58. R. Schaeде: Über das Verhalten von Pflanzenzellen gegenüber Anilinfarbstoffen. II.

(Eingegangen am 16. Oktober 1923. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

In den Jahrbüchern f. wiss. Botanik Bd. 62, 1923, S. 65 habe ich eine Arbeit veröffentlicht, die das Verhalten der Wurzelhaare von *Hydrocharis Morsus ranae* gegenüber einigen Anilinfarbstoffen zum Gegenstand hat. Es sei mir gestattet, einen kleinen Nachtrag über weitere Beobachtungen am gleichen Objekt mit einigen Farbstoffen zu bringen, die mir von der Firma Dr. G. GRÜBLER, Leipzig, zur Verfügung gestellt wurden, wofür ich meinen besten Dank sage. Die Methodik der Untersuchung in einem Strom von Farbstofflösung bei Dauerbeobachtung ist in der genannten Veröffentlichung eingehend besprochen, so daß ich hier nicht näher darauf einzugehen brauche und mich auf eine kurze Schilderung der Ergebnisse beschränken kann.

Naphtolgelb (Anilingelb). 0,0002 % (1 : 500 000) in Aqua dest.

Nach 30 Minuten ist die Rotation in den Wurzelhaaren nicht mehr festzustellen, das Plasma zumeist in den Haarspitzen in Klumpen angesammelt. Das Plasma scheint sehr wenig Farbstoff zu speichern, da es jedoch an sich schon einen schwachen gelblichen Schimmer besitzt, so ist es schwer, etwas sicheres auszusagen. Im weiteren Verlauf des Versuches platzen die Haare an den Spitzen und stoßen den Inhalt portionsweise aus. Nach 6 Stunden sind die Haare zum größten Teil geplatzt, bei dem Rest ist das Plasma tot und kontrahiert. Die Gegenprobe mit dem destillierten Wasser allein aus der gleichen Flasche, aus der das Wasser für die Lösung entnommen war, ergab dessen völlige Wirkungslosigkeit. — Naphtolgelb in Aqua dest. gelöst verursacht also die gleichen Erscheinungen wie Säurefuchsin (vgl. eingangs genannte Arbeit S. 84).

Naphtolgelb. 0,0002 % (1 : 500 000) in abgestandenem Leitungswasser.

Nach 30 Minuten hat die Rotation ein klein wenig nachgelassen. Auch hier hatte ich den Eindruck einer schwachen Färbung des lebenden Plasmas. Nach 4 Stunden zeigt sich, daß die Kristallsternchen im Zellsaft sich in amorphe Körperchen mit lebhafter BROWNScher Molekularbewegung verwandeln. Ob diese Körperchen

gefärbt sind, läßt sich infolge ihrer geringen Dimensionen angesichts des wenig augenfälligen Farbstoffes nicht entscheiden. Nach 6 Stunden hat sich der größte Teil der Kristalle verwandelt. Die Rotation ist auch jetzt noch lebhaft im Gange. — Die Unterschiede zwischen der Lösung in Aqua dest. und der in Leitungswasser sind, wie man sieht, sehr erheblich. Das letztere wirkt offenbar entgiftend, vielleicht durch seinen Kalkgehalt (vgl. PRIANISCHNIKOW, diese Berichte, Bd. 41, 1923, S. 138).

Prune pure. 0,001 % (1 : 100 000), Lösungen in Aqua dest. und abgestandenem Leitungswasser wirken gleich, die erstere nur etwas heftiger.

Nach 30 Minuten zeigt sich eine schwache, später nur wenig zunehmende Färbung der Membran, sie ist bei jungen Haaren kräftiger als bei alten. Nach 1 Stunde hat der Zellsaft deutlich Farbstoff gespeichert, besonders in jungen Haaren. Die Rotation ist beträchtlich langsamer geworden. In der Epidermis befinden sich kurze Papillen, offenbar nicht ausgebildete Anlagen von Wurzelhaaren. Ihr Zellsaft hat sich kräftig blaugrün gefärbt. Die Rotation wird immer langsamer und ist nach etwa 5 Stunden — bei Lösung in Aqua dest. nach 3 Stunden — nicht mehr festzustellen. Nach 6 Stunden keine weitere Veränderung, das Plasma lebt noch, wenn auch ohne Bewegung. Die Plasmolyse läßt sich ausführen. Das tote Plasma verletzter Haare färbt sich übrigens karmin, ist also sauer. — Prune pure ist demnach im Vergleich zu anderen Farbstoffen wenig giftig, da es in einer verhältnismäßig starken Lösung (0,001 %) noch nicht tödlich wirkt. Färbung des lebenden Plasmas tritt beim vorliegenden Objekt leider nicht ein.

Nun wurden die Angaben von RUHLAND (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 51, 1912, S. 381 u. 425) über Speicherung dieses Farbstoffes im lebenden Plasma der oberen Epidermis der Zwiebelschuppen von *Allium Cepa* nachgeprüft, und ich muß sie in vollem Umfange bestätigen. Besonders erwähnenswert erscheint mir, daß sich hier auch der Kern färbt. Die Ausführbarkeit der Plasmolyse beweist die Lebensfähigkeit der Zellen. Allerdings erhält man die Plasmafärbung nicht bei allen Zwiebeln gut, bei manchen bleibt sie auch ganz aus. Ob es sich hier um verschiedene Rassen oder um gewisse Zustände des Objektes handelt? Bei der unteren Epidermis erhielt ich wie RUHLAND gewöhnlich Speicherung im Zellsaft, der sich intensiv blaugrün färbt. Manchmal aber habe ich auch Plasmafärbung in der unteren Epidermis erhalten sowie Speicherung im Zellsaft der oberen bei gleichzeitiger Plasmafärbung. Das so ver-

schiedene Verhalten der beiderseitigen Epidermen des gleichen Organes ist für das Problem der Stoffaufnahme recht bezeichnend.

Gallocyanin M S, dem Prune pure verwandt, ein saurer Farbstoff, ist den Wurzelhaaren gegenüber gänzlich wirkungslos.

Brillianteresylblau. 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Aqua dest.

Schwache Membranfärbung. Nach 30 Minuten hat sich der Zellsaft der beschriebenen papillösen Epidermiszellen blaugrün gefärbt. Nach 6 Stunden ist die Rotation in den Wurzelhaaren noch tadellos im Gange. Durch Plasmolyse läßt sich nachweisen, daß ihr Zellsaft ein wenig Farbstoff aufgenommen hat.

Brillianteresylblau. 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Leitungswasser. Die Wirkung ist zunächst die gleiche wie bei der Lösung in Aqua dest. Außerdem aber findet eine langsam zunehmende Speicherung des Farbstoffes im Zellsaft der Wurzelhaare statt, die sich deutlich blau färben. Im Verlauf von 2—3 Stunden treten im Zellsaft leichte, kräftig blaue Wolken auf. Nach etwa vier Stunden erscheinen in diesen Wolken bei älteren Haaren sehr kleine blaue Kügelchen. In manchen Haaren beginnen die Kristalle des Zellsaftes sich in amorphe Körperchen zu verwandeln. Die blauen Wolken werden mit der Zeit immer dichter und erweisen sich als intensiv gefärbte Niederschläge, die sich in den älteren Haaren zu den blauen Kügelchen zu verdichten scheinen. Jedenfalls hat mit diesen die langsam fortschreitende Verwandlung der Kristalle nichts zu tun. Nach 6 Stunden ist die Rotation zwar ein wenig langsamer geworden, doch allgemein noch lebhaft.

Gibt man 0,0002 % (1 : 500 000) in Leitungswasser, so ist der Zellsaft binnen kurzem kräftig blau. Wolken und Niederschlag entstehen nicht, sondern es treten schon nach 30 Minuten überall in großer Zahl winzige blaue Kügelchen auf, die miteinander verkleben und zu größeren Kügelchen verschmelzen können. Sie werden gelegentlich vom Plasma umflossen und wieder ausgestoßen. Ein Entstehen der Kügelchen aus den Kristallen des Zellsaftes, wie dies bei Bismarckbraun, Neutralrot, Methylenblau und Säurefuchsin der Fall ist (vgl. meine erste Veröffentlichung), konnte nicht beobachtet werden. Die Kristalle verwandeln sich zwar im Laufe des Versuchs sehr langsam in amorphe Körperchen oder Tröpfchen, diese sind aber farblos. Die Bildung der Kügelchen erfolgt dagegen viel rascher, und selbst die kleinsten unter ihnen sind von vornherein kräftig blau gefärbt. Gelegentlich habe ich die Verwandlungsprodukte der Kristalle an größeren blauen Kügelchen festhaften sehen, was indessen letzten Endes aus ihnen wird,

war infolge der dauernden Bewegung des Zellinhaltes nicht festzustellen. Nach 1 Stunde sind die Kügelchen fast überall zu einigen großen schwarzblauen Kugeln verschmolzen, neben denen sich auch noch eine Anzahl kleiner findet. Der Zellsaft speichert immer mehr Farbstoff, so daß nach 3 Stunden viele Haare dunkelblau sind und ihr Inhalt kaum noch zu unterscheiden ist. Die Rotation hat nachgelassen, in intensiv gefärbten Haaren scheint sie eingestellt zu sein. Diese Vorgänge schreiten nun allmählich weiter fort, bis nach 6 Stunden das Plasma nur in wenigen Haaren noch langsam rotiert. Die übrigen Wurzelhaare sind jedoch nicht tot, wie sich durch Plasmolyse nachweisen läßt. — Brilliantcresylblau ist also wenig giftig, es muß wohl mit den Salzen des Leitungswassers in Verbindungen eingehen, die in die Zelle leicht aufgenommen und im Saft in so auffälliger Weise gespeichert werden.

Naphtolblau. Das Verhalten der Wurzelhaare diesem Farbstoff gegenüber gleicht in manchen Zügen dem gegenüber Brilliantcresylblau, doch ist Naphtolblau erheblich giftiger.

In einer Lösung von 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Aqua dest. färbt sich der Zellsaft schwach violett, und im Verlauf von 1 bis 2 Stunden treten violette Wolken darin auf, die sich weiterhin zusammenballen. Größere leichte Wolken erwecken mitunter den Eindruck gelatinöser Massen mit Schlieren. Außerdem verwandeln sich die Kristalle im Zellsaft in amorphe Körperchen, die ungefärbt bleiben. Die Rotation ist nach 3 Stunden allgemein stark verlangsamt oder eingestellt. Das ruhende Plasma geht in einen eigentümlichen Starrezustand über, in dem es mit seinen Strängen ganz scharf wie aus Glas modelliert erscheint. In den kurzen papillösen Epidermiszellen färbt sich der Saft tief violett. Nach 5—6 Stunden leben nur noch wenige junge Haare in dem erwähnten Starrezustand (Plasmolyse möglich), die anderen sind alle tot, das Plasma kontrahiert.

Bietet man die gleiche Konzentration in abgestandenem Leitungswasser, so erscheinen gewöhnlich im Zellsaft alsbald violette Kügelchen, die das bei Brilliantcresylblau beschriebene Verhalten zeigen, doch kann es gelegentlich zuvor auch zur Bildung von violetten Wolken kommen, die sich dann zu den Kügelchen verdichten. Im übrigen treten im wesentlichen die gleichen Erscheinungen auf wie bei der Lösung in destilliertem Wasser.

Nilblau S. Hat gleichfalls ähnliche Wirkung, ist aber recht giftig und wird stark gespeichert. In einer Lösung von 0,0001 % (1 : 1 000 000) färbt sich der Zellsaft binnen wenigen Minuten hell-

blau, und ein wolkiger Niederschlag entsteht. Nach 30 Minuten finden sich im Zellsaft bei fortschreitender Speicherung eine Unzahl blauer Kügelchen, deren Entstehung durch Verdichtung der Wolken bei der Schnelligkeit des Vorganges und einer starken Verlangsamung der Rotation gelegentlich gut beobachtet werden kann. Die Kristallsternchen bleiben dagegen unverändert. Nach 1 Stunde ist die Rotation allgemein sehr langsam. Manche Haare sind bereits tot, das Plasma kontrahiert, es färbt sich beim Absterben hellblau.

Neumethylenblau schließt sich endlich hier an. Eine Lösung von 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Aqua dest. färbt die Membran der Wurzelhaare alsbald violett und den Zellsaft schwach blau. Nach 15 Minuten tritt darin ein leichter wolkiger Niederschlag auf, der allmählich zunimmt und sich nach 1 Stunde zu kleinen blauen Kügelchen mit dem bereits geschilderten Verhalten verdichtet. Da die Kristalle im Zellsaft ganz unberührt bleiben, ist ihr Unbeteiligtsein an der Entstehung der Kügelchen unschwer festzustellen. Nach 4 Stunden ist der Zellsaft trotz Bindung des Farbstoffes in den Kügelchen überall kräftig blau, die Färbung der Membran dagegen allmählich verblaßt und verschwunden. Nach 6 Stunden rotiert das Plasma noch überall gut, der Zellsaft vieler Haare hat sich tiefblau gefärbt.

Eine Lösung von gleicher Konzentration in abgestandenem Leitungswasser verursacht überhaupt keine Färbung der Membran. Doch speichert der Zellsaft den Farbstoff, aber es bilden sich sofort die Kügelchen darin in sehr großer Zahl, die Wolken zeigen sich nur in ganz jungen Haaren. Nach 4 Stunden sind die Kügelchen meist zu schwarzblauen Klumpen verklebt und verschmolzen, die Wolken in den jungen Haaren werden immer dichter, und auch hier treten die Kügelchen auf. Nach 6 Stunden hat die Rotation ein wenig nachgelassen, die übrigen Erscheinungen haben sich verstärkt. — Die Giftigkeit des Farbstoffes erweist sich als gering. Sehr eigenartig und nicht recht erklärlich ist die wieder verschwindende Membranfärbung in der Lösung mit destilliertem Wasser.

In meiner eingangs erwähnten Veröffentlichung habe ich auf Grund von Färbungen mit Chrysoidin, Bismarckbraun und Gentianaviolett dem lebenden Plasma basische Reaktion zugesprochen. Dies ist nun ein Schluß, der nach RUHLAND (diese Berichte, Bd. 41, 1923, S. 252) zwar der üblichen Anschauung entspricht, aber infolge unzulänglicher Reaktionsfähigkeit der Indikatoren nicht bindend

ist. Man sieht, wie schwierig es ist, dem lebenden Plasma näher zu kommen. Nicht einmal über seine Reaktion kann man etwas Sicheres aussagen, höchstens Vermutungen lassen sich aufstellen.

Die Lebendfärbung mit Chrysoidin (vgl. die genannten Arbeiten von RUHLAND und SCHAEDE), dem sich vielleicht noch andere Farbstoffe zugesellen werden, kann indessen durch ihre praktische Anwendung für die Zytologie fruchtbar werden. Gelingt die Vitalfärbung nur für etwa 2 Stunden, so scheint mir das für die Untersuchung der lebenden Zelle, insbesondere der Zellteilung, ein Gewinn zu sein. Zu diesem Zwecke braucht man nun nicht so subtil zu verfahren, wie das bei meinen Untersuchungen über Pflanzenzellen und Farbstoffe geschah, kommt es hier in erster Linie doch lediglich darauf an, dem lebenden Plasma ohne Schädigung eine möglichst kräftige Färbung zu geben, um dadurch die Beobachtung zu erleichtern. Eine unerläßliche Forderung bleibt es jedenfalls, daß während der Beobachtungszeit das Plasma in dem Zustande bleibt, den es bei Beginn der Präparation besitzt. Eine ungestörte Abwicklung von Zellteilungen hingegen wird man infolge der veränderten Lebensbedingungen auch am ungefärbten Objekt nur in Ausnahmefällen erwarten dürfen. Sehr häufig wird es sich überhaupt um Schnitte durch Gewebe handeln, und beim Schneiden wird ohne Zweifel der morphologische und physiologische Zusammenhang der Zellen so tiefgreifend gestört, daß man froh sein muß, das Plasma im Zustand des Präparationsmomentes zu erhalten. Versuche über diesen Gegenstand sind im Gange und versprechen Erfolg. Ich hoffe, seiner Zeit darüber berichten zu können.

Bei meinen Untersuchungen habe ich nun auch die Wirkung der Farbstoffe auf Algen und Tiere zu Gesicht bekommen. Einiges besonders Auffälliges sei mitgeteilt, wenn es auch nicht unmittelbar zum Thema gehört. Mit Prune pure und Gallocyanin M S 0,001 % färbten sich die Gallertausscheidungen von Diatomeen intensiv karminrot, z. B. die Stiele von *Gomphonema* und *Synedra*. Von einem *Melosira*-faden ging eine ganze Gallertfläche wie ein zeretzter Vorhang aus, der in ungefärbtem Zustand gar nicht zu sehen war. Auch die Wandungen der Auxosporen von *Melosira* waren karminrot. Die rote Färbung der Gallerte mit den blauen Farbstoffen läßt eine saure Reaktion vermuten. Prune pure und Gallocyanin M S scheinen angesichts ihrer geringen Giftigkeit für die Untersuchung gallertbildender Algen recht geeignet.

Für Zoologen wird das Verhalten von Vorticellen von Interesse sein. In Anilingelb 0,0002 % in Aqua dest. gelöst sah ich

Über das Verhalten von Pflanzenzellen gegenüber Anilinfarbstoffen. 351

sie platzen wie die Wurzelhaare vom Froschbiß und eine wasserhelle Blase aus ihnen austreten, die gelegentlich abgestoßen wurde, worauf ein verschumpfter Rest der *Vorticella* zurückblieb. In der Lösung mit abgestandenem Leitungswasser dagegen färbte sich ihr Plasma gelb, und sie blieben 6 Stunden am Leben. Brilliantcresylblau 0,0001 % in Aqua dest. färbte das Plasma von Vorticellen blaugrün, die Lösung in abgestandenem Leitungswasser das von einigen blauviolett, von anderen rotviolett. Der Wimperkranz war auch nach 6 Stunden noch in rascher Bewegung. Vielleicht geben diese Beobachtungen Anregung zu neuen Arbeiten auf zoologischem Gebiete.

Breslau, Pflanzenphysiologisches Institut, Oktober 1923.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Über das Verhalten von Pflanzenzellen gegenüber Anilinfarbstoffen II. 345-351](#)