

36. Franz Lüdtkke: Beiträge zur Kenntniss der Aleuronkörner.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 15. Juli 1889.

Seit der Entdeckung der Aleuronkörner durch HARTIG im Jahre 1855 hat eine ganze Reihe von Forschern diesem Gebiete ihre Aufmerksamkeit zugewendet. Werthvolle Beiträge zur Kenntniss der Aleuronkörner verdanken wir ausser HARTIG¹⁾ noch NÄGELI²⁾, VON HOLLE³⁾, O. MASCHKE⁴⁾, TRÉCUL⁵⁾, SACHS⁶⁾, GRIS⁷⁾, SCHIMPER⁸⁾ und namentlich W. PFEFFER⁹⁾, welcher letzterem das Verdienst gebührt, durch eine ausserordentlich reichhaltige, durch eine Fülle von Material ausgezeichnete Arbeit eine endgültige Klärung der sehr von einander abweichenden Ansichten herbeigeführt zu haben. Allein eine übersichtliche Darstellung, eine strenge Auseinanderhaltung der Begriffe über Aleuronkörner und ihre Einschlüsse war weder durch diese ausgezeichnete Arbeit noch durch diejenigen von TANGL¹⁰⁾ und GODEFRIN¹¹⁾

1) TH. HARTIG, Ueber das Klebermehl, Bot. Zeit. 1855, S. 881; Weitere Mittheilungen, das Klebermehl (Aleuron) betreffend, Bot. Zeit. 1856, S. 257 u. ff. und Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeims, Bot. Zeit. 1858, S. 108 ff.

2) NÄGELI, Ueber die aus Proteïnsubstanzen bestehenden Kristalloide in der Paranuss, Sitz. Ber. der Münchener Akad. 1862, Bd. II, S. 120.

3) VON HOLLE, Neues Jahrbuch für Pharmacie von WALZ und WINKLER 1858 und 1859, Bd. X, XI u. XII.

4) O. MASCHKE, Ueber den Bau und die Bestandtheile der Kleberbläschen in *Bertholletia*, deren Entwicklung in *Ricinus*, nebst einigen Bemerkungen über Amylonbläschen. Bot. Zeit. 1859, S. 409 ff.

5) TRÉCUL, des formations vésiculaires etc. Annal. d. sc. nat. 1858 IV ser. t. X pl. 20—127.

6) SACHS, Keimung der Dattel, Bot. Zeit. 1862, S. 242. Keimung von *Allium Ceba*, Bot. Zeit. 1863, S. 56 und Lehrbuch II. Aufl., S. 52.

7) GRIS, Recherches sur la germination. Annal. d. sc. nat. 1864 V. ser. t. II p. 1.

8) SCHIMPER, Untersuchungen über die Proteïnkristalloide der Pflanzen. Inaug. Dissert. Strassburg 1878.

9) W. PFEFFER, Untersuchungen über die Proteïnkörner und die Bedeutung des Asparagins beim Keimen der Samen. PRINSHHEIM's Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. VIII 1872, S. 429 ff.

10) E. TANGL, Das Protoplasma der Erbse. Sitz.-Ber. d. Wiener Akademie. LXXVI. Decemb. 2 Abhandlungen.

11) GODEFRIN, Anatomie comparée des cotyledons et de l'albumen. Annal. des sc. nat. 6. ser., t. XIX.

erreicht worden; die Kenntniss der Aleuronkörner war immer noch in einigen Punkten lückenhaft zu nennen.

Diese Lücken hat TSCHIRCH auszutüllen gesucht. In seiner Angewandten Pflanzenanatomie¹⁾ finden wir eine ausführliche und übersichtliche Darstellung des über die Aleuronkörner Bekannten. Zum ersten Mal begegnen wir hier einer klaren Definition der in Betracht kommenden morphologischen Begriffe. Durch zahlreiche Forschungen hat der genannte Verfasser zudem das Gebiet nicht nur erweitert, sondern auch auf bisher unerledigt gebliebene Punkte, so z. B. auf die hohe diagnostische Bedeutung der Aleuronkörner hingewiesen. Anknüpfend an diese Darstellung der Aleuronkörner habe ich nun unter Leitung und auf Vorschlag des Herrn Dr. TSCHIRCH eine Reihe von Untersuchungen angestellt, welche dazu dienen sollten, einestheils noch vorhandene Fragen dieses Kapitels zu beantworten, anderentheils die Richtigkeit einiger Angaben der Literatur zu prüfen. Meine Arbeit umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

1. Verhalten der Aleuronkörner gegen Reagentien.
2. Vergleichende Untersuchung der morphologischen Verhältnisse.
3. Veränderung der Aleuronkörner durch Einquellen der Samen in Wasser.
4. Entwicklung der Aleuronkörner beim Reifen der Samen.
5. Auflösung der Aleuronkörner beim Keimen der Samen.

Der nachfolgenden Arbeit sind die von TSCHIRCH in seiner Angewandten Pflanzenanatomie benutzten Bezeichnungen zu Grunde gelegt.

An einem Aleuronkorn vollendetster Ausbildung unterscheidet man:

1. die Membran,
2. die Grundsubstanz (Hüllsubstanz, Hüllmasse PFEFFER),
3. die Einschlüsse
 - a) Proteinkristalloide,
 - b) Globoide,
 - c) Kalkoxalatkristalle.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen über das Verhalten der Aleuronkörner gegen verschiedene Reagentien fand ich entgegen der Ansicht PFEFFER's²⁾, dass die Membran in verdünnter Kalilauge leicht löslich ist, so dass man ihre morphologische Struktur nur schwer auf diese Weise erkennen kann. Mit viel besserem Erfolge verwendete ich Wasser von 100° C., eine 1 pCt. Osmiumsäurelösung oder Kalkwasser. Die von HARTIG, PFEFFER und andern Forschern beobachtete, aber nicht genügend erklärte Erscheinung der Oberflächenskulpturirung wird bei Zuhilfenahme letzterer Reagentien leicht erkannt als die Folge

1) TSCHIRCH, Angewandte Pflanzenanatomie. Wien 1889, S. 41 ff.

2) A. a. O. S. 447 ff.

eines festen Anschmiegens der Membran an die meist durch Austrocknen contrahirte Grundsubstanz, sowie des Heraustretens excentrischer Einschlüsse. Sobald die Grundsubstanz in den Stand gesetzt wird, Wasser aufzunehmen, wie z. B. durch Einlegen der Schnitte in Wasser und auch in den ersten Keimungsstadien, verschwinden die grubigen Vertiefungen, und die Membran bildet eine hyaline, straff gespannte Hülle.

Als bestes Lösungsmittel der Grundsubstanz verwendete ich neben verdünnter Kalilauge eine gesättigte Lösung von phosphorsaurem Natron. Die Grundsubstanz aller von mir untersuchten Aleuronkörner wurde darin ausnahmslos gelöst. Um die Grundsubstanz gegen Wasser widerstandsfähig zu machen, bediente sich PFEFFER einer 20 pCt. alcoholischen Sublimatlösung. Allein die Maceration der Aleuronkörner in dieser Flüssigkeit hat den grossen Nachtheil, dass die Grundsubstanz ihr natürliches Aussehen verliert, granulirt erscheint und nur durch Kalilauge wieder in Lösung übergeführt werden kann, während sie gegen phosphorsaures Natron vollständig unempfindlich geworden ist. Als sicherstes Fixirungsmittel der Grundsubstanz verwendete ich absoluten Alcohol. Es genügt in allen Fällen eine 1—2tägige Maceration der Samendurchschnitte in absolutem Alcohol, um sowohl die Grundsubstanz zu härten, als auch durch Lösung des, die Aleuronkörner fast stets begleitenden Oeles die Schnitte aufzuhellen. Die mit absolutem Alcohol behandelte Grundsubstanz eignet sich vorzüglich zur Anstellung beliebiger Reactionen.

Zur Erforschung der morphologischen Verhältnisse der Kristalloide habe ich Kalkwasser mit viel mehr Vortheil angewendet, als die bisher übliche verdünnte Kalilauge, welche viel zu schnell lösend wirkt und dadurch der Beobachtung ein Ziel setzt.

Ebenso unlöslich wie im Wasser fand ich die Kristalloide in einer gesättigten Lösung von phosphorsaurem Natron. Ich habe wochenlang Samendurchschnitte in diesem Medium aufbewahrt, ohne die geringste lösende Einwirkung auf die Kristalloide zu beobachten, so dass also die Unlöslichkeit der Kristalloide in phosphorsaurem Natron ein besonderes Kriterium derselben bildet.

Dagegen sind die Globoide in diesem Reagens nach kürzerer oder längerer Zeit vollständig löslich, während ich die Angabe PFEFFER's¹⁾, dass sie in verdünnter Kalilauge unlöslich seien, nicht bestätigen kann. Zur Anstellung dieser Lösungsversuche eignen sich am besten die Globoide von *Vitis vinifera*. Eine Maceration mit 20 pCt. Sublimat-alcohol macht die Globoide in phosphorsaurem Natron nicht unlöslich.

Auch zur Sichtbarmachung des in vielen Aleuronkörnern als Einschluss der Kalkoxalatkristalle vorkommenden Proteinkernes habe ich

1) A. a. O. S. 477.

phosphorsaures Natron mit Erfolg angewendet, da sich dieser Kern zunächst aufhellt, dann aber alsbald in Lösung geht, während der Kristall noch längere Zeit der Einwirkung des phosphorsauren Natrons widersteht, schliesslich aber auch gelöst wird. Der chemische Vorgang dieser Lösung des oxalsauren Kalkes ist ebenso wenig erklärlich, wie derjenige der von TSCHIRCH¹⁾ und and. beobachteten Lösung derartiger Kristalldrüsen in Kalilauge.

Auf Grund des Verhaltens der Aleuronkörner sammt ihrer Einschlüsse gegen absoluten Alcohol, phosphorsaures Natron und Kalkwasser kann die bisher übliche Betrachtung der Aleuronkörner in Oel aufgegeben werden. Sie würde nur dann Zweck haben, wenn es darauf ankäme, die Grössenverhältnisse oder den Umriss der Aleuronkörner festzustellen. Einschlüsse werden nach einiger Zeit in jodhaltigem Oel sichtbar. Aetherische Oele sind mit grosser Vorsicht anzuwenden, da ich in einigen die Aleuronkörper vollständig löslich fand.

Die bisherige morphologische Betrachtung der Aleuronkörner hat sich auf die äussere Form, auf das Vorhandensein von Einschlüssen und deren Gruppierung zu einander beschränkt und hat ergeben, dass im Vergleich zu anderen geformten Reservestoffen die Aleuronkörner eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit dieser Verhältnisse darbieten. Die Stabilität ihrer Formen bei ein und derselben Pflanze, ihre Aehnlichkeit innerhalb derselben Pflanzenfamilie verleihen ihnen einen hohen diagnostischen Werth, der aber erst dann zur Geltung kommen kann, wenn wir die für die einzelnen Pflanzenfamilien charakteristischen Typen der Aleuronkörner kennen. Nach dem bisher untersuchten Material lassen sich die Aleuronkörner von dem einschlussfreien unscheinbaren bis zu dem, durch die Schönheit seiner Form und seiner Einschlüsse ausgezeichneten Korn aufsteigend, nach folgenden Typen classificiren:

1. Gramineentypus,
2. Leguminosentypus,
3. Umbelliferentypus,
4. Euphorbiaceentypus.

1. Gramineentypus.

Die bisher verbreiteten Anschauungen²⁾ über die Aleuronkörner der sogenannten Kleberschicht der Gramineen und der einiger Cruciferen

1) TSCHIRCH, Angewandte Pflanzenanatomie. Wien 1889, S. 102.

2) HARTIG, Weitere Mittheilungen, das Klebermehl, (Aleuron) betreffend. Bot. Zeit. 1856, S. 257 ff. MASCHKE, Ueber den Bau und die Bestandtheile der Kleberbläschen in *Bertholletia*, deren Entwicklung in *Ricinus*, nebst einigen Bemerkungen über Amylonbläschen. Bot. Zeit. 1859, S. 409 ff. W. JOHANNSEN, Entwicklung und Constitution des Endosperms der Gerste. Zeitschr. für das gesammte Brauwesen. 1884.

hatten darin ihren Grund, dass man es verabsäumte, das in die Protoplasmahülle molecular eingelagerte fette Oel zu entfernen. Ich erreichte dies in befriedigender Weise durch eine 12stündige Maceration der Schnitte in absolutem Alcohol. Man erkennt alsdann, dass die Aleuronkörner der Kleberschicht¹⁾ aus 1—2 μ grossen, polyëdrischen, einschlussfreien Körnchen bestehen, welche in ein zierliches Protoplasmanetz eingelagert sind. Sie zeigen das eigenthümliche Verhalten, dass sie in verdünnter Kalilauge nur aufquellen, während alle übrigen Aleuronkörner darin leicht löslich sind. Das Scutellum dagegen enthält frei im Zelleninhalt liegende, 1—2 μ grosse, kugelige, mit ausserordentlich kleinen und zahlreichen Globoiden versehenen Aleuronkörner. Die Familie der Cyperaceen zeigt nur wenig abweichende Verhältnisse.

2. Leguminosentypus.

Bei der grossen Mehrzahl der Leguminosen finden wir die Zelle der Keimblätter dicht von Aleuronkörnern erfüllt. Sie besitzen in den äusseren Zellreihen eine fast regelmässige Kugelgestalt, in den inneren dagegen sind sie durch gegenseitigen Druck unregelmässig eckig und kantig. Sie enthalten als Einschlüsse sehr kleine, zahlreiche Globoide. Diese ausserordentlich häufig vorkommende Form der Aleuronkörner mit bald grösseren, bald kleineren Globoiden finden wir ausser bei den Papilionaceen und Caesalpiniaceen bei sehr vielen Pflanzenfamilien: Cruciferen, Liliaceen, Boragineen, Tiliaceen, Apocynen, vielen Palmen, Strychnaceen, Ranunculaceen und einigen Compositen.

Bei den stärkeführenden Papilionaceen umgeben die in ein Plasmanetz eingelagerten, polyëdrischen, stets einschlussfreien Aleuronkörner die grossen Stärkekörner: (*Phaseolus*, *Vicia*, *Mucuna*, *Ervum*, *Cicer*), oder sie sind regellos mit gleich grossen Stärkekörnern vergesellschaftet, (*Arachis*), dann aber globoidführend, oder sie überragen sogar die Stärkekörner an Grösse (*Sophora*). Die Mehrzahl der eben erwähnten Samen enthalten Aleuronkörner ohne jeden Einschluss, so dass die Behauptung PFEFFER's, dass Globoide in jeden Samen vorhanden sind, nicht aufrecht zu halten ist.

Die endospermhaltigen Leguminosen: *Cassia corymbosa*, *Ceratonia Siliqua*, *Cercis Siliquastrum*, *Anthyllis*, *Trigonella*, *Genista* etc. besitzen in ihrer sogenannten Kleberschicht polyëdrische, einschlussfreie Aleuronkörner, welche in ein öereiches Plasmanetz eingelagert sind. Durch ihre leichte Löslichkeit in verdünnter Kalilauge sind sie von denjenigen der Gramineen leicht zu unterscheiden.

1) Die Kleberschicht führt ihren Namen bekanntlich sehr zu Unrecht, denn sie enthält niemals eigentlichen Kleber (vergl. TSCHIRCH, Angewandte Pflanzenanatomie S. 46).

3. Umbelliferentypus.

Bei den Umbelliferen finden wir stets zwei Arten von Aleuronkörnern, globoidführende und kristallführende. Sie besitzen im Durchschnitt eine Grösse von $5\ \mu$, erreichen aber auch $9-11\ \mu$ und sind stets zahlreich in jeder Zelle enthalten. Die Grundsubstanz ist bei den kristallführenden gewöhnlich stärker entwickelt als bei den globoidführenden. Die regelmässig kugeligen, homogenen Globoiden, gewöhnlich ein wenig excentrisch gelagert, sind fast stets in der Einzahl, selten in der Mehrzahl im Korn vorhanden; zuweilen umschliessen sie noch einen Kristall (*Daucus*). Die Kristalle, welche sich als Einschlüsse finden, sind morgensternförmige Drusen. Sie erscheinen wie dicke Ringe von strahligem Bau, deren centraler Theil entweder von einer hell leuchtenden Scheibe oder von einem gelb gefärbten Proteinkern gebildet wird. Ihre Pheripherie ist stets fein zackig und von einer äusserst dünnen Membran umgeben. Charakteristisch für die Umbelliferen ist die Beschränkung dieser beiden Arten von Aleuronkörner auf bestimmte Zellen oder Zellenreihen, eine strenge Localisirung, welche selten unterbrochen wird. Nach diesem Typus gebaut sind ausser den Aleuronkörnern der Umbelliferen diejenigen von *Vitis vinifera*, vieler Compositen und einiger Ranunculaceen.

4. Euphorbiaceentypus.

Zum Euphorbiaceentypus gehören die Aleuronkörner höchster Ausbildung. Von den Einschlüssen, welche hier sämmtlich vorhanden sind, zeichnen sich die Kristalloide durch die Grösse und Schönheit ihrer Form aus. Sie erreichen eine Grösse von $2-30\ \mu$. Sie sind gewöhnlich in der Mehrzahl in einem Korn vorhanden und stets von einem oder mehreren Globoiden begleitet. Die Globoiden sind sehr klein, dann aber zahlreich, oder wir finden ein durch Grösse hervorragendes Globoid und neben diesen kleinere alle Abstufungen der Grösse zeigende Globoiden. Die Grundsubstanz ist von geringerer Ausdehnung oder fast ganz geschwunden. Die kristallführenden entbehren der Globoiden und Kristalloide. Sind jedoch sämmtliche Einschlüsse in demselben Korn vorhanden, dann finden wir den Kristall gewöhnlich im Globoid. *Aethusa Cynapium* (PFEFFER) *Myristica Surinamensis* (TSCHIRCH). Nach diesem Typus gebaut sind die Aleuronkörner zahlreicher Familien: Cupressineen, Abietineen, Palmae, Artocarpeen, Cannabineen, Myristicaceen, Linaceen, Aurantiaceen, Euphorbiaceen, Solaneen, Labiaten, Cucurbitaceen etc.

Trotzdem der Typus bei allen diesen Familien wiederkehrt zeigt doch jede wiederum ihre besonderen Eigenthümlichkeiten.

Anhangsweise an diese vorstehend gekennzeichneten Typen möchte ich noch die sogenannten Solitäre erwähnen, welche nur bei den letzten

Typen vorkommen. Man bezeichnet mit diesen Namen 1—2, durch ihre Grösse und die Grösse ihrer Einschlüsse hervorragende Aleuronkörner, welche in derselben Zelle noch von vielen kleinen begleitet sind (*Vitis*, *Bertholletia*, *Silybum*, *Amygdalus*).

Als Objekte meiner Versuche über die Veränderung der Aleuronkörner beim Einquellen der Samen im Wasser dienten mir die verschiedenen Typen:

Sinapis alba, *Lupinus angustifolius*, *Foeniculum off.* *Daucus Carota*, *Carum Carvi*, *Cucurbita Pepo*, *Ricinus communis*, *Linum usitatissimum*.

Die Aleuronkörner der ruhenden Samen dieser Versuchspflanzen verhalten sich gegen Wasser ausserordentlich verschieden. Eine ganze oder theilweise Lösung der Aleuronkörner kann chemisch und durch den Effect der Keimthätigkeit erfolgen, oder auch durch beide Momente (Keimungsthätigkeit und Zersetzung durch Wasser) zugleich hervor gebracht werden.

In allen Fällen kann die erste Regung der Keimthätigkeit des Samens anatomisch durch das Vorhandensein von Lösungsstadien der Aleuronkörner, und zwar vorzugsweise derjenigen der *Radicula* festgestellt worden, noch lange bevor äusserlich irgend welche Anzeichen auf die beginnende Keimung schliessen lassen. Durch Wasser ohne Mitwirkung der Keimthätigkeit, aber nur in bestimmten Zellschichten, angreifbar sind namentlich diejenigen Aleuronkörner, welche zum grössten Theil aus Grundsubstanz bestehen und kleine Globoide als Einschlüsse enthalten. Die Aleuronkörner der Umbelliferen sind gegen Wasser ausserordentlich empfindlich, die kristallführenden Aleuronkörner sind dagegen sehr schwer angreifbar. Erst mit dem Erlöschen der Keimkraft gelingt es, die Hüllmembran und Grundsubstanz dieser Aleuronkörner zu lösen. Kristalloide und die stets mit ihnen vergesellschaftet vorkommenden Globoide sind im Wasser niemals vollständig löslich und bleiben den Samen erhalten. Die ausserordentlich innige Mischung des Oeles mit dem Plasma bildet für die Aleuronkörner gegen die lösende Kraft des Wassers den wirksamsten Schutz.

Da bei einigen Samen (*Linum usitatissimum*, *Sinapis alba* etc.) der Epidermalschleim eine, die Aleuronkörner vor weiterer Wasserwirkung schützende Hülle bildet, so stellte ich die Einquellungsversuche auch mit solchen Samen an, deren Schleimschicht durch anhaltendes Schütteln mit Glasstückchen vollständig entfernt wurde. Die Aleuronkörner entschleimter und dann gequollener Samen erreichten ihre Turgescenz in viel kürzerer Zeit, als die nicht entschleimter Samen.

Nach mehrtägigem Einquellen wurden nicht nur Hüllmembran und Grundsubstanz gelöst, sondern es wurde auch bei vielen Kristalloiden ein gewisser Theil von Aussen abgelöst. Bei einigen ging sogar der centrale Theil in Lösung über, so dass das Kristalloid nur noch die

Form eines breiten Ringes besass. Vollständig jedoch waren die Kristalloide selbst nach mehrwöchentlichem Einlegen der Schnitte in Wasser nicht in Lösung zu bringen. Auch die Globoide erlitten erst nach einiger Zeit eine Veränderung, welche sich durch Trübung ihrer Masse bemerkbar machte, eine Lösung war niemals zu beobachten. Einen viel grösseren Eindruck hatte die Entfernung des Epidermalschleimes auf die Keimung selbst. Die Würzelchen zeigten krankhafte Nutationen und jeden festen Haltes entbehrend, vermögen sie erst nach geraumer Zeit sich in den lockeren Boden einzubohren. Ist ihnen dies endlich gelungen, so heben sie den ganzen Samen mit empor, wodurch wiederum die Ausbildung des hypocotylen Gliedes bezw. des Knöspchens eine Verzögerung erfährt. Nach drei Tagen zeigten 100 zu diesem Versuch verwendete, also durch wiederholtes Schütteln mit Glasperlen ihres Epidermalschleimes beraubte Samen folgendes Bild.

Bei 80 Samen hatte das Würzelchen die Samenhülle durchbrochen. Sämmtliche Würzelchen aber zeigten unnatürliche Krümmungen, welche bei Weitem stärker hervortraten, als am zweiten Keimungstage. Hier und da ist auch wohl ein Samen schwach emporgehoben. Die Länge der Würzelchen variirt zwischen 0,5 bis 1,5 *cm*. Dagegen sind von 100 nicht entschleimten Samen des Parallelversuches am dritten Tage 95 gekeimt. Die Keimlinge sind kräftig gestreckt, die Wurzelspitzen nach unten gebogen. Bei 20 Samen ist die Samenhaut bereits abgestreift, und die grünen, allerdings noch nicht entfalteten Cotylen frei gelegt. Die Würzelchen haben meistens eine Länge von 2 *cm* erreicht. Nach 7 Tagen bilden die jungen Pflänzchen einen dichten Rasen. Die Würzelchen sind sämmtlich tief in den Boden eingedrungen, die Cotylen straff ausgebreitet, das erste Stengelglied bereits in der Entwicklung begriffen. Die entschleimten Samen sind dagegen erst nach 12 Tagen zu 80 pCt. bis zu diesem Stadium entwickelt und gingen alsbald zu Grunde, während die Pflänzchen der nicht entschleimten Samen ihre Frische bewahrten. Aus einer ganzen Anzahl in dieser Richtung angestellter Versuche geht hervor, dass der Epidermalschleim kein Reservestoff ist, sondern lediglich zur Befestigung der Samen im Boden dient¹⁾. Selbst das Bedecken entschleimter Samen mit einer Sandschicht hindert nicht, dass die Samen emporgehoben werden, der Keimungsprozess also verzögert oder gänzlich unterbrochen wird.

Die Entwicklung der Aleuronkörner beim Reifen der Samen ist bereits durch PFEFFER genügend untersucht und die alte irrige Ansicht über ihre Entstehung endgültig wiederlegt worden. Neuerdings haben WAKKERS²⁾ und WERMINSKI³⁾ die Bildung der Aleuronkörner

1) Vergl. auch TSCHIRCH's Anatomie S. 204.

2) WAKKERS, Referat im Bot. Centralblatt, No. 12, S. 361.

3) WERMINSKI, Ueber die Natur der Aleuronkörner. Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 1888, S. 198 ff.

bezw. der Einschlüsse abweichend von den Beobachtungen PFEFFER's in besonderen Vacuolen wahrgenommen. WERMINSKI ist sogar im Stande, mit Hilfe wasserentziehender Substanzen Kristalloide künstlich zu erzeugen. Der Verfasser verwendet als Einlegemittel seiner Schnitte und als wasserentziehende Substanz altes Citronenöl, welchem im hohen Grade die Eigenschaft zukommen soll, die Bildung der Kristalloide zum Abschluss zu bringen. Allein durch zahlreiche Versuche habe ich erhärtet, dass das Citronenöl allerdings aufhellend, wahrscheinlich aber wegen seiner schwach sauren Reaction auch lösend auf die Aleuronkörner und ihre Einschlüsse wirkt, es dürfte also zur Erzeugung von Kristalloiden wenig geeignet sein. Auch ist es mir niemals gelungen, die sogenannten Vacuolen zu entdecken, noch ein künstliches Wachsthum der Kristalloide hervorzurufen. Dass man im Stande ist, nachdem bereits frei im Zellinhalte gebildete Kristalloide und Globoide vorhanden sind, die Bildung der Grundsubstanz durch Austrocknen der Samen im Exsiccator zu bewirken, hat bereits PFEFFER¹⁾ nachgewiesen.

Die Entstehung der Krystalloide und Globoide ist demnach kein chemisch-physikalischer Prozess, den man beliebig hervorrufen kann, sondern sämtliche Einschlüsse werden durch die Lebensthätigkeit der Zelle gebildet.

Auch bei der Untersuchung keimender Samen von *Ricinus communis*, *Linum usitatissimum*, *Foeniculum off.* und *Sinapis alb.* konnte ich die von WERMINSKI beobachteten Vacuolen in keinem Stadium der Keimung entdecken. Beim Keimen sowohl wie beim Reifen der Samen liegen Krystalloide und Globoide frei im Zellinhalt. Auch die Lösung der Aleuronkörner ist niemals ein chemisch-physikalischer Prozess, sondern ein Vorgang der Keimthätigkeit des Samens, welcher in keiner Weise durch wasserentziehende Mittel rückgängig gemacht werden kann. In Bezug auf die Art und Weise der Lösung lassen sich keine bestimmten Gesichtspunkte aufstellen, sie erfolgt bei den einzelnen Samen verschieden. In der Beurtheilung der einzelnen Lösungsstadien wird man niemals schwanken, wenn man die oben erwähnte Methode der Alcoholmaceration befolgt und nach einander Kalkwasser und phosphorsaures Natron zur Anwendung bringt.

In Betreff der Einzelheiten der vorstehend skizzirten Arbeit, verweise ich auf die demnächst erfolgende Veröffentlichung in PRINGSHEIM's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik.

1) A. a. O. S. 518.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Lüdtké Franz

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss der Aleuronkörner. 282-290](#)