Aus dem Physiologischen Institut in Hamburg-Eppendorf.

Der Sättigungswert der Nahrung.

Von Prof. Otto Kestner.

Die Beurteilung eines Nahrungsmittels und einer Ernährungsform erfolgt in der Physiologie fast ausschließlich nach der stofflichen Zusammensetzung. Es wird gefragt, wieviel Kalorien, wieviel Eiweiß, Fett usw. in dem Nahrungsmittel enthalten sind oder dem Menschen bei einer bestimmten Ernährungsweise geboten werden. Nur ganz nebenbei wird die „Bekömmlichkeit“ oder „Ertragbarkeit“ erwähnt, als etwas wenig Sicheres, für das man auf subjektive Angaben und Empfindungen angewiesen ist. Ich halte diese Betrachtungsweise für einseitig. Aus drei Gründen:

1. ißt der Mensch nicht, um sich eine gewisse Zahl von Kalorien oder eine bestimmte Menge Eiweiß zuzuführen, sondern um satt zu werden;

2. spricht die Uebung der praktischen Medizin gegen die ausschließliche Bedeutung der Kalorien oder des Eiweißgehalts. Es gibt zwar Sanatorien und Kliniken, in denen die Diät wirklich nach Kalorien bemessen wird, bei Stoffwechselkrankheiten geschieht dies allgemein. Aber für die gewaltige Mehrzahl der zahllosen Diätvorschriften, die der Arzt im Krankenhaus und in der Praxis seinen Patienten gibt, bei der Feststellung der Diätform in Krankenhäusern und Lazaretten kümmert sich der Arzt sehr viel weniger um den Nährwert als darum, wie die Nahrung auf den Verdauungskanal des Patienten wirkt und ob er satt wird;

3. ist die Physiologie heute in der Lage, ebenso genau und zahlenmäßig, wie über den Kalorien- und Eiweißgehalt, auch über den „Sättigungswert“ einer Nahrung Auskunft zu geben und über die Einwirkung der Nahrungsmittel und Nahrungsformen auf den Verdauungskanal, von der Ertragbarkeit und Bekömmlichkeit abhängen.

Unter dem „Sättigungswert“ einer Nahrung verstehe ich die Zeit, während deren sie die Verdauungsorgane in Anspruch nimmt. Wir wissen aus den Untersuchungen von Pawlow und Cannon, daß die Verdauungsorgane, wenn sie leer sind und nicht sezernieren, in eine periodische „Leertätigkeit“ geraten — das Antrum pylori bewegt sich, Pankreas-, Darmsaft und Galle werden abgesondert — und daß das Hungergefühl mit dieser Leertätigkeit verknüpft ist. Füllung des Magens allein gibt kein Sättigungsgefühl, wie das Gefühl des Magendrückens lehrt und die Abwesenheit des Sättigungsgefühls bei Aufblähung des Magens. Entscheidend für das Auftreten der periodischen Leertätigkeit ist nach Pawlow das Fehlen saurer Reaktion im Magen. Es scheint also, als sei die Salzsäuresekretion von Wichtigkeit für die Sättigung, vielleicht in Verbindung mit Ausdehnung des Magens. Es würde das auf das Gleiche herauskommen, wie wenn die Fülle des Magens entscheidet, da die Entleerung des Magens durchaus abhängig ist von der Salzsäuresekretion (s. u.). In welcher Weise die Magensaftsekretion und die Füllung des Magens mit den „Allgemeingefühlen“ Hunger und Sättigung zusammenhängen, ist eine noch ungelöste Frage. Vielleicht spielt die Verschiebung der Blutreaktion eine Rolle, die bei der Salzsäuresekretion zu beobachten ist.¹⁾ Sicher aber ist und auch in vollem Einklang mit der täglichen Erfahrung, daß Hunger und Sättigung in engem Zusammenhange mit Tätigkeit und Leere des Magens stehen und daß die einzelnen Nahrungsmittel und Gemische von Nahrungsmitteln den Magen ganz verschieden schnell verlassen. Davon aber hängt ihr „Sättigungswert“ ab.

Ueber die Dauer der Magenverdauung beim Menschen sind wir für eine Reihe der wichtigsten Nahrungsmittel durch die bekannte Arbeit von Penzoldt und mannigfaltige klinische Erfahrung unterrichtet. Experimentell genauer untersucht ist die Frage in den letzten Jahren an der Duodenalfistel von Best²⁾ sowie in mehreren Arbeiten meines Laboratoriums.³⁾ Wir konnten auch absolute Zahlen für die Menge des Magensaftes und der übrigen Verdauungssäfte gewinnen und die Schnelligkeit des Transports durch den Dünndarm in ihrer Abhängigkeit von Art und Zubereitung der Nahrung bestimmen.

Auf die Entleerung des Magens wirken fünf Reize ein, fördernd: 1. Nahrungsaufnahme und Wohlgeschmack (psychische oder Appetitsmotilität)⁴⁾, 2. Dehnung des Magens;⁵⁾ hemmend: 3. das Vorhandensein von Salzsäure im Dünndarm (Pylorusreflex), 4. das Vorhandensein von Fett im Dünndarm (Pylorusreflex), 5. das Vorhandensein fester Körper vor dem Pylorus.

Auf die Absonderung des Magensaftes wirken vier Reize ein, fördernd: 1. Nahrungsaufnahme und Wohlgeschmack (psychische oder Appetitssekretion), 2. ein Hormon der Schleimhaut des Antrum pylori, das durch Fleischextrakt aktiviert wird; hemmend: 3. Salzsäure im Dünndarm⁶⁾, 4. Fett im Dünndarm.

Die Mehrzahl der Reize sind also dieselben, die auf Motilität und Sekretion wirken, und darauf beruht ihr enges Zusammenwirken. Darauf beruht es, daß die ganze Verdauungszeit über immer ein ziemlich gleichmäßig saurer Brei sich in der Randzone des Magens sammelt und den Pylorus passiert. Darauf beruht es, daß Motilität und Sekretion des Magens normalerweise gleich lange dauern. Je mehr Magensaft ein Nahrungsmittel fließen läßt, desto länger bleibt es auch im Magen. Diese Dinge sind bekannt. Weniger bekannt ist, wie sich die enge Zusammengehörigkeit von Magenbewegung und Magensaftabsonderung auch auf den Dünndarm forterstreckt. Die Transportbewegungen des Dünndarms kommen nur dann in Gang, wenn der Magen sich vorher bewegt hat.⁷⁾ Sie werden andererseits gehemmt, wenn sich Salzsäure und Fett im Dünndarm befinden, genau wie die Ausspritzbewegung des Antrum pylori.⁸⁾ Der sogenannte Pylorusreflex auf Salzsäure, d. h. die Kontraktion des Sphincter pylori, sobald sich Salzsäure jenseits des Pylorus im Dünndarm befindet, ist im Grunde gar kein Pylorusreflex, sondern kommt jedem beliebigen Stück Dünndarm zu.⁹⁾ Eine Nahrung, die wegen ihrer stark safttreibenden Wirkung lange im Magen verweilt, füllt nach ihrer Entleerung aus dem Magen auch den Dün-

¹⁾ O. Cohnheim, Die erfrischende Wirkung des Essens. Eppendorf-Festschrift 1914. — ²⁾ D. Arch. f. klin. M. 104. 1911 S. 115. —

³⁾ O. Cohnheim, M. m. W. 1907, Nr. 52. O. Cohnheim und Klee. Zschr. f. phys. Chem. 78. 1911 S. 464. O. Wolfsberg, ebenda 91, 1914 S. 344. Hier und bei Best stehen die wichtigsten Zahlen. E. Thomsen, Zucker. Ebenda 84. 1913 S. 425. O. Cohnheim, ebenda 84. 1913 S. 419. — ⁴⁾ F. Best und C. Cohnheim, Zschr. f. phys. Chem. 69. 1910 S. 113. — ⁵⁾ Dieselben, ebenda 69. 1910 S. 117. — ⁶⁾ O. Cohnheim und F. Marchand, ebenda 63. 1909 H. 1. — ⁷⁾ F. Best, Rostocker Habilitationsschrift 1912. —

⁸⁾ F. Best und O. Cohnheim, Zschr. f. phys. Chem. 69. 1910 S. 113.

darm noch lange an. Besteht doch bis zur Mitte des Dünndarms hin saure, durch die Magensäure bedingte Reaktion.¹⁾ Eine Mahlzeit aber, die den Magen schnell durchläuft, verweilt auch nicht lange im Dünndarm. Endlich ist die Magensalzsäure bekanntlich ein Hauptreiz für das Pankreas, auch hier setzt sich ihre Wirkung also fort.

In Kenntnis dieser wirksamen Reize und dieser Zusammenhänge ließen sich schon einige praktisch wichtige Folgerungen für die Verweildauer der Speisen im Verdauungskanal und damit ihren Sättigungswert ziehen. So muß Fleisch mehr Magensaft strömen lassen und damit länger „vorhalten“ als jede andere Nahrung, weil die Extraktivstoffe des Fleisches einen Sekretionsreiz für den Magen darstellen. So muß eine Nahrung, die aus Festem, Kaubarem besteht, länger im Magen verweilen, als eine Flüssigkeit oder ein Brei, weil der Pylorus sich vor festen Brocken schließt. So muß das Gemenge der Speisen anderen Gesetzen folgen als die einzelnen Bestandteile. Die Verhältnisse liegen aber so verwickelt, daß es besser ist, die Versuchszahlen sprechen zu lassen.

Ich gebe in der folgenden Tabelle zunächst eine Anzahl Zahlen aus den Untersuchungen von Best, bei denen nicht der Magensaft bestimmt ist, sondern die Summe von Magensaft, Pankreassaft und Galle. Der Magensaft macht etwa zwei Drittel aus. Die Zahlen stammen natürlich vom Hunde, da man am Menschen keine absoluten Zahlen erhalten kann. Wenn indessen die Verweildauer, der Gehalt des Mageninhalts an Salzsäure und die Schnelligkeit der Magenperistaltik gleich sind, so ergibt eine einfache Ueberlegung, daß auch die Menge des abgesonderten Magensafts gleich sein muß, und das ist der Fall. Die Verweildauer für Breie kann am Menschen am Röntgenschirme bestimmt werden, für andere Nahrung nicht. Die absoluten Zahlen unterliegen individuellen Schwankungen, die bei verschiedenen großen Tieren erheblich sein können. Wir haben als Regel an Hunden gearbeitet, deren Magen etwa so groß war wie der des Menschen. Verschiebungen des Verhältnisses der Mengen bei verschiedenen Speisen, die außerhalb der Versuchsfehler liegen, habe ich nicht gesehen. Vergleichende Versuche sind natürlich immer an ein und demselben Tiere angestellt.

Tabelle 1.

	Sekrete	Verweildauer im Magen
200 g Fleisch in Stücken gebraten	1246 ccm	4 Std.
200 g Fleisch, gehackt, gebraten	1203 „	3 1/2 Std.
200 g Fleisch gekocht, vorher die daraus bereitete Brühe	1186 „	4 1/2 „
200 g Fleisch roh, gehackt (à la tartare)	1242 „	4 1/2 „
250 g gekochter Schinken in Stücken	1179 „	3 3/4 „
250 g gekochter Schinken zerkleinert	517 „	3 „
2 harte Eier	545 „	2 1/2 „
2 weiche Eier	471 „	1 1/2 „
2 rohe Eier	372 „	70 Min.
200 g Brot	388 „	2 1/2 Std.
200 g Brot geröstet	820 „	2 1/2 „
263 g Kartoffeln, gekocht	839 „	3 „
200 g Bratkartoffeln	742 „	4 „
Probemahlzeit*) Schleimsuppe, Kartoffelbrei, Beefsteak aus 150 g Fleisch	1215 „	3 3/4 „
	1251 „	

Diese Zahlen erhalten ihre volle Bedeutung erst durch eine Versuchsreihe von Wolfberg, in der geprüft wurde, wie sich die Sekretzahlen verhalten, wenn man die Menge des betreffenden Nahrungsmittels verdoppelt.

Tabelle 2.

100 g Fleisch	244 ccm	50 g Brot	138 ccm
200 g „	536 „	100 g „	140 u. 147 „
50 g Fleisch	289 ccm	100 g Kartoffelbrei	300 ccm
100 g „	415 „	200 g „	340 „
200 ccm Bouillon	91 ccm	50 g Butter	334 ccm
300 „	210 „	100 g „	330 „
200 ccm Milch	84 ccm		
300 „	151 „		

Man sieht, daß die geprüften Nahrungsmittel in zwei Klassen zerfallen. Bei Fleisch, Bouillon und Milch geht die Menge der Sekrete proportional in die Höhe, wenn die Menge der Nahrung steigt. Bei Brot, Kartoffeln und Butter fehlt diese Proportionalität. Ob man von ihnen viel oder wenig ißt, das macht keinen oder nur einen sehr geringen Unterschied. Sehr deutlich zeigt sich das verschiedene Verhalten der beiden Klassen von Nahrungsmitteln in folgender Tabelle, ebenfalls aus der Wolfberg'schen Arbeit. Auf die große Bedeutung dieser Zahlen komme ich noch zurück.

Tabelle 3.

50 g Fleisch und 50 g Kartoffeln	546 ccm	4 Std.
50 g Fleisch und 100 g Kartoffeln	512 „	6 „
100 g Fleisch und 50 g Kartoffeln	340 „	5 1/2 Std.

Die Verdopplung der Sekretion bei Verdopplung der verfütterten Fleischmenge ist schon von Pawlow gefunden

¹⁾ R. Baumstark und O. Cohnheim, ebenda 65. 1910 S. 483.

²⁾ Cohnheim und Dreyfus, Zschr. f. phys. Chem. 58. 1908 S. 50.

worden, wird aber oft irrtümlich verallgemeinert. Der Grund für den Unterschied zwischen Fleisch und Milch einerseits, den pflanzlichen Nahrungsmitteln andererseits liegt in den zwei wirksamen Reizen, die es für die Magensaftabsonderung gibt. Fleischextrakt aktiviert das Hormon, und für die Hormonsekretion besteht innerhalb gewisser Grenzen natürlich eine Proportionalität, genau so gut, wie das für das Sekretin des Dünndarms nachgewiesen ist. Für die anderen Nahrungsmittel kommt die Magensaftsekretion dagegen lediglich durch die Sinnesreize zustande, die mit der Nahrungsaufnahme verbunden sind, und bei dem sehr komplizierten Reflexvorgang ist keine Proportionalität zwischen Reiz und Reaktion zu erwarten. Bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln sind die Mengen Magensaft, die sich auf sie ergießen, und damit ihr Sättigungswert 1. an sich niedriger als bei Fleisch (Tab. 1), und 2. sind sie auch nicht beliebig zu steigern (Tab. 2). Denn die Sekretion beruht nur auf dem einmaligen Reize des Wohlgeschmacks bei der Nahrungsaufnahme. Das Fleisch hat 1. schon in kleineren Mengen hohe Sekretzahlen, und 2. sind sie durch Vermehrung der Fleischmenge beliebig vermehrbar.

Die Sonderstellung des Fleisches. Das Fleisch hat sich von jeher einer besonderen Wertschätzung in der Ernährung zu erfreuen gehabt. Die Wohlhabenden haben es reichlich genossen, und im Laufe der letzten Jahrzehnte hat sein Verbrauch erst in England und Amerika, dann aber auch bei unserer städtischen Bevölkerung mächtig zugenommen. Gerade in den letzten Jahren vor dem Kriege stieg die Nachfrage nach Fleisch und damit sein Preis sprunghaft. Die Physiologie hat für diese Wertschätzung des Fleisches eigentlich keine Begründung zu geben vermocht. Der kalorische Wert des Fleisches, wenigstens des mageren Fleisches, ist niedrig.

100 g Fleisch	geben	103	Reinkalorien
100 g Kartoffeln	„	78	„
100 g Brot	„	200—240	„
100 g Reis	„	336	„
100 g Erbsen	„	310	„

Das Fleischeiweiß ist für den Körper nicht wertvoller als das Eiweiß der Kartoffeln und des Brotes. Ich habe versucht, aus dem Verhältnis von Eiweiß zu Kalorien den besonderen Wert des Fleisches für die nicht körperlich arbeitende Bevölkerung zu erklären, kann aber den Versuch heute nicht mehr für voll gelungen erachten. Der Wert des Fleisches liegt vielmehr in seinem hohen Sättigungswert. Fleisch hält von allen Nahrungsmitteln am längsten vor. Dadurch aber macht Fleisch den Menschen unabhängig von häufiger Nahrungszufuhr und ermöglicht ihm, lange Pausen zwischen den Mahlzeiten einzuschalten. Das ist unendlich wichtig für den Soldaten im Felde, der ja oft nur unregelmäßig und mit großen Pausen verpflegt werden kann. Die Heeresleitung wußte wohl, was sie tat, wenn sie für reichliche Fleischversorgung des Heeres sorgte. Es ist aber auch wichtig für die großstädtische Bevölkerung, bei der in der Regel Wohnung und Arbeitsstätte weit voneinander getrennt sind. Der Bauer und der Handwerker arbeiten in der Nähe ihres Heims und genießen von altersher fünf Mahlzeiten. Der Kaufmann, der Beamte und der Arbeiter aber wohnen entfernt von ihrer Arbeit und müssen lange, regelmäßige Arbeitsstunden einhalten. Sie beschränken sich immer mehr auf drei Mahlzeiten am Tage und brauchen, um das durchführen zu können, einen Stoff, der ihnen lange Pausen im Essen ermöglicht, und das ist in erster Linie das Fleisch. Je länger durchgearbeitet wird und je angestrengter jede Minute ausgenutzt werden muß, desto höher steigt das physiologische Bedürfnis nach tierischer Nahrung, und damit hängt der gesteigerte Fleischgenuß in den Städten und während der Industrialisierung des Lebens wesentlich zusammen. Sind Fleisch und Milch selten geworden, wie im Kriege in der Stadt, so empfinden die Menschen Hunger, selbst wenn sie nach Kalorien und Eiweiß genug zu essen haben. Die Ernährung ist 1918 ja in den Städten viel besser als vergangenes Jahr, aber davon kann man sich immer überzeugen, daß allgemein das behagliche Gefühl der Sättigung fehlt, an das die Menschen früher gewöhnt waren.

Bei rein vegetabilischer Nahrung muß es die Masse bringen. Wir sehen, wie die schwer körperlich arbeitenden Landbewohner unentwickelter Länder, in denen die Maschine noch nicht die menschliche Muskelarbeit ersetzt hat, gewaltige Mengen von Brot, Mais oder Reis verzehren. Sie haben kein Fleisch, sie brauchen es aber auch nicht so dringend wie der Deutsche, weil sie bei ihrer schweren Muskelarbeit viel Kalorien brauchen und große Mengen der kalorienreichen Vegetabilien zweckmäßig sind. Wir erkennen hier, auf welche Weise sich durch Vermittlung des Appetits der Körper seinem Bedarf anpaßt. Liebig's alte Lehre von der besonderen Wirkung des Fleischextrakts kommt mit anderer Begründung wieder zu ihrem Rechte.

Gemenge von Fleisch und Pflanzennahrung. Nach der Tabelle 3 entfaltet das Fleisch seinen vollen Sättigungswert erst, wenn es mit stärkehaltiger Nahrung gemengt gegessen wird. Ich wiederhole die Tabelle:

50 g Fleisch und 50 g Kartoffeln	546 ccm	4 Std.
50 g „ „ 100 g „	512 „	6 „
100 g „ „ 50 g „	340 „	5 1/2 Std.

Ich füge folgende Zahlen aus der Arbeit von Thomsen hinzu: Verfüttert wurde beide Male eine Probemahlzeit aus

250 ccm Bouillon, 150 g mit Butter gebratenem Fleisch und 300 g Kartoffeln. Das eine Mal wurde die Mahlzeit allein gegeben, das andere Mal hinterher noch 40 g Zucker, mit 25 g Keks und etwas Milch zu einem Kuchen verarbeitet.

Tabelle 4.

Ohne Zucker	1200 ccm	3 1/2 Std
mit Zucker	1288 "	8 "

Die Sekretion hängt danach fast ausschließlich von dem Fleische ab, die Verweildauer im Magen und Darne aber wird außerordentlich verlängert, wenn man dem Fleische Kartoffeln zufügt oder Zucker hinterher gibt, während sowohl die Kartoffeln wie insbesondere der Zucker ohne Fleisch den Magen schnell passieren. Der Grund ist bei Thomsen auseinander-gesetzt. Der Traubenzucker, der aus der Stärke der Kartoffeln entsteht, und der Rohrzucker, der im Darne erst gespalten werden muß, werden im Dünndarm langsam resorbiert und halten dadurch die mit ihnen zusammen enthaltene Salzsäure im Darne fest. So werden die Reflexe länger hervorgerufen, als wenn die Salzsäure allein vorhanden wäre und schnell resorbiert würde. Wenn man mir die Preisaufgabe stellte, eine Nahrung zusammenzustellen, die am längsten „vorhält“, den höchsten Sättigungswert besitzt, so würde ich antworten: Erst Bouillon, dann Fleisch mit Kartoffeln oder Brot, dann etwas Süßes. Das ist die gewöhnliche Mittagsmahlzeit des Friedens! Appetit und Sättigungsgefühl haben uns wunderbar geleitet.

Ueber Gemenge von Fleisch mit Gemüse besitze ich keine Zahlen. Brot und die stärkereichen Hülsenfrüchte werden sich sicher nicht anders verhalten als Kartoffeln. Die stärkearmen Gemüse, Spinat, Kohl, Spargel, Salat usw., vermehren den Sättigungswert des Fleisches nicht. Dadurch, daß sie den Magen stärker füllen, veranlassen sie ihn, sich schneller zu entleeren. Dadurch, daß sie fest und unlöslich sind, verlangsamen sie die Entleerung des Magens, weil sich der Pylorus vor festen Stücken schließt, beschleunigen aber den Transport durch den Dünndarm. Vermutlich wird keine große Wirkung übrigbleiben.

Milch, Ei und Fisch. Milch steht im Sättigungswerte dem Fleische am nächsten, 1. weil die Sekretzahlen absolut hoch sind, 2. wegen der Verdopplung. Wahrscheinlich enthält Milch denselben wirksamen Stoff wie Fleischextrakt, vielleicht auch seine Muttersubstanz. Je fetter die Milch ist, desto größer ist ihr Sättigungswert. Nach Best erscheint Rahm überhaupt nicht im Dickdarme, sondern wird bei dem langsamen Transport durch den Dünndarm vollständig aufgesogen. Von 1 Liter Vollmilch erreichen die ersten Anteile den Dickdarm in 1 Stunde, die letzten in 4. Von 1 Liter Magermilch erreichen die ersten Anteile den Dickdarm schon in 35 Minuten, die letzten in 2 1/2 Stunden.

Harte Eier haben einen höheren Sättigungswert als weiche, diese wieder als rohe (Tab. 1).

Von Fischen haben Aal und andere fette Fische einen hohen Sättigungswert, die mageren Fische, wie Schellfisch, dagegen einen niedrigen, weil die Extraktivstoffe des Säugetierfleisches fehlen. Das ist der entscheidende Grund, warum sich der Fischgenuß im Frieden nicht einbürgern wollte. Man hatte gut predigen, Fische enthielten ebensoviel Eiweiß wie das teure Fleisch. Es merkte jeder, daß ein Fischgericht als Hauptbestandteil der Mittagsmahlzeit nicht vorhielt, und gegen diese Empfindung des mangelnden Sättigungswertes erwiesen sich alle Anpreisungen als ohnmächtig.

Kartoffeln. Die Sekretzahlen sind erheblich höher als für Brot, ebenso auch die Verweildauer (Tab. 1). Zum Vergleich mit Brot dienen noch folgende Zahlen aus der Arbeit von Klee und mir, wobei von Brot und Kartoffeln gleiche Trockensubstanz verglichen wurde:

150 g Brot	237 ccm Magensaft
370 g Kartoffeln	422 "

Der Kaloriengehalt des Brotes ist 5 mal höher, der Eiweißgehalt 3 1/2 mal höher als der der Kartoffel. Aber der Sättigungswert der Kartoffel ist größer. Wir gewinnen so ein Verständnis dafür, weshalb Kartoffelmangel für die Bevölkerung so empfindlich ist. Es sei an Rubnersche Versuche erinnert, nach denen bei Kartoffelkost die Stickstoffverwertung im Körper besonders günstig liegt. Unter dem Nicht-Eiweiß-Stickstoff der Kartoffel müssen Dinge von hoher physiologischer Wertigkeit sein.

Brot, Mehl, Suppe. Der Sättigungswert des Brotes ist an sich gering, offenbar fließt auf Brot nur Appetitsaft. Durch Fettaufstrich wird die Verweildauer im Darne sehr erheblich verlängert und damit auch die Ausnutzung bedeutend verbessert (Best). Andere Aufstriche sind nicht geprüft. Rösten des Brotes vermindert den Sättigungswert, weil sich geröstetes Brot schneller auflöst (Best). Darauf beruht seine „Leichtverdaulichkeit“. Leider sind damals keine vergleichenden Untersuchungen über den Sättigungswert der verschiedenen Brotsorten angestellt worden. Hier wären nach meiner Meinung noch Ergebnisse von hohem praktischen Werte auch für die heutigen Verhältnisse zu erwarten.

Sehr auffallend war uns der große Unterschied zwischen Brot und zwischen Mehl, aus dem das Brot hergestellt ist, als Mehlsuppe oder Mehlsuppe gegeben. Auf gleiche Trockensubstanz und sonst vergleichbare Bedingungen wurde streng gehalten.

Tabelle 5. (C. u. K.)

Brot	237 ccm Magensaft
Weizenmehl	192 "
Hafermehl	124 "
Haferflocken	155 "

Die Ursache liegt in dem Verhalten des Pylorus für mechanischen Reiz. Er schließt sich vor festen Körpern, öffnet sich aber, wenn kein chemischer Schließungsreiz vorhanden ist, vor Flüssigkeiten und Breien. Ferner dehnt die Flüssigkeitsmenge den Magen und beschleunigt so seine Bewegung. Hier liegt die Ursache, weshalb alle festen, kaubaren Speisen beliebter sind als die zusammengekochten Suppen und Breie, die ja bei einer Massenernährung freilich unentbehrlich sind. Nur bei hohem Gehalt an Fleischextraktivstoffen ist die mechanische Beschaffenheit gleichgültig, weil hier die starken Chemoreflexe den Pylorus geschlossen halten. Mehlsuppen mit wenig Fleischzusatz haben dagegen einen geringeren Sättigungswert, als wenn man aus dem Mehl Brot backen und es mit dem Fleisch essen würde. Andererseits hat sich ergeben, daß Suppen und Breie von dicker, schleimiger Konsistenz länger im Darne verweilen als dünne, sogenannte klare Suppen. Die Schleimigkeit schützt nach Art der Muzilaginosa die Schleimhaut vor chemischen und mechanischen Reizen, vermindert die Sekretion des alkalischen Pankreassafts und das Entstehen der großen Pendelbewegungen und hält durch beides den Brei lange im Dünndarm zurück. Auch hier besteht gute Uebereinstimmung mit der praktischen Erfahrung, die sich gegen die dünnen Suppen sträubt, auch wenn sie „kräftig“ sind.

Die Einteilung der Mahlzeiten. Ist man imstande, der Brot-, Mehl- oder Kartoffelkost reichlich tierische Nahrung, insbesondere Fleisch, zuzufügen, so steigt der Sättigungswert so hoch, daß der Mensch von der zeitlichen Einteilung der Mahlzeiten unabhängig wird und sehr lange Pausen einschalten kann. Fehlt diese Möglichkeit, so hält auch reichliche, rein pflanzliche Nahrung nicht lange vor. Wie tausendfältige Erfahrung lehrt, wird man nur zu bald wieder hungrig. Eines der wirksamsten Mittel, mit einer gegebenen Nahrungsmenge auszukommen, ist ihre Verteilung auf mehrere kleinere Mahlzeiten. Die beiden Gründe habe ich eben auseinandergesetzt. 1. entleert sich der Magen um so schneller, je voller er ist, 2. besteht bei der psychischen Magensaftsekretion keine Proportionalität zwischen der Menge des Genossenen und der Menge des Magensafts. Der Sättigungswert des Brotes ist also größer, wenn man zweimal je 50 g ißt als 100 g auf einmal, eine Regel, die praktisch erprobt ist, aber allgemeiner bekannt zu werden verdiente.

Schluß. Wie man sieht, gibt die Betrachtung der menschlichen Nahrung nach ihrem Sättigungswert uns die Möglichkeit, praktische Beobachtungen wissenschaftlich zu begründen und zu erklären. Darüber hinaus aber gibt sie uns bereits heute Möglichkeiten, die wir praktisch verwerten können. Ich bin sicher, daß die systematische Untersuchung des Sättigungswertes für die Ernährung von Gesunden und Kranken von großer Bedeutung werden wird.

Es liegt mir selbstverständlich ganz fern, die menschliche Nahrung ausschließlich nach ihrem Sättigungswerte beurteilen zu wollen. Die stoffliche Zusammensetzung, der kalorische oder Nährwert, der Stickstoffgehalt werden immer von allergrößter Wichtigkeit sein. Hängt doch von ihnen der Einfluß auf den Gesamtkörper ab. Zunächst aber wirkt die Nahrung auf den Verdauungskanal. Was ich sagen will, ist nur, daß man neben den Faktoren, die von der Physiologie bis heute überwiegend berücksichtigt wurden, auch auf den Sättigungswert Gewicht legen muß. Er ist ebensogenau zu bestimmen wie Eiweißgehalt und Verbrennungswärme.