

70 RUBNER UND LANGSTEIN: ENERGIE- UND STOFFWECHSEL USW.

geburt II sehr viel und meistens dünne Stühle. Die durch Haut und Lunge ausgeschiedenen Wassermengen sind bei beiden Kindern gleich; pro Kilogramm und Tag haben sie (durch Haut und Lunge) im Mittel beider Perioden 55 bzw. 60 g ausgeschieden. Das sind recht hohe Mengen, die vom kalorischen Gesichtspunkte aus betrachtet einen beträchtlichen Wärmeverlust durch Verdunstung ergeben.

	Wärme- bildung in Kal.	Wasser durch Verdunstung in g	Kal. in verdunstetem Wasser	Wärme durch Verdunstung in Proz.
Kind I:				
I. Periode	188.7	182	109	57.7
II. Periode	188.5	117	70.2	37.2
Mittel aus I und II				47
Kind II:				
I. Periode	176	163	98	55.7
II. Periode	169	100	60	35.6
Mittel aus I und II				45.6

47 bzw. 45.6 Proz. der Wärmeabgabe fallen also auf die Wasserverdampfung. Die Kinder lagen sehr ruhig, das Moment einer starken Lungenventilation kann also für die hohe Wasserdampfausscheidung nicht in Betracht kommen. Man muß aber berücksichtigen, daß die den Kindern mit der Nahrung zugeführte Wassermenge sehr groß war (176 bzw. 160 g pro Tag und Kilogramm Körpergewicht).

Fassen wir kurz die Ergebnisse zusammen, die wir aus den Gesamtstoffwechselfersuchen an zwei frühgeborenen Säuglingen gewonnen haben: Die beiden Frühgeborenen haben bei einer im allgemeinen ungünstigen kalorischen Ausnutzung der Nahrung insbesondere bei schlechter Fettausnutzung das ihnen mit der Nahrung gereichte Eiweiß sehr gut zum Aufbau ihrer Zellen verwertet. Vom energetischen Standpunkte ist die Tatsache bedeutungsvoll, daß fast der gesamte Nahrungsüberschuß zum Anwuchs verbraucht wurde. Die Wärmebildung war nicht gesteigert.

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

ARCHIV

FÜR

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

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM WALDEYER,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UND

DR. MAX RUBNER,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1915.

PHYSIOLOGISCHE ABTEILUNG.

ZWEITES UND DRITTES HEFT.

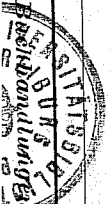
MIT ZWEI TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1916

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.



die Zellen verlieren nur teilweise die Stoffe, die sich mit dem Alter der Zellen allmählich anlagern. Durch die schwere Löslichkeit der Zellulose werden wohl auch die Klebreiweißstoffe hinsichtlich ihrer Löslichkeit behindert. Die gefütterte Kleie hat in der Zellmembran 13.55 Prozent Rohprotein und die aus dem Kot dargestellte auch denselben Wert 13.55 Prozent. Zur Resorption gelangt nur jener Teil des N, der wahrscheinlich durch Zertümmern der Zellen überhaupt frei geworden war. Das Resultat ist also die beste Bestätigung der von mir aus meinen älteren Versuchen am Menschen abgeleiteten Vorstellung der Undurchgängigkeit der Kleihüllen für die Verdauungssäfte.

Die Veränderung der Zusammensetzung der Zellmembran lehrt uns, daß die besondere morphologische Lagerung der einzelnen Stoffe der Resorption bestimmte Wege weist, offenbar sind jene Stoffe, welche die Restsubstanz bilden, von dem Zellulosegerüste losgelöst worden.

Schon bei den Birkenversuchen konnte ich dartun, daß die Pentosane, auch wenn sie gelöst werden, nicht sofort zur Resorption gelangen. Im Birkenkot war nicht die Gesamtheit der Pentosen an die Zellmembran gebunden. Auch bei der Kleie verhält es sich ebenso. Nur ist außerdem bemerkenswert, daß hier die Pentosen überhaupt langsam zur Resorption kamen, denn die Pentosen in ihrer Gesamtheit waren schlecht resorbiert, obschon die Herausschälung von Pentosen aus der Zellmembran deutlich nachzuweisen ist.

Man ersieht diese Verhältnisse ohne weiteres aus der Tabelle (S. 139). Im Kot waren 18.17 g Gesamtpentosen vorhanden, in der dargestellten Zellmembran aber nur 8.29 g, also noch nicht die Hälfte, es bleibt also nur der Schluß übrig, daß pentosehaltige Substanzen sich abgetrennt haben, welche nicht resorbierbar waren. Auch in der gefütterten Kleie waren solche Stoffe nachweisbar, denn erstere enthielt 41.54 Prozent Pentosen, während nur 31.2 Prozent in der Zellmembran enthalten waren oder in absoluter Zahl der Zufuhr (28.85—21.81) 9.00 g. Dieser Wert stimmt fast vollkommen mit jener im Kot gefundenen Differenz zusammen (18.17—8.29) = 9.88 g, es hat also den Anschein, als seien in der Kleie pentoseliefernde Stoffe vorhanden, die zwar in die Lösungsmittel übergehen, im Darm aber nicht aufgenommen werden.

An allen Versuchstagen wurde der Harn auf Pentosen untersucht. Die Menge des Furfurols auf Pentosen berechnet, ergab als tägliche Ausscheidung 0.190 g, das ist im Verhältnis zu der Zufuhr und Resorption der Pentosen der Kleie eine ganz verschwindende Menge.

Der Kot nach gemischter Kost und sein Gehalt an pflanzlichen Zellmembranen.

Von
Max Rubner.

Mit dem Zeitpunkt der sogenannten Brotverordnungen mit Beginn 1915 wurde auch das Interesse auf dieses Nahrungsmittel gelenkt und wenn schon im Herbst 1914 die Brotherstellung manchmal Mängel zeigte, so war das doch in ganz hervorragendem Maße in jener Periode der Fall, als die Brotkarte zur Anwendung kam, d. h. die Einsicht allgemein wurde, daß gespart werden müsse und die Ausmahlung etwas stärker wurde.

Diese sind vielfach, sowohl bei dem eigentlichen Laibbrot, wie bei dem kleinen Gebäck hervorgetreten und jedenfalls nur zum Teil auf die Zugabe von Kartoffeln zurückzuführen gewesen, jedenfalls sind sie auch späterhin nicht ganz behoben worden, was auf den Mangel an geeigneter Backtechnik hinweist. Ganz zweifellos zeigte sich in weiter Verbreitung ein belästigendes Gurren in den Därmen und im allgemeinen eine starke Vermehrung der Darmgase, ohne daß es aber zu dünnen Stühlen zu kommen brauchte. Dünne wasserreiche Stühle treten hauptsächlich zugleich mit Gasbildung, Butter- und Essigsäurebildung bei dem mit Sauerteig hergestellten Brote auf. Dieser Zusammenhang war aber meist nicht gegeben. Ich habe oft festgestellt, daß der Trockengehalt des Kotes sogar ein recht hoher war — 19 bis 22 Prozent, der bei der starken inneren Reibung der pflanzenfaserhaltigen Masse zur Entleerung eine stärkere Baucpresse nötig macht.

Man konnte sich dem Eindruck nicht entziehen, daß das Brot besonders in der ersten Zeit der hier in Frage stehenden Periode ein abnormes Verhalten zeigte, das durch die Ausmahlung auf 80 Prozent unmöglich bedingt sein konnte. Es war mir daher die Vermutung, daß die Quelle der Störungen in dem Mehl selbst liegen müsse, sehr wahrscheinlich geworden, daher mußte der Gedanke nahe liegen, daß das Mehl in gewinnbringender Absicht fremde Zusätze erhalten haben müsse. Ich war der

Meinung, daß es besser sei, damals über diese Dinge Stillschweigen zu bewahren als Unruhe in die Bevölkerung zu tragen. Es werden ja auch heute noch tagtäglich Verstöße auf anderem Gebiete im Nahrungsmittelhandel gemacht, die „übersehen“ werden. Nachdem man antlich das „Strecken“ beim Brot durch Kartoffeln als Verordnung ausgesprochen hatte, hat mancher Produzent daran anschließend seine eigene Theorie des Streckens entwickelt. Nehmen wir als die Ursache der störenden Erscheinung eine solche Mehlerfälschung, so werden uns die widersprechenden Angaben verständlich. Manche Ärzte haben gar keinen Grund gehabt, sich ungünstig zu äußern, andere traten bestimmter für gewisse schädliche Einwirkungen des Kriessbrotes ein.

Wenn man sich diese Verunreinigung des Brotes vor Augen hält, so hat sie für die störenden Erscheinungen im Publikum natürlich den Charakter des Zufälligen, denn deraartiges, von einzelnen Müllern vertriebenes Mehl verteilt sich regellos über das Land und kann auch nicht gleichzeitig in den Handel und zum Konsum. Mit dem Zusatz von Kartoffelmehl zu Roggenbrot haben diese beobachteten Störungen also nichts zu tun gehabt, das ist a priori richtig, falsch war aber die Annahme, daß wir nur Brot aus reinem mit Kartoffeln gestreckten Roggenmehl gegessen haben. Die Aufklärung für diese Verhältnisse liegt im folgenden: Zweifellos stammte das in den Handel gekommene Mehl nicht aus reinem Roggen oder Weizen, der auf 80 Prozent ausgemahlen war, sondern es waren andere Materialien mit vernahlen worden. Es ist nicht zu bezweifeln, daß auch Hinterkorn ein für den Menschen völlig minderwertiges und hilleereiches Material — in welcher Ausdehnung läßt sich nicht sagen — mit vernahlen wurde; ja, es hat sich, wie mir mitgeteilt wurde, später herausgestellt, daß Unkrautsamen, auch solche aus Biergerste in dieser Zeit einen Handelsartikel bildeten und skrupellos mit vernahlen wurden. Somit erklärt sich jetzt, warum manchmal das Brot schlecht vertragen wurde und warum es auch so reichen pflanzlichen Rückstand im Kote gab. Die Gewissenlosigkeit, welche in dieser Manipulation der Mehlerfälschung lag, braucht nicht weiter ausgeführt zu werden.

Da die Vorräte an Fälschungsmitteln zur Streckung von Getreide gleichlicherweise durch die Natur selbst beschränkt sind, so erledigten sich die unangenehmen Nebenwirkungen des Kriessbrotes von selbst. Man muß jedoch wünschen, daß deraartige Vorgänge beim Vernahlen der neuen Ernte 1915 sich nicht wiederholen.¹

¹ Leider hat sich dieser Wunsch nicht realisiert, es kommen auch jetzt Mehle im Handel vor, die mehr Kleie enthalten, als wenn reine Vollkornmehle vorliegen.

Man kann sich durch die Untersuchung der Ausscheidungen über manche der hier berührten Fragen unterrichten, denn die Zellhüllen gehen, soviel man weiß, sicher zum Teil unverändert in den Kot über; daher wird man sowohl durch die Menge, wie die Qualität der ausgeschiedenen Zellmembranen, ja auch mitunter durch die Art ihrer Zusammensetzung einen Rückschluß auf die Beschaffenheit der Kost ziehen können.

Schon Haberlandt hat auf diesen Umstand mit Bezug auf die Anwendung der Mikroskopie aufmerksam gemacht in dem Sinne, daß er aus der Art der Arrondierung und Lösung des Verbandes der Zellgruppen Rückschlüsse auf gewisse Verdauungsmöglichkeiten gezogen hat.

Die einfachste Untersuchungsweise der Ausscheidungen, bei dem pflanzliche Reste in Betracht kommen, ist das Kolieren, wie ich es zuerst bei der Untersuchung des Brotkotes zur Feststellung des Kleiegehaltes benutzt hatte.¹ In einem Koliertruch entsprechender Maschenweite werden die Zellhüllen leicht zum großen Teil zurückgehalten, über die quantitativen Verhältnisse wird später noch einiges zu sagen sein.

Wenn man nach dem Auswaschen mit Wasser mit CH-Alkohol und dann mit Äther nachwäscht, liegen die Zellhüllen so weit rein vor, daß sie sich zur mikroskopischen Untersuchung eignen. Manche Teile erkennt man auch oft ohne weiteres wieder, bei Salatgemüß kann man die wohl erhaltenen — wenig zerkannten Blätter — ohne weiteres auslesen, ähnlich vielfach bei Gemüße, bei Obst und dergleichen.

Die Methode hat den Nachteil, daß sie nicht quantitativ ist, sondern nur das gröbere Material abtrennt, das hat aber insofern sein Gutes, als man dabei manchen Detritus, der die Beobachtung stört, beseitigt und daß man außerdem ein Urteil über die Art der Zermahlung, die ja auch von Bedeutung ist, abgeben kann.

Zur Gewinnung feineren Materialles genügt das Zentrifugieren, man kommt aber auch damit nicht zu einer völligen Abscheidung des suspendierten Materialles. In allen Fällen sind diese Abscheidungen nur von einem Teil der Kotbestandteile durch Anwendung von Wasser zu scheiden. Weit besser ist es, die Verwendung des Wassers von Anfang an beiseite zu lassen und mit der Fällung durch Alkohol unter Zugabe von etwas CH zu beginnen, wobei durch Erwärmen die Lösung von Kotbestandteilen wesentlich erleichtert wird. Es genügt dann die einfache Filtration durch ein Papierfilter, um ein völlig klares Filtrat zu erhalten. Die Extraktion mit heißem Alkohol wird bis zur völligen Erschöpfung der gefällten Substanz durchgeführt, dann mit Azeton und noch mit Äther behandelt.

¹ Zeitschrift für Biologie. Bd. XIX. S. 67.

Will man die letzten Kottteile entfernen (oder auch Stärke), so hat man den Rest mit Chloralhydrat auszuziehen, wie das im Artikel Birkenholz¹ angegeben ist. Den Kot frisch mit Chloralhydrat zu behandeln, führt meist nicht zum Ziel. Durch den Alkoholauszug werden alle übelriechenden Substanzen des Kotes aufgenommen. Eine Entfärbung tritt nicht ein.

Diese gelang auch nicht durch Behandeln des Kotes mit verdünnter Schwefelsäure und Kaliumpermanganat, weiter auch nicht durch Wasserstoffsuperoxyd und letzteres unter Zugabe von NH_3 .

Meine Aufmerksamkeit wurde auf die eingehende Untersuchung der festen Ausscheidungen durch das Ergebnis der Kolierung während der ersten Zeit der Reglementierung des Brotkonsums gelenkt. Es fiel mir dabei die außergewöhnliche Menge der Kleiereste auf. Ich habe sie im gereinigten Zustande gewogen und bis 11 und 12 g Trockensubstanz pro Tag erhalten. Solche Mengen können nicht bei dem beschränkten Brotkonsum aus normalen Mehl herrühren, denn man muß bedenken, daß ja die Kolierung unter den gegebenen Verhältnissen nur etwa die Hälfte aller pflanzlichen Reste ausscheidet. Die morphologische Durchmusterung hatte das Ergebnis, daß zweifellos viele Zellelemente in den Ausscheidungen vorkommen, welche mit dem Brotgetreide und sonst als Nahrungsreste vorkommenden Bestandteile nichts zu tun hatten.

Später sank die Menge der kolierten Substanz auf 7 g und dann noch weiter ab und hielt sich in den Normen, die man von den durch die Bundesratsverordnungen zugelassenen Mehlen erwarten durfte.

Einige weitere Angaben sind mit Rücksicht auf das Vorkommen von Pentose und Zellulose nicht ohne Interesse. Bei der überwiegend vegetabilischen Kost war die mittlere Menge der täglichen Ausscheidung frisch rund 236 g, bei 20-8 Prozent Trockensubstanz = 49.6 g Trockensubstanz im Tag. Der Gehalt an Zellulose bewegte sich zwischen 6.6 bis 8.6 Prozent der Trockensubstanz des Kotes. Dabei ist Asche und Pentosegehalt der Zellulose nicht in Abzug gebracht. Die Zellulose (Hoffmeister) beträgt in absoluten Mengen 3.27 bis 4.26 g pro Tag.

Von den Kotbestandteilen ist, wie erwähnt, wenig in Alkohol, dagegen sehr viel in ClH -Alkohol löslich, ungelöst blieben etwa 54.5 Prozent. Unter anderen Verhältnissen kommen natürlich erhebliche Abweichungen vor. Bei Überwiegen animalischer Nahrung ist mehr löslich.

Doch mag daran erinnert sein, daß auch die Vegetabilien, soweit sie unverdaut durchgehen, manchmal reichliche Mengen in Alkohol löslicher Sub-

stanzen enthalten. Bei chlorophyllhaltigen Nahrungsmitteln vermißt man nie die grüne Farbe des Alkoholextrates des Kotes. Es ist nicht bekannt, ob Chlorophyll bei dem natürlichen Durchgang durch den Darmkanal in größeren Maße zugrunde geht.

Nach der Extraktion mit saurem Alkohol und Äther wird ein weiterer erheblicher Anteil durch Chloralhydrat aufgenommen.

Den Rest betrachte ich als Bestandteil der pflanzlichen Zellmembran. Der Aschegehalt ist meist verschwindend klein. Im gegebenen Falle betrug der Gehalt an Zellmembranen 30 Prozent des Trockengehaltes des Kotes. Bei mittlerer Ausscheidung, wie oben angegeben, träfen, nur um dies eine Beispiel zu geben, bei der gewählten Art von gemischter Kost an trockenen Zellmembranen 14.9 g pro Tag, wobei nach meinen Beobachtungen etwa die Hälfte (7.5 g) gröbere Hülsen sind, die im Kolierutuch zurückbleiben.

Ich habe die durch Kolieren abschleibbaren Hülsen von vielen Tagen gesammelt und in diesen Gemenge 26 Prozent der Trockensubstanz Rohzellulose (Hoffmeister) gefunden. Die Asche schwankt um 15 bis 16 Prozent der Trockensubstanz, der Pentosegehalt zwischen 5.12 und 7.6 Prozent. Man erhält manchmal die Zellulose fast ganz weiß, manchmal hat sie noch einen leicht braunen Ton. Zieht man Asche und Pentosen (letztere als Pentosane berechnet) von der Rohzellulose ab, so bleiben im Mittel 23.3 Prozent Reinzellulose übrig.

Die Pentosen des Kotes sind nicht ausschließlich als Pentosane gebunden an Zellhüllen, sondern ein Teil ist in alkohollöslicher Form vorhanden. So ist es z. B. beim Fleischkot, aber auch beim gemischten Kot finde ich das gleiche.

Der Pentosegehalt der Trockensubstanz des Kotes in einer eingehend untersuchten Probe war 10.26 bei 1.994 Prozent der frischen Substanz. Pro Tag also sind bei überwiegend vegetabilischer Kost 5.09 g Pentosen in der festen Ausscheidung enthalten, was natürlich mit der Art der Verköstigung wechselt.

Der mit Alkohol erhaltene Rückstand enthielt 14.77 Prozent Pentosen, auf den frischen Kot berechnet = 1.575 Prozent. Dieses mit dem direkt (ohne Ausziehen mit Alkohol) untersuchten Kot vergleichend, zeigt uns, daß auch Pentosen vorkommen, die nicht an den „unlöslichen Teil“ gebunden sind, sondern mit dem Alkohol in Lösung gehen.

Der Zellulosegehalt dieser Kotprobe war 7.62 Prozent, die daraus dargestellte Zellulose enthielt noch 5.15 Prozent Pentosen, was annähernd mit den früheren Angaben übereinstimmt.

Der in ClH -Alkohol lösliche Anteil der Pentosen kann nicht wohl von gummiartigen oder pflanzenschleimartigen Bestandteilen des Kotes her-

¹ *Dies Archiv.* 1915. *Physiol. Abt.* S. 88.

rühren, da diese in dem gesamten Lösungsmittel nicht aufnehmbar sind, falls nicht ein Gemenge organischer Stoffe, wie es sich bei Behandlung des Kotes mit Alkohol bildet, sich anders verhält, wie das reine Lösungsmittel. Man muß also wohl mit dem Vorkommen freier Pentosen rechnen. Nach Reinitzer lösen sich z. B. die Zellwände des Mehlkörpers, der Gerste, der Kartoffel, der Mähren durch ein in ihnen vorhandenes Ferment auf, sie bestehen aus Hemizellulosen, die durch Malz- und Speicheldiastase aufgeschlossen werden.¹ Die Hemizellulosen des Birkenholzes lösen sich, wie ich a. a. O. angegeben habe, durch Diastase nicht, also wohl auch nicht jene der Kleiehüllen.

Ein Mittel, viel Pentosen auch aus verholzten Geweben auszu ziehen, ist die 5 prozentige Kalilauge. Ich habe daher auch Kot, der vorher mit CIH-Alkohol ausgezogen war, in dieser Weise behandelt und folgendes gefunden:

Der verwendete Kot enthielt in seiner Gesamt-	
trockensubstanz	10.26 Prozent Pentosen
in dem in CIH-Alkohol unlöslichen Teil waren	8.04 g
Im Rückstand nach der Behandlung mit	„
5 Prozent. Kalilösung.	1.45 g
„	„

Von dem ursprünglichen Gehalt an Pentosen gingen in Lösung 85.86 Prozent. Bei den Kleiehüllen fand ich rund die Hälfte der Pentosen durch Kali auflösbar. Im vorliegenden Falle hat man zu berücksichtigen; daß in CIH-Alkohol lösliche Pentoskörper vorlagen, die in Kleie nicht vorkommen, also wird es richtiger sein, diese Stoffe außer Betracht zu lassen, dann vermindert sich die Löslichkeit der Pentosen auf 81.96 Prozent, rund 82 Prozent, sie ist also immer noch hoch, was darauf schließen läßt, daß neben den Kleiehüllen des Brotes noch andere zellulosehaltige und pentosehaltige Stoffe vorhanden gewesen sind oder die verdante Zellmembran ändert ihre Löslichkeit in Kalilauge.

¹ *Zeitschrift für physikalische Chemie.* 1897. Bd. XXIII. S. 175.

Weitere Untersuchungen über die Resorbierbarkeit des Birkenholzes.

Von
Max Rubner.

I.

Über die Resorbierbarkeit des Birkenholzes habe ich in dieser Zeitschrift eingehend berichtet, es hatte sich dabei beim Hunde eine erhebliche Auflösungs-fähigkeit für diese Holzart gezeigt. Das Birkenholz war so gut wie frei von Stärke und Fett gewesen, so daß das Ergebnis als Ausdruck der Resorbierbarkeit einer reinen Holzsubstanz aufgefaßt werden mußte. Es war die Vermutung ausgesprochen worden, daß Mangel an Fett und Stärke im Birkenmehl auf die Methodik der Darstellung zurückzuführen sein möchte, es war die Holzschliffmethode unter Anwendung von viel Wasser zur Anwendung gekommen, so daß eine Ausschwemmung von Stärkekörnchen immerhin nicht unerklärlich gewesen wäre.

Neuerdings ist mir ein neues Birkenschliffpräparat, das nach einem anderen Verfahren und unter Vermeidung von solchen Abschwemmungsverlusten hergestellt war, zugesandt worden, dessen nähere Prüfung ausgeführt werden sollte. Das Schleifergebnis war vom Standpunkt des Nährstoffgehaltes praktisch betrachtet, kein anderes als beim früheren Präparat, das neue bot aber nach anderer Richtung Besonderheiten der Zusammensetzung, so daß ich mich entschloß, weitere Tierexperimente anzustellen, um die einmal angeschnittene Frage auch zu Ende zu führen.

Zunächst will ich das angewandte Schleifverfahren des Holzes nach den mir zugegangenen Mitteilungen kurz beschreiben.

Auf Veranlassung der Kgl. Regierung in Mersburg war frisches Birkenholz am 9. April 1915 zur weiteren Bearbeitung an die Papierfabriken in Weißenfels übergeben worden. Das Holz wurde dort durch Putz-