Über die Anthocyanophoren von *Erythraea*

Von

Friedl Weber

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur)

LIPPMAA (1926) hat gefunden, daß in den Epidermiszellen der Blütenkrone von *Erythraea* das Anthocyan nicht im Zellsaft gelöst ist, sondern an bestimmt geformte Körper gebunden vorkommt. Diese Körper nennt LIPPMAA *Anthocyanophore*. Vor LIPPMAA hat POLITIS (1911, 1914) Anthocyan-gefärbte Inhaltskörper von Blütenzellen verschiedener Pflanzen beschrieben. Er hielt sie für Plastiden und bezeichnete sie demnach als „Cyanoplasten“. Einen neuen Fall eines Anthocyanophors gibt MOLISCH (1928) für die Fruchtoberhaut von *Gunnera chilensis* an. Auch in den Blütenzellen von Borraginaceen ist das Anthocyan an gallertartig feste Körper gebunden; darüber liegt eine Reihe von Arbeiten vor (u.a. GICKLHORN & WEBER 1926, KÜSTER 1935, WEBER 1934, 1935). Über Zellinhaltskörper, welche das Anthocyan des Zellsaftes an sich reißen, hat GUILLIERMOND wiederholt berichtet (1933, 1934). Nach SCHARINGER (1936) sind die Anthocyankörper in den Perianth-Zellen von *Delphinium* doppelbrechend.

Die vorliegende Notiz bezieht sich auf die Anthocyanophoren der Blüten von *Erythraea*. LIPPMAA hat die Arten *E. pulchella* und *E. litoralis* daraufhin untersucht. Die folgenden Angaben betreffen die Epidermiszellen der Blütenkrone von *Centaurion umbellatum* (*Centaurium minus*, *Erythraea Centaurium*). Die Pflanzen stammen aus der Umgebung von Graz.

Bei Flächenansicht der Epidermiszellen der *Erythraea* Kronblätter zeigen sich die licht bis dunkel-rosa gefärbten Anthocyanophoren entsprechend der Zellform als viereckige, häufiger länglich rechteckige bis schmal streifenförmige Platten, je eine in der Mitte der Zelle gelegen; die Dicke der Platten ist sehr gering. An den Rändern der Längsseiten sind die Anthocyanophoren bisweilen etwas aufgebogen.

Bei Herstellung von Schnitten werden die Anthocyanophoren nicht selten aus verletzten Zellen herausgezogen, sie bleiben dann in Wasser lange Zeit unverändert. Über den Schnitttrand herausragende Anthocyanophoren zeigen häufig Drehungen, so daß sie nicht mehr von der Fläche sondern an einem Ende oder gänzlich sich von der Schmalseite darbieten. An solchen Präparaten fiel es

zunächst auf, daß bei Beobachtung im polarisierten Lichte die Anthocyanophoren in bestimmter Stellung aufleuchten, also doppelbrechend sind. Die Durchsicht zahlreicher Präparate von Flächen-, Quer- und Längsschnitten bestätigte die nach dem morphologischen Aussehen unerwartete Beobachtung, daß die für amorph, gallertig-schleimartig gehaltenen Anthocyanophoren von *Erythraea* tatsächlich optisch anisotrop sind. Die Anthocyanophoren erscheinen im polarisiertem Lichte orangegelb oder bläulich, die rote Eigenfarbe wird also überdeckt, es kann daher der Grad der optischen Anisotropie kein geringer sein.

Von der Fläche gesehen, wie sich die Anthocyanophoren in der Zelle in der Regel darbieten, leuchten die rosa Plättchen im polarisiertem Lichte nicht auf, dagegen dann, wenn sie in Profilstellung und somit von der Kante zu sehen sind. Auch an Querschnitten durch das Kronenblatt kann man bei bestimmter Lage des durchschnittenen Anthocyanophors das Aufleuchten sehen. Das Aufleuchten in Profilstellung und das Erlöschen in Flächenstellung dürfte nicht durch die verschiedene Schichtdicke in diesen beiden Lagen bedingt sein, da auch kleine Fragmente der Anthocyanophoren deutlich aufleuchten, wenn sie sich in der richtigen Stellung befinden. Die Isotropie in der Flächenansicht der Anthocyanophore ist also keine scheinbare, vielmehr dürften die Anthocyanophoren-Plättchen in der Flächenansicht keine Spur von Doppelbrechung zeigen, die optische Achse also senkrecht auf die Fläche stehen.

In den intakten, lebenden Zellen findet man die Anthocyanophoren meist nur selten und vereinzelt in Profilstellung, manchmal kommt es aber vor, daß diese Stellung und nicht die sonst übliche Flächenstellung in einer großen Zahl von Zellen eingenommen wird. Es scheint also so, als ob die Anthocyanophoren innerhalb der intakten Zellen „vital“ Drehungen ausführen könnten. Diese Lageveränderung würde ganz der der Chloroplasten des *Mesocarpus*-Typus entsprechen. Während aber die Chloroplasten im Cytoplasma liegen und selbst lebende Gebilde sind, ihre Lageveränderungen daher als aktiv oder passiv bis zu einem gewissen Grade verständlich werden können, so liegen die Anthocyanophoren angeblich im Zellsaft und die Mechanik ihrer Drehung würde daher einer besonderen Untersuchung bedürfen. Auch die Bedingungen unter denen die Drehungen stattfinden, bleiben aufzuklären. Besonders zahlreich findet man Anthocyanophoren im Flächenbilde der Epidermis in Profilstellung, wenn Präparate unter dem Deckglas mehrere Stunden im feuchten Raume aufbewahrt werden.

Über die chemische Natur der *Erythraea*-Anthocyanophoren ist eigentlich nichts bekannt. LIPPMAA hält die Anthocyanophoren für

„Schleimballen“, die sich in der Vakuole bilden und allmählich durch Anthocyan färben; er betont aber, daß ein direkter Nachweis der Schleimnatur noch fehlt und daß die „kolloidchemische Struktur und chemische Beschaffenheit der Anthocyanophore von *Erythraea* noch weiterer Aufklärung bedarf.“ Nach KÜSTER (1935, 315) könnten sie vielleicht durch wolkenartig suspendierte Entmischungsprodukte in stark viskosem oder gallertigem Zellsaft vorgetäuscht werden. Die im Obigen aufgezeigte optische Anisotropie spricht eigentlich nicht für eine schleimige Beschaffenheit der Anthocyanophore. Obwohl die Beobachtung innerhalb der Epidermiszellen erschwert ist und die Cuticularstreifung leicht eine Struktur des darunter liegenden Anthocyanophors vortäuschen kann, so wird doch an den Anthocyanophoren bisweilen eine längsfaserige Struktur schwach angedeutet sichtbar; sie erinnern dann morphologisch einigermaßen an die von KÜSTER (1934) als „anisotrope Fibrillenbündel“ aufgefaßten Eiweißkristalloide von *Epiphyllum*. Da nach SPIESS (1904) und CHAZE (1933) Eiweißkristalloide (Aleuron) Anthocyan zu speichern vermögen, so könnte eine eiweißartige Beschaffenheit der Anthocyanophoren in Betracht gezogen werden, doch fielen die Eiweißreaktionen nicht positiv aus; auch ist es nicht allzu häufig, daß Eiweißkristalloide in wasserreichem Zellsaft auftreten, obwohl auch solche Fälle bekannt sind (MOLISCH 1923, 368, MEYER 1920).

Von einer Reihe durchgeführter Reaktionen, die aber keine besonderen Aufschlüsse gaben, seien nur folgende angeführt: Weder in Silbernitratlösung noch in Osmiumsäure tritt Schwärzung der Anthocyanophoren ein. In Ammoniaklösung färbt sich der Anthocyanophor zunächst blau, der umgebende Zellsaft gelb, dann verschwindet der Anthocyanophor unter vorübergehender Lichtblaufärbung des Zellsaftes. In Eisenchloridlösung werden die Anthocyanophoren schwarz. Bei schwacher Plasmolyse (in Harnstofflösung) zeigt die convexe Plasmolyseform an, daß das Cytoplasma und der Zellsaft leicht flüssig sind, bei starker Plasmolyse zwingt der feste Anthocyanophor dem sich ihm eng anliegendem Cytoplasma die Form auf.

Die Anthocyanophoren von *Erythraea* färben sich vital mit Neutralrot, allerdings ziemlich langsam und wenig intensiv; gar nicht färbt sich meist der Raum um die Anthocyanophoren, das ist nach der herrschenden Ansicht der Zellsaft, in dem sie liegen. Es wäre allerdings möglich, daß bei geeigneter H-Ionenkonzentration (vergl. STRUGGER 1936) sich auch eine Färbung des „Zellsaftes“ einstellt.

Der Gestalt nach stellen die *Erythraea*-Anthocyanophoren im Flächenbilde stets die verkleinerte Form der Zelle dar (Textfig. 1). In dieser Hinsicht besteht also eine vollkommene Übereinstimmung

mit den Anthocyanophoren von *Pulmonaria* (WEBER 1936). Dies legt den Gedanken nahe, daß auch die *Erythraea*-Anthocyanophoren durch Zellsaft-Synaerese entstanden sein könnten. Durch allmähliche Bildung von „Schleimballen“ im Zellsaft läßt sich wohl kaum die gesetzmäßige Beziehung der Gestalt der Anthocyanophoren zu der Zellform erklären. Es wäre von Interesse, ob Fälle bekannt sind, daß Gelkörper, die durch Synaerese wasserärmer geworden sind, anisotrop werden können. Daß auch die Anthocyanophoren von *Pulmonaria* bisweilen anisotrope Strukturen aufweisen, hat WEBER (1936) beschrieben.

Überraschend ist, daß selbst durch relativ starkes Zentrifugieren die Anthocyanophoren nicht aus ihrer normalen Lage in der Zelle gebracht werden. Entweder unterscheiden sie sich im spezifischen Gewicht nicht wesentlich von dem umgebenden „Zellsaft“ oder aber sie sind irgend wie in Verbindung mit dem Cytoplasma in ihrer Lage fixiert. Nicht selten zeigen die Anthocyanophoren in der Flächenlage seitlich eine kreisförmige Einbuchtung, in der der Zellkern liegt. Etwas Analoges wurde für die Anthocyanophoren von *Pulmonaria* beschrieben (WEBER 1936, Fig. 3).

So ergibt sich in Hinblick auf die bisher so wenig beachteten Gebilde der Anthocyanophoren eine Reihe noch offener Fragen besonders in Bezug auf ihre Genese und chemische Natur. Mangel an Material erzwingt den vorzeitigen Abschluß dieser Untersuchung; wenn sie auch mehr Fragen aufwirft als beantwortet, so wird sie vielleicht doch das Interesse für die in der cytologischen Literatur wenig erwähnten Anthocyanophore lenken.

Literatur

- Chaze, J. 1933. Sur la présence de pigments anthocyaniques dans les grains d'aleurone de certaines Graminées. C. R. Ac. Sc. Paris 196.
 Gicklhorn, J. und Weber, F. 1926. Über Vakuolenkontraktion und Plasmolyseform. Protoplasma 1.
 Guilliermond, Mangenot, Plantefol 1933. Traité de Cytologie Végétale. Paris.

Textfig. 1. Epidermiszellen des Kronblattes von *Centaurea umbellatum*. Die Anthocyanophoren (schwarz) zeigen die gleiche Form wie die Zellen, in denen sie liegen.

- Guilliermond, A. 1934. Recherches cytologiques sur les pigments anthocyaniques. Rev. Gén. Bot. 46.
- Küster, E. 1934. Anisotrope Fibrillenbündel in Pflanzenzellen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 52.
- 1935. Die Pflanzenzelle. Jena.
- Lippmaa, Th. 1926. Die Anthocyanophore der *Erythraea*-Arten. Beih. Botan. Ctrbl. 43, I. Abt.
- Meyer, A. 1920. Analyse der Zelle. Jena.
- Molisch, H. 1923. Mikrochemie der Pflanze. III. Aufl. Jena.
- 1928. Über einen neuen Fall eines Anthocyanophors in der Fruchtoberhaut von *Gunnera chilensis*. Protoplasma 3.
- Politis, J. 1911. Sopra speciali corpi cellulari che formano antocianine. Atti Accad. Lincei Rend. 20.
- 1914. Atti Istituto Botanico R. Univ. di Pavia. 14.
- Scharinger, W. 1936. Cytologische Beobachtung an Ranunculaceen-Blüten. Protoplasma 25.
- Spiess, K. v. 1904. Über die Farbstoffe des Aleurons. Österr. Botan. Zeitschr. 54.
- Strugger, S. 1936. Beitrag zur Analyse der Vitalfärbung pflanzlicher Zellen mit Neutralrot. Protoplasma 26.
- Weber, F. 1934. Vakuolenkontraktion der Borraginaceen-Blütenzellen als Synaerese. Protoplasma 22.
- 1936. Vakuolenkontraktion und Anthocyanophoren in *Pulmonaria*-Blütenzellen. Protoplasma 26.

Erklärung der Tafel 15

1. Epidermiszellen von *Erythraea* im Querschnitt in polarisiertem Lichte. In der Mitte der mittleren Epidermiszelle leuchtet der durchschnittene Anthocyanophor auf.
 - 2, 5, 6. Epidermiszelle von *Erythraea* Flächenbild im polarisierten Lichte; in je einer Epidermiszelle leuchtet der in Profilstellung befindliche Anthocyanophor auf.
 3. Rand eines Epidermisfragmentes. Aus einer verletzten Zelle ragt ein Teil eines Anthocyanophors heraus; dieser in Profilstellung befindliche Teil leuchtet im polarisierten Lichte hell auf.
 4. Anthocyanophor in Flächenstellung in gewöhnlichem Lichte. Der lichte kreisförmige Fleck am unteren Rande ist im Anthocyanophor für den Zellkern ausgespart.
 7. Anthocyanophoren in länglichen Epidermiszellen, gewöhnliches Licht.
-

Weber: Über die Anthocyanophoren von *Erythraea*