

Vermehrung der Trockensubstanz. Für *Lemna minor* L. und *Lemna polyrhiza* L. ist der Besitz derselben Fähigkeit wahrscheinlich.

Eine Assimilation der etwa durch Zersetzung der organischen Stoffe gebildeten Kohlensäure kann zwar nicht als ausgeschlossen bezeichnet werden, ist aber unwahrscheinlich, da die Pflanzen, welche in den Kohlensäure enthaltenden Lösungen gezogen wurden, fast allgemein eine weit schlechtere Entwicklung nahmen. Das gute Gedeihen einiger Pflanzen im Leitungswasser beweist hiergegen nichts, da das Leitungswasser nicht zu vernachlässigende Mengen gelöster organischer Stoffe enthält.

3. Harnstoff scheint sich als Stickstoffquelle nicht zu eignen, wahrscheinlich wegen giftiger Nebenwirkung.

Auch in Lösungen von Glykokoll und humussaurem Kalium gelang es uns bis jetzt nicht, *Ceratophyllum* und *Myriophyllum* zum Wachstum zu bringen.

Algen gedeihen auch in diesen Lösungen sehr gut.

4. Die in den organische Stoffe enthaltenden Lösungen gezogenen Pflanzen zeichneten sich meistens durch gutes Wachstum vor den in rein anorganischen Lösungen gezogenen auffallend aus. Daraus ist zu schliessen, dass diese Pflanzen mit Vortheil organische Stoffe verarbeiten.

5. Da manche Pflanzen es in den rein anorganischen Lösungen nur zu einer kümmerlichen Entwicklung brachten oder sogar abstarben, erscheint die Vermuthung nicht unbegründet, dass diese Arten sich in hohem Grade an die halbsaprophytische Lebensweise angepasst haben.

Es werden daher auch die höheren grünen Wasserpflanzen bei der Selbstreinigung der Gewässer mitwirken. Die Versuche hierüber wie über die Frage der Selbstreinigung der Gewässer überhaupt werden fortgesetzt.

Mikroskopische Untersuchung gänzlich verkohlter vorgeschichtlicher Nahrungsmittel aus Tirol.

Von

Dr. Fritz Netolitzky,

Assistent an dem pharmakologischen Institute in Innsbruck.

Gelegentlich der Durchforschung einer Siedelung aus der La-Tène Zeit in der Nähe von Sanzeno (Gemeinde Cles in Süd-Tirol) stiess der Leiter der Ausgrabung, Herr Hofrath v. Wieser¹⁾, auf grössere Mengen verkohlten Getreides, von dem einige Proben aufbewahrt und mir zur Bestimmung übergeben wurden. Da die makroskopische Untersuchung keine völlige Sicherheit bot, ging ich mit dem Mikroskope an die Lösung der Frage.

¹⁾ Ueber die näheren Umstände des Fundes wird Prof. v. Wieser seinerzeit in der „Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg“ ausführlich berichten.

I. Erste Getreideart.

A. Makroskopisches Verhalten: Die Früchte, die ihre ursprüngliche Gestalt so wohl bewahrt haben, dass sie auf den ersten Blick als Cerealien erkannt werden können, liegen unregelmäßig in einer schwarzen, mürben und leicht zerreiblichen Masse eingebettet, in welcher man kleine, glänzende Gesteinsplitterchen unterscheidet. Löst man diese Umhüllung von den Körnern, so zeigen diese fast durchwegs eine glatte und glänzende Oberfläche, von der sich leicht undurchsichtige, schwarze Schuppen lösen lassen, am vollkommensten dort, wo mehrere Körner untereinander zusammenhängen. Hier gelingt es, selbst millimeterlange und -breite Blättchen zu erhalten, ja manchmal fällt sogar die Frucht wie aus zwei Schalen heraus, wobei letztere zuweilen am Grunde in Verbindung mit einander bleiben. Ausser diesen Früchten findet man, wenn auch seltener, noch andere verkohlte Gebilde in der Grundmasse eingelagert und zwar runde, ungefähr 1—2 mm im Durchmesser betragende Körner und ferner noch Bruchstücke solcher Schuppen, wie sie oben erwähnt wurden. Dagegen fehlen Grannenreste und Theile der Aehrenspindel vollständig.

Aus der ungeordneten Lage der Körner, dem Fehlen von Aehrenresten und dem eigenthümlichen Aussehen der Einbettungsmasse kann man schliessen, dass ausgedroschenes Getreide der Verkohlungsunterlage und dass durch nachsickerndes Wasser die Zwischenräume allmählich mit Kohlenresten und Steinplitterchen ausgefüllt wurden.

Die Grösse der Körner beträgt in der Länge 4,3—6,5 mm (durchschnittlich 5,5 mm), die grösste Breite 2,5—3,5 mm (meistens 3 mm); der Querschnitt der in Paraffin eingeschlossenen Frucht ist herzförmig mit tiefer Bauchfurchung, die Rückenfläche ist stark gewölbt, der Keimling deutlich.

B. Mikroskopisches Verhalten: I. Die Spelzen. Ohne vorausgehende Behandlung sieht man unter dem Mikroskope schwarze, undurchsichtige Massen, die sich nach Zusatz von Kalilauge, Ammoniak u. s. w. nicht aufhellen. Um das Präparat zur Untersuchung geeignet zu machen, wurden die erwähnten Lamellen der Kornoberfläche entweder auf dem Platinbleche oder ohne Weiteres auf dem Objektträger verascht, mit Salzsäure behandelt und in Glycerin eingeschlossen¹⁾. Es war klar, dass es sich nur um Spelzenreste handeln konnte. In der That sieht man die verkieselten Langzellen der Oberhaut mit ihren welligen Wendungen und zwischen diese eingeschaltet in verschiedener Häufigkeit (stellenweise fehlen sie fast ganz) runde Kurzzellen, die durch unvollständige Verbrennung ihres organischen Inhaltes oft als schwarze Scheiben die Reihen der Langzellen unterbrechen.

Besonders der Zellinhalt ist in der Asche leicht zu finden, ja er bildet sogar einen ausgezeichneten Anhaltspunkt für die Bestimmung. Könnte man

¹⁾ Vergl. Dr. J. Hockauf: Ueber Aschengehalte von Drogen aus dem Pflanzenreich. Zeitschr. d. allg. österr. Apotheker-Vereines 1898, Nr. 1—3 u. 14—19. Ferner: B. Schmid, Bau und Funktion der Grannen unserer Getreidearten, Botan. Centralbl. 76, Heft 1 u. ff.

die Zellwandung in Folge ihrer Farblosigkeit übersehen, so fielen die blassbräunlichen oder auch röthlich schimmernden Abgüsse des Zelllumens mit ihren feineren und gröberem Zacken als Ausdruck der Tüpfelung der Wand viel eher in die Augen. Die Oberhautzellen sind verhältnissmässig kurz (20—45 μ lang) bei einer Breite von 6,5—12 μ ; doch kommen auch Zellen vor, die so breit als lang sind. Meist herrscht aber zwischen Länge und Breite das Verhältniss 3:1 bis 5:1 vor.

So weit erkennt man die Spelzenelemente sehr gut. Vom Hypoderm aber sieht man fast nichts und die anderen Zellen gehen ganz verloren, da ihre Asche in Salzsäure löslich ist. Zu ihrem Nachweise musste eine andere Untersuchungsart eingeschlagen werden, die einfach darin bestand, dass die Asche mit Weglassung der Säure gleich in Glycerin aufgenommen wurde. Zwar verlieren dadurch die Oberhautzellen an Deutlichkeit, dafür sieht man aber das Hypoderm überall und stellenweise auch das Gewebe der anderen Schichten. Bei der unten folgenden Untersuchung der Frucht führte diese Methode allein zum Ziele. Man hat dabei nur darauf zu achten, dass man keinen Druck auf die Asche ausübe und dass das Glycerin langsam zutrete, damit das zarte Skelett nicht so leicht zerstört werde. Auch empfiehlt es sich noch aus demselben Grunde, die Verbrennung nicht zu dünner Schnitte (die man leicht erhält, wenn man das zu untersuchende Korn in Paraffin einbettet) direkt auf dem Objektträger vorzunehmen; nur muss die Veraschung dann um so gründlicher erfolgen. Hierzu ist nun zu bemerken, dass sich unsere Getreidearten und Mehle (mit Ausnahme der Spelzen) beim einfachen Veraschen ganz anders verhalten, indem sie bekanntlich nur sehr wenig Asche liefern¹⁾ und dann nur bei Anwendung hoher Hitzegrade durch längere Zeit; in diesem Rückstand fand ich nur sehr selten irgend welche Zellgerippe. Die vorliegenden Körner und Spelzen verbrannten dagegen leicht und vollständig und lieferten eine grauweisse, die ursprüngliche Form ausgezeichnet wiedergebende Asche, welche durch dieses Verhalten die mikroskopische Untersuchung gut ermöglichte. Diese Formerhaltung erstreckt sich nicht nur auf die gröberem Antheile, sondern sie geht so weit, dass in den Kleberzellen der körnige Inhalt zu sehen ist, dass man die Querschnitte der Endospermzellen beobachten kann u. s. w.²⁾ Freilich muss man

¹⁾ Dr. L. Wittmack: Anleitung zur Erkennung organ. u. unorgan. Beimengungen im Roggen- und Weizenmehl, Leipzig, Seite 28. Auch B. Schmid, a. a. O.

²⁾ 16 grosse, wohlgereinigte Körner lieferten 0,04 g weisse Asche. Nun wiegen 16 Korn vom Speltweizen (frische Sommerfrucht) nach Dr. Werner (Die Sorten und der Anbau des Getreides) 0,725 g, nach Dr. Harz (Samenkunde) nur 0,557 g durchschnittlich. Auf den ersten Fall berechnet entspräche die gefundene Asche 5,5%, auf den letzteren gar 7,18%. Bei allen Weizenarten überhaupt beträgt aber der unverbrennbare Rückstand höchstens 2,5%. Der höhere Gehalt von feuerfesten Bestandtheilen rührt bei unserer Frucht auf keinen Fall von Sand her, der etwa der Oberfläche der Körner anhaftet, sondern es handelt sich zweifellos um kleinste mineralische Bestandtheile, die von den verkohlten Zellwänden nach Art eines Filters aus dem durchsickernden Wasser aufgefangen wurden. Die gröberem Körper dagegen blieben ausserhalb dieses Kohlenfilters und bildeten die Einbettungsmasse.

sich an die anfangs ungewohnten Bilder gewöhnen, doch bald wird man mit ihnen vertrauter, wenn auch die an und für sich nicht gerade einfache Cerealien-Untersuchung begrifflicher Weise nicht leichter geworden ist.

Was nun die Hypodermfasern anbelangt, so erscheinen ihre Wände als parallele, knotige Bälkchen, die ein ziemlich weites Lumen ($3-8\ \mu$) einschliessen. Nicht selten finden sich in diesem ähnliche Ausgüsse wie bei den Langzellen der Oberhaut, nur sind sie bedeutend länger, spindelförmig mit spitzen Enden und viel zarter gezähnt als jene. Die Fasern selbst liegen in mehreren Schichten übereinander und sind schmaler als die Oberhautzellen, so dass in der Aufsicht meist zwei, stellenweise auch drei von ihnen einer Langzelle entsprechen.

Vom Schwammparenchym der Spelze, ebenso von der inneren Oberhaut sieht man nur undeutliche Reste; Spaltöffnungen konnten nicht aufgefunden werden, dagegen wurden einige Haare beobachtet.

II. Die Frucht. Sowohl im Flächenpräparate als auch im Querschnitte und im Pulver bildet die Aleuronschicht die am besten gekennzeichnete Lage. Sie ist überall einreihig, niemals doppelt, und grenzt sich gegen die anstossenden Schichten scharf und deutlich ab. In der Fläche gesehen sind die Zellen theils eiförmig, theils gerundet-vieleckig, kleiner ($14-26\ \mu$ im grössten Durchmesser) als bei den jetzt gebauten bespelzten Weizenarten, wenn man bei letzteren die Maasse von den unveraschten Kleberzellen nimmt. So beträgt ihre Grösse in der Fläche bei *Triticum Spelta* $30-60\ \mu$, bei *T. monococcum* $20-30\ \mu$ und endlich bei *T. dicoccum* $20-50\ \mu$. Schabt man dagegen von den verkohlten Früchten dieser drei Arten die Oberfläche ab — auf andere Weise kann man sich kaum so leicht Vergleichsbilder schaffen —, so findet man, dass die Aleuronzellen nun ebenfalls wesentlich kleiner geworden sind, und dass ihr Durchmesser meistens ungefähr $20\ \mu$ beträgt. (Spelz $15-30\ \mu$, Emmer $12-25\ \mu$, Einkorn $10-20\ \mu$.) Im Querschnitte sind sie bei dem fraglichen Korn meist tangential gestreckt (Länge $16-25\ \mu$, Höhe $12-20\ \mu$), derbwandig und durch den körnigen Inhalt gekennzeichnet.

Die Zellen der Frucht-Samenhaut sind bei Weitem nicht so deutlich erhalten, sind sehr zart und farblos. Am besten findet man sie durch höheres und tieferes Einstellen auf unvollständig verbrannten Stücken der Aleuronschicht und dort wo sich reichliche Haare befinden, also am oberen Pole der Frucht. Dabei hat man den deutlichen Eindruck, als ob auf die Fruchtoberhaut sogleich die Querzellen folgen würden, was auf ein Fehlen oder auf eine geringe Entwicklung der Mittelschicht deutet, eine Regel bei den bespelzten Weizenarten. Leider kann man an den Querzellen die für eine einwandfreie Bestimmung so wichtigen Einzelheiten nicht mit voller Sicherheit erkennen, da die Wände in der Asche alle ziemlich gleichförmig sind und eine Tüpfelung nicht zu erkennen ist. Sie sind $30-40\ \mu$ lang und $6-8\ \mu$ breit; in der Asche unserer heutigen Spelz-Arten gelang ihre Auffindung nur dann, wenn die losgelösten Schichten der Fruchthaut für sich allein auf dem Objektträger ver-

kohlt wurden. Dabei entstehen Bilder, die immerhin über die Grösse und Form der veränderten Zellen Aufschluss geben können. So schwankt dann ihre Länge ebenfalls zwischen 30 und 40 μ bei 6–8 μ Breite.

Die Haare bringt man am besten zur Ansicht, wenn man vom Kornden oberen Pol für sich allein verascht. Sie sind alle mässig verdickt, ihre Lichtung ist so weit oder weiter als die Wanddicke und der Fusstheil ist in die hier besser ausgeprägte Oberhaut deutlich eingekeilt. Oft kann man hier die runden Kreise an der Bruchstelle des Haares beobachten.

Das Endosperm erscheint auf den ersten Blick sehr derbwandig, doch findet man bald, dass diese Dicke durch eine Aschenschicht vorgetäuscht wird, die wahrscheinlich aus dem verbrannten Zellinhalte hervorgegangen ist. Sonst sieht man noch ab und zu in den Zellen und auch ausserhalb derselben in manchen Präparaten schwach gelbliche Gebilde, die gequollenen, einfachen Stärkekörnern sehr ähneln, oft aber auch ganz die Form von Sphärokrystallen besitzen. Eine befriedigende Deutung dieser Formen gelang nicht.

Nun noch einige Worte über die Einbettungsmasse. Sie besteht mikroskopisch zum grossen Theile aus durchsichtigen Sandkörnchen, ferner aus Spelzentheilen und öfters finden sich auch einzelne behöftgetüpfelte Gefässe, die durch Wasser aus der das Getreide deckenden Brandschicht herabgeschwemmt wurden.

Ergebniss der Untersuchung: Gerste ist wegen des Vorhandenseins der einreihigen Aleuronschicht ohne Weiteres auszuschliessen. Gegen Roggen spricht das Vorhandensein von Spelzen; es müssten sich sonst wenigstens noch Reste von Grannen und Bruchstücke der Achrenspindel finden. Vor allem aber stimmt der Bau der Spelzen selbst nicht mit dem der Roggenspelzen überein, da letztere viel längere und schmalere Langzellen besitzen, die durch halbmondförmige Kurzzellen unterbrochen sind, und endlich sind die Aleuronzellen von Roggen meist radial und nicht, wie hier, tangential gestreckt. So bleibt nur noch der Weizen übrig, da man Hafer schon makroskopisch ohne Weiteres ausschliessen muss. Auch gegen *Triticum vulgare* spricht das Vorhandensein der Spelzen und das Fehlen der Achrenspindel, die mangelhafte Entwicklung der Zellen zwischen Fruchtoberhaut und Querzellen und die weitelumigen, relativ dünnwandigen Haare.

Schwieriger gestaltet sich nun die Frage, welcher Art des Speltweizens das fragliche Getreide zuzusprechen ist. Da nun manchmal zwei Körner noch typisch mit einander zusammenhängen, entfällt von den drei Arten noch das Einkorn, zumal dessen Aleuronzellen in der Asche kleiner sind (10–20 μ) als die des untersuchten Kornes (14–26 μ). Verlässt man sich bei der Differenzialdiagnose zwischen *Triticum Spelta* und *Triticum dicoccum* nur auf die Haare, so wird man sich aus dem Grunde für ersteres entscheiden, da bei diesem auch die unverbrannten grösseren Haare meist ein so weites oder noch weiteres Lumen besitzen als die Wanddicke beträgt, während beim Emmer die Lichtung meist schmaler ist als die Wand; doch kommen gerade hier sehr dünnwandige

Haare auch nicht selten vor. Aber auch makroskopisch stimmen die Körner mehr mit dem Spelt überein als mit dem Emmer. Es handelt sich also mit hoher Wahrscheinlichkeit um *Triticum Spelta* L. und zwar nach der Kleinheit der Körner zu urtheilen, um Sommerfrucht. Später fand ich ein kleines Stückchen der Querzellenschicht, das nur braun gefärbt und daher sehr gut zur mikroskopischen Untersuchung geeignet war; darnach waren *Triticum dicocum* und *monococum* ausgeschlossen und war *Triticum Spelta* sichergestellt.

II. Zweite Getreideart.

Die Untersuchung der anderen verkohlten Körner wurde in derselben Weise wie oben durchgeführt und bot betreffs Verbrennung und Asche ganz ähnliche Verhältnisse dar. Auch sie waren in einer Grundmasse eingebettet, theils ohne fremde Beimengungen, theils bildeten sie den schon erwähnten untergeordneten Bestandtheil des Speltweizens.

A. Makroskopisches Verhalten. Die eirunden, meist 1,5 mm langen und fast ebenso breiten, mässig flachgedrückten Körner sind an einer Stelle der Peripherie stark eingekerbt, so dass sie ungefähr nierenförmig erscheinen. Spelzen, Stengel und andere Reste der Stammpflanze scheinen vollständig zu fehlen. Der äussere Anblick spricht für eine Hirseart.

B. Mikroskopisches Verhalten. Zum leichteren Nachweise von Spelzen wurde die Asche zuerst mit Salzsäure behandelt, später wurden nur Glycerinpräparate untersucht. Die Langzellen sind meist 20–30 μ breit bei doppelter bis dreifacher Länge und haben ziemlich regelmässige Seitenlappen. Kurzzellen fehlen vollständig, ebenso Spaltöffnungen. Einer Oberhautzelle entsprechen meist zwei bis drei Hypodermfasern, die aber nur wenig verdickte Wandungen zeigen; Ausgüsse ihres Lumens sind nicht selten und ähneln denen des Speltes. Salzsäure löst mit Ausnahme der Langzellen und der Ausgüsse die ganze Asche. Auffallend ist noch der Umstand, dass den meisten Früchten Spelzenreste fast gänzlich fehlen.

Anfänglich gelang der Nachweis der Aleuronzellen nicht, da sie in Folge ihrer dünnen Wandung leicht zerfielen. Später konnte bei einiger Vorsicht ihr Durchmesser in der Fläche mit 16–25 μ bestimmt werden. Dieselben Grössenverhältnisse zeigten auch die Kleberzellen von *Panicum miliaceum* in der Asche (10–25 μ), und da auch die Oberhaut der Spelze mit den gleichmässigeren Seitenlappen eher der Rispenhirse als der Kolbenhirse (*Setaria panis* Jessen) entspricht, entscheide ich mich trotz der relativen Kleinheit der Körner für *Panicum miliaceum* L.

III. Zwei sonstige Pflanzentheile.

Ausser den besprochenen Getreidearten wurden noch verkohlte Reste zweier Pflanzen gefunden. In dem ersten Falle handelt es sich um zwei Haselnüsse (*Corylus Avellana* L.), von denen das besser erhaltene Stück 15 mm lang und 11 mm breit ist, und zwar liegt der grösste Breitendurchmesser dem deutlich

gespitzten Scheitel näher, so dass dadurch die Frucht verkehrt-eiförmig wird. Die Schalendicke beträgt fast 1 mm. In der Asche fanden sich keine deutlichen Zellgerüste vor. Im anderen Falle glaubte ich anfangs die obere Hälfte einer Rosenfrucht vor mir zu haben, an der ich den Rest des Kelchblätteransatzes zu erblicken vermeinte. Eine ziemlich regelmässige Vertiefung mit steilen Wänden an der entgegengesetzten Seite konnte man für die Fruchthöhle halten. Das mikroskopische Bild bestätigte aber diese Vermuthung nicht, da Proben aus dem Inneren weder vor noch nach der Verbrennung Haare erkennen liessen. Abgekratzte Stückchen der Oberfläche zeigten in der Asche Skelette gerundeter vieleckiger Zellen. Durch Probeverkohlungen im Sande konnte schliesslich mit Sicherheit nachgewiesen werden, dass es sich nur um Theile einer Zwiebel (vielleicht *Allium sativum*) handeln konnte. Dadurch klärte sich der Wulst als Zwiebelkuchen auf; in der Vertiefung hatte die herausgefallene Achse ihren früheren Sitz und eine einzige kreisförmige Zwiebelschuppe bildete die „Fruchtwand“.

Zur Bestimmung der Cellulose.

Bemerkungen zu der Arbeit von C. Beck: „Untersuchungen über einige Bestimmungsmethoden der Cellulose“.

Von

Dr. G. Lebbin in Berlin.

C. Beck hat in seiner kürzlich in dieser Zeitschrift erschienenen Arbeit¹⁾ über die Bestimmungsmethoden der Cellulose mein Rohfaserbestimmungsverfahren²⁾ mit den Worten abgethan: „Das Lebbin'sche Verfahren hat weder einen wissenschaftlichen noch einen praktischen Werth“.

Nachdem der Verfasser seine Einleitung vollständig meiner Arbeit entnommen hat, führt er (S. 159) die von mir aufgestellten Anforderungen an ein brauchbares Verfahren an. Er hat aber offenbar die verschiedenen Hinweise, die ich für die gesammte Ausführung gegeben habe, nicht hinreichend gewürdigt, sondern sich ausschliesslich an die zusammenfassende kurze „Beschreibung der Methode“ gehalten, welche naturgemäss von Ausführungsbestimmungen frei ist. Andernfalls hätte er finden müssen, dass ich ein längeres Kochen ($\frac{1}{2}$ Stunde) zur Quellung der Stärke vorschreibe; die Kochzeit rechnet natürlich erst vom Beginn des Siedens, nicht vom Aufstellen auf die Flamme. Herr Beck hätte ferner finden können, dass ich zur Vermeidung des Schäumens einen sehr langsamen Zusatz verdünnten Ammoniaks empfehle. Dass beim Behandeln von Cerealien mit Wasserstoffsperoxyd die Eiweissstoffe nicht vollständig entfernt werden, habe ich bereits selbst festgestellt und mitgetheilt. Diese Beobachtung von Beck ist also nicht neu; ebenso ist es selbstverständlich, dass

¹⁾ Diese Zeitschrift 1900, 3, 158—164.

²⁾ Arch. Hyg. 1897, 28, 212.