

kung des Natrium nucleicum der Hefezellen ist einheitlich und spezifisch. Das entsprechende Immunsorium wirkt nur auf Hefezellen, nicht aber auf Bakterien, wie Versuche mit Coili- und Typhusbazillen, mit Cholera vibrionen, mit Vibrio Finkler und mit Spirillum volutans gezeigt haben.

Ob dem Natrium nucleicum außer der agglutinogenen noch andere antigene Wirkungen zuzuschreiben sind, konnte ich noch nicht genau prüfen. Wie ein Versuch zeigen konnte, scheint diese Substanz eine präzipitogene Eigenschaft allerdings nicht zu besitzen.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUFENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER,
REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVS.

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 ABTHEILUNG. ==

VIERTES UND FÜNFTES HEFT.

MIT VIER FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1916

Die Zusammensetzung der in diesem Abschnitt behandelten Wurzelgewächse ergibt folgendes.

In 100 Teilen Zellmembran sind:

Substanz	Zellmembran in Proz. der Trockensubstanz	Zellulose	Pentosane	Rest
Kartoffel	5.59	40.72	5.55	53.70
Gelbe Rüben	26.4	42.42	22.31	35.27
Meerrettig	26.4	44.74	24.57	30.69
Schwarzwurzel	12.5	47.03	24.15	28.82

Die Zusammensetzung der Zellmembranen stimmt bei gelben Rüben, Meerrettig und Schwarzwurzel ziemlich miteinander überein, denn kleinere Abweichungen kommen möglicherweise bei einer Spezies überhaupt vor. Die Zellulose überwiegt, die Pentosane betragen rund die Hälfte der Zellulose, die Restsubstanz steht zwischen Zellulose und Pentosanen. Nur die Kartoffel macht eine Ausnahme, insofern ihre Zellmembran ungemein arm an Pentosanen ist.

In der Menge der Zellmembran überhaupt bestehen große Differenzen. Die Kartoffel ist im Verhältnis zu ihren nährenden Bestandteilen sehr arm an Zellmembranen, gelbe Rüben und Meerrettig bestehen über 1/4 aus Zellmembran, der Aschegehalt dieser aufgeführten Nahrungsmittel bewegt sich zwischen 4 bis 7 Prozent, kann also im allgemeinen als gering bezeichnet werden, was im Hinblick auf die Blattgemüse zu beachten ist. Sehr auffallend bleibt der geringe Gehalt der Schwarzwurzel an Zellmembran; er ist nur halb so groß wie jener von Möhren und Meerrettig. Für die Bewertung als Nahrungsmittel kommen so erhebliche Differenzen wohl in Frage; es wird daher in Zukunft notwendig sein, die Untersuchungen auch im Interesse der praktischen Ernährung weiter auf andere Wurzelgewächse auszu dehnen.

Die vorliegenden Untersuchungen gestatten immerhin bereits eine Schätzung der zu erwartenden Zellmembran, wenn man den Zellulosegehalt eines solchen Wurzelgewächses kennt, freilich inwiefern man dabei sich des Rohfasergehaltes als Indikators bedienen kann, habe ich nicht näher geprüft. In obigen Beispielen ist von der Kartoffel abgesehen, der Zellmembrangehalt etwa das 2-3fache der Zellulose.

Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Blattgemüse.

Von
Max Rubner.

Die Zusammensetzung der Blattgemüse.

Nach den Wurzelgewächsen darf man sagen, haben unter den Gemüsesarten die Blattgemüse eine besondere Verbreitung und auch ein besonderes Interesse. Als nährrende Substanz haben wir dabei wesentlich das Blattgewebe. Die Zahl der hierher gehörigen als Nahrungsmittel angesprochenen Pflanzen ist ungeheuer groß und nach den verschiedenen Ländern sehr wechselnd. Da aber das botanische Grundelement, das Blattgewebe, bei edelbaren Teilen einigermassen dieselben Verhältnisse aufweist, so ist von vorn herein etwas Gemeinsames und vielleicht Typisches gegeben, das ausgedehnte Einzeluntersuchungen entbehrlich machen könnte. Zu den Pflanzen, die hier in Betracht kommen, gehören die Salate, die Spinats, die zahllosen Kohlsorten, denen ich allerdings den botanisch fernstehenden Blumenkohl anfügen will. In der ernährungsphysiologischen Beurteilung dieser Pflanzen kann man deutlich zwei verschiedene Richtungen unterscheiden; die eine will in ihnen gewissermaßen eigenartige, der Gesundheit dienende Nahrungsmittel erblicken, wobei zweifellos der Charakter der Gemüsmitteligenschaft unbewußt stark mitempfinden wird, die andere beurteilt sie nur nach dem Gehalt an Nährstoffen als Unterlage zur Bestreitung des Stoffwechsels. Bei keinem Nahrungsmittel sieht man, daß die Erkenntnis der realen Verhältnisse so wenig aufgeklärt ist wie hier.

Bei den Gemüsen tritt uns ein recht störender Umstand entgegen, nämlich die starken Schwankungen im Wassergehalt und Aschegehalt der Handelswaren. Speziell bei Spinat, Salat trat das ganz besonders in die Erscheinung. Wo der Spinat dem Gewichte nach verkauft wird, ist die Wassermenge ein einfaches Mittel für den Verkäufer, erhebliche Gewinne einzunehmen. Noch üblicher erwies sich der zum Teil enorme Sandgehalt, der

in einzelnen Fällen bis 50 Prozent des Gewichts der Trockensubstanz betrug. Daher sind die Gemüße insgesamt nur nach gründlichstem Auswaschen für die Analyse zu benützen. Aber auch der natürliche Aschegehalt ist bei vielen Gemüßen so groß und auch so schwankend, daß man bei Vergleich verschiedener Produkte auf diese Ungleichheit wohl zu achten hat.

Was den Nährwert selbst anlangt, so ist mit Bezug auf die N-haltigen Stoffe, das Rohprotein, nur im allgemeinen sichergestellt, daß neben den wirklichen Eiweißstoffen in manchen Fällen reichlich auch andere N-haltige Extraktivstoffe vorkommen. Von dem Gesamtstickstoff sind im Spinat 76.9 Prozent Protein N, beim Kopfsalat nur 61.2, beim Blumenkohl 50.9 Prozent.

Über die Verdaulichkeit selbst liegen außer meinen Versuchen am Wirsing keine Versuche vor, die ausschließlich als reine Versuche anzusehen wären, meist sind nur gelegentlich die Gemüße als Beigabe zu einer anderen Kost geprüft, ein Verfahren, das einen genaueren Einblick in die Verhältnisse nur ausnahmsweise gestattet.

Jedenfalls ist die Kotausscheidung eine sehr erhebliche, es mag auf die S. 197 gegebene Zusammenstellung verwiesen sein. Nenerdings will man sogar in dieser Kotmassenerzeugung etwas Besonderes, die Gesundheit Förderndes sehen, eine völlig unbewiesene Behauptung. Wir dürfen erwarten, durch eine eingehende Untersuchung der Erkenntnis des Nährwertes näher zu kommen, der Genußwert wird damit nicht weiter berührt.

Die Untersuchung der Blattgemüße konnte nicht nur wegen der großen Verbreitung dieser Nahrungsmittel, sondern auch deshalb das Interesse in Anspruch nehmen, weil sie im allgemeinen überhaupt nach den bisherigen Angaben reich an Rohfaser sind, von der 9 bis 12 Prozent der Trockensubstanz vorhanden ist. In welchem Verhältnis die Rohfaser zu der gesamten Zellmembran steht, kann hier insofern besonders wichtig sein, weil von dieser Entscheidung die Auffassung über den Nährwert dieser Nahrungsmittel und die zur Resorption erforderlichen Verdauungsvorgänge mit abhängig ist.

Von manchen wurde von dem Gemüsekonsument geradezu die Lösung der Vollsernährungsfragen erwartet; man sieht, bis zu welchem Grade die Verkenntung unserer Hauptziele der Ernährung durch die unklaren Anpreisungen von ärztlicher und nichtärztlicher Seite gediehen sind.

Aus der reichen Menge aus diesen Gebiete uns als Nahrung zur Verfügung stehender Pflanzen habe ich sechs ausgewählt, den Salat, den Spinat, den Wirsing, Brunnenkresse, Grünkohl und den Blumenkohl.

¹ C. Böhmert, *Landwirtschaftliche Versuchsanstalt*. 1882. Bd. XXVIII. S. 247

In den grünen Gemüßen handelt es sich beim Genuß um die Formelemente des Blattes, um die Oberhaut und das Parenchym; Stengel und Rippen werden vielfach ausgeputzt und weggeschnitten, von dieser küchengemäßigen Zubereitung bin ich allemal ausgegangen, da die Beziehungen zur Verdaulichkeit nur diese Voraussetzungen haben können. Dieses „Zubereiten“ bedingt für die Analysen aber einen Uebelstand, der vielleicht unbequem war, aber mit in den Kauf genommen werden mußte, nämlich die wechselnde Zusammensetzung des Gemisches. Das Verhältnis von reiner Blattsubstanz zu den Rippen war bei der Auslese für die Küche recht ungleich, wie sie es eben in Wirklichkeit ist. Die Versuche in solcher großer Zahl anzuführen, daß dadurch ein wahrer Mittelwert gewonnen worden wäre, wozu vielleicht ungemein zahlreiche komplette Analysen notwendig geworden wären, war mir nicht möglich gewesen und ging auch über das erreichbare Ziel, einen Einblick in die grundsätzlichen Unterschiede zu gewinnen, hinaus.

Der Spinat.

Der Spinat gehört zu jenen Gemüßen, die uns für einen großen Teil des Jahres zugänglich sind, sein Reichthum an Rohprotein ist außerordentlich groß. Ich gebe die Zusammensetzung nach den üblichen Mittelwerten.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

34.49 Prozent	Rohprotein,
4.64	Fett,
33.55	N-freier Extrakt,
8.73	Zellulose,
18.5	Asche.

Für meine Zwecke wurde, wie schon erwähnt, ausgeputzter Spinat verwendet. Das Material war im Juli und November untersucht worden, die Blätter frisch und kräftig. Störend war meist der große Sandgehalt des auf mäktischem Boden gewachsenen Spinates, der erst durch gründlichstes Abwaschen entfernt werden konnte. Das Wasser läßt sich dann nur schwer wieder völlig entfernen. Mithsam, aber am besten fand ich das Trocknen mittels Fließpapier. Auch beim besten Auswaschen fanden sich beim Auflösen der Asche in Salzsäure immer noch einige Sandkörnchen, die vom Gewichte abgezogen wurden. Bei dem Ausschneiden wird sicherlich insofern ungleich verfahren, als manchmal mehr Blattsubstanz, manchmal mehr Rippen und Wurzelteile in dem Gemenge vorhanden sein werden. Dieselben Einflüsse kehren auch bei anderen Gemüßen wieder, haben also ein allgemeines Interesse. Ich will daher gleich hier über Untersuchungen berichten, die ich am Spinat angestellt habe. Die grünen Blätter gehen

allmählich in die chlorophyllarmen Teile über und schließlich in die rötlichen, der Wurzel anliegenden Teile. Bei dem oberflächlichen Zerschneiden im Haushalt bekommt man ein Gemenge dieser beiden Pflanzenteile. Ich habe die reinen Blätter unter möglichster Beseitigung der Rippen und den rötlichen Wurzelteil jeden für sich analysiert. Die Blättermasse war weich und zart, der Wurzelteil schien härter und spröder. Das Ergebnis war ein unerwartetes.

In 100 Teilen Blattteilen waren:

	Im Wurzelteil
in der frischen Substanz	12.44 Proz. Trockensubstanz
in der Trockensubstanz	14.6 " " Asche
" "	9.39 " " Pentose.
Berechnet man auf aschefreie Substanz, so ist der Pentosegehalt	10.99 Proz. 11.42 Proz.

Es sind also wenigstens im Pentosegehalt wesentliche Unterschiede nicht vorhanden. Der härter erscheinende Wurzelteil erweist sich beim Zerkleinern ebenso saftig wie die Blätter.

Ich habe weiter untersucht, ob etwa die Zellmembran sich ungleich verhält, da wenigstens der Augenschein das Gefüge der Wurzelteile fester erscheinen ließ, als jene der Blätter. Allerdings war auffällig, daß nach dem Zerkleinern der Pflanzen Wurzel und Blätter fast gleich saftig erscheinen. Bei dem Auslesen schienen alle grünen Teile von den Wurzeln quantitativ entfernt, doch zeigte sich später beim Extrahieren mit Alkohol, daß aus den Wurzeln doch noch Spuren von Chlorophyll in den Alkohol übergingen. Der chlorophyllführende Blätterteil lieferte auf die Trockensubstanz berechnet 36.78 Prozent organische Zellmembranen, der chlorophyllfreie Wurzelteil 35.73 Prozent organische (Roh-)Zellmembran. Aber beide müssen noch mit Rücksicht auf die ungleiche Aschemenge betrachtet werden. Ich berechne daher noch auf den Gehalt der aschefreien Trockensubstanz des Ausgangsmaterials, dann wird der Gehalt an Zellmembran bei dem Blätterteil 43.07 Prozent bei dem Wurzelteil 40.01 "

Der letztere ist also etwas ärmer an Zellmembran, praktisch gestaltet sich eine solche Differenz als bedeutungslos. Das Resultat ist nicht ohne Interesse, es zeigt auch, daß eine ungleiche Art der Zubereitung des Spinates wenigstens kaum einen Einfluß auf das Endresultat der Analysen haben kann, welche Frage ja der Ausgangspunkt der Betrachtung war. Die Trockensubstanz der Zellmembran des Blätterteiles enthielt 12.41 Prozent Pentosane, jene des Wurzelteiles 16.39 Prozent. Ich gehe nun zur Be-

sprechung der Analysen über, die ich an verschiedenen Proben von Spinat, die in üblicher Weise zugerichtet waren, ausgeführt habe.

Der Pentosegehalt der Trockensubstanz des Spinates war im Mittel von vier verschiedenen Proben 8.22 Prozent (8.46; 9.36; 7.81; 8.12), es sind reichlich Methylpentosen vorhanden.

Bei einigen Fällen wurde die Zellulose erst aus den Zellmembranen dargestellt, was quantitativ gegenüber der Verwendung der ganzen Pflanzen keinen Unterschied, wohl aber den Vorteil bietet, daß das Auswaschen nach der Chloratbehandlung sehr vereinfacht wird.

Über die Zusammensetzung gibt folgende Analyse ein übersichtliches Bild. Verwendet wurde eine Probe mit 16.42 Prozent Asche. Ich muß namentlich bei Vergleichen verschiedener Gemische nochmals besonders darauf verweisen, daß dabei der Aschegehalt stets beachtet werden muß.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

16.42 Prozent Asche,	
83.58 " Organisches,	
5.02 " N = 31.37 Prozent Protein,	
8.86 " Pentosen,	
10.69 " asche- und pentosanfreie Zellulose,	
26.57 " asche- und proteinfreie Zellmembran mit 7.28 g Pentosen = 6.43 g Pentosane,	
3.31 " Fett.	

Von dem Protein war ein sehr erheblicher Teil in der Zellmembran geblieben, nämlich 47.8 Prozent. Als Zusammensetzung der proteinfreien Zellmembran ergibt sich:

40.23 Prozent Zellulose,	
24.42 " Pentosan,	
35.35 " Rest.	

Berechnet man aschefrei, so treffen auf 100 Teile trockenen Spinat 31.8 Prozent organische Zellmembran, im Vergleich zu den Wurzelgemüsen scheint demnach hier mehr Membran vorzuliegen; bezüglich dieses Membranwertes sei auch noch auf die S. 222 oben angegebenen Untersuchungen verwiesen.

Ich bemerke, daß ich stets mehrere, 4 bis 5 Zellmembranbestimmungen ausgeführt habe, die gut übereinstimmen, für mich aber auch insofern nötig waren, um die vielen sonstigen Analysen mit dem Material ausführen zu können. Bei dem Ausziehen mit Wasser ist ein Diastasezusatz, mit dem das Material 24 Stunden im Brüttraum bleibt, meist förderlich. Einen Unterschied in den Werten für Zellmembranen habe ich in Vergleichen

zur Anwendung des rohen und des vorher getrockneten Materiales hier nicht gefunden.

Ich habe schon mehrfach hervorgehoben, daß sich nicht nur, wie Hoffmeister zuerst angegeben hat, die Rohzellulose durch verdünnte Kallilauge in zwei Teile spalten läßt, von dem der eine Teil leichter resorbiert wird, wie der andere, sondern daß man die 5 Prozent Kallilauge gleich direkt auf die Zellmembran wirken lassen kann.

Wenn man den Spinat zerschneidet und ihn liegen läßt, so läuft von selbst eine große Menge Flüssigkeit aus. Der Preßsaft scheint also hier eine große Rolle zu spielen, d. h. es ist ein großer Teil der Substanzen schon in gelöster Form vorhanden, im Gegensatz zur Kartoffel zum Beispiel. Die Preßsaftbestimmung in der Marktware hat aber selbstverständlich, was das Volumen der ausgepreßten Masse anlangt, ihre Fehler, da man nicht immer beurteilen kann, ob nicht der natürliche Wassergehalt durch Zufälligkeiten erhöht oder durch Lagern und Verdunsten etwas vermindert ist. 1000 g Spinat (andere Probe als die vorhergehende) lieferten bei 300 Atmosphären 740 ccm Saft, der sehr eiweißreich ist, wie man beim Abdampfen sofort erkennen kann, während bei Salat eine geringere Eiweißausscheidung eintritt und am geringsten war sie bei den Rüben und Kartoffeln, also so etwa wie die Unterschiede im N-Gehalt der einzelnen Wurzelgewächse und Gemüse dies auch ausdrücken. Das Destillat bei der Pentosebestimmung war blutrot und sehr reich an Methylpentosen. Folgendes waren die Ergebnisse:

In 100 Teilen frischer Substanz sind:

	Trocken- substanz	Asche	Organ. Substanz	Pentosen
Ursprünglicher Spinat	7.41	16.5	5.76	0.61
Zellmembran, organisch	—	—	1.97	—
Substanz abzüglich Zellmembran	—	—	3.79	—
Preßsaft	1.22	0.50	0.72	0.028
Gesamtmasse zu Preßsaft	16.46%	30.12%	12.50%	4.67%
Organisches, ausschließlich Zellmembran zu Preßsaft	—	—	18.9%	—

Der Preßsaft ist im allgemeinen hier sehr wässrig und hat weniger Gehalt als jener der gelben Rüben zum Beispiel; von der Asche geht annähernd so viel in den Preßsaft über, wie bei Kartoffel und gelben Rüben. Von den Pentosen ist aber nur ein sehr kleiner Teil in dem Preßsaft enthalten. Von der organischen Substanz macht die Zellmembran über ein Viertel aus, fast $\frac{1}{6}$ der organischen Substanzen geht in den Saft über.

Über die Verteilung der Pentosen läßt sich folgendes sagen: 100 Teile Trockensubstanz enthalten:

Im ganzen Spinat	8.86 g Pentosen	82.7%
In den Zellmembranen	7.30	
Im Saft	0.038	4.3
Anderweitig, nicht auspreßbar	1.52	13.0

Die Zellmembran ist die Hauptquelle des Pentosengehaltes; die kleinen Reste, welche außerhalb der Zellmembranen verbleiben, müssen wohl als lösliche Pentosen angesehen werden, von denen ein Teil mit dem Rest des Wassers im Preßrückstand zurückbleibt.

Von 100 Teilen trockenem Spinat waren in 5 Prozent Kali in der Kälte nur 28.12 Prozent (Organisches) unlöslich, diese enthielten nur 1.66 g Pentosen. 100 Teile trockenem Spinats enthalten aber 26.6 Zellmembran mit 7.3 g Pentosen, also sind aus der Zellmembran (organisch) 5.6 g Pentosen, d. h. 76.8 Prozent gelöst. Der gelöste organische Teil besteht nur zu 41.6 Prozent aus Pentosen. Ähnliche Verhältnisse zeigten sich früher bei Birkenholz, wo allerdings die Menge der gelösten Pentosen größer war, und bei Kleie, die im allgemeinen, was die organische Substanz anlangt, mehr an Kali abgab. Man muß aber erwägen, daß bei Spinat ein großer Teil der Proteinstoffe in den Kaliauszug übergeht.

Die Löslichkeit der aschefreien (aber nicht proteinfreien) Zellmembran des Spinates in 5 Prozent Kali habe ich in einem besonderen Versuch festgestellt. Es waren 61.06 Prozent der Zellmembran unlöslich und 38.9 Prozent gelöst, also ziemlich reichlich Gelöstes vorhanden. Diese Substanz hatte die üblichen Eigenschaften solcher Produkte, war fällbar in Alkohol, leicht wieder in Wasser aufnehmbar, gab weder Trommersche, noch Phloroglucinprobe, nach kurzem Erwärmen mit CHN aber beide Reaktionen. Eine elektrische Auflösung von Pentosen scheint nicht nachzuweisen. Denn es enthielten 100 Teile Spinatzellmembran (aschefrei) 15.47 g Pentosen 61.06 Teile Ungelöstes (aschefrei) mit 17.85 Prozent Pentosen 10.89 g; 38.94 lösliche Teile 4.58 g, also die letzteren 11.76 Prozent Pentosen, etwas weniger, wie die ursprüngliche Substanz; zweifellos war aber auch Eiweiß gelöst worden.

Die gelöste Substanz schien erst nach etwas längerem Erhitzen in Zucker überzugehen, während sonst diese Umwandlung sehr leicht erfolgt.

Kopfsalat.

In seinem Äußeren entspricht der Salat dem Spinat, d. h. er besteht aus Blattmasse. Die Ungleichheit liegt nur darin, daß für den Genuß die inneren, mehr gelben, und wie man sagt, zarteren Teile ausgelesen

werden. Für den Salat wird als mittlere Zusammensetzung angegeben für 100 Teile Trockensubstanz:

24.31 Prozent Rohprotein,
5.46 Fett,
38.62 N-freie Extraktstoffe,
12.08 Zellulose,
18.2 Prozent Asche.

Für die Zubereitung des Materials für meine Versuche gilt das bei Spinat Gesagte, ebenso das, was über die Aschebestimmung vorausgeschickt wurde. Der Salat war sehr schwer ganz sandfrei zu bekommen, im oberflächlich gewaschenen Salat betrug der Sand die Hälfte der ganzen Trockensubstanz, die gründliche Reinigung war sonach das erste Erfordernis.

Eine Untersuchung wurde im August, eine im November vorgenommen, der äußerliche Unterschied war der, daß im Sommer hauptsächlich die grüngelben Blätter verwendet wurden, im November aber war überhaupt nur grünes Material zu erhalten. Je nach der Art des Trocknens hat der Salat einen nach dem Waschen wechselnden Wassergehalt, eine dieser Proben hatte 9.26 Prozent, bei 13.62 Prozent Reinasche der Trockensubstanz. Der Pentosegehalt war 8.75 (= 10.14 Prozent der organischen Substanz). Der Zellulosegehalt betrug, auf die Trockengehalt berechnet, 14.97 Prozent (Organisches), der Pentosegehalt der Zellulose 6.34 Prozent = 5.59 Prozent Pentosan, es kommen also 0.84 Prozent Pentosane in Abzug; so daß 14.13 Prozent asche- und pentosanfreie Zellulose hinterblieben. Der Wert liegt etwas höher als die oben angeführte Analyse nach der Weender-Methode.

Der N-Gehalt bei 13.6 Aschegehalt beträgt 3.89 Prozent = 24.31 Prozent Protein, das Rohfett 4.46 Prozent. Die Werte der Zellmembran sind vermutlich etwas zu hoch ausgefallen, da zu ihrer Ausführung nur vorher getrocknetes Material zur Verfügung stand. Im ganzen erhält man also folgendes Bild dieser Salatprobe:

100 Teile Trockensubstanz enthielten:
13.62 Prozent Asche,
86.38 „ Organisches,
8.75 „ Gesamtpentosen,
14.13 „ asche- und pentosanfreie Zellulose,
32.67 „ asche- und proteinfreies Zellmembran mit 7.61 g Pentosen = 6.62 g Pentosane,
3.89 „ N = 24.3 Prozent Protein,
4.46 Prozent Rohfett.

Für die Zusammensetzung der Zellmembran würde sich ergeben pro 100 Teile:

43.25 Zellulose,
20.26 Pentosane,
36.49 Rest.

Von diesem Sommersalat wurde eine Probe mit 5 Prozent Kali 24 Stunden in der Kälte behandelt, wobei 30.1 Prozent in Kali unlöslich zurückblieben. In diesem unlöslichen Teil waren 3.22 g Pentosen enthalten; wenn der Zellmembrangehalt mit 6.59 g Pentosan angenommen wird, so sind 2.8 g Pentosan unlöslich gewesen und 72.1 Prozent in Lösung gegangen.

Die Menge des Preßsaftes des Sommersalates kann bis 700 ccm pro Kilo betragen, bei der Pentosendestillation wurde ein bitrotes Destillat erhalten mit reichlich Methylpentosen. Vergleicht man den Preßsaft mit den oben angegebenen Werten des Salates, so erhält man für 100 Teile frisch berechnet:

	Trockensubstanz	Asche	Organ. Substanz	Pentosen
Ursprünglicher Salat	9.26	1.25	8.01	0.82
Zellmembran, organisch	—	—	3.02	—
Substanz abzüglich Zellmembran	—	—	4.99	—
Preßsaft.	1.52	0.40	1.12	0.027
Gesamtmasse zu Preßsaft	16.37%	32.24%	13.9%	3.29%
Organisches, ausschließlich Zellmembran zu Preßsaft.	—	—	22.5%	—

Von der Trockensubstanz ist relativ wenig in den Preßsaft gegangen, auch verhältnismäßig nicht sehr viel von den Salzen. Berücksichtigt man den Zellmembrangehalt, so gehen innerhalb 22.5 Prozent der Nährstoffe in den Preßsaft über.

Die Hauptmasse der Pentosen ist in den Zellmembranen enthalten. In 100 Teilen Trockensubstanz sind:

Im ganzen Salat	8.75	85.26%
In den Zellmembranen	7.46	3.29
Im Saft	0.29	11.45%
Anderweitig, nicht auspreßbar	1.00	—

Im November 1915 wurde nochmals eine Probe in gleicher Weise untersucht, nur darin trat eine Änderung ein, daß die Zellmembran diesmal gleich vom frischen Ausgangsmaterial hergestellt wurde. Der Salat enthielt nach gründlichem Waschen 15.37 Prozent Asche der

Trockensubstanz, der Pentosegehalt 7.67 Prozent, war etwas geringer wie im vorigen Versuch.

Der Zellulosegehalt war 15.89 Prozent aschefreie Substanz, auf die Trockensubstanz berechnet. Der Pentosegehalt = 10.27 Prozent = 9.07 Pentosan, woraus sich 14.18 Prozent asche- und pentosanfreie Zellulose ergeben.

Die Zellmembranbestimmung (4 Bestimmungen) ergab, auf die Trockensubstanz berechnet, 37.70 Prozent aschefreie Substanz, mit einem Gehalt von 16.93 Prozent Pentosen = 14.95 Prozent Pentosane = 5.64 g Pentosane für die gesamte Zellmembran und 10.91 g Protein = 26.79 Prozent asche- und proteinfreie Zellmembran; die proteinhaltige Zellmembran enthält also 37.61 Prozent Reinzellulose.

Außerdem wurde eine Zellulosebestimmung in der Zellmembran selbst ausgeführt, indem eine kleine Probe derselben (2.5 g) untersucht wurde, wobei für die organische Substanz 37.12 Prozent Zellulose gefunden wurde, was mit der obigen Bestimmung gut übereinstimmt.

Die Gesamtanalyse hat also für 100 Teile Trockensubstanz ergeben:

15.37	Prozent Asche,
84.63	„ Organisches,
7.67	„ Gesamtpentosen,
13.97	„ asche- und pentosanfreie Zellulose,
26.79	„ asche- und proteinfreie Zellmembran mit 6.37 g Pentose = 5.64 g Pentosan.

Aus diesen Analysen ergibt sich für die prozentige Zusammensetzung der Zellmembran:

52.14	Reinzellulose,
21.05	Pentosane,
26.81	Rest.

Pentosan und Reinzellulosegehalt stehen mit der im August untersuchten Probe nicht ganz im Einklang, denn diese hatte etwas weniger Zellulose und etwas mehr Pentose, eine nicht unwesentliche Abweichung betrifft aber die Zellmembran, deren Menge kleiner ist, wie in der früher untersuchten Probe. Dagegen stimmen beide Ausgangsmaterialien in der Verteilung der Pentosen ganz gut überein, in der ersten Probe waren in der Zellmembran 85.26 Prozent der Pentosane, hier 83.0 Prozent. Im Mittel kann man für den Salat 29.7 Prozent organische Zellmembran annehmen, bei einer Zusammensetzung für 100 Teile von

47.69	Reinzellulose,
20.65	Pentosan,
31.66	Rest.

Wenn man die mittlere Zusammensetzung des Salates nach König betrachtet, so sollte in 100 Teilen Trockensubstanz 50.7 Prozent N-freier Extrakt und Rohfaser enthalten sein, davon wären nach meiner Analyse 29.70 Teile aber Zellmembran, so daß statt 38.62 Prozent N-freie Extrakte nur 21.0 Teile vorhanden wären; fast $\frac{1}{2}$ der Stoffe dieser Nahrungsgruppe⁶ bestehen also nur aus Zellmembran. Es verhält sich in dieser Hinsicht der Salat also etwa wie der Spinat, was für seine Beurteilung als Nährmaterial wesentlich ist.

Die Zellmembran des Salates war weniger kalisches als jene des Spinates. Von 100 Teilen aschefreier Zellmembran waren in 24 Stunden

69.08	Teile unlöslich,
30.92	„ löslich,

gaben als Fällung mit Alkohol ein weißlich gelbes Pulver, leicht wasserlöslich, ohne Trommer- und Phloroglucinreaktion (in der Kälte). Durch Erhitzen mit CaH_2 wurden beide Reaktionen prompt erhalten. Die gelöste Substanz war hier pentoseärmer als die Muttersubstanz, denn

100	Teile aschefreier Zellmembran enthielten . . .	16.93	Teile Pentosen
69.08	Teile Ungelöstes (aschefrei mit 20.25 Prozent Pentose)	13.99	„
30.92	Gelöstes	2.98	„

Somit fanden sich in 100 Teilen (aschefrei) Gelöstem nur 9.50 Teile Pentose. Der Fall liegt also ähnlich wie mit jenem des Spinates; in beiden Fällen erweisen sich die Pentosane weniger gut löslich wie die andere Zellsubstanz, im Gegensatz zu Birkenholz und der Kleie, welche beide so große Mengen Pentosane abgeben.

Die Brunnenkresse.

Um noch eine weitere Pflanze mit vorwiegend Blattgehalt zu untersuchen, habe ich die Brunnenkresse ausgewählt, die ja ungemein weit verbreitet in Quellen und kleinen Bächen vorkommt, aber merkwürdigerweise nicht überall als Nahrungsmittel verwendet wird. Die gebräuchlichste Anwendung ist die als Salat. Früher hat man sie sogar vielfach als diätetisches Heilmittel bei allen möglichen Krankheiten, namentlich bei Kachexien und ähnlichen angewandt. Das Material war in Berlin ziemlich unbekannt und scheint also ein begehrter Handelsartikel nicht zu sein, während man es anderen Ortes oft reichlich zum Verkauf ausboten findet. Verwendet werden bekanntlich nur die Blättchen, nicht die Stiele

der Pflanzen. Der Trockengehalt war 11.31 Prozent. Auf 100 Teile Trockensubstanz trafen¹:

10.43 Prozent Asche,
89.57 „ Organisches,
2.88 „ N = 18.00 Prozent Protein,
5.03 „ Gesamtpentosen,
13.53 „ asche- und proteinfreie Zellmembran mit 3.19 g Pentose = 2.82 g Pentosane,
5.68 „ asche- und pentosanfreie Zellulose.

Diese Pflanze ist reich an Protein, arm vor allem an Gesamtpentosen. Damit deckt sich auch der auffallend geringe Gehalt an Zellmembran, der kaum halb so viel ausmacht, wie der anderer blattreicher Gemüse. In 100 Teilen organischer Zellmembran sind:

41.95 Prozent Zellulose,
15.49 „ Pentosane,
42.56 „ Rest.

Von den Pentosen ist auch hier der größte Teil in den Zellmembranen, aber doch nur 63.4 Prozent, also weniger als in vielen anderen Gemüsen. Der Zellsaft wurde nicht untersucht.

Wirsing Kohl.

Die zur Ernährung verwendeten Kohlarten sind außerordentlich mannigfaltig, nach Gegenden aber schwankend. Da die Verdaulichkeit des Wirsingkohles durch meine Versuche bekannt ist, habe ich ihn als Beispiel der Kohlarten überhaupt in Untersuchung genommen, die Strünke weggesschnitten, also genau wie es zu Genußzwecken üblich ist. Die Hauptmasse der Blätter war mehr gelblich, nur einige lebhafter grün. Nach den Zusammenstellungen von König (Bd. II, S. 926) berechnet sich auf 100 Teile Trockensubstanz:

24.18 Protein,
3.70 Fett,
54.26 N-freie Extrakte,
10.72 Zellulose,
9.05 Asche.

¹ Eine andere untersuchte Probe aus anderer Gegend hatte 18.27 Prozent Asche und 7.68 Prozent Zellulose der Trockensubstanz.

Der Gehalt meiner Substanz an Trockensubstanz war zwischen 8.23 bis 10.27 Prozent schwankend, der Aschegehalt 6.3 bis 8.23 Prozent. Eine Probe hatte für 100 Teile Trockensubstanz folgende Zusammensetzung:

6.33 Asche,
93.77 organische Substanz,
4.11 N = 25.68 Protein,
9.63 Gesamtpentose,
27.44 organische proteinfreie Zellmembran mit 7.41 Pentosen = 6.54 Pentosane,
10.69 Reinzellulose,
0.60 Fett.

Die Rohzellulose hatte noch 9.75 Prozent Pentosane enthalten. Die Zellmembranen waren ein sehr weißes flockiges Material; bei der mikroskopischen Untersuchung wurden in ein paar Schließzellen noch kleine Stärkekörnchen eingebettet gefunden.

Für 100 Teile Zellmembran ist also zu berechnen:

38.96 Reinzellulose,
23.55 Pentosane,
37.49 Prozent Rest.

Der Preßsaft von saurer Reaktion, stark nach Mercaptan riechend, betrug 700 ccm pro 1 kg und enthielt reichlich Eiweiß. Die Verteilung der Bestandteile auf das Ganze und den Preßsaft für 100 Teile frischer Substanz war:

	Trockensubstanz	Asche	Organ. Substanz	Pentosen
Ursprünglicher Wirsing	10.31	0.645	9.67	2.014
Zellmembran, organisch	—	—	3.41	—
Substanz abzüglich Zellmembran	—	—	6.26	—
Preßsaft	8.94	0.412	3.53	0.132
Gesamtmasse zu Preßsaft	38.19%	63.87	36.46	13.01
Organisches, ausschließlich Zellmembran zu Preßsaft	—	—	56.38%	—

Der Wirsing unterscheidet sich nach mehrfachen Richtungen vom Spinat und Salat. Bemerkenswert ist die erhebliche Menge der Salze, welche verhältnismäßig in den Preßsaft übertreten, ganz erheblich vor allem die anspruhabaren organischen Substanzen, die gegenüber dem Spinat das Doppelte betragen.

Will man die Pentosenverteilung berechnen, so hätte man für 100 Teile Trockensubstanz:

Im ganzen Wirsing	7.41	9.63 g	76.95 %
In den Zellmembranen	1.29	8.70	13.89
Im Saft		0.93	9.66 %
Anderweitig, nicht auspreßbar			

Um die Schwankungen der Zusammensetzung näher kennen zu lernen, wurde Anfang 1916 nochmals eine Probe Wirsingkohlr untersucht, welche folgende Ergebnisse lieferte; der Gehalt der frischen Substanz an Trockengehalt war 8.28 Prozent.

In 100 Teilen Trockensubstanz des Wirsingkohles waren:

8.14 Prozent Asche,	Organisches,
91.86 „	N = 22.43 Rohprotein,
3.59 „	Gesamtpentosen,
9.62 „	asche- und pentosefreie Zellmembran mit 7.56 g
29.51 „	Pentose und 6.67 g Pentosane,
13.15 „	Reinzellulose.

Dies Ergebnis stimmt befriedigend mit der zuerst untersuchten Probe überein. Daraus folgt als Zusammensetzung der Zellmembran:

44.56 Prozent Zellulose,
23.42 „ Pentosane,
32.02 „ Rest.

Von 100 Teilen Gesamtpentosen sind in der Zellmembran 78.59 Prozent. Legt man beide Analysen für die Zellmembran zusammen, so ist das Mittel für 100 Teile organische Substanz:

41.76 Prozent Zellulose,
23.48 „ Pentosane,
34.76 „ Rest.

Um festzustellen, inwieweit durch die Bestimmung der Zellmembran die Menge der früher in der Analyse eingeführten N-freien Extrakte beeinflusst wird, will ich die zuerst angeführte Analyse und ebenso die bei König angeführten Werte auf aschefreie Substanz umrechnen, damit vergleichbare Werte vorliegen, dann ergibt sich pro aschefreie Substanz

nach König	Meine Analyse des Wirsing	
Rohprotein	26.59	27.37
Rohfaser	11.40	11.40
N-freie Extrakte	57.55	60.59
	42.72	wirklicher N-freier Extrakt

nach Abzug der Zellmembran. Der Unterschied ist also sehr bedeutend und beträgt 14.83 Prozent weniger, als bisher für diese Stoffgruppe angenommen worden ist. Bemerkenswert wäre noch, daß von dem Protein nur 7.4 Prozent bei der Darstellung der Zellmembran in letzterer verbleibt.

Blumenkohl.

Der Blumenkohl gehört genau gesehen nicht zu den Blattgemüsen, da gerade die Blätter desselben nicht zur Nahrung dienen, sondern der fleischige Stengel mit seinen zu weißen Massen verwachsenen Blüten. Somit kann es nur der üblichen Gebrauch als Nahrungsmittel rechtfertigen, wenn er an dieser Stelle den vorgenannten Blattgemüsen angefügt wird. Als Zusammensetzung der Trockensubstanz wird angegeben für 100 Teile trocken:

27.63 Prozent Rohprotein,
3.73 Fett,
50.00 N-freier Extrakt,
10.00 Rohfaser,
9.1 Asche.

Das verwendete Material enthielt 10.45 Prozent Trockensubstanz, 8.32 Prozent Asche des letzteren.

In 100 Teilen Trockensubstanz waren nach meinen Analysen:

8.32 Prozent Asche,
91.68 „ Organisches,
11.33 „ Gesamtpentosen,
14.28 „ asche- und pentosanfreie Zellulose,
32.61 „ asche- und proteinfreie Zellmembran mit 8.16 g
0.8 „ Pentose = 7.21 g Pentosane,
„ Ätherextrakt.

Die Zellmembran war eine außerordentlich feinflockige Masse, wie Federflaum. Aus obiger Analyse folgt für die Zusammensetzung der organischen Zellmembran: In 100 Teilen sind:

43.79 Prozent Reinzellulose,
22.11 Pentosane,
34.10 Rest.

Der Preßsaft, bräunlich, war reichlich, er machte 640 cem pro Kilogramm aus.

In 100 Teilen frischer Substanz waren:

	Trocken- substanz	Asche	Organ. Substanz	Pentosen
Ursprünglicher Blumenkohl	10.45	0.87	9.68	1.184
Zellmembran, organisch	—	—	3.41	—
Substanz abzüglich Zellmembran	—	—	6.17	—
Preßsaft	3.24	0.45	2.79	0.114
(Gesamtmasse zu Preßsaft	31.00 ^{0/0}	51.72	29.12	9.63
Organisches, ausschließlich Zellmembran zu Preßsaft	—	—	45.22 ^{0/0}	—

Der Blumenkohl zeigt manche Parallele zum Wirsingkohl in dem Reichtum der auspreßbaren Salze und den relativ erheblichen Übergang organischer Substanzen in den Preßsaft.

Die Hauptmasse der Pentosen ist auch hier in der Zellmembran enthalten, denn es findet sich folgendes:

100 Teile trocken enthalten:		
Im ganzen Blumenkohl	11.33 g Pentosen	72.55 %
In den Zellmembranen	8.22	9.63
Im Saft	1.09	17.82
Anderweitig, nicht auspreßbar	2.02	

Ein erheblicher Teil ist von den Pentosen noch im Preßrückstand geblieben.

Nach König sind im Blumenkohl 50 Prozent N-freie Extrakte 10 Prozent Rohfaser = 60 Teile, zieht man davon die 32.61 Teile Zellmembran ab, so hinterbleibt als echter N-freier Extrakt nur noch 27.49 g pro 100 g Trockensubstanz, d. h. also etwa die Hälfte der bisherigen Annahme.

Mit diesen Resultate stimmte eine andere untersuchte Probe, namentlich was die Zellmembranmenge anlangt, nicht überein. Der einzige Unterschied bestand, vorausgesetzt, daß nicht bei verschiedenen Pflanzen an sich Differenzen bestehen, darin, daß bei der Vorbereitung die härteren Teile des Blumenkohles besser ausgeschnitten waren, wie im anderen Falle. Auf 100 Teile Trockensubstanz trafen 24.46 Prozent asche- und proteinfreie Zellmembran mit 6.68 g Pentose = 5.90 g Pentosane.

Die Zellmembran enthielt also 24.12 Prozent Pentosane. 100 Teile frische Substanz hatten 12.14 Prozent Trockensubstanz, die letztere 7.91 Prozent Asche.

Der Grünkohl, Winterkohl.

Zu den Gemüsen, die in Norddeutschland eine sehr weite Verbreitung als Nahrungsmittel haben, gehört der in normalen Zeiten billige Grünkohl;

ich habe ihn daher auch noch untersucht, wenn es auch wahrscheinlich war, daß seine Zusammensetzung von dem Wirsingkohl nicht wesentlich abweicht. Die gekaufte Ware war schön kraus, fest, tiefgrün, von scharfem Geruch. Wie bei allen Gemüsen störte auch hier der Sandgehalt bei den Aschebestimmungen, die frische Substanz hatte 20.02 Prozent Trockensubstanz. Nach einer Angabe bei König, die allerdings nur das Mittel aus zwei Versuchen ist, berechne ich für die trockene Substanz des Grünkohls:

18.46 Prozent Protein,	
4.5	Fett,
6.70	Zucker,
61.04	N-freie Extrakte,
9.48	Rohfaser,
7.85	Asche.

Die Analyse des Grünkohls bereitete keine besonderen Schwierigkeiten, auch wäre nur zu bemerken, daß die Beseitigung alles Chlorophylls zeitraubend ist und, wie es scheint, erst völlig durch Anwendung verschiedener Mittel möglich wird. Als Zusammensetzung des Grünkohles finde ich für 100 Teile Trockensubstanz:

11.50 Prozent Asche,	
88.5	Organisches,
10.64	Gesamt-pentosan,
10.40	asche- und pentosanfreie Zellulose,
25.86	asche- und proteinfreie Zellmembran mit 7.83 g Pentosan = 6.91 Pentosane,
5.33	N = 33.24 Prozent Protein,
3.32	Fett.

Der Grünkohl gehört also zu den pentosereichsten Kohlarten, meine Ergebnisse weichen nach manchen Richtungen erheblich von der oben angeführten Analyse von König ab; es gehört der Winterkohl nach der von mir untersuchten Probe zu den proteinreichsten Gemüsen, während die Angabe von König etwa einem mittleren Proteingehalt der Blattgemüse entspricht. Trotz der derben Natur des Gewächses ist der Zellulosegehalt kein ungewöhnlich hoher.

Die Menge der Zellmembranen entspricht dem mittleren Verhältnis der Blattgemüse. Bemerkenswert war, daß die Proteinsubstanzen bei der Reinigung der Zellmembran relativ (d. h. im Verhältnis zu anderen Blattgemüsen gleich hohen Proteingehaltes) leicht zu beseitigen waren. Es verblieben schließlich nur 13.2 Prozent der Gesamtproteinstoffe in der Zellmembran. Ich erwähne dies, weil ich beobachtet zu haben glaubte,

daß die Resorbierbarkeit im Darm in Beziehungen zu dieser Zähigkeit oder Leichtigkeit, mit der die Eiweißstoffe in den Zellen haften, steht.

In 100 Teilen reiner Zellmembran sind enthalten:

40.22 Prozent Zellulose,
26.71 „ Pentosane,
33.07 „ Restsubstanz.

Nach dieser Zusammensetzung schließt sich die Zellmembran sehr nahe an die Zellmembran des Spinates an. Die Darstellung des Preßsaffes wurde hier unterlassen, man sieht aus den Ergebnissen der Analyse ohne weiteres, daß die Hauptmasse der Pentosen in der Zellmembran steckt, nämlich 73.59 Prozent, der Rest ist demnach jedenfalls zum Teil in gelöster, d. h. auspreßbarer Form vorhanden. Berechnet man die Menge des N-freien Extraktes als Differenz aller anderen bestimmten Teile zu der gesamten organischen Substanz, so bleibt für Zucker und anderweitige N-freie Extrakte nur 26.1 Prozent übrig; während nach Köning 61.04 Prozent vorhanden sein sollen.

Im Zusammenhang mit den Kohlarthen müßen noch ein paar Angaben über Blattkraut und Rosenkohl hier Platz finden.

In 100 Teilen Trockensubstanz hat man:

	N-Gehalt	N-Substanz	Asche	Pentosen
Bei Blattkraut	2.98	18.62	6.64	9.74
„ Rosenkohl	5.64	35.25	8.89	10.33

Nachdem die Verhältnisse der Zusammensetzung der Blattgemüse und Kohlarthen im einzelnen besprochen worden sind, gebe ich in nachstehendem eine Zusammenstellung der Ergebnisse mit Bezug auf Menge und Zusammensetzung der Zellmembranen.

In 100 Teilen Zellmembran sind:

Substanz	Zellmembran in Prozent der Trockensubstanz	Zellulose	Pentosane	Rest	Aschegehalt der Trockensubstanz
Grünkohl	25.9	40.22	26.71	33.07	11.5
Spinat	26.6	40.23	24.42	35.35	16.4
Wirsing	28.5	41.76	23.48	34.76	9.0
Brunnenkresse	13.5	41.95	15.49	42.56	10.4
Blumenkohl	28.5	43.79	22.11	34.10	8.3
Salat	29.7	47.69	20.65	31.66	14.6

Was die Menge der Zellmembranen anlangt, so scheinen die Ergebnisse bis auf eine Ausnahme, sich sehr nahe zu stehen, wobei ich aber doch darauf verweisen muß, daß zwischen den Einzelwerten, wie an

der betreffenden Stelle angegeben wurde, sich nicht unbedeutende Abweichungen zeigten.

Die weitgehende Übereinstimmung mit den Wurzelgewächsen ist aber doch nicht so vollkommen, als die Zahlenergebnisse zu besagen scheinen, denn man darf nicht vergessen, daß Blattgemüse und Kohlarthen viel asche-reicher sind als die Wurzelgewächse; besonders groß ist der Aschegehalt bei Spinat und Salat; auf organische Substanz bezogen, würde also der Zellmembrangehalt des Salates und Spinates wesentlich sich erhöhen. Die Brunnenkresse fällt ebenso aus dem Rahmen der anderen nahestehenden Gemüse heraus, wie die Schwarzwurzel aus dem Verhältnisse zu den anderen Wurzelgewächsen. In der Zusammensetzung der Zellmembran stimmen die aufgeführten Substanzen sehr nahe überein bis auf die Brunnenkresse mit ihrem etwas niedrigen Pentosengehalt. Man kann auch sagen, daß die Unterschiede zwischen den Wurzelgemüsen (Kartoffel ausgenommen) und Blattgemüsen hier ein ziemlich einheitliches Verhalten zeigt. Keine Zellmembran ist pentosanfrei, bei allen ist der Pentosangehalt (die Kresse ausgenommen) annähernd halb so groß wie der Zellulosegehalt, und die Restsubstanz liegt zwischen diesen Werten.

Man wird sich erinnern, daß in allen Fällen, ausgenommen die Kartoffel, die Hauptmasse der Pentosen in den Zellmembranen enthalten ist. Daher wird ein gewisser Parallelismus zwischen Pentosengehalt und Zellmembrangehalt sich ergeben müssen.

Eine Zusammenstellung der entsprechenden Werte folgt in nachstehender Tabelle.

Substanz	Pentosangehalt in Prozenten	Zellmembran in Prozenten der Trockensubstanz
Brunnenkresse	5.03	13.5
Schwarzwurzel	5.52	12.5
Kartoffel	6.24	5.6
Rote Rüben	6.84	—
Kohlrüben	8.08	—
Telower Rüben	8.11	—
Salat	8.21	29.7
Gelbe Rüben	8.65	26.4
Spinat	8.86	26.6
Wirsing	9.63	25.5
Blattkraut	9.74	—
Rosenkohl	10.33	—
Meerrettig	10.49	26.4
Grünkohl	10.64	23.9
Blumenkohl	11.33	25.5

Man sieht, daß die beiden auffallenden Ausnahmen mit niedrigem Zellmembrangehalt — Brunnenkresse und Schwarzwurzel — auch Ausnahmen im Pentosegehalt sind, beide enthalten viel weniger Pentosen als alle anderen. Die Kartoffel gehört insofern gar nicht in diese Reihenordnung hinein, als sie ja sehr viel Pentosen, die nicht in der Zellmembran enthalten sind, einschließt. Also ist innerhalb gewisser Grenzen hier der Pentosegehalt auch ein annähernder Maßstab des Zellmembrangehaltes.

Generell kann das nicht gesagt werden, da wir im nächsten Abschnitt über Obst mit einer Gruppe bekannt werden, deren Verhältnisse ganz anders liegen.

Das Resultat der Untersuchung der Blattgemüse inklusive Blumenkohl läßt erkennen, daß ihr Gehalt an Zellmembran ein großer ist.

Die Betrachtung des Nährwertes führt auf Grund dieser Untersuchung also zu anderen Anschauungen. Ohne die Frage der Verdauung hier erledigen zu wollen, ist von vornherein sicher, daß der Nutzwert der Zellmembran für den Organismus ein beschränkter ist. Von den untersuchten Nahrungsmitteln ist nur die Ausnutzung des Wirsings durch meine Experimente am Menschen näher bekannt. Die reichliche Kotbildung (s. S. 197) liegt offen zutage. Leider waren zur Zeit, als ich diese Untersuchungen über die Ausnutzung anstellte, Methoden zur Kotuntersuchung noch nicht bekannt, auch die Natur der Zellmembran völlig unbekannt, so ist damals diese wichtige Seite der Frage un bearbeitet geblieben. Man sieht aber bei einer auch nur oberflächlichen Schätzung, daß ein wesentlicher Teil der Membranen zerlegt worden sein muß, denn die Steigerung der Kotmenge betrug 36·9 g pro Tag, die eingeführte Zellmembran aber schätzungsweise ($406 \times 0\cdot325$) 132 g pro Tag.

Die Verteilung der Pentosen in den Blattgemüsen, in Kohlar ten und Blumenkohl zeigt das Gemeinsame, daß die ganz überwiegende Masse der Pentosen in den Zellhüllen enthalten ist. Die gelösten Pentosen entsprechen dem Preßsaft und wohl noch jenem Anteil im Saft, der wegen der Quellungsverhältnisse der zurückbleibenden Substanzen in einem Akte der Auspressung nicht zu erhalten sind. Die Pentosen bestehen meist nur zum kleinen Teil aus Methylverbindungen, nur im Preßsaft wurde mehrfach beobachtet, daß die Methylpentosen etwas reichlicher (etwa im Blumenkohl und Wirsing) auftreten.

Nachdem die Zusammensetzung der üblichen Gemüse, welche in weiterer Verbreitung gemossen werden, besprochen worden ist, und sich ergeben hat, daß die Zellmembran einen ganz erheblichen Teil der organischen Substanzen dieser Nahrungsmittel ausmacht, ist damit einerseits die Einschränkung des Begriffes — des N-freien Extraktes möglich

geworden, andererseits aber steht die weitere Entscheidung noch aus, wie man die Zellmembran vom physiologischen Standpunkt zu bewerten habe. In dieser Hinsicht wird es darauf ankommen, sowohl ihre Resorbierbarkeit an sich einer näheren Untersuchung zu unterziehen, als auch zu prüfen, welche Rückwirkung auf den Verdauungsprozeß die Einführung dieser „holzigen“ Masse etwa ausübt. Das sind wichtige allgemeine Fragen, zu deren Lösung es ja nicht nötig sein wird, die zahlreichen Materialien, welche ich untersucht habe, alle in dieser Hinsicht zu prüfen. Die Auswahl einiger Beispiele zeigt gleichlicherweise, daß dies zu einem Urteil vorläufig vollkommen genügt, die spätere Weiterführung der Untersuchungen behalte ich mir vor.