

Über die Farbstoffe des Aleuron.

Von Dr. Karl von Spieß (Wien).

Seit der Entdeckung des Aleuron durch Hartig¹⁾ wurde über die Proteinkörner viel gearbeitet, hauptsächlich nach der anatomischen, chemischen und entwicklungsgeschichtlichen Seite. So fand man, daß ein Aleuronkorn im einfachsten Fall nur aus einer eiweißhaltigen Grundsubstanz besteht, auf höherer Stufe der Differenzierung jedoch überdies in dieser Grundsubstanz Kristalle von oxalsaurem Kalk, ferner sogenannte Globoide und schließlich Eiweißkristalle eingeschlossen enthält, und erkannte, daß diese komplizierte Ausbildung in dem scheinbar so einfachen Aleuronkorn immer zusammenfällt mit höherer Ausgestaltung der ganzen Pflanze.

Während man aber in jeder Hinsicht eine immer umfassendere und entsprechendere Kenntnis gewann, blieb doch ein Punkt der Frage von Anfang an unberührt. Hartig²⁾ schon hatte in seinen Arbeiten angegeben, daß bei einigen Pflanzen eine grüne Färbung der Aleuronkörner zu beobachten sei, bei anderen eine gelbe, bei wieder anderen eine blaue oder rote.

Nach Hartig finden wir auch noch hie und da Angaben von Beobachtungen über gefärbtes Aleuron, aber diese Berichte haben mehr den Charakter von gelegentlichen Notizen. In den weiterfolgenden Arbeiten wird das gefärbte Aleuron nicht einmal einer Erwähnung gewürdigt, was übrigens leicht erklärlich ist, da ja das Interesse zunächst auf ein ganz anderes Feld der Beobachtung gerichtet war. Im Interesse dieser Richtung der Forschung lag es, vor allem Formen mit ungefärbtem Aleuron heranzuziehen, um auf möglichst typische Fälle seine Schlüsse zu begründen. Die Angaben, die sich in den Büchern auf gefärbtes Aleuron beziehen, gehen eigentlich alle zurück auf die schon erwähnte Stelle in Hartigs Pflanzenkeim. Trecul³⁾ spricht sich dahin aus, daß die am häufigsten auftretende Aleuronfärbung die grüne, und daß der Farbstoff an das Korn gebunden sei. Gelegentlich seiner Untersuchung über das Protoplasma der Erbse berührt Tangl⁴⁾ die Grünfärbung des Aleuron. Er schreibt dort p. 760: „Die Färbung der Aleuronkörner der Erbse im differenzierten Zustande des Plasma läßt eine ganz bestimmte Beziehung zu der Färbung, wie sie dem Paren-

¹⁾ Erste Mitteilung in d. Bot. Zeitung v. Mohl u. v. Schlechtendal 1855, S. 881.

²⁾ Th. Hartig, Der Pflanzenkeim, Leipzig 1858, p. 109.

³⁾ Trecul, Annal. d. scien. nat. IV. ser. Tom. X. p. 354.

⁴⁾ Tangl, Das Protoplasma der Erbse. Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissenschaften. Math.-nat. Klasse, Wien, Dez. LXXVI. 2. Abteilung.

chyme bei mikroskopischer Betrachtung eigentümlich ist, erkennen. Es erscheinen nämlich in Schnitten aus Samen von blaßgrüner Färbung die Aleuronkörner als Plättchen von eigentümlich grauer Färbung, mit einer für diese Samenvarietät charakteristischen, blaugrünen Nüancierung. Die Aleuronkörner gelber Samenvarietäten erscheinen im differenzierten Zustande des Plasmas als helle, farblose Plättchen, welche eine der Farbe des Parenchym entsprechende Nüanciertheit erkennen lassen, wohl nur aus dem Grunde, weil die Färbung zu wenig intensiv ist, um an einzelnen Aleuronkörnern deutlich wahrgenommen werden zu können, und ich zweifle nicht, daß die Aleuronkörner auch in diesem Falle die Träger des Farbstoffes sind*.

Aus den vorangehenden Zeilen eines sehr vorsichtigen Berichtes können wir schon entnehmen, daß die Konstatierung einer Aleuronfärbung eine äußerst schwierige Sache ist und daß man von einer deutlichen Färbung des Kornes nach den obigen Angaben doch eigentlich nicht sprechen kann.

Gelegentlich des konstant auftretenden Aleuronfleckes an den Kotyledonen der Vicieensamen erwähnt Beck,¹⁾ daß sich in den Epidermiszellen ein einziges, großes, grün gefärbtes Aleuronkorn befindet, in den darunter liegenden Parenchymzellen zahlreiche, ebenso gefärbte Körner anzutreffen seien.

Eine wie untergeordnete Rolle die Frage nach der Färbung der Aleuronkörner in der Literatur spielt, kann man daraus ermessen, daß Lüdtke²⁾ in seinem Aufsatz über die Aleuronkörner an einer Stelle schreibt: „Die Grundsubstanz ist in allen Fällen undurchsichtig, meist schwach gelb gefärbt und von homogener Beschaffenheit“, an einer anderen Stelle aber davon spricht, daß Tangl in den Aleuronkörnern der Erbse ein grünes Pigment beobachtet habe.

Es wurde mir nun die Aufgabe zuteil, Formen, bei denen gefärbtes Aleuron angegeben wird, hinsichtlich der Art und Weise dieser Färbung zu untersuchen.

Zunächst zog ich *Pistacia vera* in den Kreis meiner Untersuchungen. Wenn man einen Samen von *Pistacia vera* zerbricht, so kann man durch das ganze Innere der Kotyledonen eine tief dunkelgrüne Färbung verfolgen. Die Färbung ist jedoch nicht bei allen Samen konstant. Oftmals ist sie durchwegs lichter. In allen Fällen jedoch ist zu bemerken, daß die Färbung gegen die Epidermis der Kotyledonen hin immer am dunkelsten ist, gegen die Mitte zu aber in allmählich lichtere Qualitäten des Grün übergeht. Falls die Färbung überhaupt lichter ist, gestaltet sich der Übergang gegen die Mitte zu einem Grüngelb, in vielen Fällen direkt zu Gelb.

¹⁾ Beck, Anatomie d. Samen von *Vicia* aus Erbsen. Sitzungsberichte d. Wiener Akademie 1878 S. 561.

²⁾ Lüdtke, Beiträge zur Kenntnis des Aleuronkornes. Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik. Bd. XXI.

Wenn wir nun an der Stelle dunkelster Färbung durch die Kotyledonen einen Querschnitt führen — er muß in diesem Falle äußerst dünn sein — und unter dem Mikroskop betrachten, so werden wir zunächst über die Intensität der Färbung enttäuscht sein. Es ist bekannt, daß selbst die kleinsten Chlorophyllkörner bei stärkster Vergrößerung eine intensive dunkelgrüne Färbung erkennen lassen. Man würde nun im Hinblick auf die deutliche und schöne makroskopische Färbung ein ähnliches Bild wie bei den Chlorophyllkörnern hier bei den Aleuronkörnern im Mikroskop erwarten. Dem ist aber nicht so. Ist der Schnitt sehr dünn, und für die Angabe eines hinlänglich sicheren Urteiles bezüglich der Färbung der Aleuronkörner muß er es sein, so sieht man im ersten Momente überhaupt nichts von einer Färbung. Bald aber bemerkt man hie und da ein grünes Aufleuchten und grüne Reflexe, die man zunächst unwillkürlich in die Aleuronkörner lokalisiert, so daß man nach der alten Angabe zu sagen geneigt ist, die Aleuronkörner besitzen in diesem Falle eine lichtgrüne Farbe.

Sieht man aber näher zu und dehnt seine Beobachtungen auf eine große Reihe von Schnitten aus, so erkennt man, daß zunächst Aleuronkörner, welche so ziemlich vereinzelt liegen und nicht von Plasma oder Öl umgeben sind, keine Färbung aufweisen, ferner daß die Färbung nicht immer mit dem Kontur eines Aleuronkornes übereinstimmt, sondern daß grüne Reflexe auch dort auftreten, wo gar keine Aleuronkörner vorhanden sind, wohl aber Ansammlungen von plasmatischer Substanz. Hat man ein Korn bei der Durchmusterung als grün erkannt, so verliert sich bei genauer Einstellung die Deutlichkeit der Farbe, und wenn man ein solches Korn hinsichtlich seiner Dimensionen einer Messung unterziehen will, so kann man bei der genauen Abgrenzung des Messens auf das deutlichste erkennen, daß die grüne Färbung sich über die Dimensionen des Aleuronkornes hinaus erstreckt, sich dort unregelmäßig verliert, daß weiters die Färbung innerhalb des Kornes keine homogene ist, an manchen Stellen überhaupt ausbleibt und nur bei flüchtiger Betrachtung auf den ganzen Umriss übertragen wird. Bei *Pistacia vera* unterliegen die Aleuronkörner bezüglich ihrer Größe gewissen Schwankungen. Läge der Farbstoff wirklich im Korn selbst, so ist es klar, daß ein größeres Korn entsprechend dunkler gefärbt erscheinen müßte. Das ist aber nicht der Fall. Im Gegenteil. Oft sind gerade die großen Körner als völlig ungefärbt zu erkennen, eben deshalb, weil der Farbstoff nicht in den Körnern sich befindet und ein grünes Durchleuchten von unten bei größerer Dicke des Kornes schwerer möglich ist.

Es entsteht nun die Frage: Woher rühren alle diese Erscheinungen einer Grünfärbung? Bei schwachen Vergrößerungen kann man überhaupt keine Entscheidung treffen, weil sich die Träger dieser Färbung der Wahrnehmung vollständig entziehen. Bei sehr starker Vergrößerung, am besten unter Anwendung von Immersion, kommt man zu der Einsicht, daß die Färbung nicht zu-

fällig im Plasma selbst auftritt und dort verteilt erscheint, sondern daß der Farbstoff an kleine, plastidenartige Körperchen geknüpft ist, die aber auch hinsichtlich der Form schon von dem Bilde eines Plastiden abweichen, indem sie in den meisten Fällen unregelmäßige Gestalt besitzen und ihre Begrenzungen gegen das Plasma hin an vielen Stellen verlieren. Was ihre Färbung anbelangt, so ist zu bemerken, daß sie weder homogen noch scharf abgegrenzt erscheint.

Es liegt die Vermutung nahe, und es ist zugleich die einzig mögliche Annahme, daß es sich hier um degenerierte Chlorophyllkörner handelt. Ursprünglich sind bei der Anlage des Gynoeceums samt seinen Teilen alle Partien des Gewebes mit Chlorophyll erfüllt gewesen. Später jedoch konnte nur das an der Oberfläche gelegene Verwendung zum Assimilationsgeschäft finden. Das im Innern befindliche, einmal ins Leben gerufen, konnte unbeschadet des Stoffwechsels weiter fortbestehen, einerseits weil in den Samenanlagen und Embryonen Säuren im beschränkten Ausmaß vorhanden sind, dann auch weil das reichlich vorhandene fette Öl die Erhaltung des Chlorophyll auf lange Zeit ermöglicht.

Um zu zeigen, daß der vorhandene Farbstoff wirklich Chlorophyll sei, wurden die Samen zerkleinert und mit Alkohol behandelt. Der Auszug erwies sich einerseits durch sein spektroskopisches Verhalten, anderseits durch die rote Fluoreszenzfarbe bei auffallendem Lichtkegel auch tatsächlich als Chlorophyll.¹⁾

Schön zeigt sich ferner die Grünfärbung makroskopisch an den Kotyledonen aller *Acer*-Arten weniger deutlich an den Kotyledonen der Gattung *Evonymus*. Hier finden wir sogar ziemlich selten eine ausgesprochene Grünfärbung. Meistens steht die Farbe zwischen Grün und Gelb und eine Entscheidung für die eine oder andere Farbe ist schwierig, was ja damit zusammenhängt, daß wir bekanntlich Grün und Gelb in den lichten Tönen ziemlich schwer auseinander halten können. Bei *Ailanthus* finden wir eine Färbung, die wir unbedingt als eine gelbe bezeichnen müssen.

Als Beispiel für die Richtigkeit der eben angeführten Ansichten, zugleich auch als Überleitung zur Frage der Gelbfärbung des Aleuronkornes führe ich nun einige Beobachtungen über die Verhältnisse bei *Pisum sativum* an. Aus eben gegebenen und schon früher bei *Pistacia* gefallenem Bemerkungen geht hervor, daß zwischen Grün- und Gelbfärbung kein tief eingreifender Unterschied, sondern vielmehr eine gewisse genetische Beziehung besteht.

¹⁾ Zu demselben Ergebnis gelangte vor kurzem auch G. Lopriore auf Grund einer eingehenden spektroskopischen Untersuchung des alkoholischen Extraktes aus *Pistacia*-Samen. Die diesbezügliche Abhandlung in der auch auf das Auftreten von Chloroplasten in *Pistacia*-Samen hingewiesen wird („Über Chlorophyllbildung bei partiärem Lichtabschluß“. Ber. d. D. bot. Ges. 1904, p. 385) erschien erst nach Vollendung meines Manuskriptes (März 1904), so daß ich dieselbe nicht mehr eingehender berücksichtigen konnte.

In der Reife zeigen die gewöhnlichen Samen der Erbse bekanntlich eine gelbe Färbung und weisen neben ziemlich großen Stärkekörnern bedeutend kleinere Aleuronkörner auf. Vor der Reife ist der ganze Same, sowohl Samenschale als auch die Kotyledonen durchwegs grün gefärbt und enthält noch kein Aleuron, da letzteres erst knapp vor der Samenreife gebildet wird. Wenn wir zunächst einen Querschnitt durch die Kotyledonen der grünen, unreifen Erbse betrachten, so finden wir, daß es sich mit der Stärke in diesem Falle ebenso verhält, wie mit den Aleuronkörnern bei *Pistacia*, *Acer* und *Evonymus*. Nach der alten Vorstellung von der Färbung des Aleurons müßten wir hier von einer grünen Stärke sprechen. Das uns bekannte Bild wiederholt sich in genau der gleichen Weise. Wir sehen in den Stärkekörnern grüne Reflexe, bemerken aber, daß sie hier mit den Konturen umso weniger übereinstimmen, als die Stärkekörner bedeutend größer sind als die Aleuronkörner bei *Pistacia*, *Acer* und *Evonymus*. Wenn wir den Dünnschnitt einem Druck unterziehen, so werden eine Menge Stärkekörner herausgepreßt und sind nun in der Flüssigkeit suspendiert. Aber auch hier noch bemerkt man eine schwachgrüne Färbung, indem nämlich ein Teil der Grundsubstanz an dem Korn beim Herauspressen haften blieb, in der nun ganz so wie bei *Pistacia*, *Acer* und *Evonymus* kleine, plastidenartige Körperchen von mehr oder weniger regelmäßiger Gestalt eingebettet liegen, von welchen jener grüne Farbenton ausgeht. Auch hier ergab die Untersuchung als Farbstoff Chlorophyll.

Bei den reifenden Samen verwandelt sich nun das Grün allmählich in ein Gelb, ähnlich wie eine derartige Verfärbung auch bei den Formen mit grünem Aleuron teilweise bemerkbar ist. Wenn wir nun einen Dünnschnitt durch die Kotyledonen des gereiften Samens der Erbse unter dem Mikroskop betrachten, so bietet er sich dem Auge als fast vollständig farblos dar, doch kann man auch hier bei genauer Beobachtung einen ungleichmäßig verteilten, ganz schwachgelben Farbenton wahrnehmen und bei stärkerer Vergrößerung eben noch erkennen, daß die Farbe auch hier an kleine Körperchen gebunden ist, deren Begrenzungen teilweise verwischt erscheinen.

Daraus folgt nun klar, daß die Träger des Farbstoffes im ersten und zweiten Falle identisch sind.

Welcher Natur ist aber dieser zweite Farbstoff? Zur Beantwortung dieser Frage behandelte ich ungefähr 250 g fein zerriebene Erbsen mit einer bedeutend geringeren Menge Benzol und erhielt schon nach einigen Augenblicken eine schön orangerot gefärbte Flüssigkeit. Bei spektroskopischer Untersuchung ergab sich mit voller Deutlichkeit, daß der Farbstoff auf ein Karotin zurückzuführen sei. Damit wurde gezeigt, wie ich glaube, zum ersten Male, daß sich die ungemein weite Verbreitung des Karotin nicht nur auf Blütenblätter, Fruchtknotenwand, Arillus, sondern auch auf die Kotyledonen, kurz auf den Samen selbst erstrecken kann.

Ein zweites interessantes Resultat liegt aber in der Beziehung des Karotin zum Chlorophyll. Diese Beziehung ist keine neue und unbekannte. Ein Jahr für Jahr auch vom Laien beobachtetes Geschehen ist es, dem dasselbe Moment zu Grunde liegt, dessen wissenschaftliche Deutung aber erst vor nicht allzugeraumer Zeit gegeben wurde, die herbstliche Verfärbung der Blätter. Hier erfolgt die allen sichtbare Verfärbung des Grün in die prachtvollen Töne des Gelb und Rot in verhältnismäßig kurzer Zeit unter dem Einflusse gestörter Stoffwechselvorgänge in Folge ungünstiger Vegetationsbedingungen, in den Samen aber geht die Umwandlung von Grün zu Gelb, verborgen vor den Augen des Beobachters nur äußerst langsam vor sich, unter der Einwirkung der geregelten Kräfte des Aufbaues, nach der Samenreife unter dem Einfluß der kaum merklichen Veränderungen einer *vita minima*.

Bei *Vicia faba* und anderen Viciaceen scheint das in den Epidermiszellen auftretende, dieselben ganz erfüllende Aleuronkorn grün gefärbt zu sein. Die Färbung erstreckt sich aber nicht auf das Korn, sondern rührt von dem plasmatischen Belag her, da das Korn bei seiner Auflösung die grüne Farbe vollständig einbüßt.

Wenn wir kurz zusammenfassen, so hat sich bis nun ergeben: Nicht die Aleuronkörner sind grünlich gefärbt, sondern der Farbstoff ist außerhalb des Kornes zu suchen. Er besteht aus Chlorophyll, das an mehr oder minder degenerierte Chlorophyllkörner gebunden erscheint. Es scheint gerade mit Rücksicht auf die angebliche Grünfärbung durch Chlorophyll wichtig, die Frage zu entscheiden, ob denn der Chlorophyll-Farbstoff noch anders als an das Plasma der Chlorophyllkörner gebunden vorkommen könnte.

Das als gelb gefärbt angenommene Aleuron ist von dem sogenannten grün gefärbten Aleuron in der Weise abzuleiten, daß das außerhalb der Körner an Chloroplasten gebundene Chlorophyll zerstört wird und als nachweisbarer Rest Karotin (Xanthophyll) auftritt. In diesem Sinne verstehen wir die Übergänge von der Grün- zur Gelb-Färbung.

Was die Blau- und Rot-Färbung des Aleuron anlangt, so scheint es sich in diesen Fällen tatsächlich um eine Tinktion des Kornes zu handeln und zwar durch Anthokyan.

In bestimmten Varietäten des Mais zeigt die Kleberschichte eine blaue Färbung. Unter dem Mikroskop beobachtet man in Dünnschnitten, daß die körnige Grundsubstanz eine schwach blaue Färbung erkennen läßt, während die darin eingebetteten Aleuronkörner tief dunkelblau tingiert erscheinen. Nach den üblichen Reaktionen muß der Farbstoff als Anthokyan bezeichnet werden. Eine künstliche Färbung der Aleuronkörner ist nicht durchführbar. Versucht wurde sie bei den mit ungefärbten Aleuronkörnern erfüllten *Ricinus*-Samen durch Einlegen der Schnitte in alkoholische und ferner in Glycerin-Anthokyan-Lösung, welcher Versuch jedoch ein negatives Resultat ergab. Die Färbung wird offenbar durch das in großen Mengen auftretende fette Öl verhindert, da fettes Öl

mit Anthokyanlösung geschüttelt auch nicht Spuren des Farbstoffes aufnimmt, während rein dargestelltes Aleuron Farbstoffe speichert.

Als Hauptresultat ergibt sich, daß das so oft behauptete durch Chlorophyllfarbstoff tingierte Aleuron nicht existiert. Es liegt hier eine Täuschung vor, indem die Grünfärbung auf beigemengte Reste von Chlorophyllkörnern zurückzuführen ist. Ferner hat sich ergeben, daß blaugefärbte Aleuronkörner tatsächlich existieren (Mais) und daß die Färbung derselben auf Anthokyan zurückzuführen ist.

Flechten, auf Madeira und den Kanaren gesammelt von J. Bornmüller in den Jahren 1900 und 1901.

Von Dr. J. Steiner (Wien).

(Schluß.¹⁾)

In Bezug auf den Rindenbau steht der *R. Canariensis* außer *R. dubia* und *Caribaca*, die hier nicht in Betracht kommen, *R. hypomecha* am nächsten. Allein die immer dünne, ungefärbte Rinde von *hypomecha* ist viel lockerer gebaut, reichlichst körnig und vom unterliegenden Markgeflechte undeutlich getrennt. Die Körner und die Reste der äußersten Zellen der Rindenschichte bilden den Lagerreif. Als C-Reaktion wird für *hypomecha* C— angeführt. Die Rinde wird durch $\text{Ca Cl}_2 \text{ O}_2$ nie gefärbt und oft auch das Mark nicht, so in Loyk. Univ. 56. In andern Fällen aber (Exempl. aus Süd-Afrika im Herb. des k. k. Hofmuseums) wird das Mark entweder durchaus oder nur stellenweise deutlich rot.

Die Dicke der Rinde ist, wie schon Darbshire l. c. anführt, an stärkeren und schwächeren Zweigen der *R. Canariensis* sehr verschieden. In den kleinen Exemplaren, um die es sich hier handelt, die alle nur die Größe der Fig. 99, Tab. 23 in Darb. Monographie erreichen oder noch kleiner, aber meist reich mit Soralen besetzt sind, beträgt die Rindendicke nur 16—47 μ .

var. *subphycopsis* Stnr.

Habitus, cortex, soralia et reactiones ut in tuberculata sed hyphae medullares placentae et ad basim ramorum sitae lutescentes.

Mit der früher genannten Form, wenige Exemplare. Von der Placenta sind nur Reste vorhanden, aber die Markhyphen im Fußteil der Hauptzweige und in den Resten der Haftscheibe sind gelb wie bei *phycopsis*, oder gelb ocherig. In einem Falle

¹⁾ Vgl. Nr. 11, S. 399.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [054](#)

Autor(en)/Author(s): Spiess Karl von

Artikel/Article: [Kleinere Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Universität in Wien. Nr. LXI. Über die Farbstoffe des Aleuron. 440-446](#)