

Lachnum caducum Rehm.

Grashalme im Fasultal am Arlberg.

Lachnum pallideroseum (Saut.) Rehm f. *album* Rehm.

An Grashalmen in der Kaiserklause (Valepp), Tirol.

Erinella? *lactea* (Quélet) Rehm.

Dürre *Aconitum*-Stengel auf der Tiroler Seite des Schrofenspasses.

Lachnella.

Lachnella Lonicerae (Alb. et Schw.) Fückel.

Lonicera-Ästchen in der österreichischen Valepp.

Lachnella? *pellita* (Pers.) Quélet.

Ästchen von *Lonicera coerulea* in der Kaiserklause (Valepp), Tirol.

Fam. *Ascobolei.*

Rhyparobius? *pachyascus* Zukal.

Auf Kubkot, Alpeiner-Alpe (Stubai).

Fam. *Helvellacei.*

Helvella elastica Bull.

Gebüsch in der oberen Kaiserklause (Valepp), Tirol.

Beiträge zur Kenntnis des Anthokyan in Blüten.

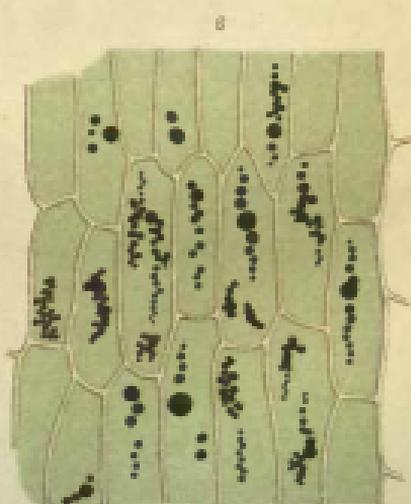
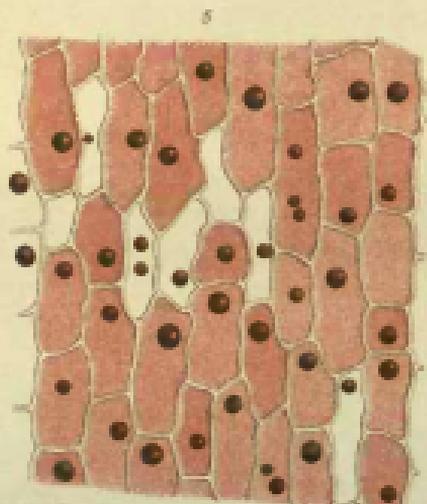
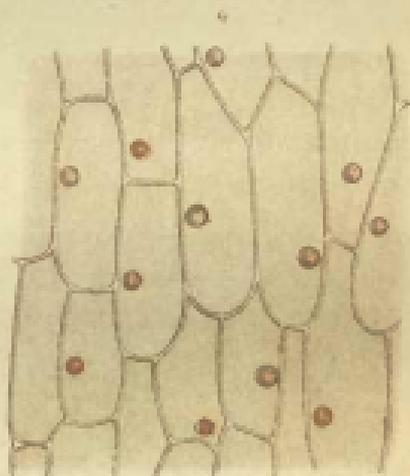
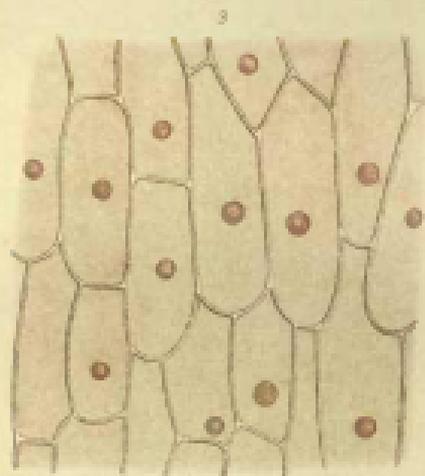
Von Rudolf Karzel (Wien).

(Mit Tafel VI.)

In der umfangreichen Literatur über Anthokyan finden sich zahlreiche Beispiele für das Verhalten dieses Farbstoffes im Dunkeln und im Lichte. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß bereits Senebier¹⁾ gefunden hat, daß sich der Blütenfarbstoff einiger Pflanzen, z. B. *Hyacinthus* und *Tulipa*, auch im Dunkeln normal entwickelt. Später untersuchte Sachs²⁾, „ob und wie sich Blütenknospen von Pflanzen, welche am Lichte blühreif geworden sind, entfalten, wenn die Pflanzen alsdann einer Dunkelheit ausgesetzt werden, welche hinreicht, um an den Blättern und Internodien den Zustand des Etiollements hervorzubringen“. Nach ihrem Verhalten im Dunkeln konnte er zwei Gruppen von Pflanzen unterscheiden: 1. solche, wie *Tulipa*, *Iris*, *Hyacinthus*, *Crocus*, welche sich bei länger währender Verdunkelung normal entwickelten und färbten; 2. solche, wie *Tropaeolum*, *Cheiranthus*, *Papaver* etc., welche, sehr frühzeitig verdunkelt, keine Entfaltung und Färbung zeigten; dagegen trat die Farbe auf, wenn sie vorher unter dem Einflusse

¹⁾ Senebier J., Mémoires physico-chimiques. Genève 1782. T. II, p. 99 ff. T. III, p. 103, zit. nach Vöchting, Jahrb. f. wiss. Botanik, 1893, Bd. 25, p. 154.

²⁾ Sachs, Über den Einfluß des Tageslichtes auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane. Bot. Zeitg., 1863, Beilage.



Fleischmann ad. nat. 126.

des Tageslichtes sich mehr oder weniger entwickelt hatten. Andere Versuche von Sachs¹⁾ ergaben, daß Pflanzen, welche nicht vollständig, sondern bei denen nur einzelne Blüten oder Infloreszenzen verdunkelt worden waren, normal oder lichter gefärbte Blüten lieferten. Askenasys²⁾ Versuche förderten ähnliche Resultate zutage. *Tulipa Gesneriana*, *Crocus vernus*, *Hyacinthus orientalis* hatten im Dunkeln normal gefärbte Blüten, während bei *Pulmonaria officinalis* und anderen die Intensität der Färbung der Blüten mit dem Alter der Knospen zur Zeit der Verdunkelung abnahm, so daß aus ganz jungen Knospen weiße oder nahezu weiße Blüten erzielt wurden. Wiesner³⁾ beobachtete bei *Nerium Oleander*, daß bei sehr schwacher Beleuchtung die Färbung der Blüten ausblieb, ebenso im Dunkeln bei *Colchicum autumnale*. In der letzten Zeit hat Klebs⁴⁾ auf das Verhalten des Blütenfarbstoffes von *Sempervivum* im Dunkeln und in verschiedenfarbigem Lichte hingewiesen.

Weitere Beispiele für das Verhalten und für die Entstehung des Anthokyanins im Dunkeln und im Lichte festzustellen, war die Aufgabe dieser Untersuchungen. Es sollte auch untersucht werden, in welchem Entwicklungsstadium der Knospen oder Blüten der Farbstoff zuerst nachweisbar ist und ob er nicht vielleicht in anderer Form vor dem Sichtbarwerden der Farbe zu konstatieren ist. Durch die letzte Arbeit von Molisch⁵⁾ wurde ich angeregt, auch mikroskopisch die Verteilung des Farbstoffes und die Art seines Vorkommens zu studieren. Es sind nur wenige Pflanzen, deren Untersuchung zu einem vorläufigen Abschluß gelangt ist und über deren Ergebnis in dieser Mitteilung berichtet werden soll; doch sollen später noch weitere und ausführlichere Versuche mit anderen Pflanzen durchgeführt werden. Die Versuche kamen in der hiesigen Biologischen Versuchsanstalt über Anregung des Herrn L. v. Porthelm zur Ausführung.

Die Verdunkelung der Knospen wurde in der Weise vorgenommen, daß sie in schwarzes Papier, graues, kein Licht durchlassendes Filterpapier oder in braunes Packpapier eingehüllt wurden. Bei Versuchen mit *Syringa* im Freien wurden außer Papierdüten auch Kästchen benützt, in welche die Infloreszenzen eingeführt wurden. Die Hälfte einer Wand des Kästchens war verschiebbar. War die Infloreszenz in dem Kästchen untergebracht, so wurde dasselbe durch die verschiebbare Wandhälfte geschlossen und nun alle Öffnungen durch Watte lichtdicht verschlossen.

¹⁾ Sachs, Wirkung des Lichtes auf die Blütenbildung unter Vermittlung der Laubblätter. Bot. Zeitg., 1885, p. 117 ff.

²⁾ Askenasys, Über den Einfluß des Lichtes auf die Farbe der Blüten. Bot. Zeitg., Jahrg. 34, 1876, p. 177.

³⁾ Wiesner, Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzpflanzen. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. 64, I. Abt., 1871, p. 466—510.

⁴⁾ Klebs G., Über Variationen der Blüten. Jahrb. f. wiss. Bot., 1906, Bd. 42.

⁵⁾ Molisch H., Über amorphes und kristallisiertes Anthokyan. Bot. Zeitg., 1906, p. 145—162.

Im folgenden werden die Resultate der einzelnen Versuche mitgeteilt.

Syringa persica.

Die normale Entwicklung der Knospen von *Syringa persica* ist die folgende. Die Knospen sind zuerst grün und färben sich dann rosa. Die Blüten sind dunkel rosa. Beim Abblühen werden die Zipfel der Korolle von der Röhre aus blau, so daß ihre Spitzen und die Partien längs der Gefäßbündel am längsten rot sind.

Läßt man Salzsäuredämpfe auf die Blüten einwirken oder betupft man dieselben mit HCl, so bekommt man eine ziegelrote Färbung; mit Ammoniak in derselben Weise behandelt, färben sich die Blüten grün.

An den grünen Knospen gelang es mir nicht, mit Salzsäure die charakteristische Rotfärbung hervorzurufen, sie wurden nur braun. Es scheint also hier Anthokyan noch nicht in irgendeiner nachweisbaren Form vorhanden zu sein.

In den Blüten ist das Anthokyan in den Zellen des Epithels im Zellsaft gelöst. Bei den alten, blau verfärbten Blüten findet man mitunter blaue kleine Körperchen.

Zu Verdunkelungsversuchen wurden verschiedene Entwicklungsstadien benützt und dementsprechend war das Resultat ein verschiedenes. Die älteren Knospen, die schon rosa gefärbt waren, entwickelten sich normal weiter und hatten auch im Dunkeln eine normale Färbung. Je jünger aber die Knospen waren, um so lichter wurden auch die Blüten im Dunkeln. Auf der Oberseite der Korollenlappen und an der Außenseite der Röhre ist die Färbung dann stärker wie auf der Unterseite der Lappen. Die Oberseite der Lappen zeigt bei den Blüten, welche aus sehr jungen Knospen sich entfaltet haben, oft nur längs des Mittelnervs einen licht rosa Streifen, während die Unterseite und die Ränder weiß sind.

Die weißen Ränder geben, mit Salzsäure behandelt, Rotfärbung.

Die jüngsten Blüten erscheinen rein weiß. Bei der Behandlung mit Salzsäure erhielt ich hier auch eine Rötung.

Viele der kleinsten grünen Knospen entwickelten sich nicht weiter und veränderten bloß ihre Farbe, indem sie weiß wurden.

Beim Altern der Blüten ist der Farbenwechsel von rosa in blau im Dunkeln ebenso zu beobachten wie im Lichte. Es sei noch erwähnt, daß die Blüten, die sich aus den jüngeren Knospen im Dunkeln entwickeln, kleiner sind als die normal am Lichte erwachsenen.

Eine Vorstufe oder eine farblose Modifikation des Anthokyans¹⁾, welche bei *Syringa persica* in den im Lichte entwickelten

¹⁾ Eine farblose, respektive gelbe Vorstufe des roten Anthokyans nimmt W. Zopf (Über die Gerbstoff- und Anthokyanbehälter der Fumariaceen und einiger anderer Pflanzen. Bibliotheca Botanica, 1886, H. II. Ref.: Botan. Centralblatt, Bd. XXIX, p. 39) für die Fumariaceen an.

Knospen nicht nachgewiesen werden konnte, kann sich unabhängig vom Lichte im Dunkeln in den Blüten entwickeln. Die Färbung kommt aber nur durch den Einfluß des Lichtes zustande.

Cobaea scandens.

Die Korolle ist lange Zeit von dem großen Kelch eingeschlossen; sie ist anfangs dunkel-, später lichtgrün und zeigt die bekannte Farbenveränderung. Die Violettfärbung beginnt an den Zipfeln vom Rande gegen die Basis derselben fortschreitend und dann auf die Röhre übergehend. Auf der Oberseite der Lappen und dem Rande der Röhre ist die Blüte dunkler gefärbt als auf der Unterseite. In der Röhre laufen vom Rande zur Basis Streifen von verschiedener Breite herab.

Der Farbstoff kommt in der Blüte nur in den Epithelzellen der Ober- und Unterseite vor, u. zw. meist im Zellsaft gelöst. Es sind aber nicht alle Zellen gefärbt, sondern zwischen den gefärbten großen Zellen, welche häufig gewellte Membranen besitzen, finden sich öfters kleinere, ungefärbte (Taf. VI, Fig. 5). Außer im Zellsaft gelöst tritt der Farbstoff aber noch in einer anderen Form auf. Man trifft nämlich in dunkelvioletten Blüten, besonders in solchen, die zu welken beginnen, sehr häufig in dem rotvioletten Zellsaft kleine rundliche oder kurz stäbchenförmige Körperchen, oft in großen Mengen angehäuft, in lebhafter Molekularbewegung. Sie sind stärker tingiert als der Zellsaft und oft in vielen Zellen nebeneinander zu sehen. Mit Alkohol behandelt, entfärben sie sich zuerst und scheinen dann ganz zu verschwinden.

Daneben treten gefärbte Kugeln auf (Taf. VI, Fig. 5), größere und kleinere, von den kleineren oft zwei aneinanderliegend. Die Häufigkeit des Auftretens dieser Kugeln scheint abhängig zu sein von der Temperatur. Während in den Sommermonaten ein reichliches Auftreten beobachtet wurde, waren sie bei gleich alten Blüten in den Wintermonaten nur spärlich vorhanden, doch wurde ihre Anzahl vermehrt, wenn die Blüten durch einige Zeit im warmen Zimmer aufbewahrt wurden. Die großen Kugeln haben meist einen Durchmesser von 5—7 μ , solche von 16 μ sind keine Seltenheit; hier und da findet man auch solche von 22—24 μ . Diese Kugeln sind in Alkohol löslich. Beim Zusatz von Alkohol ergießt sich von den Kugeln eine intensiv rotviolette Substanz in den Zellsaft. Hier und da konnte man beim Einwirken von Alkohol beobachten, wie sich von den großen Kugeln kleinere abschnürten, aber mit ihnen im Zusammenhang blieben. In abgestorbenen Zellen oder nach Behandlung mit Äther oder in solchen Zellen, die beim Abziehen des Epithels verletzt wurden, färbt sich sowohl der Zellsaft als auch die beschriebenen kleinen Körperchen und die Kugeln blau.

Zur Prüfung des Farbstoffes und der Inhaltkörper wurden folgende Untersuchungen angestellt: Mit HCl färbt sich der Zellsaft und die tingierten Inhaltkörper ziegelrot, mit Ammoniak grünlichblau. Bei Zusatz von 1% Osmiumsäure färbt sich der Zellsaft

und die vorhin beschriebenen Inhaltskörper blau. Diese Erscheinung ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Osmiumsäure in dieser Verdünnung das Plasma derart verändert, daß dieses für den Farbstoff durchlässig wird und ihn infolge seiner alkalischen Reaktion bläut.

Bei Behandlung von frischen *Cobaea*-Schnitten, so wie von einer Farbstofflösung mit stark verdünnter Antipyrinlösung wurde kein Niederschlag erhalten. Schnitte mit verdünnter Eisensulfatlösung behandelt, färben sich blau.

In grünen oder gelblichen Blüten, welche noch keine Spur von Färbung zeigten, konnte kein Anthokyan nachgewiesen werden.

Wenn man gefärbte Blüten in Alkohol einlegt, so erhält man einen farblosen Auszug, der sich mit HCl schön rot färbt.

Zahlreiche Verdunkelungsversuche ergaben übereinstimmend, das *Cobaea scandens* imstande ist, auch bei Ausschluß von Licht Anthokyan zu produzieren. Die kleinsten Knospen, die ich in den Papierdüten aufziehen konnte, waren bei Beginn der Verdunkelung etwa 3 cm lang, der Kelch war noch vollständig geschlossen und die Krone sehr klein. Kleinere Knospen gingen nach kurzer Zeit zugrunde.

Die Intensität des im Dunkeln gebildeten Farbstoffes war verschieden, je nachdem, in welchem Entwicklungsstadium die Knospen, resp. Blüten verdunkelt worden waren. Bei Blüten mit vollständig geöffneter Krone, gleichgültig, ob sie bereits eine beginnende Färbung zeigten oder noch gelblich waren, bekam man normale oder nahezu normale Färbung. Jüngere Stadien waren aber im Dunkeln immer leichter gefärbt als im Lichte; die Oberseite der Zipfel war stärker tingiert als die Unterseite, die Innenseite der Röhre stärker als die Außenseite, also so wie bei normal erblühten. An der Innenseite der Röhre gingen die vorher erwähnten Streifen oft nicht bis zur Basis und waren meistens schmaler als bei den Lichtblüten. Die Oberseite der Kronenzipfel war meist dunkler tingiert als die Streifen in der Röhre. Auf der Außenseite der Blüte trat die Färbung oft nur an den Zipfeln auf, während die Röhre weißlich blieb.

Cobaea scandens kann im Dunkeln Anthokyan bilden, doch ist der Farbenton meistens leichter als bei den im Lichte zur Entwicklung gelangten Blüten.

Iris germanica.

Die Art des Vorkommens des Anthokyans in den einzelnen Teilen der Blüte ist höchst verschieden.

Die Hochblätter sind an der Spitze rotviolett gefärbt. Unter dem Mikroskope findet man das ganze Innere der Zellen gleichmäßig tingiert. Außerdem sind in den meisten Zellen dunkler gefärbte Kugeln zu beobachten.

In Alkohol entfärbt sich sowohl der Zellsaft als auch die Kugeln; letztere werden dann, mit 1% Osmiumsäure behandelt, tief schwarz. Von Benzol werden sie gelöst. In älteren Hochblättern, besonders

wenn sie zu vertrocknen beginnen, sind die Kugeln nicht mehr vorhanden.

Die drei äußeren Perianthblätter zeichnen sich vor den drei inneren durch ihre tiefviolette, auf der Oberseite manchmal fast schwarze Färbung aus. Die Unterseite ist meist lichter gefärbt. Sowohl die inneren als auch die äußeren Perianthblätter sind am Grunde charakteristisch gezeichnet, u. zw. auf der morphologischen Oberseite rotbraun, auf der morphologischen Unterseite fast schwarz.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte auf der Unterseite der äußeren Blätter und auf beiden Seiten der Innenblätter in den Epithelzellen der oberen Blattpartien eine gleichmäßige Färbung des Zellsaftes.

In den Epithelzellen der Oberseite der noch ungefärbten Blätter des äußeren Kreises sind außer den gewöhnlichen Inhaltskörpern kleine ungefärbte Kugeln vorhanden, die sich in Alkohol und Äther lösen und mit Osmiumsäure verschieden stark braun färben. Wenn sich diese Blätter zu verfärben beginnen, kann man die Kugeln noch beobachten; sie sind auch hier ungefärbt. Mit zunehmender dunklerer Färbung verschwinden sie. In diesem Stadium ist die Vakuole ganz erfüllt mit dem intensiv dunkel gefärbten Zellsaft. Sind kleinere Vakuolen vorhanden, so wird in ihnen der Zellsaft hellrotviolett bis schwarzviolett.

Bei älteren Blättern, welche wieder eine lichtere Farbe angenommen haben, ist eine Partie der Vakuole dunkel gefärbt und die Färbung nimmt gegen die Zellmembran hin ab. Es hat den Anschein, als ob von einem dunkleren Kerne aus ein Zerfließen in den nun größer werdenden Zellsafrum stattfinden würde, und daß durch diese Verteilung des Farbstoffes nun eine lichtere Färbung erzielt wird. Setzt man bei jüngeren Blättern, in deren Zellen diese Vakuolen mit dem schwarzvioletten Farbstoff erfüllt sind, Alkohol zu, so erhält man ein Bild, das dem eben für ältere Blätter beschriebenen ähnelt.

Die Epithelzellen der ausgewachsenen Blütenblätter, in denen das Plasma ganz an die Wand gedrückt erscheint, sind gleichmäßig und etwas lichter gefärbt.

Was die Zeichnung am Grunde der äußeren und inneren Blätter betrifft, so findet sich der Farbstoff hier nur in Zellgruppen. (Taf. VI, Fig. 1, 2.) Die Zellen sind ziemlich intensiv rotviolett. In ihnen findet man wieder ähnliche Kugeln, wie sie für die Jugendstadien der äußeren Blätter beschrieben wurden. Diese Kugeln sind stets ungefärbt. Das Anthokyan kommt entweder im Zellsaft gelöst oder aber in dunkel gefärbten, oft schwarzvioletten kugelförmigen Gebilden vor¹⁾. Der Charakter dieser Gebilde konnte leider nicht in befriedigender Weise konstatiert werden. Das An-

¹⁾ Dennert E. (Anatomie und Chemie des Blumenblattes. Botanisches Zentralblatt 1888, Bd. XXXVIII, p. 430) hat bei *Iris pumila* in den Epithelzellen ein oder mehrere dunkelviolette Gebilde schwimmen gesehen; er hält dieselben für Vakuolen.

thokyan kann in diesen Zellen in folgenden Kombinationen vorkommen: 1. gleichmäßig im Zellsaft verbreitet; 2. im Zellsaft und an eines oder mehrere der kugelförmigen Gebilde gebunden; 3. bloß an eine oder mehrere Kugeln gebunden, der sonstige Inhalt der Vakuole ist von Anthokyan frei. Die Kugeln lösen sich leicht in Alkohol und Äther. In den ungefärbten, den tingierten Partien angrenzenden Zellen findet man auch kleine, ungefärbte Kugeln.

Neben dem Anthokyan treten kleine, gelbgefärbte Körnchen auf. Nur wenige Zellen enthalten bloß Anthokyan und sind von diesen Körperchen frei. Wird das Anthokyan mit Alkohol oder Äther ausgezogen, so bleiben diese gelben Körnchen zurück. In den Blättern des inneren Kreises treten sie nicht in so großer Menge auf, wie in denen des äußeren Kreises. Wenn man ein mit Äther von Anthokyan befreites Präparat mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt, so färben sich die gelben Körner dunkelblaugrün.

Es erübrigt noch, das Vorkommen des Anthokyans im Epithel der Ober- und Unterseite der großen Narbe zu erwähnen. (Taf. VI, Fig. 3, 4.) Das erhaltene Bild entspricht im großen und ganzen dem bei Untersuchung der Hochblätter wahrgenommenen. In vielen Zellen, besonders in den lichter gefärbten Partien, findet man Kugeln, die dunkler gefärbt sind als der gleichmäßig tingierte Zellsaft. Oft trifft man die gefärbten Kugeln in farblosen Zellen. Im Gegensatz zu den in den Hochblättern gefundenen Kugeln lösen sie sich in Alkohol.

Wird ein Stück der Oberhaut der Narbe mit der Pinzette abgezogen und in Wasser auf einem Objektträger, mit einem Deckglase bedeckt, eine halbe bis $\frac{1}{4}$ Stunden liegen gelassen, so kann man unter dem Mikroskope eine Bewegung der Kugeln sehen. Die Bewegung findet meist plötzlich, aus der Mitte der Zelle zur Wand zu statt oder aber sie geht so langsam vor sich, daß man sie bloß nachweisen kann, wenn man die ursprüngliche Lage durch Zeichnung konstatiert hat. (Taf. VI, Fig. 3, 4.) Beschleunigen kann man das Eintreten der Bewegung durch Behandeln mit Alkohol, verdünnten Salzlösungen oder Glycerin. Dabei muß man aber vorsichtig vorgehen, denn sobald in den Zellen Plasmolyse eintritt, werden die Kugeln von dem sich zusammenziehenden Plasma mitgezogen. Die Bewegung der Kugeln kommt wahrscheinlich durch Turgorverschiebungen zustande.

In grünen Knospen oder in grünen Partien der Blütenblätter war mit HCl der Farbstoff nicht nachweisbar.

Die Blüten von *Iris germanica* färben sich auch im Dunkeln, und sind, je nach dem Alter der verdunkelten Knospe, lichter, oft sogar bedeutend lichter als die am Lichte entwickelten, oder normal gefärbt. Der Farbstoff bildet sich auch dann, wenn man eine ganze Pflanze unter einen schwarzen Sturz bringt. Die Färbung erscheint schon in den oberen Randpartien ganz junger Kronenblätter von 12—15 mm Länge, welche von den Hochblättern noch vollständig bedeckt sind.

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: 1906

Band/Volume: 056

Autor(en)/Author(s): Karzel Rudolf

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis des
Anthokyans in Blüten. 348-354