmackhafteste; die Erhöhung der schmeckenden Stoffe fußt nicht auf der Beschaffenheit der Krume, vielmehr auf jener der Kruste oder Rinde. Die Ausbildung einer wohlschmeckenden Rinde ist offenbar eine technische Geschicklichkeit, über die leider die Bäcker nur in beschränktem Maße verfügen; um so häufiger wird die Rinde hart und ledern.



Bestimmend für die Beurteilung des Brotgeschmackes ist die Menge und die Beschaffenheit der Kruste. Ich will daher einige Angaben über unsere Berliner Brote machen.

Bestimmungen der Rindenmenge sind nicht ganz exakt auszuführen, jeder weiß, was Kruste und Krume ist, aber wenn man die Kruste mit der Feile oder Raspel abträgt, so bleibt man manchmal im Zweifel, wo die Grenzschicht liegt; die Farbe gibt freilich hier die letztere an, aber bei genauem Zusehen geht eben die Rinde nicht haarscharf in die Krume über. Mit diesem Vorbehalt mögen die nachstehenden Zahlen betrachtet sein.

Es hatten in % des frischen Gewichts an Kruste:

Milchbrötchen . . . . .	26,1 %	gewöhnl. Hausbrot . . . . .	26,6 %
Knüppel . . . . .	38,9 "	Vollkornbrot . . . . .	24,9 "
Schrippen . . . . .	30,5 "		

Dem Geschmack nach am besten waren die Knüppel; dies deckt sich auch mit dem erheblichen Krustengehalt. Die Kruste des Hausbrot und Vollkornbrot war hart, lederartig, schwer zu verkleinern, diese lederartigen Stücke werden oft als Ganzes verschluckt und können dann noch im Kote nachgewiesen werden. Die dünnste Kruste hatte das Milchbrötchen. Zwischen Kruste und Krume liegt gewöhnlich eine trockne Brotschicht, die dem Aussehen nach der Krume zugehört und manchmal recht bedeutend ist, ja bis ein Fünftel des Kleinbrot ausmachen kann. Die braune Farbe der Kruste entsteht durch eine Veränderung des Klebers und durch Umwandlung von Stärke in Dextrin und teilweise Ueberführung des letzteren in Karamel. Der Wassergehalt der Krume des Kleinbrot war 37,5, die Rinde enthält durchschnittlich 19,56 %.

In einem Knüppel sind

in der Kruste 31,4 g Trockensubstanz
in der Krume 33,2 "

Demnach ist fast annähernd 45 % der ganzen Trockensubstanz Rinde und 55 % Krume. Von französischen Autoren wurde früher behauptet, die Kruste sei eiweißreicher als die Krume, und auch in der modernen Literatur kehrt die Angabe wieder. v. Bibra hat umgekehrt mehr N in der Krume gefunden, ich habe das auch schon vor Jahrzehnten bestätigt und habe auch jetzt das gleiche Ergebnis gehabt. 100 Teile trockne Kruste enthalten 1,37 % N, die Krume 1,93, was aber nicht unbedeutend erscheint, zumal die Mengenverhältnisse zwischen Kruste und Krume auch berücksichtigt sein wollen. Es wird

sich wohl um eine teilweise Spaltung der Eiweißstoffe handeln, die man mit in den Kauf nehmen muß, wenn man die schmackhaften Bestandteile der Kruste herstellen will.

Das Kauen des Brotes verläuft erfahrungsgemäß ungleich, die Rinde erfordert mehr Zeit als die Krume, daher sind auch die Speichelmenngen, welche abgegeben werden, bei beiden ungleich. Tuczek hat<sup>1)</sup> gefunden, daß zum Einspeicheln beim Kauen der Weißbrotkrume pro 100 g frischer Substanz 75,7, für die Kruste aber 118,1 g bei Schwarzbrotkrume 58,2, für die Kruste 103,1 g Speichel abgesondert wurde; von den zahlreichen untersuchten sonstigen Speisen animaler und vegetabilier Natur überschritten nur Nüsse und Kastanien (232,0—183,7 g Speichel) und vor allem sehr harte und süße Gebäcke mit 493,6 g Speichel die hohen Werte der Speichelbildung bei Brotkruste, der Anreiz des Süßen zur Speichelbildung ist gegenüber dem Salzigen enorm überlegen.

Die wohlschmeckende Rinde hat zweifellos den Vorteil, daß sie zu einer gründlichen Durchkautung der ganzen Masse beiträgt, während die zähe und lederne Rinde viel weniger zerkaut und in größeren Stücken geschluckt wird. So kann das Brot durch seine schmeckenden Bestandteile der Rinde zur Erhöhung des Genusses einer einfachen Mahlzeit beitragen. Die Rinde aus Mehlen, die sehr stark ausgemahlen, d. h. mit Kleie durchsetzt sind, schmeckt weniger gut als die Rinde kleiefreier Mehle, auch scheint in dieser Hinsicht der Weizen dem Roggen überlegen zu sein.

Bei der üblichen Zubereitung wird das Brot stark gelockert, was ja der Zweck der Gärung oder einer entsprechenden anderen Methode der Gasentwicklung ist. Man könnte daher daran denken, das Volumgewicht des Brotes als einen Ausdruck für die gute Beschaffenheit desselben anzusehen. Dies ist aber nur bedingt richtig, denn es kommt vor, daß einige Stellen bei unrichtiger Zubereitung speckig bleiben, andere aber über das Maß gebläht sind und enorme Hohlräume aufweisen, sodaß das mittlere spezifische Gewicht befriedigend erscheint, das Gebäck aber doch als schlecht verurteilt werden muß. Um aber über diese Gesichtspunkte überhaupt ein anschauliches Bild zu geben, seien einige Messungen, welche ich ausgeführt habe, angefügt.

Das spezifische Gewicht der Krume von Weißbrot und von Vollkornbrot habe ich zuerst luftfrei gemessen, indem ich ein Gebäck unter einem Druck von 900 Atmosphären brachte, es wiederholt zerschnitt und dann wieder formte.

<sup>1)</sup> Zschr. f. Biol. 12. 1876. S. 541.

Das spezifische Gewicht der Weißbrotkrume, war . . . . .	1,120
jenes vom Vollkornbrot . . . . .	1,167
bei normaler Beschaffenheit hatten <sup>1)</sup>	
Milchbrötchen (im ganzen) ein spezifisches Gewicht von	0,297
Knüppel . . . . .	0,311
Schrippen . . . . .	0,339
Schwarzbrötchen, Krume . . . . .	0,441

Die Rinde wird natürlich je nach der Backweise sich mehr oder weniger der luftleeren Brotmasse nähern. Aus dem spezifischen Gewicht läßt sich dann der Luftgehalt ableiten, da man ja nur das Volumgewicht, d. h. das Gewicht in Raumteile umzurechnen nötig hat. Es enthält somit gutgebackene Ware an Luft:

bei Milchbrötchen . . . . .	73,5 %	bei Schrippen . . . . .	69,7 %
„ Knüppel . . . . .	72,2 „	„ Schwarzbrötchen, Krume	62,0

Die poröse Beschaffenheit des Brotes hat den großen Vorzug, daß es ungemein leicht einzuspeicheln ist, auch locker wird und dem Zerkauen wenig Widerstand entgegengesetzt. Die Rinde dagegen verhält sich etwas anders, und zwar unterscheidet man zwei Sorten derselben, die glatte Rindenschicht, so z. B. bei den Milchbrötchen und dem Laibbrot, während die Rinde des Knüppels selbst sehr locker zu sein pflegt, da sie bei gutem Gebäck aufgerissen und aufgefranst erscheint, also beim Kauen leicht die löslichen Produkte an den Speichel abgibt. Naturgemäß haben die Kleingebäcke eine relativ größere Oberfläche als ein Laibbrot, und so sollte sich auch die Rindensubstanz zur Krume verschieden verhalten. In Wirklichkeit sind die Verhältnisse etwas anders, weil ja durch den Backprozeß die Dicke der Rindenschicht sehr verschieden einfließt wird.

Im freien Wettbewerb wird das Kleinbrot das Großbrot hart bedrängen, und doch wirkt speziell das Weißbrot in dauerndem ausschließlichen Genuß allmählich etwas weniger angenehm, es hat namentlich dem Roggenmischbrot gegenüber nicht den kräftigen Geschmack, beide entfalten ihre Eigenschaften am besten in der Abwechslung, daher wird die früher mehr eingebürgerte Gewohnheit, für den Gebrauch bei Mahlzeiten dem Großbrot den Vorzug zu geben, die rationellere sein. Das letztere trocknet weniger rasch aus und ist im Familiengebrauch, abgesehen von der Billigkeit, sparsamer, da man ja nur die Ration, welche gerade gewünscht wird, abzuschneiden braucht. Daß frisches Brot — das bereits abgekühlt ist — ungesund sei, dafür ist ein Beweis nicht

<sup>1)</sup> Lehmann, Arch. f. Hyg. 21 1894, gibt für Weißbrote 73 bis 83 % an.

zu erbringen, daher mag das „alte Brot“ als Kriegsgebrauch hingenommen werden, hat aber sonst keine Existenzberechtigung als gesundheitliche Notwendigkeit.

#### Brot und Brotgetreide als Bestandteil unserer Kost.

Es gibt kein Nahrungsmittel, welches in seiner Unentbehrlichkeit und Bedeutung gleich anerkannt ist, wie das Brot. Bei den Kulturnationen vergeht wohl bei keinem auch nur ein Tag bei Wohlsein ohne Brotessen. Demgegenüber kann man feststellen, daß es Zeiten in der Geschichte der Menschheit gab, und auch in der Geschichte unseres Volkes, wo man Brot nicht kannte, und ebenso gibt es heute noch manche außereuropäischen Landstriche, in denen man kein Brot anwendet. Beides berechtigt nicht zu der Annahme, daß Brot und Brotgetreide für unsere Volkswirtschaft und vom Stande der Volksernährung aus nichts anderes sind als eine Menge Eiweiß und Kohlehydrat, die man eben durch eine andere Menge dieser Stoffe und andere Nahrungsmittel ohne weiteres ersetzt. Und andererseits kann das Brot zweifellos als ein Fortschritt der Verwertungsweise des Brotgetreides angesehen werden.

Man darf, wie ich schon oft auseinandergesetzt habe, namentlich in der Frage der Volksernährung die Sache nicht ganz unter dem Gesichtswinkel des Tierzüchters betrachten, der viel ungebundener in der Zusammenstellung der Nahrung ist. Für die Menschheit, welche sich nähren will, ist Brot eine Substanz mit bestimmten Eigenschaften, die durch kein anderes Gemenge von Nahrungsstoffen gleicher Art für die Konsumenten ersetzt wird.

Die Speisen, welche wir aufnehmen, sind an sich von der Natur in uns nicht vorbestimmt, sie sind uns anerzogen von Jugend auf, mit unserer Familie werden wir in eine bestimmte Gruppe von Menschen mit lokalen und nationalen Eßgewohnheiten eingeordnet. Diese Eßgewohnheiten beruhen darin, daß sich allmählich eine bestimmte Koch- und Ernährungsweise ausgebildet hat, die erfahrungsgemäß bekömmlich ist, durch Tradition weiter gegeben wird, in deren Rahmen aber die einzelnen Gerichte zueinander angepaßt sind. Auf der Basis dieser allgemeinen Ordnung des Essens arbeitet sich jeder Mensch seine speziellen Speisezettel aus, an dem er hängt, den er gegen Angriffe verteidigt und auch gelegentlich als das allein Richtige auffaßt. Das Resultat einer solchen nationalen oder provinziellen Speiseordnung ist die erfahrungsgemäß festgestellte Bekömmlichkeit der Mischungen; wir

können auch heute noch nicht im einzelnen durch physiologische Tatsachen belegen, warum manche Nahrungsmittelgemische am besten in der auf empirischem Wege festgestellten Weise sich bewähren. All das muß man im Auge behalten, wenn man an die Beurteilung der Fragen der Volksernährung herantritt; die Herausnahme einer wichtigen Speise aus der üblichen Nahrungsweise hat also oft weittragendere Folgen, als man gerade denkt, weil dadurch die übrige Ernährungsweise in Unordnung geraten kann.

Für jeden der Konsumenten bedeutet das Brot nicht nur einen bestimmten Anteil an Nahrungsstoffen, sondern die Ordnung des ganzen Essens. Im Haushalt ist es die beste Konserve, die wir benutzen, wenigstens das Großbrot ist gut haltbar, stets zur Hand. In der sparsamen Familie ist es das Nahrungsmittel, das mit Leichtigkeit eine Knappheit der übrigen Kost ausgleicht. Reichen die sonstigen Nahrungsmittel nicht aus, so tritt eben das Brot zur Auffüllung der Nahrungsbedürfnisse ein. Zu jeder Mahlzeit eignet es sich als Beigabe, es braucht keine Vorbereitung für den Genuß, läßt sich auch wie beim Mitgenuß zu Getränken bei Kaffee, Tee, Kakao durch keine andere Speise unter einfachen Verhältnissen ersetzen. Bei der Hauptmahlzeit kann es leichter eingeschränkt werden durch Erhöhung der Ration von Gemüse, durch die Kartoffel, Fleisch etc. Brotreste, zu Suppen und Mehlspeisen verarbeitet, dienen zur Abwechslung in den Gerichten, wo sonst das Aufwärmen und einfache Aufbewahren, wie bei Kartoffelgerichten oder Gemüse, eintreten muß. Neben dem Verbrauch von Zerealien zur Brotherstellung kommt durchschnittlich ein Teil derselben für Kochzwecke in Betracht, namentlich zur Bereitung des Teiges für Suppen, dann als Beigabe zu Gemüsen und zu den Mehlspeisen — von Kuchen etc. sei vorläufig abgesehen. Dieser Mehlsanteil ist ungeheuer wichtig, weil er die Aufrechterhaltung der bürgerlichen Küche im besten Sinne des Wortes ermöglicht. Der Verbrauch an Mehl zu Kochzwecken ist also im allgemeinen dort noch erheblich, wo die häusliche Küche Bedeutung hat und sich in einem Niveau bewegt, auf das sie in friedlichen Zeiten tunlichst gehoben werden müßte; fehlt das Mehl, so fallen selbstverständlich auch diese Kochweisen in sich zusammen.

Die Höhe der Brotkost hängt ganz mit der sonstigen Ernährungsweise zusammen. Sie hat sich aus den natürlichen Hilfsquellen einer Gegend entwickelt, ihr haben sich die übrigen Nahrungsmittel angepaßt, sodaß das eine Nahrungsmittel organisch zu dem ganzen Aufbau der Kost einer Bevölkerungsgruppe gehört. Es bedeutet also die Veränderung der Brotkost einer

Bevölkerung wie das Herausnehmen irgendeines anderen wichtigen Nahrungsmittels einen wichtigen Eingriff. Die Voraussetzung für eine Veränderung des Brotkonsums, so eine Verringerung desselben, ist die Möglichkeit, für das Brot ein anderes Nahrungsmittel zu bieten. Massennahrungsmittel, die das Brot ersetzen können, haben wir nicht, nur die Kartoffel könnte da in Frage kommen. Werden die Leute, denen man von heute auf morgen das Brot entzieht, materiell und diätetisch in der Lage sein, sich Ersatz zu schaffen? Das ist eine Frage, welche nicht leichtfertig behandelt werden sollte. Wenn man den Vorschlag gemacht hat, ein paar Tage in der Woche das Brot als Nahrung ganz ausfallen zu lassen, so ist das nur die Bestätigung dafür, daß man von der Wirkung einer solchen Maßregel in manchen Kreisen keine Vorstellung hat. Ein hoher Brotverbrauch einer Bevölkerungsschicht ist durchaus nicht ein Anzeichen für eine luxuriöse Lebenshaltung, im Gegenteil, ein Beweis einer genügsamen Lebensweise. Wenn heutzutage unter dem Zeichen des Mangels an Brotgetreide eine andere Meinung besteht, so ist diese eben unrichtig.

Der Brotkonsum hängt zum Teil vom Kartoffelkonsum ab, doch wenn letzterer groß ist, tritt Brot etwas zurück. Auch in der städtischen Kost, namentlich in den wohlhabenden Klassen, die übrigens für den Gesamtkonsum der Nation wenig ausschlaggebend sind, tritt er mehr zurück. Jedenfalls dürfte der Brotkonsum im Laufe der Jahrzehnte im allgemeinen etwas kleiner geworden sein als früher, da inzwischen die Steigerung des Fleisch- und Zuckerkonsums allein schon — abgesehen von der Steigerung von Fettverbrauch — eine Minderung des Konsums anderer Nahrungsmittel zur Folge gehabt haben muß. Zahlenmäßig läßt sich eine genaue Angabe hierüber nicht machen.

Nach meinen Feststellungen auf Grund des in den Haushaltbüchern der verschiedensten Berufsklassen aufgeführten Brot- und Mehlverbrauches kann man pro Kopf und Tag in Deutschland einen mittleren Verbrauch von 436 g annehmen = 382 g Korn, wozu noch 44 g Mehl als weiterer Verbrauch dazu kommen = 62 g Korn = 445 g im ganzen.

Nach der Mühlenproduktion 1908/09 war der Verbrauch für Mehl = 167 kg pro Jahr = 224 kg Brotgetreide = 457 g pro Kopf und Tag. Nach der Mehlstatistik wäre das Verhältnis des Weizen- zum Roggenverbrauch wie 100 : 125. Hierbei sind die Verluste im Hause und im Handel mit inbegriffen. Bei äußerster Sparsamkeit kann man, wenn

das Brot quantitativ aufgezehrt würde, auf 363 g Brot und rund 35,1 g Mehl zu sonstigen Speisen heruntergehen.

Zu einer etwas anderen Aufrechnung kommt man durch folgende Betrachtung für die Zivilbevölkerung. Wenn man annimmt, daß die Zahl der eingezogenen Mannschaften rund 5 Millionen beträgt, die auf Grund der Feldsanitätsordnung zu verpflegen sind, zum erheblichen Teil — was hier nicht weiter erörtert werden soll — auf Kosten der in den okkupierten Landesteilen vorhandenen Getreidevorräte unterhalten werden — so scheiden aus der Nation die Männer und damit die kräftigsten Konsumenten aus der Zivilbevölkerung aus, das mittlere Körpergewicht der Nation sinkt dann von 45 kg auf 41,7 kg oder noch mehr, also von 100 auf 92,6. Die Kopfration könnte daher im Gesamtdurchschnitt eine Reduktion erfahren, ohne dem einzelnen zu wenig zuzumessen. Bei äußerster Sparsamkeit und bei Reduktion auf die Zivilbevölkerung allein käme man dann auf das Mindestmaß von 336 g Brot und 32,5 g Mehl pro Tag und Kopf. Eine weitere Reduktion bedeutet unweigerlich eine Einschränkung unter das sonst gewohnte Maß des Brotes und Mehlverbrauches. Sinkt die Brotmenge unter diese Zahl, so ist Brotmangel vorhanden, und ein Ersatz des Brotes durch andere Nahrungsmittel muß eintreten. In vielen Fällen steht der Brotverbrauch weit über diesem Mittel; wenn man z. B. den Brotverbrauch der Münchener Arbeiter nach den Angaben von Voit umrechnet auf den Verzehr pro Kopf und Tag der Nation, so ist der Brotbedarf = 570 g, der eines ostpreußischen Landarbeiters wäre — auf die gleiche Größe berechnet — 600 g (bei 635 g Kartoffelverbrauch). Der Verbrauch der sächsischen Weber, welche die Hauptmassen ihrer Nahrung im Brot erhalten, wäre sogar 711 g pro Tag und Kopf. Es müssen also eine große Anzahl von Distrikten diesen Beispielen höherer Brotration gegenüberstehen, die einen Brotverbrauch unter dem Landesmittel, 436 g pro Kopf und Tag, haben.

Es ist anzunehmen, daß die heutige Brotkonsumregulierung sich nicht so vollziehen wird, wie man angenommen hat; die Neigung zum Schematisieren, zum Aufdrängen und Ausdehnen eigener Gewohnheiten zu allgemeinen Gesetzen und Verordnungen liegt hier, wo jeder ein lebendes Glied der großen ganzen Volksfamilie ist und deshalb sich für berechtigt hält, mitzureden und mitzuverordnen, nahe. Man glaubt dadurch, daß man die Ausführung der Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses den Gemeinden überträgt, alles getan zu haben, was zur Befriedigung besonderer Bedürfnisse zu fordern ist; inwieweit aber die einzelnen Gemeinden die Mittel besitzen,

die Ausführung zur Tat werden zu lassen, darüber ist man sich wohl weniger im klaren. Die einzelne Gemeinde wiederum steht vor einer Aufgabe, zu deren Lösung sie an sich keine Unterlagen findet und zu der sie sich anderwärts keine Hilfe erbitten kann, weil rings herum die gleiche Unsicherheit herrscht.

Eine kurze Betrachtung zur quantitativen Seite in der Brotversorgung ist wohl am Platze.

Nach der gegenwärtigen Brotordnung kommen z. B. in Berlin 275 g pro Kopf und Tag. Davon mögen  $\frac{4}{10}$  von Weizenbrot und  $\frac{6}{10}$  von Roggenbrot gegessen werden = 110,0 g Weißbrot und 165 g Roggenbrot, das wären 88 g Mehl aus Weizen und 132 g Mehl aus Roggen. Davon sind:

88	132
30 % Roggen = 26,4	13,2
= 61,6 Roggenmehl	118,8 = 10 % Kartoffelmehl
= 118,8 g Roggen	
+ 26,4	
145,2 g Roggen.	

bei rund 80 % Ausmahlung: 77 g Weizenkorn und 182,7 g Roggenkorn.

Auf die Nation und das Jahr berechnet, wäre dann der Verbrauch:

1 925 600 Tonnen Weizen	}	6,5 Mill. Tonnen zusammen.
und 4 567 500 " Roggen		

Nimmt man von 1903 bis 1913 vier Werte der schlechtesten Ernten aus verschiedenen Jahren getrennt für Weizen und Roggen heraus, so war das Ertragnis ausschließlich der Aussaat für:

Weizen = 3,7 Mill. Tonnen	}	12,4 Mill. Tonnen zusammen,
Roggen = 8,7 " "		

woraus zu folgern wäre, daß wir uns jetzt fast auf den Konsum auf die Hälfte der schlechtesten Ernten eingeschränkt haben. Nimmt man an, daß ohne Rücksicht auf Vorräte, die im Lande waren, die Ernte dieses Jahres den niedersten Zahlen entsprechen habe und daß im ersten halben Jahre das Getreide soweit aufgebraucht war, sodaß nur noch die heutige Ration übrig blieb, so müßte folgendes der Konsum der ersten sechs Monate gewesen sein:

Ernte an Weizen	3,7 Mill. Tonnen
Rest f. d. 2. Halbjahr	0,96 " "
Verbrauch	2,74 pro 1./2. Jahr v. Beginn d. Krieges
Ernte an Roggen	8,70 Mill. Tonnen
Rest für 6 Monate	2,23 " "
Verbrauch	6,47 pro 1./2. Jahr vom Beginn des Krieges,

also im ganzen  $2,74 + 6,47 = 9,21$  Millionen Tonnen für das Halbjahr oder pro Kopf und Tag = 736,8 g Getreide, während der Verbrauch sonst an 457 g Getreide beansprucht hat.

Wir wissen freilich, daß ein großer Teil des Brotgetreides, Roggen vor allem, da es an einem streng durchgeführten Verbot mangelte, an das Vieh verfüttert worden ist.

Wenn man sonst für die menschliche Ernährung einen Jahresverbrauch von 11,42 Millionen Tonnen Brotgetreide annimmt, also für ein halbes Jahr 5,71 Millionen Tonnen, und diesen Wert von dem Halbjahrverbrauch zu Beginn des Krieges abzieht

$$\begin{array}{r} (2,74 + 6,4) = 9,21 \\ - 5,71 \\ \hline 3,50 \end{array}$$

so müßten 3,5 Millionen Tonnen Roggen an das Vieh verfüttert worden sein, um den gegenwärtigen Ausfall an Brotfrucht zu erklären. Darüber mögen Sachverständige entscheiden, ob man tatsächlich so frivol gehandelt hat; immerhin machen wir jetzt bei dem Kampf um die Kartoffel ähnliche Erfahrungen, es gelingt in keiner Weise, dieses Nahrungsmittel der Viehfütterung zu entreißen. Passiver und aktiver Widerstand auf der ganzen Linie läßt bisher kein entschiedenes Eingreifen zu, die Kartoffelvorräte für den Menschen sicher zu stellen. Immerhin möchte ich aber mit Bezug auf das Getreide annehmen, daß der Erfindungsdrang nach Brotsurrogaten besser ersetzt würde durch das Aufsuchen nach unbekanntem Getreidevorräten, und wenn es schon ein Verdienst ist, ein paar Goldstücke nach der Reichsbank abzuliefern, so wäre es gewiß ebenso bedeutungsvoll, die Getreidesammlung ebenso gewissenhaft zu betreiben. Denn man muß zu dem oben Gesagten doch noch erwägen, daß ja noch Vorräte aus dem Jahre 1913 vorhanden gewesen sind und die Truppen einen erheblichen Teil von Brotfrucht im Auslande gedeckt haben.

#### Die Versuche, das Brot zu vermehren.

Wenn die Volksernährung von einem weit ausschauenden Gesichtspunkte von Anfang des Krieges geleitet worden wäre und dabei die menschlichen Bedürfnisse in erster Linie, wie es verständlich gewesen wäre, ihre Berücksichtigung gefunden hätten, so wäre der Verbrauch an Brotgetreide und Kartoffeln, also der wesentlichen vegetabilischen Komponenten unserer Nahrung, vor der Ausbeutung zur Tierfütterung sicherzustellen gewesen. Von dem Tierbestande waren die Rinder und Kühe in erster Richtung zur Schonung zu bestimmen, der horrende Ueberschuß an Schweinen aber eingeschlachtet zu werden. Inzwischen ist aber die Oberleitung auf andere Wege geraten, die Abschachtung ist nicht erfolgt, der Schweine-

bestand abnorm hoch geblieben. Getreide, Kartoffeln, Zucker werden an die Tiere verfüttert, und die Bevölkerung wurde in die Zwangslage versetzt, sich mit einer erheblich reduzierten Brottration abzufinden und anderweitig für den Ausfall Ersatz zu suchen. Das „Wie“ bleibt jedem selbst überlassen. Statt einer entschiedenen zielbewußten Sicherung der Volksernährung verraten die sich häufenden Nahrungserlasse eine nach der Wirklichkeit unserer Lage und mit Hinsicht auf das allgemeine Wohl unverständliche Rücksichtnahme auf die Preispolitik einflußreicher Interessentenkreise.

### III.

#### Brot mit Mehlsurrogaten.

Zu den bekanntesten, schon vor mehr als 50 Jahren aufgeführten Mehlsurrogaten gehört die gekochte oder zerriebene Kartoffel, zerriebene Rüben, Rückstände der Obstmostbereitung, das Mark von Äpfel und Birnen. Schon Liebig hat sich in seinen chemischen Briefen über diese Art des Brotbackens nicht sehr anerkennend ausgesprochen.

Wie vorauszusehen, haben sich die Vorschläge zur Brotstreckung täglich vermehrt, abgesehen von dem Kartoffelzusatz, der ja schon amtlich vorgeschrieben ist. Von dem Zusatz anderer Mehle war schon oben die Rede, Hafermehl, Gerstenmehl wurden schon erwähnt, ebenso Bohnenmehl und Maismehl, Reismehl sind gelegentlich angewandt worden. Vom bloßen Standpunkt der Nahrungsvermehrung wäre dagegen nichts zu sagen, für uns hat die Sache wenig aktuelles Interesse, weil solche Vorräte in reichlichen Mengen ja nicht vorhanden sind und, wenn sie sich finden, besser dazu benutzt werden, den Ausfall des Mehles decken zu helfen.

Doch ist hier weniger an das Mehl, als an einen Ersatz der zum Brot zuzubackenden Kartoffeln gedacht, und von diesem Gesichtspunkte aus verdient die Zulassung der verschiedensten Materialien Beachtung, denn man könnte daraus schließen, daß um jeden Preis der Verbrauch von Kartoffeln zugunsten der Verfütterung an Tiere eingeschränkt werden soll.

#### Mischung des Brotes mit animalischen Nahrungsmitteln.

Von animalischen Nahrungsmitteln sind Milch und Eier in der Kochkunst vielfach mit dem Brotmehl in enge Verbindung gebracht. Die Magermilch, auch Bäckermilch benannt, auch Vollmilch werden zu der Milchbrötchenbereitung benutzt. Ballod hat vor kurzem gemeint, man solle die Magermilch — wenn sie billig ist (und sich anderweitig nicht unter-

bringen läßt, muß man dazu sagen) — künftig mehr zur Herstellung von Brot benutzen, der Milchzusatz hat natürlich seine Grenzen.

Weiter ist mir bekannt, daß in manchen Gegenden Käsestoff, d. h. Quark, mit Brot verbacken werden kann, wodurch sich Eiweiß- und Fettgehalt stark erhöhen würden. Nimmt man Käsestoff, der aus Magermilch ausgefällt wird, so würde sich der Eiweißgehalt stark erhöhen. Ich möchte aber meinen, es wäre zweckmäßiger, den Quark direkt zu essen oder z. B. zu Kartoffelpüree zu verwenden, da er uns dort eher eine Speise liefern könnte, die uns den fehlenden Erbsenbrei und dgl. ersetzen könnte.

Nicht selten sind mir im Laufe der Jahre Brotsorten als neue Erfindungen vorgelegt worden, bei denen Fleischmehl beigebacken war. Daß unter den heutigen Verhältnissen das Fleisch besser in der Küche bleibt und zum Brot verzehrt wird, bedarf keiner besonderen Begründung.

In manchen Gegenden in den baltischen Provinzen wird Blut zum Brot gebacken oder auch zu Eierkuchen u. dgl. beigegeben. Auch dieser Vorschlag ist neuerdings gemacht worden. Ich habe auch mehrfach solche Schwarzbrotbrote in Händen gehabt; das Aussehen ist derart, daß man an eine Neueinführung nicht denken kann. Natürlich enthält das Blut nährenden Bestandteile, wir essen sie ja in der Blutwurst und dergleichen. In großen Schlachthöfen dient das Rinderblut namentlich zur Albuminproduktion, auch wohl zur Herstellung von Blutmehl zur Tierfütterung, weniger häufig zur Düngerbereitung. Ich denke, daß man daher auch in dieser Zeit wohl die Verwertung des Blutes nicht aus dem Auge verlieren wird. Abnehmer von Blutbrot würden wohl selten sein, und Brot mit Blutwurst schmeckt jedenfalls besser oder namentlich Blutwurst mit Brotsuppe, ein weit verbreitetes Gericht, sorgen für die Gewinnung der entsprechenden Nahrungswerte.

Wie man in den Kuchen Rosinen, Nüsse u. dgl. einbacken kann, so gelingt das natürlich bis zu einem gewissen Grade auch bei Brot und anderen Nahrungsmitteln.

Von allen angeführten Beimischungen wäre Milch oder Quark aus Magermilch noch die wenigst unangenehme, aber es liegen keine eingehenden Erfahrungen vor, und solche sind unbedingt nötig.

#### Die eigentlichen Hungerbrote.

In Hungerzeiten sind stets Versuche gemacht worden, das Brot zu vermehren, oft sogar durch unverdauliche Massen, mit dem Zwecke, durch eine Füllung des Magens und Darmes das Hunger-

gefühl für einige Zeit zu unterdrücken. In der Literatur finden sich darüber eine Reihe von Angaben, die zum Teil in letzter Zeit in der Presse auftauchen, als wären es neue Erfindungen. Eine Reihe von solchen Angaben finden sich in Muspratts technischer Chemie unter dem Artikel „Brot“.

Schon v. Bibra hat Ende der fünfziger Jahre Brote untersucht, die bei Mißernten oder Hungersnot an manchen Orten hergestellt worden sind. Daß neben Roggen- und Weizenmehl Hafer- und Gerstenmehl zugesetzt wird, ist nicht befremdend, man hat aber auch Sauerampfersamen, gemahlenes Stroh, Kiefern- und Föhrenrinde, Knochenmehl zugegeben. E. Rouma fand in russischen Hungerbrotten als Zusatz Spreu von Roggen, Hafer, Buchweizen, neben Roggenmehl und Kartoffeln. Auch Unkräuter, Wicken, Rübsen, Kornrade nennen andere als solche Zusätze. Janecek gibt als Bestandteile kroatischer Hungerbrote Roggen-, Mais-, Buchenholzmehl an. Je nach der Wahl der Zusätze steigt der Zellulosegehalt, der beim Vollkornweizenbrot z. B. etwa 1 % beträgt, auf 3—29 %. Mir sind auch weitere Vorschläge zugegangen, wie Sägespäne, gepulverte Eierschalen und dergleichen Dinge mehr.

Friedenthal hat die Vermahlung von Haferstroh wieder empfohlen. Nach den Untersuchungen von N. Zuntz haben Versuche mit solchem Strohmehl bei Schweinen bisher zu einem wenig günstigen Ergebnis geführt, und die Benutzung des gleichen Präparates kommt nach einer amtlichen Notiz in der Tagespresse aus gesundheitlichen Gründen für den Menschen nicht in Frage.

Haberlandt hat die schon in Hungerjahren verwendeten Zusätze von Holzmehl wieder aufgegriffen und wissenschaftlich geprüft. Im Splintholz mancher Bäume kommen in bestimmten Zellen entweder Fett oder Stärkeeinlagerungen vor. Ob sich aber technisch die Reinmahlung ermöglichen läßt, mit welchem Kostenaufwand dies möglich ist, und andere Fragen stehen vorläufig im Stadium der Erwägung und Untersuchung. Trotzdem hört man immer wieder von Experimentatoren, die sich genügen lassen, eine Substanz zu zermahlen, um sie dem Brote zuzusetzen. Warum soll unser tägliches Brot dazu bestimmt sein, alles aufzunehmen, was man an gepulvertem Material herstellen kann? Ich möchte dringend auch hier vor dieser Brotvermehrungsmanie warnen. Natürlich könnte man geschmacklose und geruchlose gemahlene Sägespäne u. dgl. ebenso gut im Gemüse, den Würsten, dem Kartoffelpüree, in Eierspeisen und in Kaviar etc. unterbringen.

Es mehren sich auch die Angaben, daß man solche wertlosen Pulver auch versuchsweise dem Brote beigebacken hat und daß eine Anzahl von Personen das nicht gemerkt hat und nicht daran erkrankt ist. Meist handelt es sich um geringe Mengen von Zusätzen; so lange die betreffenden Personen an sich selbst die Wohltat solcher Erfindungen genießen, mag es dabei bleiben. Denn jeder hat das Recht zu tun und lassen, was er will. Es wäre aber doch ratsam, wenn man an amtlicher Stelle solchen Empfehlungen nicht allzuwilliges Gehör schenken wollte, wo es sich für jeden einigermaßen Orientierten oder auch von vornherein ausgesprochenermaßen nur um Mittel handelt, durch wertloses Zeug das Volum des Brotes zu mehren.



Wie wir schon bei der Kleiefrage gesehen haben, ist zwischen dem chemischen Nachweis der Nährstoffe und deren Verdaulichkeit ein großer Unterschied. Es kommen da eine Reihe von Fragen in Betracht, von denen die erste und wichtigste ist, daß diese Beigaben keinerlei Stoffe enthalten dürfen, die auf die Dauer schädlich einwirken. Zu den giftigen Unkrautsamen gehört der Taumelkohl und die Kornrade, die letztere enthält soviel Githagin, daß 3—5 g des Samenpulvers bereits leichte Intoxikationserscheinungen hervorrufen. Doch kann durch Rösten oder wenn das Brot stark sauer ist, die Giftigkeit beseitigt werden. Wicken machen das Mehl dunkel und zu Gebäcken nicht geeignet, Rodel färbt es blau, ebenso der Wachtelweizen, der dem Brote auch einen bitteren Geschmack verleiht. Manche der Zusätze enthalten auch Pflanzenharze u. dgl., über deren Rückwirkung auf den Darm uns zu wenig bekannt ist, um a priori die völlige Unschädlichkeit auszusprechen.

Weiter haben wir erfahren, daß der Wert der N-Ausnutzung namentlich durch eine Steigerung der Resorptionsarbeit eine Mehrung der N-Ausscheidung durch Reste der Verdauungssäfte hervorrufen kann. Die Versuche mit Kleie haben gelehrt, daß die Verdauungssäfte nur eingreifen, wenn die Zellulosewandungen angegriffen werden können, oder wenn die Zellen aufgebrochen sind. Weiter darf weder eine starke Gärung im Darm hervorgerufen, noch in anderer Weise die Peristaltik stark angeregt werden. Und endlich wäre noch zu erwägen, daß der Darmfortsatz, wenn er mit Fremdstoffen gefüllt ist, offenbar zu einer Erkrankung Veranlassung geben kann.

Die Vermahlung pflanzlichen zellulosehaltigen Materials ist zum Teil eine schwierige Aufgabe. Manche der mir zugegangenen Vermahlungen waren so grober Art, daß von einer Zertrümmerung der Zellen gar keine Rede war.

Die Hilfsmittel zur Zermahlung müssen je nach der Aufgabe ganz verschieden sein. Für Laboratoriumszwecke kann man sich feingehender Mühlen, ferner der Kugelmühlen oder endlich der Reibschale bedienen. Weitaus am allgemeinsten anwendbar ist letztere, doch mit verschiedenen Modalitäten der trocknen Zerreibung, der feuchten Zerreibung mit Wasser oder, was sich in manchen Fällen sehr bewährte, mit Alkohol. Natürlich wählt man auch für die Reibschale nicht die rein manuelle Arbeit.

Ich vermahle die Substanzen in einem Achatmörser, der durch Elektromotor rotiert und zu gleicher Zeit die Zerreibungsmechanik des Pistills (gleichfalls aus Achat) in Bewegung setzt. Diese Art der Zermahlungen ist jeder anderen überlegen, man kann fast sagen, daß man in ein paar Stunden das erreicht, was die Kugelmühlen oft erst in Tagen fördern. Die Kleie gehört zu dem leicht zerreiblichen Material, man kann sie in ein paar Stunden zu einer Masse umgestalten, die keine Formelemente mehr erkennen läßt. Das erreichen die Vollkornmehle nie. Auch Zermahlungen von größeren Teilen lassen sich, wenn auch viel schwerer, in weitgehender Feinheit erreichen. Viel schwieriger ist die Zerkleinerung von Hölzern. In der Kugelmühle erhält man nach achtstägiger dauernder Bearbeitung nur wenig Mehl, am besten noch

bei Zugabe von Wasser. Auch für Holz gibt der Achatmörser die besten Resultate.

Man kann Fichtenholz so zerkleinern, daß es so fein wird wie Mehl oder wenigstens durch ein Sieb von 0,17 mm Seitenlänge der Maschen hindurchgeht. Auch dann ist es aber von anderem Aussehen als feinstzermahlene Kleie, Zellen hängen oft noch bündelweis zusammen, und solche Partikelchen scheinen spitz. Man glaubt auch, zwischen den Fingern das Mehl zerreibend, den Unterschied zwischen Kleiemehl und Holzmehl noch zu fühlen. Keines der mir von anderer Seite übermittelten Mehle aus Stroh u. dgl. hatte diese von mir erzielte Feinheit der Zermahlung.

Das Zerreiben kann man natürlich ebenso bei anderen pflanzlichen Nahrungsmitteln, die sonst für den Menschen an sich nicht zu zerkleinern sind, anwenden, beim Gras, den Blättern des Blumenkohls, den weißen, zum Teil verholzten Teilen des letzteren und jedenfalls unzähligen anderen Dingen. So gut man schwarz aussehendes Blutbrot empfiehlt, könnte man grün aussehendes Grasbrot etc. herstellen oder mit Grasbrei die Gemüse strecken. Ich erwähne das alles, um zu zeigen, wohin allmählich die „Streckmanie“ noch führen könnte. Es ist aber zur Erläuterung der physiologischen Bedeutung einigermaßen auch die ungleiche Zusammensetzung solcher tierischen Futtermittel und des Holzes zu betrachten.

	100 Teile Trockensubstanz enthalten rund:		
	Protein	Stärke usw.	Zellulose
Roggen . . . . .	13,3	80,2	2,20
Kleie . . . . .	19,1	66,3	5,90
Spinat . . . . .	34,7	32,5	8,7
Salat . . . . .	24,7	38,6	12,2
Wirsing . . . . .	25,7	47,4	10,2
Brennesselblätter . . . . .	20,6	42,8	11,9
Birkenlaub . . . . .	18,3	54,9	15,3
Gras . . . . .	17,5	48,5	20,0
Klee . . . . .	18,3	42,8	26,6
Haferstroh . . . . .	4,4	42,0	33,5
Reisig . . . . .	0,1	53,7	35,6
Fichtensägemehl . . . . .	0,3	21,1	74,7

Man sieht, daß in den Gemüsen diejenigen Pflanzen berücksichtigt werden, welche an sich an Nährstoffen reich und an Zellulose nicht überreich sind, wobei man noch bedenken muß, daß beim Putzen der Gemüse die holzigeren Teile noch weiter ausgeschieden werden, sodaß der Holzfasergehalt geringer wird. Ehe man an die Strohart und Holz als Aushilfe denkt, wären eine Reihe anderer Futtermittel a priori wertvoller. Stroh und Holzarten stehen in der Reihenfolge des Nährwertes ungefähr am ungünstigsten (von Splintholz sei hier abgesehen).

Gewiß gehen manche Laien von der Anschauung aus, daß man die Nährwerte nicht aufnehmen könne, weil man Holz und Stroh etc. nicht zerkauen kann, und das letztere Unvermögen soll die Zermahlung beseitigen. Wir wissen aber, daß für die Unverwendbarkeit solcher Nährstoffe, die in verholzten Zellen eingeschlossen sind, eben auch die Unverdaulichkeit der Zellwand mitspricht, die aber der Darm des Wiederkäuers zum großen Teil zu überwinden vermag. Hierfür fehlen dem



Menschen die nötigen Einrichtungen. Es mag sein, daß die Stärke in manchen Fällen zum Teil durch Fermente erreicht wird, wir wissen darüber bis heute nichts Zuverlässiges. Ebenso ist auch Zellulose nur ein Sammelwort für eine Reihe von Substanzen, die in Beziehung zur Lösung im Verdauungskanal nur unvollkommen untersucht worden sind. Jedenfalls gehören nach heutiger Erfahrung die verholzten Zellen zu den schwerst oder garnicht aufzulösenden Bestandteilen. Wo reichlich Zellulose in einem Nahrungsmittel vorhanden ist, kommt auch reichlich Kot in den Ausscheidungen vor.

Durch die oben erwähnten Versuche von Poggiale ist schon die Schwerlöslichkeit der Zellulose dargetan. W. Hoffmeister hat reine, feinst zerteilte Zellulose aufgenommen und 94 % wieder ausgeschieden, doch kommen neben diesem auch Substanzen zelluloseartiger Natur vor, die man durch Natron aus den Holzfasern ausziehen kann, welche leichter aufgenommen werden und zu 76 % resorbierbar sind. Diese letzteren werden aber durch die übliche Zellosedarstellung meist zerstört und erscheinen daher überhaupt nicht in der Analyse. Ueber die Zelluloseausnützung bei Mehlen habe ich Folgendes nach eigenen Versuchen und solchen von Praussnitz zu bemerken:

Mehle	Unverdaulich
mit 30% Ausnützung	48,9 %
mit 70—80 %	40—49,8 %
dekortizierte Vollkornmehle = 95 %	90,9; 88,6; 72,7 %
vollkommene Ausmahlung = 100	92,9—75,0 %

Es läßt sich heute nicht mit Bestimmtheit sagen, warum die kleiereichen Mehle eine steigend schlechte Ausnützung der Zellulose zeigen, doch findet sich die Erklärung vielleicht darin, daß in meinen Versuchen die absolute Menge der zerstörten Zellulose überhaupt sehr gering war, 0,6—1,6 g, mit steigender Zufuhr mußte also dann die Ausnützung schlechter werden. Da es sich hier wahrscheinlich um Bakterienwirkung handelt, so spielt die Dauer des Aufenthalts des Kotes im Darm eine gewisse Rolle; diese war aber bei Brotkost kürzer als einen Tag. Die Kotmenge wird also mit steigender Zellulose rasch größer. Wenn man nun bedenkt, daß Brot aus fein zermahlener Handelskleie ungefähr 3,3 mal soviel Kot liefert als Mehl von 75 % Ausmahlung und der Verlust bei der Ausnützung

für Trockensubstanz	Substanz	für Kohlehydrate
42,3 %	56,3 %	37,3 %

beträgt, so wird man wohl erlauben können, daß, wenn das Zellulosemaß, wie z. B. im Klee, viermal so groß ist wie bei Kleie, die Kotbildung an sich schon enorm sich steigern muß, bei Haferschrot und Reisig wäre die Zellulosemasse fünf- und sechsmal so groß wie bei Kleie unter Sinken des Proteingehaltes auf  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ , also die Steigerung der Kotbildung noch enormer unter Verringerung der Nährwerte und Sinken der Ausnützbarkeit.

Wenn man auf einen Nutzen durch den Nährwert rechnen wollte, müßte man selbstverständlich dem Brot auch erhebliche Mengen solcher Surrogate zusetzen, dann aber kann man kaum mehr bezweifeln, daß schon die Mengen des Stuhlganges sich so erheblich steigern werden,

daß dadurch Unzuträglichkeiten entstehen, ganz abgesehen von der Anregung zur Peristaltik, um die verdauten Massen weiter zu befördern. Somit liegt es nahe, eine ungünstige Beeinflussung auch des sonst resorbierbaren Brotanteiles zu erwarten.

### Nach dem Krieg.

In den letzten Monaten ist dieses Thema zu ausreichend behandelt worden, als daß es nötig wäre, noch viel anzufügen, aber die Frage nach der Zukunft der Nahrungsmittelproduktion wird Anlaß geben, die beiden Bodenfrüchte mit Rücksicht auf ihre absolute Ertragsfähigkeit zu vergleichen.

Nach den erwähnten Feststellungen der Mühlenproduktion 1908/09 werden pro Kopf und Jahr in Deutschland 167 kg Mehl, 224 kg Brotgetreide verbraucht, wobei 141,3 kg auf Roggen, 83,6 kg auf Weizen treffen = 457 g Brotgetreide pro Tag.

Auf einer anderen Basis steht die Berechnung aus dem Brot- und Mehlkonsum, wie er aus den Büchern über das Konsumtionsbudget der Familien von mir berechnet ist, er beträgt 445 g Brotgetreide am Tage.

Nach einer weiteren, von dem vorigen wieder unabhängigen Berechnung war in den Jahren 1908—1911 der Verbrauch an Brotgetreide = 221 kg (Produktion und Einfuhr), und zwar 9,2 Millionen Tonnen Roggen und 5,32 Millionen Tonnen Weizen pro Jahr = 490 g Brotgetreide pro Kopf und Tag, auf Roggen entfiel 63,45 %, auf Weizen 36,55 %, Brotgetreide pro Kopf 311 g Roggen, 179 g Weizen.

Nach der Relation der Mühlenstatistik treffen

62,8 % auf Roggen = 287 g	37,2 % auf Weizen 170 g Weizen pro Kopf und Tag
------------------------------	--

Die Landesproduktion war 1908—1911

9,820 Mill. Tonnen Roggen	3,763 Mill. Tonnen Weizen.
---------------------------	----------------------------

Der Bedarf nach der Mühlenstatistik wäre

7,175 Mill. Tonnen Roggen	4,250 Mill. Tonnen Weizen
somit mehr Roggen als Bedarf +	36,8 %
weniger Weizen als der Bedarf -	16,3 %

Auch bei mäßigen Ernten ließe sich wohl die Produktion an Weizen so erhöhen, daß dadurch der Import an Weizen entbehrlich wird. Eine solche Mehrung des Weizens würde nicht einmal eine Vermehrung der Bebauungsfläche über 16,3 % notwendig machen, da das Ertragnis an Weizen an sich mit Rücksicht auf die Ernährung des Menschen günstiger liegt als für den Roggen.

Je nach der Güte der Ernten und der Ertragnisse werden die Relationen zwischen Produktion und Ueberschuß oder

Mangel schwankend sein, das allgemeine Resultat wird aber dasselbe bleiben — Roggenüberschuß und Weizenmangel.

Der Ausgleich kann demnach zustandekommen durch eine Verschiebung des Konsums zwischen Weizen und Roggen, wie es in Kriegszeiten eingetreten ist; das wird im allgemeinen nicht der Wunsch der Bevölkerung sein, die Rückkehr zum Weizenkonsum wird unbedingt sich wieder geltend machen. Ebenso wenig wird sich eine einseitig durchgeführte stärkere Ausmahlung des Weizens einbürgern, da ja im allgemeinen der letztere an sich schon besser ausgewertet wird als der Roggen. Somit wird man an die Möglichkeit einer Mehrproduktion an Weizen denken. Diese läßt sich steigern durch die Intensität der Kultur. Das trifft zweifellos für sehr erhebliche Teile Deutschlands zu, namentlich für die kleinbäuerlichen Bezirke, wo Bodenbearbeitung und Düngung Aenderungen herbeiführen können. Auch die Gewinnung neuer Bodenflächen, die Aenderung eines Teiles der Roggenkultur dürften, was ich freilich der Landwirtschaft zur Entscheidung überlassen muß, möglich sein. Für die Förderung des Weizenbaues sprechen aber manche Gründe, die nicht allein eine bloße Konzession an das Weizenbrot vom Standpunkt des höheren Genußwertes sind. Es ist bekannt, daß das Weizenenertragnis pro Hektar größer ist als das Roggenenertragnis, außerdem wird dieser Unterschied noch gesteigert durch die günstige physiologische Qualität des Weizenmehles gegenüber dem Roggenmehl, wie nachfolgende Betrachtung lehrt.

Nimmt man nach dem Statistischen Jahrbuch 1914 S. 44 den Ertrag

an Roggen 1903—1912 = 1700 kg p. Hektar  
an Weizen 2030 "

und die Aussaatmengen = 170 kg für beide, so ist das mittlere Ertragnis

bei Roggen 1700	bei Weizen 2030
— 170	— 170
1530 kg p. Hektar	1860

Für den Roggen wird im Mittel angenommen als Zusammensetzung

Protein	Fett	N.-fr. Stoffe	Zell.	Asche	König	p. 474 = 355,1 Kal.
11,17 %	1,68	69,02	2,62	2,09		
12,29 "	1,71	67,96	2,82	1,85	König	p. 418 = 356,4 Kal.
für Weizen Deutschland						

i Hektar liefert, abzüglich 5 % Verlust (für die äußere Schale und unvermeidlicher Mahlverlust)

bei Roggen 1453 kg  
" Weizen 1767 "

und 100 Teile geben bei Roggen 16,0 % Verlust der Trockensubstanz; 16 Teile Verlust enthalten pro 1 g 4,8 Kal. = 76,8 Kal., also resorbierbar

355,1
— 76,8
278,3 Kal. p. 100 g = 2783 p. kg
vom Protein 60,2 % resorbierbar = 6,72 p. 100 g = 67,2 Kilo
= 3993 605 Kal. 97,641 Kilo Eiweiß

und für Weizen:

100 Teile geben 12,3 % Verlust p. 1 g 4,8 Kal. = 59,0 Kal. Verlust, also resorbierbar

356,4
= 59,0
297,4 Kal. p. 100 g = 2974 Kal. p. Kilo
vom Protein ist verdaulich 69,5 % = 8,54 p. 100 g = 85,4 p. Kilo
also p. Hektar = 5511 640 Kal. und 150,82 Kilo Weizen

das Ertragnis an resorbierbaren Teilen ist bei Weizen für die Kal.

mehr als bei Roggen + 38,0  
für Eiweiß + 54,4

Man könnte es also auch als kein Uebel betrachten, wenn der Weizenbau noch einen größeren Umfang annähme, weil ja dadurch die Bodennutzung nur gesteigert werden könnte. Es kommt aber noch ein anderer Umstand hinzu, der das Verhältnis aus dem Weizenacker viel günstiger erscheinen läßt als jenes der Roggenfelder. Die Ausmahlung wird unter normalen Verhältnissen nicht auf 95 % getrieben, wie ich in der vorhergehenden Berechnung angenommen habe, um möglichst vergleichbare Werte zu erhalten.

Im allgemeinen läßt sich der Roggen weniger gut ausmahlen, sein Mehlkern ist, wie man angibt, nicht so leicht abzuschneiden, weswegen im Durchschnitt die Ausmahlung wohl nur auf 65 % getrieben wird, während der Weizen auf 75 % Ausmahlung ohne Schwierigkeit gebracht werden kann. Wenn man dies zugrundelegt, so würden die Erträge sich um 10 % Mehrausmahlung zugunsten des Weizens verschieben. Es liegt, wenn auch diese Ausmahlungszahlen Schwankungen unterliegen mögen, der Vorteil sicher auf Seiten des Weizens. Das Gesamtergebnis wird demnach noch mehr für die Förderung des Weizenbaues sprechen, falls die Bedingungen der Bodenkultur es sonst zulassen.

Vom Standpunkt der Backware ist der Weizenbau besser zu verwerten als der Roggen, denn die Eiweißstoffe des Roggens haben nicht dieselbe Bindung wie etwa jener Kleber im Weizenmehl. Es beruht auf keiner Naturnotwendigkeit, daß wir Roggen genießen, wie es auch keine solche gibt, die uns nur

Weizen vorschreibe. Das Bedürfnis nach Weizen wird sich steigern, wenn die Wahl frei ist. Denn der Roggenkonsum für reines Roggenbrot hat sich nur da erhalten, wo der Boden Roggen trägt und seine Verarbeitung in den kleinen Mühlen der Erzeugungsgebiete sich erhalten hat. Das Kleinbrot aber wird auf dem Lande nicht aus irgendwelchen tiefgründigen ernährungsphysiologischen Betrachtungen nicht gegessen, sondern deshalb, weil vielfach noch im Hause gebacken wird und weil das Bäckergerbe auf dem flachen Lande sich nicht so einbürgern kann. Fällt dies Hindernis, so wird auch der Anspruch auf Kleinbrot steigen, da die konservative Richtung einfacher Lebenshaltung dem Ansturm des Luxus nirgendwo standhält.