

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Vierter Jahrgang.

30. Juni 1916.

Heft 26.

Leguminosenblätter als Nahrungsmittel.

Von Prof. Dr. G. Haberlandt, Berlin-Dahlem.

Bei der vegetarischen Ernährungsweise, die jetzt im Deutschen Reiche und in Österreich-Ungarn eine größere Rolle spielt als in Friedenszeiten, müssen zur Deckung unseres täglichen Eiweißbedarfs auch die Gemüse in höherem Maße herangezogen werden. Dies gilt namentlich für die jetzigen Sommermonate bis tief in den Herbst hinein. Freilich erscheint diese Forderung schwer erfüllbar, da der Gehalt der bekannten Gemüsearten, Blatt- und Stengelmüße, an Eiweißstoffen und überhaupt an organischen Stickstoffverbindungen bekanntlich ein ziemlich geringer ist: *J. Koenig*¹⁾ gibt für Weißkohl im Mittel 1,83 %, für Rotkohl gleichfalls 1,83 %, für Winterkohl 3,99, Rosenkohl 4,83, Blumenkohl 2,48, Spinat 3,71, Spargel 1,95 % „Stickstoffsubstanzen“ an, wobei aber zu bemerken ist, daß nur ein Teil davon — meist allerdings der weitaus größere Teil — aus Proteinstoffen, der andere Teil dagegen aus verschiedenen Amidn (Aminosäuren, insbesondere Asparagin) besteht. Dazu kommt, daß die Menge des verfügbaren Gemüses und sein Preis die Erhöhung unserer Eiweißration gleichfalls ungünstig beeinflussen.

Es ist daher für unsere Volksernährung sehr wichtig, daß bis zur Einbringung der nächsten Ernte und bis zur Erhöhung des Fleischkonsums, die erst im Oktober oder November zu erwarten ist, auch noch andere Eiweißquellen, die uns das Pflanzenreich zur Verfügung stellt, möglichst ausgenutzt werden. Es kann sich dabei nur um pflanzliche Vegetationsorgane, Stengel- und Laubblätter handeln, die noch eiweißreicher sind, als die eiweißreichsten Gemüse, die wir in Deutschland bauen, die in sehr großer Menge leicht und billig zu beschaffen sind und deren Genuß mit keiner Gefährdung der Gesundheit und überhaupt mit keinerlei Unzutraglichkeiten verknüpft ist.

Vegetationsorgane, die diesen Bedingungen entsprechen, sind die *Laubblätter verschiedener Leguminosen*, insbesondere der *Luzerne* und noch einiger anderer häufig gebauter *Kleearten*.

Die *Luzerne* (*Medicago sativa* L.), auch Schnecken-, Monats-, Dauerklee genannt, ist bekanntlich eine in ganz Europa mit Ausnahme der arktischen Gebiete, in Vorder- und Mittelasien vielkultivierte Leguminose. Dank ihres raschen Wachstums und ihrer großen Assimilationskraft kann sie bei uns jährlich drei- bis viermal gemäht werden. *Dietrich* und *Koenig* (Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel, 2. Auflage,

I. Bd.) geben für ganz junge, handhohe Pflanzen einen mittleren Gehalt an Stickstoffsubstanzen von 6,25 % an, vor und zu Anfang der Blüte einen solchen von 4,56 %. Sehr bemerkenswert ist, daß die Blätter um vieles reicher an Stickstoffsubstanzen sind als die Stengel. Erstere enthielten, am 24. April geerntet, 8,1 %, letztere nur 3,1 %, nach dem zweiten Schnitt am 22. Mai betrug diese Werte 8,8 und 3,3 %. Wenn man daher die Blätter der Luzerne mit denen des Spinates und der eiweißreicheren Kohlarten vergleicht, so ergibt sich, daß ihr Gehalt an Stickstoffsubstanzen ungefähr doppelt so groß ist, als der der genannten Gemüse.

Man kann den relativ großen Eiweißgehalt der Luzerneblätter mit Hilfe des bekannten Millonschen Reagens (sowie auch anderer Eiweißproben) leicht auch ad oculos demonstrieren. Wenn man nach dem von *Molisch*²⁾ empfohlenen Verfahren das Blatt zunächst eine Minute lang in siedendes Wasser taucht, dann in warmem Alkohol das Chlorophyll auszieht, bis das Blatt weiß erscheint, und es dann in frisch bereitetes Millonsches Reagens bringt, so färbt es sich nach mehreren Stunden *dunkelziegelrot*. Ausgewachsene Luzerneblätter zeigen eine etwas intensivere Färbung als junge unausgewachsene. Ein in gleicher Weise behandeltes Rotkohlblatt wurde trotz seiner bedeutend größeren Dicke weniger intensiv gefärbt, als die Luzerneblätter. Bedeutend heller ziegelrot färbten sich ausgewachsene, jüngere und ältere Spinatblätter.

Für die Ernährungszwecke des Menschen wird man die Stengel der Luzerne nicht nur wegen ihres relativ geringen Gehaltes an Stickstoffverbindungen ausschalten, sondern vor allem deshalb, weil sie reich an Bast- und Holzfasern sind. Bei der anatomischen Untersuchung der ausgewachsenen Stengel ergibt sich nämlich, daß die zahlreichen Gefäßbündel ziemlich mächtige Bastbelege aufweisen, deren Mittellamellen mäßig verholzt sind. Eine sehr starke Verholzung (Rotfärbung mit Phlorogluzin und Salzsäure) zeigen die Wandungen der Gefäße und des Libriforms, von dem nur die innersten Zelllagen nicht verholzte Verdickungsschichten besitzen.

Die Laubblätter sind beiderseits mit einer zartwandigen Epidermis versehen. Sogar die Epidermis-Außenwände sind nur 0,0025 mm dick und besitzen eine ganz zarte Kutikula. Die hohe Palissadenzellschicht, sowie auch das dicht gebaute Schwammparenchym sind überaus reich an Chlorophyllkörnern, die wohl in erster Linie den Eiweiß-

¹⁾ *J. Koenig*, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel Bd. I, 4. Aufl., Berlin 1904.

²⁾ *H. Molisch*, Die Eiweißproben, makroskopisch angewendet auf Pflanzen, Zeitschrift für Botanik, Jahrgang 8, 1916, Heft 2.

reichtum der Blätter bedingen. Wie nämlich *Molisch* a. a. O. vor kurzem makro- und mikrochemisch gezeigt hat, steckt die Hauptmasse des Eiweißes der Blätter in den Chlorophyllkörnern.

Sehr günstig für den Genuß der Laubblätter ist, daß die Blättchenmittelrippe nur auf der Unterseite des Gefäßbündels einen mechanischen Beleg aufweist, der nicht aus Bastzellen, sondern nur aus schwach verdickten Kollenchymzellen besteht, deren Wände bekanntlich nicht verholzt sind. In den Sekundärnerven sind die Gefäßbündel allerdings beiderseits mit schwach verholzten Bastbelegen versehen, doch bestehen diese auf dem Querschnitte oberseits nur aus 4—7, unterseits aus 7—10 Zellen. Man darf demnach das ganze Blatt als arm an mechanischen Fasern bezeichnen.

Auf der Blattunterseite treten gleichmäßig verteilt in spärlicher Anzahl etwa 1 mm lange und 0,012 mm dicke, spitze und mit stark verdickten Zellwänden versehene Haare auf, die, abgesehen von der der zarten Kutikula, die kleine Knötchen trägt, aus reiner Zellulose bestehen, also weder verholzt noch kutinisiert sind. Es ist ganz ausgeschlossen, daß diese geschmeidigen Härchen die genießbarkeit der Luzerneblätter beeinträchtigen könnten.

Im Anschluß an die Besprechung des anatomischen Baues der Luzernestengel und -blätter möge die für die Beurteilung ihrer Verwertbarkeit als menschliches Nahrungsmittel wichtige Frage nach ihrem Gehalte an unverdaulicher Rohfaser beantwortet werden. Was bei der chemischen Analyse gewöhnlich als „Rohfaser“ bezeichnet wird, sind die schwerer löslichen Zellulosen, insbesondere die verholzten und kutinisierten (verkorkten) Zellwände. *Dietrich* und *Koenig* geben für ganz junge, handhohe Luzernepflanzen einen mittleren Rohfasergehalt von 4,36 %, für Pflanzen vor und zu Beginn der Blüte einen solchen von 6,82 % an. Am 24. April geerntete Blätter wiesen 4,1, am 22. Mai (zweiter Schnitt) geerntete 6,1 % auf, während die Stengel nur 3,9 und 5,4 % Rohfaser enthielten. Letztere Angaben können aber, wie die anatomische Untersuchung lehrt, unmöglich richtig sein, da, von den ganz jungen Stengelteilen abgesehen, die Stengel weit mehr verholzte Fasern (Bast- und Libriformzellen) besitzen, als die Blätter. Ich habe deshalb am 2. Juni geerntete Luzernepflanzen nach der *Weender* Methode auf ihren Rohfasergehalt hin geprüft und zur Analyse die 5 cm langen Zweigspitzen mit ihren Blättern und Blütenknospen sowie alle Blattspreiten der betreffenden Stengel benutzt, also jene Organe und Organteile, die als Nahrung allein in Betracht kommen. Es ergab sich ein Rohfasergehalt von 4,52 %. Das ist nun allerdings bedeutend mehr, als der Rohfasergehalt des Winterkohls (1,88 %), des Rotkohls (1,29 %), des Spinats (0,94 %) und des Spargels (1,15 %). Da es sich aber dabei hauptsächlich um faserförmige Elemente (Bast- und Libriformzellen, Tracheiden)

handelt, so läßt sich diesem Übelstande bei der Zubereitung leicht bis zu einem gewissen Grade abhelfen, indem man die gekochten und zerkleinerten Stengel und Blätter durch ein genügend feines Haarsieb treibt. Übrigens werden beim Spargelgenuß auch dann relativ reichlich faserförmige und verholzte Zellen ohne jede Belästigung aufgenommen, wenn vorher durch Schälen der Sprosse der periphere Bastzylinder entfernt wird: den zahlreichen über den Querschnitt des Stengels zerstreuten Gefäßbündeln mit ihren stark verholzten Gefäßen sind auf den Leptomseiten dünnwandige langgestreckte Zellen in mehreren Schichten vorgelagert, deren Wände verholzt sind, und die demnach im Kote fast unverändert wieder erscheinen.

Was schließlich die sogenannten stickstofffreien Extraktstoffe anlangt, die im wesentlichen aus Zucker, Stärke, Hemizellulosen und Pentosanen bestehen, so schwanken die Angaben der Analytiker in hohem Maße; das ist auch begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Laubblätter frühmorgens stärkefrei, gegen Abend dagegen stärke-reich sind. Jüngere Pflanzen enthalten nach *Dietrich* und *Koenig* 4,2—8,42 % N-freie Extraktstoffe; die Blätter, für die oben der Gehalt an Stickstoffsubstanzen und Rohfaser angegeben wurde, wiesen 8,5 % auf. Winterkohl enthält nach *Koenig* 11,63 %, Rosenkohl 6,22 %, Rotkohl 5,86 %, Spinat 3,61 %, Spargel 2,40 % N-freie Extraktstoffe (einschließlich Zucker). Die Luzerne übertrifft also auch in dieser Hinsicht die meisten Gemüse. Der Gehalt an Rohfett beträgt vor und zu Anfang der Blüte im Mittel 0,83 %, d. i. fast so viel wie beim Winterkohl (0,90 %) und mehr als beim Rosenkohl (0,46 %), beim Rotkohl (0,19 %), beim Spinat (0,50 %) und beim Spargel (0,14 %).

Mit einigen Worten sei jetzt noch die *Zubereitungsweise* des neuen Gemüses geschildert. Anfang Juni wurden vom Luzernebeet des Pflanzenphysiologischen Instituts der Berliner Universität 25 Stengel etwa 10 cm über dem Erdboden abgeschnitten. Ihre Länge betrug 58—85 cm, das Gesamtgewicht 322 g. Sie besaßen 164 Seitenzweige von mehr als 2 cm Länge. Zur Bereitung des Gemüses wurden die Spitzen der Hauptäste und Seitenzweige bis zu 5 cm Länge und sämtliche Blätter (ohne die Blattstiele) verwendet; ihr Gewicht betrug 128 g, d. s. fast 40 % des Gesamtgewichtes. Wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, können junge Stengel von der angegebenen Länge unbedenklich verwendet werden, da die Bastbelege der Gefäßbündel in einer Entfernung von 5 cm von der Spitze sich noch im kollenchymatischen Stadium befindet, also nicht verholzt sind. Ein Libriförmring ist noch nicht ausgebildet. Die Blätter und Stengelspitzen wurden mehrmals abgerührt und das Wasser gewechselt, um den etwas bitteren Geschmack zu beseitigen, dann wurde fein gewiegt, durch ein Haarsieb gepreßt und bei der weiteren Zubereitung in der üblichen Weise (wie mit Spinat) verfahren. Die

mikroskopische Untersuchung ergab einen überraschend weitgehenden Zerfall der Gewebe, insbesondere des Palissaden- und Schwammparenchyms in die einzelnen Zellen. Die Verdauungsenzyme werden sonach durch die zarten Zellwände mit Leichtigkeit in das Innere der Zellen eindringen.

Dieses Luzernegemüse hatte einen angenehmen, leicht bitteren Geschmack, es erinnerte mich an „Kochsalat“, wie er in Süddeutschland, besonders in Österreich, häufig und gern genossen wird. Wer davon aß, stimmte *Leunis* bei, der in seiner „Synopsis der Pflanzenkunde“ von der Luzerne sagt: „Sie ist sogar als schmackhaftes Frühlingsgemüse empfohlen.“

Im Deutschen Reiche waren 1893 und 1900 etwa 160 000 ha in freiem Felde mit Gemüse bebaut¹⁾. Nimmt man mit *A. Schulte* an, daß in den Haus- und Obstgärten ebenfalls 160 000 ha mit Küchengewächsen bestellt waren, so ergibt sich für den Gemüsebau ein Gesamtareal von 320 000 ha. Nach demselben Autor (a. a. O. S. 44) waren im Deutschen Reiche 1913 251 000 ha mit Luzerne bepflanzt, d. s. 78 % der mit Gemüse bebauten Bodenfläche. Man sieht daraus, welch ein enormer Zuwachs an relativ sehr nahrhaftem und billigem Gemüse für die Volksernährung sich ergeben würde, wenn nur ein Bruchteil der Luzernernte für die menschliche Ernährung Verwendung finden könnte. Ob und wie dies wirtschaftlich durchführbar wäre, entzieht sich meiner Beurteilung. Doch sollte man meinen, daß in Zeiten der Not manche Schwierigkeiten zu bekämpfen sein müßten, die unter normalen Verhältnissen hindernd im Wege stehen würden.

Es ist jetzt noch die Frage zu beantworten, ob auch die Stengel und Blätter anderer Leguminosen als Gemüse benützt werden können. Man wird diese Frage bezüglich der übrigen *Medicago*-Arten (*M. falcata* L., schwedische oder gelbe Luzerne, *M. media* Pers., Große Sandluzerne, *M. lupulina*, Hopfenluzerne) unbedenklich bejahen dürfen. Für *M. lupulina* wird zu Beginn der Blüte auf ungedüngtem Ackerboden ein Gehalt von 4,48 %, in der Blüte vom natürlichen Standort ein solcher von 5,62 % Stickstoffsubstanzen angegeben. Die Blätter allein sind zweifellos noch eiweißreicher. Auch die *Espartette* (*Onobrychis sativa* Lam.) kommt vielleicht in Betracht, obgleich die Bastbelege der Gefäßbündel in den Blattspreiten etwas stärker sind als bei der Luzerne. Für den weißen *Steinklee* (*Melilotus alba* L.) werden 3,28 und 5,67 % Stickstoffsubstanzen angegeben. Der *Hornklee* (*Trigonella Foenum graecum* L.) wird in Vorderindien, Ägypten, Südfrankreich, in Thüringen und dem Vogtlande gebaut; die jungen Triebe dienen in Indien und Ägypten als ein beliebtes Gemüse. Am nächsten würde es natürlich liegen, den gewöhnlichen Rot- oder Wiesenklee

(*Trifolium pratense* L.) und seine nächsten Verwandten als Gemüse zu verwenden, da die damit behaute Bodenfläche im Deutschen Reiche 1913 nicht weniger als 1 987 000 ha betrug. Allein die mikroskopische Untersuchung ergab kein ermutigendes Resultat. Die Stengel des Rotklee besitzen mächtige, stark verholzte Bastbelege vor den Gefäßbündeln und zwischen diesen ebenfalls stark verholzte Librifibrillenbrücken. In den ausgewachsenen Blattspreiten sind auch die Gefäßbündel der Sekundärnerven mit beiderseitigen Bastbelegen versehen, die auf dem Querschnitt aus 10—12 Zellen bestehen. Die Palissadenschicht und das 5 schichtige Schwammparenchym sind wieder überaus chlorophyllreich. In jüngeren unausgewachsenen Blättern (Länge der Teilblättchen etwa 2 cm), für die *Dietrich* und *Koenig* 5,85—7,19 % Stickstoffsubstanzen angeben, sind die Bastbelege der Sekundärnerven bereits sehr dickwandig, wenn auch noch kollenchymatisch; die Epidermis ist schon ziemlich derb gebaut. Wollte man demnach Wiesenklee als Gemüse benutzen, so dürfte man nur noch jüngere, in der Knospenlage befindliche Blätter auswählen, was zu umständlich und wohl auch zu teuer wäre. —

Die Anregung, Leguminosenblätter, insbesondere die der Luzerne, als relativ eiweißreiches Gemüse zu genießen, ist, wie ich glaube, nicht nur jetzt im Kriege beachtenswert. Sie kann auch in den kommenden Friedenszeiten noch Nutzen stiften, wenn unsere Fleischtöpfe wieder gefüllt sein werden.

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie*).

Von Dr. Erwin Freundlich, Neubabelsberg.

Am Ende des vorigen Jahres hat *A. Einstein* eine Theorie der Gravitation auf Grund eines allgemeinen Prinzips der Relativität aller Bewegungen zum Abschluß gebracht. Sein Weg führt

*) Die Schwierigkeit des Gegenstandes macht es unmöglich, im Rahmen eines Zeitschriftenaufsatzes mehr zu tun, als die leitenden Gedanken herauszuheben, und, ihres mathematischen Gewandes so weit wie möglich entkleidet, wiederzugeben. Trotz des großen Umfanges des Aufsatzes werden die an dem Thema besonders Interessierten daher mancherlei weitere Belehrung verlangen über damit zusammenhängende Fragen, die teils vor das Forum des Philosophen und des Mathematikers, teils vor das des Physikers und des Astronomen gehören. Aus diesem Grunde wird der Aufsatz auch als Sonderdruck veröffentlicht werden: durch einen Anhang erweitert, wird er in Anmerkungen diejenigen physikalischen und mathematischen Ergänzungen und Literaturhinweise bringen, die der Leser mutmaßlich zuerst verlangen wird. Diese Anmerkungen in irgendeiner Form noch mit dem vorliegenden Aufsatz zu verbinden, verbietet die Rücksicht auf seinen ohnedies sehr großen Umfang und auf die Interessen derjenigen Leser, die seinem Gegenstande gar zu ferne stehen. — Der Sonderdruck wird in einigen Wochen als Broschüre im Verlage von Julius Springer erscheinen.

Die Schriftleitung.

¹⁾ *A. Schulte im Hofe*, Die Welterzeugung von Lebensmitteln und Rohstoffen usw., Beihefte zum Tropenpflanzer Bd. XVI, Nr. 1/2, 1916, S. 13.