

# BEOBSACHTUNGEN ÜBER DIE FARBSTOFF- AUFNAHME ANTHOZYANFÜHRENDER ZELLEN

Von B. J. CHOLNOKY, Enkhuizen, Holland

Mit 16 Abbildungen

Nach der Auffassung von GUILLERMOND (1941) sollen sich gewisse durch die Zelle aufgenommene Farbstoffe in den Vakuolen, und hier nur in den Kolloiden des Vakuoms, anhäufen. Unter diesen Farbstoffen nennt GUILLERMOND (1941: 132) auch Nilblau, das demzufolge im Protoplasma nichts anfärben sollte. Er behauptet, daß die Lebendfärbung eine gute Methode zur Untersuchung der Vakuolen wäre (l. c. 145). Auf Grund meiner früheren Untersuchungen an *Melosira* (CHOLNOKY: 1934), an anderen Diatomeenzellen (1935 a) und an *Spirogyra* (1935 b) muß ich diese Behauptungen jedoch bezweifeln.

Die fluoreszenzmikroskopischen Untersuchungen von STRUGGER, HÖFLER (1949, dort auch die weitere Literatur) u. a. haben mich veranlaßt, in dieser Hinsicht solche Pflanzenzellen zu untersuchen, in welchen die Vakuolen durch ihren Anthozyangehalt auch im normal lebenden Zustand gut sichtbar sind. Um außerdem den von HÖFLER (1949) hervorgehobenen großen Einfluß des  $p_H$  besser studieren zu können, habe ich ein Material gewählt, bei dem die  $p_H$ -Differenzen in den Zellen schon durch die Farbe des Anthozyans angezeigt sind. Die von HÖFLER wiederholt (z. B. 1947, 1948, 1949 usw.) hervorgehobene  $p_H$ -Wirkung, die ursprünglich von STRUGGER (z. B. 1940, 1941) eingehender untersucht wurde, mußte sich natürlich entscheidend auf die Lebendfärbung auswirken, besonders, als Abweichungen in dem  $p_H$  in den Zellen selbst vorhanden sind.

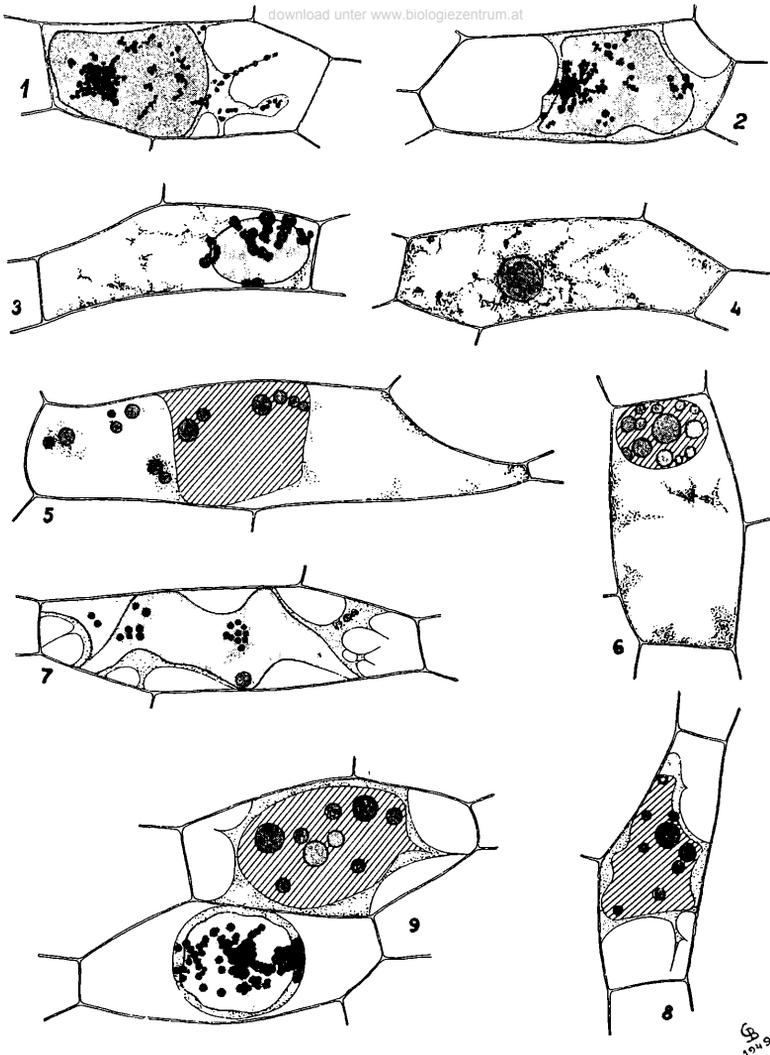
Ein in dieser Hinsicht vortreffliches Material habe ich in den Epidermiszellen der Blütenblattunterseite von *Senecio cruentus* DC. („Cineraria“ der Gärtner) gefunden, wo man nach der allgemein geltenden Auffassung in roten Zellen eine niedrige, in blauen dagegen eine hohe (höhere)  $p_H$  in den Vakuolen erwarten konnte. Eine der untersuchten Pflanzen hatte dunkelblaue (makroskopisch reinblau, mikroskopisch veilchenblau), die andere lebhaft zyklamenrote Blüten. Als Farbstoff habe ich Nilblau (Nilblausulfat) in einer 0,01%igen Lösung in destilliertem Wasser verwendet. In dieser Lösung wurden die abgezogenen Epidermen 10 Minuten lang unter Deckglas belassen, danach gründlich mit destilliertem Wasser gewaschen und dann plasmolytisiert. Als Plasmolytika dienten 1 mol  $KNO_3$  und 1 mol Rohrzuckerlösung, um die Wirkung eines Elektrolyts mit der eines Nichtelektrolyts vergleichen zu können. Die verschiedenen Grade der Vergiftung konnte ich immer gut beobachten, da unter dem Deckglas die Randzellen der Epidermisstücke die größte und die in der Mitte die kleinste Farbstoffmenge erhielten.

Nach Behandlung der Epidermen der veilchenblauen Blütenblätter mit Nilblaulösung erscheinen in den Randzellen grobe, reinblaue Körnchen, die sicher von dem Farbstoff herrühren. In diesem Zustande läßt sich aber kaum beurteilen, ob diese farbstoffbindenden Entmischungsprodukte im Plasma oder im Vakuom entstanden sind, da die Zytoplasmaschicht sehr dünn und kaum sichtbar ist. Plasmolytisiert man aber diese Zellen, so entstehen meistens Krampfplasmolysen (durch die Farbstoffvergiftung verursacht); das Vakuom selbst kontrahiert sich mit mehr oder minder konvexen Oberflächen, wodurch das Zytoplasma deutlich sichtbar wird. Jetzt ist eindeutig feststellbar, daß die blauen Körner (die ich für eine mehr oder minder lockere chemische Verbindung der Farbstoffmoleküle oder für eine Anhäufung entmischter Mizellen halte, die die M o l e k ü l e des Farbstoffes gebunden haben) im Zytoplasma

entstanden und auch da zu finden sind. Die farbstoffbindenden Stoffe stammen sicherlich aus dem Zytoplasma her (Abb. 1). In den Zellen mit rotem Zellsaft (rotblühende Pflanze) sind diese Erscheinungen völlig identisch (Abb. 2).

Die Bindung des Farbstoffs geschieht durch — sicher lebenswichtige und an den Lebensvorgängen aktiv teilnehmende — Stoffe des Plasmas (keine Gerbstoffe), die dadurch auch inaktiviert werden und durch ihren Ausfall die normalen Funktionen des Plasmas stören. Ist die aufgenommene Farbstoffmenge groß und werden dazu noch die Protoplasten ungünstig beeinflusst (z. B. durch langdauernde Plasmolyse), so gehen sie rasch zugrunde. Da bei Verwendung von Zucker als Plasmolytikum kaum von einer Intra- meation oder Permeation die Rede sein kann (Deplasmolyseerscheinungen konnte ich nicht feststellen), so muß die tödliche Wirkung den eingedrungenen Farbstoffmolekülen zugeschrieben werden. Ich muß annehmen, besonders nach den Untersuchungen GICKLHORNS (1932), daß hier die lipoide Phase der Plasmakolloide eine große Rolle spielt. Nach der Desorganisation des Protoplasmas bleiben in den Zellen vielfach noch überlebende Vakuolen sichtbar (Abb. 3), deren Farbe aber unverändert ist; die reinblauen Entmischungskörner liegen als grobe Körnchen sicher außerhalb des Vakuums. Diese überlebenden Vakuolen können noch relativ lang am „Leben“ bleiben, und man kann bei ihnen noch mit einiger Vorsichtigkeit osmotische Funktionsfähigkeit feststellen (z. B. durch  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{1}{2}$  mol Rohrzuckerlösung). Die blauen Körnchen des Nilblaus reagieren nicht mehr. Da man doch annehmen muß, daß diese überlebenden Vakuolen mit einem Tonoplast umgeben sind, muß ich aus obigen Tatsachen folgern, daß die Grenzschicht, die man als Tonoplast zu bezeichnen pflegt, doch nicht so einfach „mono-“ oder „polymolekular“ aus Lipoiden bestehen kann, als man nach den Auseinandersetzungen FREY-WYSSLINGS (1948) annehmen könnte, da sie durch Nilblau gänzlich oder zumindest größtenteils unbeeinflusst geblieben ist, was bei den Lipoiden des Plasmas (GICKLHORN 1932) nicht der Fall ist. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die Stoffe der Grenzschicht von ganz anderer Natur als die Protoplasmalipide sind. Bei den Zellen mit rotem Anthozyan sind ganz ähnliche Erscheinungen zu beobachten (Abb. 4). Sowohl in blauen als auch in roten Zellen können die blauen Nilblaukörnerchen mit dem Protoplasma desorganisieren, in welchem Falle die überlebenden Vakuolen noch kleiner sein können. Dabei muß ich aber nachdrücklich bemerken, daß diese kleineren oder größeren Überbleibsel des Vakuums nichts mit der von KÜSTER (1926) entdeckten Vakuolenkontraktion zu tun haben, da hier von einer Wirkung des Protoplasmas keine Rede mehr sein kann.

Bei den hier beschriebenen Versuchen wurden die Zellen unmittelbar nach der Färbung plasmolysiert. Läßt man aber den Farbstoff, der in den ersten 10 Minuten aufgenommen wurde, nach dem Auswaschen länger einwirken und plasmolysiert erst 30—40 Minuten nach der Färbung, so kann man in den Zellen, die weniger Nilblau aufgenommen haben, ganz andere Erscheinungen feststellen. Hier ist nämlich das Nilblau nach einer tödlichen Beeinflussung des Protoplasmas auch schon in das Vakuom eingedrungen; demzufolge erscheint es rein blau. Es ist aber auch zweifellos, daß den Farbstoff diejenigen Mizellen aufgenommen haben, die unter normalen Umständen auch die Anthozyanmoleküle enthalten, da diese — zumindest — teilweise zur Entmischung gezwungen wurden. Die Umgebung des entmischten Anthozyans hat ihr  $p_H$  durch diese Entmischung verändert, da es seine rote Farbe verloren und eine veilchenblaue aufgenommen hat. Einen solchen Fall habe ich auf der Abb. 5 dargestellt. Die entmischten Anthozyantröpfchen sind außer dem blau gefärbten Vakuol, so daß dieser Vorgang mit tiefgreifenden Materialversetzungen verknüpft zu sein scheint. Das Anthozyan müßte in diesem Falle aus dem Vakuom durch das Tonoplast austreten, und so muß man entweder die bisherigen Auffassungen über die Passierbarkeit der Tonoplasten oder die über den Bau und die Ausbildung der sogenannten Tonoplasten revidieren.



Die Entmischungserscheinungen des Anthozyans — das ist wahrscheinlich der anthozyanführenden Mizelle — kann man manchmal nach langdauernder Plasmolyse durch Deplasmolyseversuche ausgezeichnet beobachten. Einen solchen Fall stellt auch Abb. 6 dar, wo nach einer  $2\frac{1}{2}$ stündigen Plasmolyse durch Rohrzuckerlösung am Anfang der sehr vorsichtigen Deplasmolyse unmittelbar eine Anthozyanentmischung eingetreten war. Die Entmischungskörnchen bleiben in diesem Falle in der Vakuole. Daß diese Erscheinung durch die Nilblaumoleküle verursacht wurde, beweist die Tatsache, daß nach der Entmischung die Vakuole selbst in der typischen Farbe des Nilblaus erscheint, während sie vor der Deplasmolyse die gewöhnliche veilchenblaue Farbe des Anthozyans zeigte; die entmischten Anthozyantröpfchen behielten diese Farbe bei. Daher mußte das Nilblau vor der Deplasmolyse in einer farblosen Form im Vakuol gegenwärtig gewesen sein.

Daß diese in die Vakuole eingedrungenen Nilblaumoleküle die beschriebenen Veränderungen und die Entmischung des Anthozyans verursacht haben und keine Rede von einer Wirkung der, z. B. bei der Deplasmolyse, eindringenden Wassermoleküle

## Erklärung zu den Abbildungen

Nummer der Abbildung	Farbe des Anthozyans	Plasmolytikum	Dauer der Plasmolyse in		Nummer der Abbildung	Farbe des Anthozyans	Plasmolytikum	Dauer der Plasmolyse in	
			Stund.	Min.				Stund.	Min.
1	blau	}	1	45	10	rot	KNO <sub>3</sub>	—	45
2	rot		—	50	11	blau	KNO <sub>3</sub>	1	40
3	blau		2	—	12	rot	Zucker	2	10
4	rot		1	—	13	rot	KNO <sub>3</sub>	—	30
5	rot		—	20	14	rot	KNO <sub>3</sub>	—	30
6	blau		2	30	15	rot	KNO <sub>3</sub>	1	20
7	rot		—	30	16	blau	KNO <sub>3</sub>	1	—
8	rot		2	15					
9	rot		2	20					

Vergrößerung: überall etwa 200:1. — Nähere Erklärung siehe im Texte.  
 Grau: Anthozyan. — Schwarz oder schraffiert: Nilblau. — Punktirt: Protoplasma.

sein kann, haben jene Fälle bewiesen, in denen eine lang andauernde Plasmolyse genügte, um bei schwächer vergifteten Zellen ähnliche Erscheinungen hervorzurufen (Abb. 8). Da hier der Farbenton ebenfalls in Veilchenblau umgeschlagen war, muß man annehmen, daß auch die ursprüngliche, wahrscheinlich innerhalb der anthozyanenthaltenden Mizelle lokalisierte  $p_H$  eine Veränderung erlitten hat. Diese Veränderung ist aller Wahrscheinlichkeit nach eben durch die Zerstörung des Mizellarverbandes erklärlich.

Daß hier auch eine andere, nicht nur von der aufgenommenen Farbstoffmenge abhängige Erscheinung eine Rolle spielt, beweist die Abb. 9, wo zwei nebeneinanderliegende Zellen die zwei Typen der Farbstoffaufnahme zeigen (nach einer Plasmolyse von 2 Stunden 20 Minuten). In der unteren Zelle sind im Plasma die Farbstoffentmischungskörner entstanden, in der oberen dagegen die soeben beschriebene Anthozyanentmischung und blaue Färbung in der Vakuole. Es ist wohl möglich, daß die untere Zelle mehr Farbstoff bekommen hat; daraus aber ist nicht erklärlich, warum die Vakuole keinen Farbstoff erhalten konnte. In dieser Zelle ist nämlich die rote Anthozyanfarbe unverändert geblieben. In der oberen Zelle ist dagegen das entmischte Anthozyan veilchenblau, das heißt, daß hier das  $p_H$  ebenfalls verändert ist. Die Beantwortung der Frage, ob hier eine „innere Disposition“, das ist ein im Plasma vorhandener Stoff, das Durchdringen des Farbstoffs verhindern kann, muß dahingestellt bleiben.

Es scheint aber sicher zu sein, daß Nilblau in einer farblosen Form bis zu der Vakuole durchdringen kann und daß die in sie eingedrungenen Moleküle eine Labilität in den anthozyanföhrnden Mizellen verursachen, die unter gewissen, vorläufig noch nicht näher bekannten Umständen zur Entmischung des Anthozyans und zum Eintreten der Nilblaumoleküle in die ursprünglich anthozyanenthaltende Mizelle föhren kann. Diese Erscheinungen deuten also an eine gänzliche oder teilweise Substitution gewisser Bestandteile (in diesem Falle Anthozyan) der Mizelle durch andere Stoffe (Nilblau) hin. Dieser Vorgang ist irreversibel und letal, die so veränderten Zellen sind ausnahmslos präörtal.

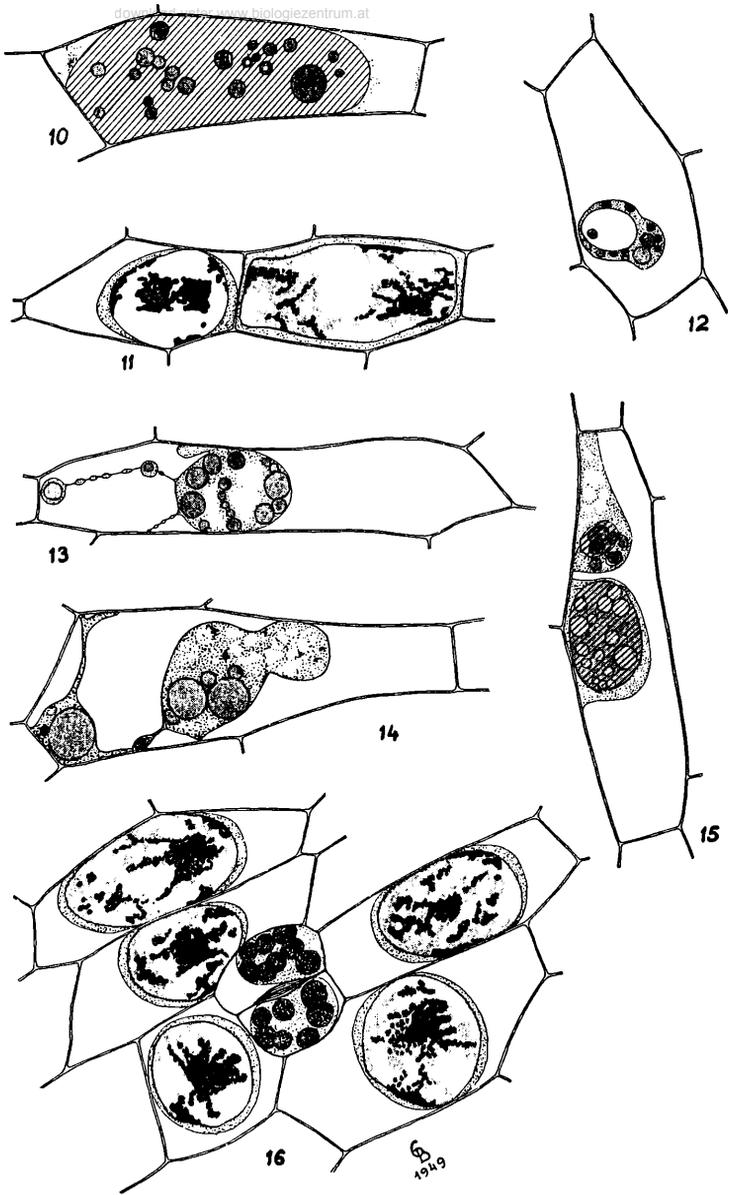
Zwischenstadien, wo man ein Eindringen des Farbstoffes in die Vakuole und auch eine Entmischung im Protoplasten beobachten konnte, habe ich öfters gesehen.

In diesen Fällen deutet besonders die Kontraktion der Vakuolen auf eine, manchmal durch die bläuliche Farbe des Vakuums kaum manifestierte Intrameation der Nitroblaumoleküle hin. So eine Zelle habe ich in Abb. 7 dargestellt, wo die im Plasma befindlichen Entmischungskörner und die konkave Kontraktion der Vakuole das Übergangsstadium deutlich charakterisieren.

Wählt man einen Elektrolyt, der permeieren kann, als Plasmolytikum, so sind diese Erscheinungen infolge der eindringenden Moleküle vielfach komplizierter. Das ist bei einer 1 mol  $\text{KNO}_3$ -Lösung der Fall, die in den Zellen von *Senecio cruentus* nach einer 1- bis  $1\frac{1}{2}$ -stündigen Plasmolyse schon Deplasmolyse hervorruft. Es ist sicher nicht anzunehmen, daß vor der eintretenden Deplasmolyse keine  $\text{KNO}_3$ -Moleküle permeieren, so daß die Abweichungen ziemlich sicher

durch diese eindringenden Moleküle verursacht werden. So habe ich ausschließlich nach einer Plasmolyse durch 1 mol  $\text{KNO}_3$  gesehen, daß das im Vakuom entmischte Anthozyan auch in roten Zellen seine ursprüngliche Farbe behalten hat (Abb. 10). Sonst stimmen in diesen Zellen die Erscheinungen mit der schon beschriebenen überein.

Schwieriger erklärliche Bilder konnte ich in den Zellen beobachten, die größere Farbstoffmengen aufgenommen hatten. Abb. 11 zeigt zwei solche tiefgreifend veränderte Protoplasten. Die Zelle rechts zeigt die schon beschriebene Entmischung im Zytoplasma selbst; da aber die Permeation der  $\text{KNO}_3$ -Moleküle schon vorgeschritten ist, ist die Plasmolyse verschwunden; die Körnchen und der Farbton sind aber unverändert geblieben. In der anderen Zelle sind die Veränderungen tiefer. Hier sind



nämlich die Nilblaumoleküle sicherlich bis zum Vakuom durchgedrungen, wo eine Nilblauentmischung erfolgte. Unter den Körnern des entmischten Nilblaus finden wir eine Gruppe größerer Tröpfchen, nämlich die entmischten Anthozyantröpfchen. Das Vakuom selbst ist farblos. Zweifellos haben hier, besonders nach Vergleich mit den nach Rohrzuckerplasmolyse beobachteten Bildern, die eindringenden  $\text{KNO}_3$ -Moleküle auch diejenige Mizelle zur Entmischung gezwungen, die die Nilblaumoleküle aufgenommen hatte. So ist wieder ein System eines Stoffes in der Vakuole geblieben, die noch eine Reaktion gegenüber osmotischen Einwirkungen zeigt. Sehr selten habe ich ähnliche Erscheinungen bei einzelnen Zellen nach Rohrzuckerplasmolyse gesehen (Abb. 12), hier konnte ich aber niemals eine Entmischung der Nilblau aufnehmenden Mizelle (Mizellenbestandteile?) wahrnehmen. Das ehemalige Vakuom ist farblos, die Anthozyanentmischungskörner sind im Protoplasma oder in den Überbleibseln des Protoplasmas zu finden.

Wenn man diese Erscheinungen zusammenfaßt und die Bedeutung der Einzelheiten richtig einschätzt, muß man zu dem Schluß kommen, daß die Vakuolen in den Epidermiszellen der hier untersuchten Blumenblätter ein kompliziertes System verschiedener Kolloide enthalten, die unter dem Einfluß der eintretenden Farbstoff- und  $\text{KNO}_3$ -Moleküle charakteristische Entmischungs- und Inaktivierungserscheinungen zeigen, die auf eine lebenswichtige Bedeutung des Anthozyans und der diesen Farbstoff führenden Mizelle hindeuten.

Daß das Vakuom nicht so einfach als ein Behälter, mit einer Hautschicht (Tonoplast) umgeben, zu denken ist, zeigen auch die Fälle, die man nach schwacher Vergiftung durch Nilblau und Plasmolyse durch  $\text{KNO}_3$  beobachten kann. Die durch die Giftwirkung ungleichmäßig gewordene Viskosität des Protoplasten ruft starke Krampfplasmolysen hervor, und in diesen so abnormal gewordenen Zellen zerfällt das Vakuom in viele kleine kugelförmige Gebilde, die alle mit einer stark lichtbrechenden Hautschicht umgeben sind. FREY-WYSSLINGs (1948) Erklärung, daß hier eine polymolekulare Schicht aus einer monomolekularen entstanden wäre, kann den Zerfall des Vakuoms kaum erklären (Abb. 13 und 14). Noch schwieriger sind die Fälle, wo man nebst einer Zerstückelung des Protoplasten und des Vakuoms auch eine lakunöse Degeneration einiger oder aller Teile der Vakuole und eine Entmischung des Anthozyans mit einer teilweisen Substitution durch Nilblaumoleküle beobachten kann. Einen solchen komplizierten Fall habe ich in Abb. 15 dargestellt, wo oben das Vakuom selbst blau (Nilblau) und die Anthozyanentmischungskörner rot sind, unten aber die rote Farbe in Veilchenblau mit einem deutlichen Farbenton nach Nilblau übergegangen ist. Die lakunöse Entmischung ist auf der Zeichnung gut sichtbar. Die Lakunen sind reinblau (Nilblau), und so kann man den Zustand als einen Übergang nach den in Abb. 5, 8, 9 (oberste Zelle) oder 10 dargestellten Zuständen betrachten, allerdings aber mit Vorbehalt für die Farbenverhältnisse.

Auch die Zellen der Epidermis zeigen einen deutlichen Unterschied hinsichtlich der Farbstoffaufnahme. Besonders schön tritt dies bei den spärlich vorhandenen Spaltöffnungen hervor, deren Schließzellen gänzlich unfähig zu sein scheinen, Nilblaumoleküle aufzunehmen. Die Abb. 16 zeigt einen Teil der Epidermis mit einem Stoma. Das Plasma der gewöhnlichen Epidermiszellen ist durch die starke Farbstoffaufnahme reichlich erfüllt von den beschriebenen Entmischungskörnchen, dagegen zeigen die Schließzellen keine Spur davon. Die Plasmolyse der Schließzellen ist demzufolge auch gänzlich normal geblieben, obschon Zellen in der Nähe vielfach konkave Plasmolysen aufweisen. In diesen Zellen waren öfters nur wenige oder gar keine Nilblauentmischungskörner festzustellen. Diese selektive Farbstoffaufnahme durch verschiedene Zellen derselben Gewebe konnte auch WALDHEIM (1949) beobachten. In seinem Falle spielten aber die Gerbstoffe eine große Rolle, von denen bei *Senecio cruentus* keine Rede sein kann.

## Zusammenfassung

1. Die in die Zelle eindringenden Nilblaumoleküle verursachen schon im Protoplasma Entmischungen und erreichen in vielen Fällen nicht die Vakuole. Durch Inaktivierung gewisser Mizellen rufen sie irreversible und letale Veränderungen hervor.

2. Sofern die Farbstoffmoleküle (Ionen?) bis zum Vakuolendruck durchdringen können, zerstören sie unterwegs gewisse Phasen des Protoplasmas und auch gewisse Mizelle im Vakuolendruck, wodurch eine Entmischung des Anthozyans erfolgt.

3. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die ursprünglichen Anthozyanmoleküle in den Mizellen des Vakuolendrucks zumindest teilweise durch die eingedrungenen Nilblaumoleküle substituiert werden.

4. Die Entmischung der Anthozyanmoleküle in der Vakuole bedeutet auch eine irreversible und letale Veränderung. Da die beschriebenen Erscheinungen Vergiftungen und prä-mortale sind, ist auch eine Lebendfärbung des Vakuolendrucks durch Nilblau unmöglich.

5. Die eindringenden Farbstoffmoleküle zerstören das Gleichgewicht der Zelle, und die die so veränderten Vakuolen umgebenden Hautschichten können keine polymolekularen Derivate des monomolekularen normalen Tonoplasten sein.

6. Nach der verschiedenen physiologischen Funktion der Zelle ist ihre Permeabilität für Nilblau verschieden. Die Schließzellen der Spaltöffnungen scheinen auch in schwer vergifteter Umgebung keinen oder nur sehr wenig Farbstoff aufnehmen zu können.

7. Die Aufnahme und Speicherung des Nilblaus scheint von dem  $p_H$  der Zellen (des Vakuolendrucks) unabhängig zu sein. Die Verteilung der  $p_H$ -Werte kann innerhalb der Zelle — wahrscheinlich auch innerhalb des Vakuolendrucks — nicht gleichmäßig sein.

## Summary

1. The penetrating Nile-blue molecules cause separations in the protoplasm and in many cases do not reach the vacuole. By their inactivity, certain micelles cause irreversible and lethal changes in the cell.

2. If the pigment molecules (ions?) contrive to penetrate into the vacuole, they destroy certain phases of the protoplasm as they go, as well as certain micelles in the vacuole, which results in a separation of the anthocyan.

3. It is highly probable that the original anthocyan molecules in the vacuole's micelles are substituted, at least in part, by the penetrating Nile-blue molecules.

4. The separation of the anthocyan molecules in the vacuole also signifies an irreversible and lethal change. As the described phenomena are poisons and pre-mortals, live pigmentation of the vacuole by Nile-blue is impossible.

5. The penetrating pigment molecules destroy the cell's equilibrium and the layers of skin surrounding the greatly altered vacuole, cannot be polymolecular derivatives of monomolecular normal tonoplasts.

6. The permeability of Nile-blue varies according to the cell's physiological function. In heavily poisoned surroundings, the guard cells of the stomata appear unable to absorb pigment at all, or only a very little.

7. The absorption and accumulation of Nile-blue appears to be totally independent of the cell's  $p_H$  (the vacuoles). The distribution of  $p_H$ -values within the cell, and probably in the vacuole also, cannot be equal.

*Cholnoky B. J.*, Plasmolyse und Lebendfärbung bei *Melosira*. Protoplasma **XXII** (1934): 161. — Derselbe, Farbstoffaufnahme und Farbstoffspeicherung lebender Zellen penanther Diatomeen. Öst. Bot. Z. **LXXXIV** (1935 a): 91. — Derselbe, Protoplasmatische Untersuchungen durch Lebendfärbung und Plasmolyse. *Mathematikai és Természettudományi Ertesítő. Ak. Wiss. Budapest LVI* (1935 b): 940. — *Frey-Wissling A.*, Submicroscopic morphology of protoplasm and its derivatives. Elsevier. (1948): 255. — *Gicklhorn J.*, Intrazelluläre Myelinfiguren und ähnliche Bildungen bei der reversiblen Entmischung des Protoplasmas. Protoplasma **15** (1932): 90. — *Guillermond A.*, The cytoplasm of the plant cell. *Chronica Botanica, Waltham, Mass.* (1941): 247. — *Höfler K.*, Einige Nekrosen bei Färbung mit Akridinorange. Sitzber. Öst. Ak. Wiss. math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **156** (1947): 585. — Derselbe, Neue Ergebnisse der Vital- und Fluoreszenzfärbung. *Wiss. Mitt. Pharmazeut. Forsch. Institut. Öst. Apothekerver.* **1**. (1948): 23. — Derselbe, Fluoreszenzmikroskopie und Zellphysiologie. *Biologia Generalis XIX* (1949): 90. — *Küster E.*, Beiträge zur Kenntnis der Plasmolyse. Protoplasma **1** (1926): 73. — *Strugger S.*, Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen über die Aufnahme und Speicherung der Akridinorange durch lebende und tote Pflanzenzellen. *Jenaische Z. Naturwiss.* **73** (1940): 97. — Derselbe, Zellphysiologische Studien mit Fluoreszenzindikatoren. *Flora* **35** (1941): 101. — *Waldheim W.*, Differentialfärbung mit Rhodamin B. Darstellung der Gerbstoffzellen im *Carex*-Blatt. *Mikroskopie* **4** (1949): 46.

(Aus dem Histologischen Institut der Universität Lausanne, Direktor: Prof. Dr. O. Bucher, und dem Anatomischen Institut der Universität Zürich, Direktor: Prof. Dr. G. Töndury)

## ZUR METHODIK KARYOMETRISCHER UNTERSUCHUNGEN AN GEWEBEKULTUREN

Von OTTO BUCHER

Mit 2 Abbildungen

Bei der ausgedehnten Literatur, die karyometrischen Untersuchungen gewidmet ist, mag es auffallen, wie selten und auch mit wie wenig Erfolg derartige Messungen an in vitro gezüchteten Geweben durchgeführt worden sind. Dabei bieten doch gerade Gewebekulturen zum Studium experimenteller Einflüsse neben relativ einfachen, bekannten Voraussetzungen den Vorzug, daß das Kernwachstum in der lebenden Kultur direkt beobachtet werden kann. Die Hauptschwierigkeit bei der Durchführung karyometrischer Untersuchungen an Gewebekulturen liegt darin, daß die Kerne hier nicht eine genau definierbare geometrische Form (Kugel oder Rotationsellipsoid) aufweisen, sondern stark abgeplattet sind (Abb. 1). Sie liegen im Randschleier der Deckglaskulturen so, daß ihre beiden größeren Durchmesser dem Deckgläschen mehr oder weniger parallel sind, der dritte Durchmesser senkrecht dazu. Die Größe der beiden

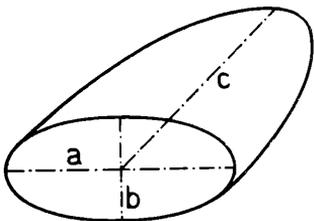


Abb. 1. Schematische Darstellung der Hälfte eines Fibrozytenkernes mit eingezeichneten Halbachsen a, b und c.

ersten Achsen ( $2a$  und  $2c$ ) kann in Totalpräparaten leicht ermittelt werden; zur Bestimmung des dritten Durchmessers ( $2b$ ) müßte man Schnittpräparate herstellen, was beim Randschleier einer Deckglaskultur gewisse Schwierigkeiten bieten und außerdem das ganze Verfahren stark komplizieren würde.

Wir haben deshalb in unserem Laboratorium eine einfache Methode ausgearbeitet<sup>1)</sup>, die uns gestattet, in die Kerngrößenverhältnisse auch ohne Bestimmung des dritten Durchmessers und ohne Berechnung der absoluten Volumengröße einen Einblick zu erhalten. Darüber

<sup>1)</sup> Unter Mitwirkung von cand. med. Ruth GATTIKER und cand. med. Bruno HORISBERGER.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mikroskopie - Zentralblatt für Mikroskopische Forschung und Methodik](#)

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Cholnoky v. Bela I. [J.]

Artikel/Article: [Beobachtungen über die Farbstoffaufnahme anthozyanführender Zellen. 117-124](#)