

in Wirklichkeit aber auf Vernachlässigung der von mir und anderen längst publizierten Gesichtspunkte beruht.

Hindhede hat in seiner Publikation nur meine ersten Versuche vom Jahre 1877 aufgeführt, die ich an einem an Kartoffelkost gewöhnten Soldaten ausgeführt habe, wobei täglich rund 3078 g frische Kartoffeln in verschiedener Zubereitung neben Fett verzehrt wurden = 819 g Trockenkartoffel; er hält so viel Kartoffeln als eine überrmäßige Nahrungsmenge, die schon deshalb der Körper nicht ertragen könne, weiß aber nicht, daß ich bei Weißbrot, Schwarzbrot, Kuchen fast genau die gleichen Nahrungsmengen gegeben habe, wo sie unterschiedlich und bei Weißbrot und Kuchen ausgezeichnet verwertet worden sind.

Die Versuche sind aber gar nicht die einzigen, welche über Kartoffelkost publiziert worden sind, sondern hierher gehören auch die Experimente, welche Constanтиниdi im Voitschen Laboratorium ausgeführt hat, mit täglicher Gabe von 1700 g Kartoffeln ausschließlich in Breiform, die sich besser verdaulich erwies als meine Mischung der Kartoffel in verschiedener Zubereitung. Constanтиниdi hat außerdem noch besonders die Ausnützung der Stärke und der Zellulose aufgeführt, die als erste dieser Art beachtenswert sind.

Nicht erwähnt hat Hindhede weiter eine Untersuchung von mir über Kartoffel aus dem Jahre 1902.² Ich habe da gesagt: „Die großen Mengen von Kartoffeln, wie sie dazu gehören, um einen arbeitenden Erwachsenen ganz bei Kräften zu erhalten, werden nach meinen Befunden nur schlecht ertragen und stellen an den Darm zu große Anforderungen.“ Ich habe die Kartoffel daher für diesen Versuch teils als Pellkartoffel, teils als Brei verzehren lassen; von den gebratenen Kartoffeln und dem Salat sah ich ab, weil ich in meinem Versuch 1877 gesehen hatte, daß namentlich angeröstete Stärke unverändert durch den Darm gehen könne. Diese meine neuen Versuche vom Jahre 1902 stimmten sehr gut mit den Ergebnissen von Constanтиниdi überein. Der Versuch wurde sowohl mit alten und neuen sowie auch mit neuen Kartoffeln ausgeführt, wobei die letzteren ausgezeichnet resorbierbar waren. Diese Versuche wurden auch kalorimetrisch genau durchgeführt und ergaben einen physiologischen Nutzeffekt von 92.1 Prozent. Ich habe bei der Zusammenstellung verschiedener Nahrungsmittel gesagt: „Geradezu am günstigsten in der Verwertung der eingeführten Spannkraft war die Kartoffel.“

Der Leser wird in der Hindhedeschen Arbeit vergebens nach den Zitaten dieser Arbeiten von mir und Constanтиниdi suchen; er hat sie

Hindhedes Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Kartoffeln.

Von

(Geheimrat **Max Rubner**.)

Im Skandinavischen Archiv, Bd. XXVII, S. 277, hat Hindhede Ausnützungsversuche über Kartoffeln mitgeteilt, die im Zusammenhang mit der vorstehenden Arbeit zu einer eingehenden Besprechung Veranlassung geben. Die Publikation Hindhedes ist wörtlich auch in der Zeitschr. f. phys. u. diät. Therapie 1912 zum Abdruck gekommen. Sie enthält eine ganze Reihe unberechtigter Angriffe auf mich, die anscheinend sachlich, bei genauer Betrachtung rein tendenziöser Natur sind. Auf sie zu antworten, habe ich bisher unterlassen, da sich aber in der vorstehenden Abhandlung eine Reihe neuer Ergebnisse finden, kann im Zusammenhang damit einmal die ganze Arbeitsweise Hindhedes näher beleuchtet werden.

Der Inhalt der Hindhedeschen Arbeit läßt sich in Kürze wie folgt zusammenfassen. Er hat bei einer Versuchsperson 40 Tage lang Kartoffel und Fett gefüttert. Die Ergebnisse stellt er einem Ausnützungsversuch dem ersten dieser Art, mit Kartoffeln gegenüber, den ich 1877 in meiner Dissertation publiziert habe, und benimmt dabei eine ganze Reihe von Einzelheiten, worauf in nachstehendem einzugehen wird. Er glaubt, wesentlich neue allgemeine Gesichtspunkte zur Beurteilung der Frage der Ausnützung gefunden zu haben und stellt seine Ergebnisse als „neue“ bisher nicht bekannte Tatsachen, die gewissenmaßen unwägend auf die Anschauungen über den Wert der Kartoffel als Nahrungsmittel erscheinen sollen, hin.

Es läßt sich nun leicht zeigen, daß die literarische Darstellung sowohl in ihrem Inhalt unrichtig ist, wie auch seine sogenannte „neue“ Auffassung der Verdaulichkeit der Nährstoffe nur ihm selbst vielleicht so erscheint,

¹ Zeitschrift für Biologie, 1887. Bd. XXIII. S. 450.

² Enderla, Bd. XIII. S. 261.

Archiv f. A. u. Ph. 1918. Physiol. Abt. 2

vollständig verschwiegen, obschon man aus der Art der Ausführung seiner Versuche, die sich namentlich in der Verwendung kalorimetrischer Bestimmungen und Betrachtungen ganz an meine Versuche von 1902 anschließen, fast mit Bestimmtheit annehmen darf, daß sie ihm bekannt waren. Jedemfalls wird Hindhede Anlaß nehmen müssen, öffentlich über dieses in der wissenschaftlichen Welt so eigenartige Verfahren sich zu äußern. Hindhede nennt und kritisiert eingehend nur meinen ersten Versuch mit Kartoffel aus meiner Dissertation; was er da zu sagen weiß, ist genau das, was ich schon 1902 gelegentlich der neuen Untersuchungen selbst gesagt habe, er läßt aber den Leser auf der Meinung, als habe er Hindhede, zum erstenmal den Unterschied in der Verdaulichkeit von viel und wenig Kartoffeln erkannt. Meine Versuche haben für die Kartoffel verschiedene Ausmittlungsweite ergeben, von 13.95 Prozent Kalorienverlust bei reicher Fütterung bis herab zu 4 Prozent Verlust als Minimum bei leicht verdaulicher Zubereitung und mäßiger Zuhhr.

Was haben nun diese „neuen“ Versuche Hindhedes an wichtigen, bis dahin unbekanntem Tatsachen ergeben? Ich hatte 1902 gefunden bei 2436 g Kartoffel 15.4 Prozent Verlust an N 5.6 Prozent Verlust an Kalorien. Beseht man sich die Zahlen Hindhedes, so findet er, wie er es wenigstens darstellt, im Mittel 3.1 Prozent Verlust an Kalorien und 19 Prozent Verlust an N. Hindhede hat aber, was die Kalorien anlangt, hier eine unzulässige Berechnung angesetzt; zum Vergleich mit anderen Ergebnissen darf man nicht, wie er tut, die Gesamtkalorien in Anschlag bringen, seine Versuchsperson hat nämlich im Durchschnitt an 29 Prozent aller Nahrung in Fett aufgenommen. Fett aber geht, wenn man die höchste Grenze der Zuhhr vermeidet, so glatt durch die Verdauung in den Körper über, daß man es, wie schon meine Versuche 1877 gezeigt haben, zuzunah es auch die Kotbildung sonst nicht beeinflusst, außer Rechnung lassen muß. Rechnet man Hindhedes Versuche sinngemäß auf die verfitterten Kartoffeln um (etwa 2350 g im Tag), so wird der Verlust nach der Reihenfolge von Hindhedes Versuchen geordnet:

4.09, 4.47, 4.96, 4.11, Mittel 4.41 Prozent.

Ich habe bei 2400 bis 2700 g Kartoffel pro Tag zwischen 5.6 und 4.0 Prozent Kalorienverlust erhalten.

Es ergibt sich folgende Zusammenstellung für den Verlust der Kartoffel

im Kot im Mittel:

	Verlust an Kal.	Verlust an N
Rubner 1902	4.8	15.4
Hindhede 1912	4.4	19.0

Wenn man bedenkt, daß es, wie ich nachgewiesen, bereits ein Unterschied macht, ob man neue oder alte Kartoffeln genießt, und daß auch die Versuchspersonen untereinander abzuweichen können, so kommt man zu dem Schluß, daß zwischen den Ergebnissen meiner Versuche von 1902 und denen Hindhedes gar kein Unterschied ist, daß also nach der üblichen Ausdrucksweise Hindhede meine Versuche voll bestätigt hat. So hätte er sich ausdrücken müssen, wenn er nicht vorgezogen hätte, das Bestehen dieser Versuche und der von Constantinidi zu verschweigen.

Ich nehme an, daß Hindhede meine Versuche aus dem Jahre 1902 gekannt hat, da er bei seinen Versuchen die kalorimetrische Untersuchung genau in der Art und auf die Objekte angewandt hat, wie ich sie zum erstenmal eingehender in einer Arbeit über den Energiewert der menschlichen Kost benutzt habe. Er untersucht den Harn und Kot kalorimetrisch; für den ersten werden Zahlenergebnisse, die nichts mit der Ausnützung im allgemeinen zu tun haben, nicht näher mitgeteilt. Das zur Feststellung der Kalorimeterwerte des Harris vorgeschlagene Verfahren ist genau das gleiche, das ich zuerst 1885¹ und 1902² mitgeteilt habe. Auch der Ersatz der Betrachtung der „organischen“ Substanz bei der Ausnützung durch die kalorimetrische Bestimmung ist da benutzt, was sonst nicht üblich war.

In Zusammenhang damit beschäftigte sich Hindhede mit der Frage, ob die Berechnung der Verbrennungswärme von Nahrungsmitteln nach Standardzahlen dieselben Werte ergibt wie die direkte Verbrennung, und findet für die Kartoffel eine Übereinstimmung, für den Kot aber nicht. Hinsichtlich der letzten Frage herrt er sich auf die „klassischen“ Untersuchungen von Atwater und Benedict, die dasselbe gehenden hätten.

Was den ersten Punkt anlangt, so ist längst durch Versuche von Rechenberg an einem sehr umfangreichen Material bewiesen, daß für eine gemischte Kost die Berechnung mittels der von mir angegebenen Standardwerte vollkommen mit den Ergebnissen der vollständigen kalorimetrischen Analyse eines solchen Versuchs übereinstimmt. Ferner habe ich selbst an einem großen Material nachgewiesen, daß die Berechnung der Verbrennungswärme einer gemischten Kost von der direkten kalorimetrischen Untersuchung nur zwischen +1.6 Prozent und -1.2 Prozent schwankt³; auch für einzelne Nahrungsmittel finden sich einige Beispiele der Übereinstimmung, merkwürdigerweise gerade darüber auch für die

¹ Zeitschrift für Biologie, Bd. XXI, S. 250 ff.

² Ebdenda, A. u. O. S. 270.

³ Ebdenda, 1902, S. 296.

Kartoffel, wo ich in einem Falle für 1911.5 berechnete Kalorien 1911 direkt bestimmte fand.

Die Berechnung der Verbrennungswärme des Kotes aus seiner Zusammensetzung, von der Hindhede spricht, ist meines Wissens als eine übliche Methode nie in Aufnahme gekommen, es ist also unnötig, sie wiederlegen zu wollen. Denn es ist wohl jedem Physiologen bekannt, daß zunächst der N des Kotes nicht aus Eiweiß zu stammen braucht. Näheres über die Verbrennungswärme einiger Kotbestandteile findet sich in meinem Buche „Die Gesetze des Energieverbrauches“ S. 26 angegeben, dortselbst auch angeführt, daß 63 Prozent des Kot-N in Äther-Alkohol löslich sind. Die kalorimetrische Bestimmung des Kotes ist daher durch mich schon 1885 für die Ernährungsfragen des Menschen empfohlen worden. Außer sporadischen anderweitigen Angaben habe ich die Beziehungen der kalorimetrischen Werte des Kotes zur Nahrung und zur Ausnützung ausführlich 1902¹ für verschiedene Ernährungsweisen, darunter auch für die Kartoffel, behandelt.

Wenn namentlich für manche landwirtschaftlichen Zwecke eine Berechnung der Kotbestandteile nach dem Schema, das zur Berechnung für Nahrungsmittel allgemein üblich ist, geschieht, so erfolgt dies mit dem Bewußtsein, Näherungszahlen für die Ausscheidungen der „Kohledhydrate“ zu finden und wird um so weniger fehlerhaft, je schlechter die Ausnützung ist. Auch im Hinblick auf die kalorimetrischen Fragen hat Hindhede es verabsäumt, anzugeben, was vor ihm bereits für die gleichen Objekte bekannt war; dies wäre um so nötiger gewesen, als bis jetzt kalorimetrische Untersuchungen Hindhedes nicht bekannt geworden sind. Als Gesamtergebnat sagt Hindhede folgendes über die Kartoffel: „Nehmen wir den Durchschnitt der Verdaulichkeitszahlen für Trockensubstanz und Kalorien: so erhalten wir $97.2 - 96.9/2 = 97.0$ Prozent als Ausdruck für die Verdaulichkeit der Kartoffeln.“ (S. 281.)

Absesehen davon, daß man nicht aus einer stofflichen Größe und energetischen Größe zusammen ein Mittel bilden kann, ist dieser Wert unrichtig, weil er ja, wie oben S. 18 gesagt wurde, nicht die Kartoffel betrifft, sondern Fett und Kartoffel. Von dem N und Fett des Kotes nimmt er kurzweg an, daß sie nicht von der Kartoffel herrühren, sondern von Verdauungsekreten, und sagt dann (S. 283) mit anderen Worten: „Die Kartoffeln können als vollständig verdaulich angesehen werden.“

In der vorhergehenden Abhandlung finden sich die Unterlagen für

die völlige Widerlegung dieser Behauptung Hindhedes. Die Kartoffel ist so wenig wie irgendein anderes zellmembranführendes Nahrungsmittel voll verdaulich. Die Annahme über die Verdauungsekretmenge Hindhedes ist eine völlig willkürliche und auch beweisbar falsche. Was Hindhede alles zu untersuchen unterlassen hat, das ergeben die zahlreichen Versuche, die ich in den letzten drei Jahren aus Anlaß der Beschäftigung mit der Kriegsernährung angestellt habe. Pflanzliche Nahrungsmittel (zellhaltige) ohne Rückstände im Darm gibt es nicht. Außerdem sind die Stoffwechselprodukte nichts Nebenstückliches; vielmehr muß man sie kennen, weil die einzelnen pflanzlichen Nahrungsmittel ganz verschiedene Mengen von Stoffwechselprodukten bei der Verdauung erzeugen. Es bleibt richtig, was ich 1902 nach meinen Versuchen gesagt habe: die Kartoffel ist außerordentlich günstig in der Verwertung — natürlich gewisse Grenzen der Nahrungszufuhr vorausgesetzt, aber ganz verdaulich ist sie nicht im entferntesten.

Im Kartoffelkot findet man sowohl Pentosane, Zellmembranen, Stärke als unverdauliches Material, und auch das Eiweiß der Kartoffel, so gering es an Menge ist, kann nicht als absolut verdaulich angesehen werden, weil es in der Natur der Zellmembran liegt, daß sie sich von dem Eiweiß nicht ganz trennt, es sei denn, sie würden vollkommen zerstört, was ich bisher bei keinem Nahrungsmittel pflanzlicher Natur gesehen habe. Und was die Frage der Anregung von Stoffwechselprodukten anlangt, so ist diese Seite der Frage hier noch nicht allgemein zu behandeln, jedenfalls gehört die Kartoffel trotz ihrer unter Umständen ausgezeichneten Resorption doch nicht zu den Nahrungsmitteln, welche den Darm am allerwenigsten belasten.

Als einen mehr nebensächlichen Umstand möchte ich bezeichnen, daß Hindhede, wenn er von meinen Versuchsergebnissen spricht, als Unterlage nicht die Originalarbeit, sondern eine Tabelle zitiert, die auf der Dresdener Hygieneausstellung sich befinden haben soll und eine Übersicht über die Verdaulichkeit einiger Nahrungsmittel nach meinen Versuchen geben soll. Hindhede scheint wohl anzunehmen, daß ich der Verfasser dieser Tabelle war, und irrt sich dabei wie in vielen anderen.

In seiner Arbeit über Kartoffelkost hat Hindhede einen Abschnitt (S. 287) die Überschrift gegeben: „Die Verdaulichkeit des Eiweißes“, wobei er folgendes anführt. In den alten Versuchen habe man das Hauptgewicht auf die Verdaulichkeit des Eiweißes gelegt und diese sei berechnet worden durch das Verhältnis zwischen Eiweiß in der Kost und Eiweiß in den Exkrementen. Bei „Rubners“ Kartoffelversuchen werden in der Kost 11.4 g N und in den Exkrementen 3.69 g gefunden, folglich

sind 32.2 g unverdaulich. Ich bin aber der Ansicht, sagt Hindede, daß man auf diese Weise nicht rechnen darf.

Auch ich bin der Ansicht; zum Unterschiede von Hindede findet sich aber diese meine Meinung schon in meiner Dissertation 1879 ausführlich ausgesprochen, sie war auch vor mir schon manchem anderen Physiologen bekannt, nur kann ich anfügen, daß ich auch als erster den Versuch gemacht habe, diese Anschauung durch ein Experiment am Menschen zu beweisen, indem ich bei möglichst N-freier Kost zeigen konnte, daß trotz des N-Mangels N im Kot nicht unbeträchtlich vorhanden war, also Stoffwechsel-N sein mußte. Nur eines war bemerkenswert, daß bei reichlicher Kohlehydratkost diese N-Ausscheidung durchaus nicht gering war. Über diese Anschauungen hätte sich übrigens Hindede in dem Buch Voit's über Ernährung in Hermann's Handbuch der Physiologie auch unterrichten können. Jeder Leser von Hindedes Arbeit wird denken, wenn er die Darstellung S. 287 liest, daß ich wohl der Vertreter dieser von ihm gezeigten unrichtigen Auffassung des N-Verlustes bei Ausnützungsversuchen sei; wenn man aber das berücksichtigt, was ich 1879 gesagt habe, so wird man sehen, daß ich das Gegenteil von dem ansprechen habe, was mir anscheinend untergeschoben werden soll.

Ich habe schon in der ersten Publikation meiner Ausnützungsversuche¹ wörtlich gesagt: „Ich habe bis jetzt nur vom Stickstoffabgang im Kot im Vergleich zum Stickstoffgehalt der Zufuhr gesprochen und noch nichts darüber gesagt, ob dieser N-Verlust einem Verlust von Eiweiß gleichzusetzen ist. Das ist nun selbstverständlich nicht tunlich, schon deshalb nicht, weil ein Teil des N der Nahrungsmittel nicht in Eiweiß, sondern in anderen Stoffen; zum Teil in Zersetzungsprodukten oder Extraktivstoffen enthalten ist. Aber noch aus einem anderen Grunde. Der Stickstoff des Kotes rührt nämlich nicht allein von den Speisen her, sondern auch, wie ein Teil des Fettes und der Asche des Kotes, von den in den Darm ergossenen Verdauungssäften; ferner um diesen Anteil an Stickstoff zu ermitteln, wäre es nicht richtig, den im Hüngekot abgehenden Stickstoff zu bestimmen und von dem Stickstoff des Kotes nach Nahrungsaufnahme in Abzug zu bringen, denn wir wissen nicht, ob bei der Zufuhr von Speisen die Verdauungssäfte nicht in größerer Menge abgesondert werden und ein viel reicheres Residuum hinterlassen.“

Und um diese Größe des im Kote mit solchen Stoffwechselprodukten ausgeführten Stickstoffs festzustellen, habe ich eine besondere Untersuchung bei möglichst N-armer Kost angeführt, etwa in der Höhe, wie

¹ A. a. O. Bd. XV. S. 197.

die Nahrungsaufnahme bei den Vegetabilien war und dabei im Tag 1.36 g N als Ausscheidung gefanden. Die Frage dieses Stoffwechsellanteils habe ich dann noch ausführlicher an Beispielen besprochen, und es wird für niemanden, der sich die Mühe nimmt, die Originalpublikationen einzusehen, auch nur der allgeringste Zweifel sein können, wie die Frage der Ausnützung zu betrachten und zu beurteilen ist.

1883 kam ich in einer Arbeit über die Ausnützung von Brotarten verschiedener Ausmahlung nochmals auf die Betrachtung der Eiweißausnützung zurück und habe für den Weizenkleber gezeigt, daß er zu mindestens zu 94.3 Prozent ausgenützt wird. Es ist kaum eine unwahrscheinlichere Darstellung meiner Anschauung über die kritische Betrachtung des Eiweißes bei Ausnützungsversuchen möglich, als Hindede sie gibt. Ich habe schon einmal Hindedes Vorgehen zurückgewiesen², ohne daß bis jetzt Hindede seine Behauptungen zurückgenommen hat.

Die Verdauulichkeit des Eiweißes läßt sich nicht in allen Fällen mit voller Sicherheit feststellen, wohl aber erhält man bestimmte nähere Anhaltspunkte hierfür, wenn man sich der von mir in den letzten Jahren angewandten Methoden der Körtuntersuchung bedient. Aber damit ist ja der ganze Eragenkreis, der beantwortet werden soll, nicht erledigt, auch nicht für physiologische Zwecke in engerem Sinne, denn die Bedeutung der Stoffwechselprodukte muß für sich sowohl im Hinblick auf die Art der Verdauungsvorgänge selbst wie auch mit Bezug auf Stoffwechselfragen überhaupt eingehend gewürdigt werden. Der Ausnützungsversuch kann aber ein ganz anderes Ziel verfolgen, er kann als praktisches Mittel zur Feststellung der notwendigen Nahrungszufuhr angesehen werden. So war er in erster Linie zur Ausführung meiner ersten Experimente gedacht. Sind die verschiedenen Nahrungsmittel hinsichtlich der N-Versorgung und der sonstigen Nahrungsstoffe ungleichwertig und in welchem Grade? Das ist eine wichtige, praktische Frage, die uns täglich entgegentritt.

Für die Zusammenstellung einer Kost ist es gleichgültig, ob der N, das Fett, die Kohlehydrate oder besser gesagt kurzweg die Kalorien zu Verlust gehen als wirkliches Eiweiß oder als Stoffwechselprodukt; für den bestimmten Zweck des Ersatzes durch anderes Material muß eben eine bestimmte Menge an N oder Kalorien resorbierbar sein. Zur Aufstellung von Verdauungsfaktoren können daher die Werte der unmittelbaren Ergebnisse verwendet werden, das ist ein Verfahren, welches, wenn

¹ A. a. O. Bd. XIX. S. 73.

² Über moderne Ernährungsformen. 1914. S. 46.

auch nicht einwandfrei, sowohl für menschliche Zwecke wie für die Berechnungen von Verdauungsfaktoren für landwirtschaftliche Zwecke seit Dezennien ausgeübt worden ist und in der Aufstellung von Kostsätzen für die Tierzucht allgemein zur Anwendung kommt.

Hindhede scheint das noch nicht zum Bewußtsein gekommen zu sein. Man habe also die Frage der Resorption des Eiweißes und die allgemeine Frage des N-Verlustes als zwei getrennte Fragen wohl auseinander. Um diesen Abschnitt zu beenden, sei noch auf die vorhergehenden Versuche hingewiesen, welche zeigen, daß auch das Kartoffeleiweiß nicht völlig zur Resorption gelangt.

Aus meiner Darlegung ergibt sich, daß Hindhede sich dadurch, daß er literarisch seine Vorgänger auf dem gleichen Gebiete nicht zu Worte kommen ließ, einerseits sich Gelegenheit verschafft hat, gegen Dinge zu polemisieren, die gar kein Streitgegenstand mehr sein können, daß er aber weiter durch die gleichen Mittel den Anschein erweckt, als sei er mit neuen Tatsachen bahnbrechend vorgegangen. Nichts von alledem ist richtig; es bleibt nur ein langdauernder Ausnitzungsversuch mit Kartoffeln als realer Gewinn, mit Ergebnissen aber, die in keiner Weise über vorher Bekanntes hinausgehen. Auf die Eiweißernährungsfrage und das Minimum komme ich an einer anderen Stelle zu sprechen.

Hindhede liebt es, in seiner Publikation mit besonderem Nachdruck immer auf den Gegensatz zwischen dänischer und deutscher Wissenschaft und der Überlegenheit der ersteren zu reden. Soweit ich die Vertreter der ersteren kenne, glaube ich nicht, daß sie Herrn Hindhede als Vertreter ihre Angelegenheiten in die Hand legen wollen, noch auch diese Pflege internationalen Verkehrs besonders schätzen werden.

Ich glaube, es ist allmählich an der Zeit, sich darauf zu besinnen, daß die Art der Publizistik Hindhedes, weder in neuen Gedanken noch in der Erfindung neuer Methoden noch in seiner Literaturkenntnis und kritischen Schärfe irgendwie eine ausreiche Stütze findet.

Die Verdaulichkeit der Zellulose. Vergleichende Untersuchungen.

Von

Karl Thomas und Hans Pringsheim,
ehemalige Mitarbeiter der Herren W. Fritze, F. Kindermann und H. Schotte.

(Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie.)

1. Fragestellung.

An Versuchen, das in der Pflanzenwelt weitverbreitete Polysaccharid Zellulose der tierischen Ernährung in erhöhtem Umfange dienstbar zu machen, hat es schon vor dem Kriege nicht gefehlt. Die heutige Knappheit der Futter- und Nahrungsmittel während des Krieges hat dazu angeregt, solche Versuche in der Hoffnung wieder aufzunehmen, die Frage der gewünschten Lösung zuzuführen. Bisher leider ohne Erfolg. Die Zellulose, die in dem verfeinerten Stützgewebe 30 bis 50 vom Hundert ausmacht, verhält sich im Darmkanal ganz anders als ihr Gegenstück, die Stärke. Die Zellulose ist unlöslich und kann auch durch keine physikalische oder chemische Behandlung in eine für die Verdauung wertvolle Lösung oder Quellung gebracht werden. Energetische Behandlung mit Säuren oder Laugen bei hohen Temperaturen löst zwar erhebliche Mengen, aber was in Lösung geht, ist keine Zellulose mehr. Die Zellulose als solche bietet also der Einwirkung der Verdauungssäfte stets eine verhältnismäßig kleine Oberfläche dar; eine rasche und daher weitgehende Resorption ist schon aus diesem Grunde bei den meisten Tieren nicht zu erwarten. Anders die sich beim Kochen kolloidal lösende Stärke!

Die Verdaulichkeit der Zellulose soll ausschließlich auf der Tätigkeit der Darmflora beruhen. Darm ist erklärlich, warum der Fleisch- und Pflanzenfresser die Zellulose so verschieden stark resorbiert. Im jüngeren Dickdarm und im Wiederkäuernagen herrschen natürlich sehr viel günstigere Lebens-

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTENRIECH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER,
REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM VON WALDEYER-HARTZ,
PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UND

DR. MAX RUBNER,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1918.

== PHYSIOLOGISCHE ABTEILUNG. ==

ERSTES BIS VIERTES HEFT.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1919

✓
9804
Le
1918

Inhalt.

	Seite
Max Rubner und Karl Thomas, Die Ernährung mit Kartoffeln	1
Max Rubner, Hindehedes Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Kartoffeln	16
Karl Thomas und Hans Pringsheim, unter Mitarbeit der Herren W. Fritze, R. Kindermann und H. Schotte, Die Verdaulichkeit der Zellulose. Vergleichende Untersuchungen	25
Max Rubner, Die Verdaulichkeit der Vegetabilien	58
Max Rubner, Über die Verdaulichkeit von Nahrungsgemischen	135
Wilh. Filtche, Absolute Größeneindrücke und scheinbare Himmelsform 183	
Arnst Kohlrausch, Die Netzhautströme der Wirbeltiere in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichtes und dem Adaptationszustand des Auges. I. (Mit 19 Figuren im Text und Taf. I)	195
Wilh. Filtche, Der Größeneindruck an gleichen aber verschieden gerichteten Strecken	242

