

Sitzung vom 5. Mai 1913.

Vorsitzender: Geheimrat Prof. Brauns.

Anwesend 42 Mitglieder und Gäste.

Herr Ernst Küster:

Über die Entstehung Liesegangscher Zonen in kolloidalen Medien.

Das Phänomen, auf das ich mit meinen heutigen Mitteilungen Ihre Aufmerksamkeit lenken möchte, ist vor einer Reihe von Jahren¹⁾ von R a p h. E d. L i e s e g a n g entdeckt worden: trägt man auf einer Gelatineplatte, die Kaliumbichromat in schwacher Konzentration (circa $\frac{1}{10}\%$) enthält, einen Tropfen starker Silbernitratlösung (circa. 80%) auf, so entsteht Silberchromat, eine wasserunlösliche Verbindung; je weiter das Silbernitrat in der Gelatine durch Diffusion sich verbreitet, um so größer wird das durch Silberchromat rostbraun gefärbte Areal. Das Auffallende liegt nun darin, daß das neu entstehende Chromat nicht „diffus“ ausfällt und das Diffusionsfeld gleichmäßig braun färbt, sondern sich rhytmisch ablagert, d. h. es werden dunkle Ringe von Silberchromatniederschlag sichtbar, die voneinander durch helle silberchromatarmer Ringstreifen getrennt sind. Diese Zonen- oder Ringbildung wird in der Literatur als die Liesegangsche bezeichnet.

Das Phänomen interessiert zunächst den Kolloidphysiker. Warum erfolgt die Ausfällung des Silberchromates rhytmisch? Welche Faktoren veranlassen die Silberchromatteilchen, in der Richtung des Radius des Diffusionsareales zu wandern, derart, daß sie an ringförmigen Zonen besonders reichlich sich anhäufen, an andern mit diesen regelmäßig wechselnden Partien nur spärlich vorhanden sind? Wilh. Ostwald und eine Reihe anderer Forscher haben sich mit der Erklärung des Phänomens abgegeben; das Resultat ihrer Untersuchungen und Erwägungen dürfen wir dahin zusammenfassen, daß eine völlig befriedigende Erklärung für das Liesegangsche Phänomen bisher noch nicht gefunden worden ist.

So unklar auch der Mechanismus der Erscheinung noch sein mag, Tatsache bleibt, daß bei der Liesegangschen Versuchsanstellung der Ausfällungsprozeß einen Rhythmus annimmt, der keinesfalls von außen induziert ist, der also nicht die rhyth-

1) Vgl. z. B. Liesegang, R. E., Chemische Reaktionen in Gallerten, Düsseldorf 1898, und Über die Schichtungen bei Diffusionen, Leipzig 1907.

mische Reaktion unseres Versuchsmaterials auf rhythmisch erfolgende Einwirkungen seitens der Außenwelt darstellt — sondern welcher allein durch die im System selbst (Gelatine + Kaliumbichromat + Silbernitrat) liegenden Faktoren bedingt ist und in diesem Sinne als innerer Rhythmus bezeichnet werden kann.

Dieser Rhythmus offenbart sich bei chemischen Vorgängen der verschiedensten Art. Ich habe vorhin die Bildung des Silberchromats als Beispiel herangezogen und werde auch im folgenden die uns interessierenden Phänomene an demselben Beispiele zu erläutern versuchen; es sei aber nicht verschwiegen, daß genau dieselben Vorgänge der rhythmischen Fällung und der Zonenbildung sich bei Verwendung und Kombination zahlreicher anderer organischer Substanzen — einfacher anorganischer und komplizierter organischer — beobachten lassen.

Trägt man auf eine Kaliumbichromatplatte Silbernitrat auf, so entstehen, wie wir gehört haben, um das Diffusionszentrum konzentrische Ringe von Silberchromat. Diese Ringe haben nicht den gleichen Abstand voneinander, vielmehr wird der Abstand um so größer, je weiter sich die Ringe vom Diffusionszentrum entfernen (vgl. die Figur auf S. 4¹⁾). Es kann kaum fraglich sein, daß diese Zunahme des Abstandes mit der Konzentration der Reaktionskomponenten zusammenhängt: in der Mitte liegen Kaliumbichromat und namentlich Silbernitrat beide in relativ hoher Konzentration vor; je größer der Radius des Diffusionsareales wird, um so schwächer muß die Konzentration des an seiner Peripherie wirkenden Silbernitrats werden; auch die Konzentration des Kaliumbichromats nimmt ab, da von den äußeren Teilen der Gelatineplatte während des Experiments mehr und mehr Kaliumbichromat zentripetal abfließt.

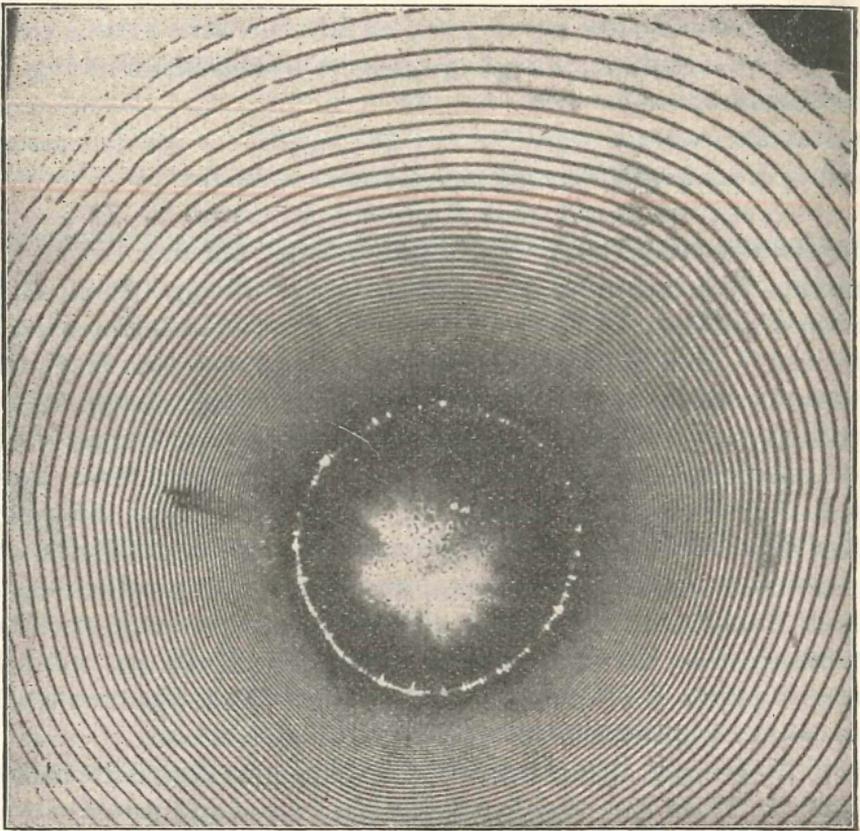
An einigen Lichtbildern erlaube ich mir, Ihnen die in Rede stehenden Erscheinungen zu demonstrieren. Läßt man Gelatineplatten mit Silberchromatzonen eintrocknen, so erhält man Dauerpräparate, die man ohne weiteres als Diapositive verwenden kann.

Demonstration einiger Gelatineplatten.

Daß die Entfernung der Silberchromatzonen voneinander von der Konzentration der Reaktionskomponenten abhängt, läßt sich vielleicht dadurch am sinnfälligsten dartun, daß man in den Versuchsplatten durch Auftragen oder Entfernen der wirksamen Stoffe ihre Konzentration und damit auch den

1) Nach Liesegang, 1907, a. a. O.

Abstand der Ringe voneinander willkürlich ändern kann. Ich lege Ihnen eine Gelatineplatte vor, bei welcher durch Auftragen eines Kristalls Kaliumbichromat die Konzentrationsverhältnisse grob variiert worden sind: an der Stelle der Gelatineplatte, an welcher Kaliumbichromat in besonders hoher Konzentration vorlag, drängen sich die Niederschlagszonen des Silberchromats dicht zusammen, während an den andern Teilen des Diffusionsfeldes sie recht weit auseinander liegen. Das entgegen-



gesetzte Resultat — Ringe mit abnorm weitem Abstand — kann man durch lokales Auswaschen des Kaliumbichromats aus der Gelatineplatte erzielen. Nach Eingriffen beiderlei Art sehen wir exzentrische Systeme von Kaliumbichromatringen zustande kommen.

Ein besonders interessanter Fall von Abstandänderung liegt dann vor, wenn der Stoffentzug, der die Ringe, wie wir eben gehört haben, weiter voneinander abrücken läßt, durch ein in der Nähe befindliches zweites Diffusionssystem bewirkt wird. Trägt man auf eine Chromatplatte zwei Silbernitrat-tropfen getrennt voneinander auf, so entsteht um jeden ein

System von Silberchromatringen. Nun ist aber klar, daß in dem Teil der Gelatineplatte, welcher zwischen den beiden Nitrattropfen liegt, das verfügbare Kaliumbichromat während des Wachstums der beiden Ringsysteme von diesen beiden in Anspruch genommen wird und schneller zur Bildung von Silberchromat verwendet wird, als an den andern Teilen der Platte. Zwischen den beiden Diffusionsfeldern wird also die Gelatine an Kaliumbichromat relativ schnell verarmen, die Ringe werden hier in relativ weitem Abstand aufeinander folgen, und so werden — ähnlich wie vorhin — auch hier exzentrische Systeme entstehen müssen. Sind diese aber hinreichend herangewachsen und in Berührung miteinander gekommen, so werden weitere lemniskatenähnliche „gemeinsame“ Silberchromatzonen um das ganze sich ablagern. Nicht überall wird dabei aber der Abstand der Zonen voneinander gleich sein; wo der Verlauf der Zonen eine Konkavität erkennen läßt, wird — wieder wegen der stärkeren Inanspruchnahme des disponiblen Kaliumbichromats nach zwei Seiten hin — der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zonen größer sein müssen als an den konvexen Teilen der Kurve, so daß allmählich die Konkavitäten ausgefüllt erscheinen werden und die Niederschlagszonen sich mehr und mehr kreisähnlich gestalten müssen.

Die bisher geschilderten Abweichungen der verschiedenartigen Zonenbilder von dem in der Figur dargestellten konzentrischen Ringsystem werden aus den in den Platten verwirklichten Konzentrationsbedingungen bis zu einem gewissen Grade verständlich.

Offenbar unabhängig von dem Konzentrationsgefälle sind diejenigen Störungen im Verlauf der Silberchromatzonen, von welchen jetzt die Rede sein soll.

Fast alle Platten, die mit Gelatine, Kaliumbichromat und Silbernitrat in der geschilderten Weise angesetzt werden, zeigen hier und da Störungen in der regelmäßigen Schichtung der Zonen, indem eine Niederschlagskurve sich spitzwinklig an die vorhergehende ansetzt, anstatt in mehr oder minder weitem Abstand von ihr sich zu halten. Gerade die Betrachtung der Projektionsbilder, welche die eingetrockneten Originalplatten liefern, gestattet es bei der starken Vergrößerung der Strukturen und dem beträchtlichen Umfang des Gesichtsfeldes, sich ohne Schwierigkeiten von diesen Störungen Rechenschaft zu geben.

Lichtbilder.

Kommt eine einmalige Verbindung eines „Ringes“ mit dem vorhergehenden zustande, so ist die Ringbildung im

strengen Sinn des Wortes beendet, und die Silberchromat-
ausfällung erfolgt von diesem Augenblick ab in Form einer
Spirale¹⁾. Wiederholt sich der Vorgang des spitzwinkligen An-
schlusses, so vermehrt sich die Zahl der Spiralen, die — gleich-
sam ineinander geschachtelt — das Diffusionszentrum zu
umkreisen scheinen. Ich habe bis vier solcher Spiralen
beobachtet.

Bilder von derartiger Regelmäßigkeit sind aber selten;
viel häufiger ist der Fall, daß dicht nebeneinander und in
großer Zahl Anastomosen zwischen den einzelnen Ringen sich
bilden, so daß unter Umständen ganz komplizierte Netz-
strukturen das typische einfache Ringsystembild ablösen.

Ich darf an dieser Stelle²⁾ von einer eingehenderen
Schilderung der an Kaliumbichromatplatten auftretenden Diffu-
sionsbilder Abstand nehmen, da das Gesagte vielleicht schon
zur Erläuterung der Beziehungen, die zwischen den chemisch-
physikalischen Befunden und gewissen Struktureigentümlich-
keiten der Organismen bestehen, genügen wird.

Ich glaube, daß das Liesegangsche Phänomen, das
wir hier zu schildern gehabt haben, namentlich deswegen für
den Biologen von Interesse ist, weil es uns lehrt, wie durch
relativ einfache Diffusionsvorgänge morphologische Rhythmen
zustande kommen können, die nicht durch irgend einen äußeren
Rhythmus d. h. durch den rhythmischen Wechsel irgend welcher
die Entstehung der Diffusionsbilder beeinflussenden äußeren
Faktoren induziert sind.

Zonenbildungen, die mit den Liesegangschen formal
verglichen werden können, sind bei den Organismen und
namentlich auch bei den pflanzlichen Lebewesen, von welchen
ich hier zu sprechen habe, außerordentlich häufig und der
Vergleich, den wir zwischen ihnen und den Liesegangschen
Diffusionsbildern ziehen dürfen, lehrt uns, daß auch für die
Entstehung der pflanzlichen Rhythmusstrukturen keineswegs
ein äußerer Rhythmus als Ursache und Veranlassung unerläßlich
vorauszusetzen ist, sondern daß sehr wohl einfache Diffusions-
vorgänge, die durch die chemisch-physikalische Natur der in

1) Auch das in der Figur dargestellte Diffusions- und
Niederschlagsbild besteht stellenweise nicht aus konzentrischen
Ringern, sondern aus einer Spirale.

2) Ausführlicher habe ich unlängst diese und namentlich
die im folgenden gestreiften Fragen in meinen Beiträgen zur
entwicklungsmechanischen Anatomie der Pflanzen, Heft 1: Über
Zonenbildung in kolloidalen Medien (Jena, G. Fischer, 1913)
behandelt.

den Zellen und Geweben vorhandenen Stoffe bedingt werden, genügen können, um Zonenbildung hervorzurufen.

An zwei Beispielen erlaube ich mir, näher auseinanderzusetzen, worin die Verwertbarkeit des Liesegangschen Phänomens für die kausale Erklärung der an Organismen beobachteten Strukturen mir zu bestehen scheint.

* * *

Die Membranen der vegetabilischen Gefäße und Tracheiden werden, wie bekannt, vornehmlich dadurch charakterisiert, daß sie ungleichmäßig verteilte Verdickungen aufweisen. Beschränkt sich die Verdickung der zylindrischen Zellwände auf schmale ringförmige Zonen, so sprechen wir von Ringgefäßen; stellen die verdickten Partien der Membran zusammenhängende Schraubenbänder dar, so liegen Schraubengefäße vor; erscheinen die einzelnen Umgänge der Schraubenbänder durch Anastomosen miteinander verbunden und verkettet, so handelt es sich um Netzgefäße; bei den Tüpfelgefäßen schließlich ist fast die ganze Membran gleichmäßig verdickt und die Verdickung nur an eng umgrenzten rundlichen Stellen — den „Tüpfeln“ — unterblieben.

Man hat sich bemüht, für den rhythmischen Wechsel in den Qualitäten der Zellmembran, für ihre zonenmäßig wechselnde, differente Beschaffenheit eine kausale Erklärung zu finden. Berthold¹⁾ bringt die Entstehung der Gefäßwandskulptur und den gesetzmäßigen Wechsel zwischen dicken und unverdickten Membranteilen mit der Gestaltung des Plasmaleibes in Zusammenhang. Die Tüpfel der Tüpfelgefäße kann man sich nach ihm entstanden denken durch unvollständige Überwallung kleiner Vakuolen durch die mehr und mehr sich verdickende Membran, und die Ringgefäße kann man vermutungsweise auf die Bildung und Wirkung von Plasmalamellen zurückführen, die den Zellsaftraum septieren. Den Schraubengefäßen gegenüber wird freilich eine analoge Erklärung nicht angebracht sein, wie auch Berthold zugibt.

Ich halte es für einen berechtigten Anspruch an eine befriedigende entwicklungsmechanische Erklärung der Gefäßontogenie, daß sie allen Gefäßformen gegenüber anwendbar sei; die Entstehung von Ring- und Schraubengefäßen auf verschiedene Prinzipien zurückzuführen, scheint mir schon deswegen nicht zulässig, weil wir nicht selten in einem und demselben

1) Berthold, G., Studien über Protoplasmamechanik, Leipzig 1886.

Gefäß ringförmige und schraubenförmige Verdickungen miteinander wechseln sehen, so daß sich wohl annehmen läßt, daß beide Verdickungsformen den gleichen oder doch ähnlichen wirksamen Agentien ihre Entstehung verdanken.

Ich bin der Meinung, daß uns ein Vergleich der Gefäßmembranformen mit den an Kaliumbichromat erzielbaren Niederschlagsbildern hier weiter zu helfen vermag.

Es ist für den Verlauf der oben geschilderten Diffusionsexperimente von ganz untergeordneter Bedeutung, welche Form man der Kaliumbichromatgelatine gibt. Es wird den Vergleich mit den Gefäßen anschaulich machen helfen, wenn ich hier auf diejenigen meiner Versuche kurz eingehe, bei welchen ich die Gelatine in die Form eines Hohlzylinders brachte. Das gelang ohne Schwierigkeiten, indem ich feine Glasnadeln in das Lumen von Kapillaren einführte und den Raum, der zwischen diesen und jenen frei blieb, sich mit Gelatine füllen ließ. Noch einfacher war es, Röhren mit weiterem Lumen (circa 5 mm Durchmesser) mit Kaliumbichromatgelatine auszugießen und nach Art der Esmarchschen Rollkulturen zu behandeln, derart, daß sie innen mit einer dünnen Lage erstarrender Gelatine sich überzogen. Bei dieser Versuchsanstellung erhielt ich, wenn die Röhren mit einem Ende in Silbernitrat tauchten, nicht nur — wie vorauszusehen war — Silberchromatniederschläge in Form von Ringen, sondern auch schraubenförmig ansteigende Niederschlagsbänder, so daß die Röhren Ring- und Schraubengefäßen vergleichbar wurden. Ebenso wie auf ebenen Platten sah ich auch in den Röhren netzartige Strukturen in der Verteilung der Silberchromatniederschläge zustande kommen und Analogien zu den Tüpfelgefäßen auftreten. Ich trage keine Bedenken, diesen Ähnlichkeiten eine tiefere, für die kausale Erforschung der Gefäßformen wichtige Bedeutung beizumessen. Mir scheint die Annahme sehr wohl zulässig zu sein, daß in einem Gefäß der Wechsel zwischen verdickten und unverdickten Membranstreifen, diese differente Qualifikation und Entwicklung regelmäßig wechselnder Zonen der Zellhaut, ebenso durch relativ einfache Diffusionsvorgänge zustande kommt, wie der Wechsel zwischen dunklen, silberchromatreichen Zonen und hellen chromatarmen in den Liesegang'schen Platten.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei aber bemerkt, daß die hier vorgetragene Diffusionstheorie keineswegs zu der Annahme nötigt, daß der Stoff, aus welchem die Membranspannen der Gefäße usw. bestehen, selbst es sei, der auf dem Wege der Diffusion sich in der jugendlichen Zelle verbreite und zonenmäßig ausfalle. Vielmehr soll durch den soeben ge-

zogenen Vergleich nur das Zustandekommen differenter Zonen überhaupt erklärt werden — Zonen, von welchen abwechselnd die einen verdickt werden, die andern unverdickt bleiben. Welche Stoffe es sein mögen, durch deren Wanderung diese Unterschiede hervorgerufen oder vorbereitet werden, bleibt zunächst völlig dunkel.

Ich möchte noch auf einen naheliegenden Einwand hinweisen, den man vielleicht gegen die Vergleichbarkeit der vegetabilischen Gefäße und der Liesegangschen Gelatineplatten erheben könnte. In letzteren ist der Abstand der Zonen voneinander nicht überall derselbe, er wird vielmehr, wie wir gesehen haben, um so größer, je weiter sich die Ringe vom Diffusionszentrum entfernen. Davon, daß in Schrauben- oder in Treppengefäßen oder ähnlichen Gewebeelementen eine ähnliche Progression erkennbar wäre, ist nichts bekannt. Die Sache erklärt sich meines Erachtens einfach genug und vermag, wie ich glaube, die Anwendbarkeit der Diffusionstheorie auf die Entstehung der Gefäßwandskulptur nicht zu widerlegen: in den Liesegangschen Platten sehen wir die Zonen immer weiter voneinander abrücken, je geringer die Konzentration der Reaktionskomponenten wird. Wenn die Zonen an dem pflanzlichen Objekt immer in gleichem Abstand voneinander sich entwickeln, so scheint mir daraus nur hervorzugehen, daß die Konzentration der wirksamen Stoffe während der Zonenbildung konstant bleibt, vielleicht infolge andauernder Neubildung der letzteren seitens des Organismus. Daß Liesegangsche Zonen nicht nur bei der Bildung einer in Gelen ausfallenden unlöslichen Substanz entstehen, sondern auch beim Eintrocknen salzhaltiger Kolloide, habe ich in meiner zitierten Schrift¹⁾ näher beschrieben: die Zonen, in welchen sich z. B. die kristallinischen Aggregate einer trocknenden natriumphosphathaltigen Gelatine zeigen, haben dieselben morphologischen Eigentümlichkeiten wie die Silberchromat-zonen; auf einen Vergleich der Kristallisationszonen mit den rhythmischen Strukturen der Zellwände und überhaupt der bei Organismen sichtbaren morphologischen Rhythmen kann ich hier nicht näher eingehen.

* * *

Ein zweites Beispiel, bei dessen Erläuterung ich mich nicht so lange aufzuhalten gedenke, entnehmen wir der Gewebelehre.

1) Vgl. besonders p. 12 ff., 35 ff. und 70.

Sekundäre Rinde und sekundäres Holz sind bei sehr vielen Pflanzen bekanntlich von konzentrischen Schichtungen durchzogen, die in ihrer histologischen Zusammensetzung den Jahresringen entweder mehr oder minder ähnlich sind, aber durch ganz anders geartete Zellenproduktion als diese zustande kommen. Daß diese Zonen nicht als Jahresringe bezeichnet werden können, geht schon daraus hervor, daß im Laufe einer Vegetationsperiode diese Zonen und Ringe zahlreicher als in der Einzahl entstehen: bis zehn und fünfzehn und noch mehr Zonen können in einem Jahre entstehen. Schon dieser Umstand erschwert es uns, ihre Entstehung kausal mit irgend welchem äußeren Rhythmus in Verbindung zu bringen. Dazu kommt, daß die in Rede stehenden Zonen keineswegs immer als regelmäßig verlaufende Ringe sich ausgestalten, sondern vielmehr sehr oft miteinander anastomosieren, so daß mehr oder minder engmaschige Netzstrukturen zustande kommen, ganz ähnliche wie die, welche in den chromierten Gelatineplatten bei der vorhin erörterten Versuchsanstellung sich bilden; zwischen Xylemkörpern, welche von konzentrisch geschichteten, regelmäßigen Ringzonen aufgebaut erscheinen, und dem unregelmäßig „geflamten“ Holz von *Rhamnus*, *Ulex* u. a. finden sich alle nur erdenklichen Übergänge. Selbst in den Ästen des nämlichen Individuums, selbst in verschiedenen Sektorabschnitten eines und desselben Astes finden wir nicht selten beträchtliche Abweichungen in der Ausgestaltung unseres Zonenbildes.

Auch gegenüber diesen und ähnlichen Erscheinungen halte ich die Diffusionstheorie für anwendbar. Daraus, daß die jugendlichen Elemente des sekundären Holzkörpers zonenweise ein verschiedenes Entwicklungsschicksal erfahren, haben wir zu folgern, daß die jugendlichen Produkte des Kambiums oder die Kambiumzellen selbst in rhythmischem Wechsel unter verschiedenartige Bedingungen kommen. Von einem äußeren Rhythmus, der diesen Wechsel in den wirksamen Bedingungen zustande brächte, ist nichts bekannt, und eine Reihe von anatomischen Befunden, auf die eben kurz hinzuweisen war, läßt es mir als sehr unwahrscheinlich erscheinen, daß ein solcher sich noch ermitteln lassen könnte. Die sehr weitgehende Ähnlichkeit zwischen den Strukturen der Xylemkörper und ähnlicher Gewebemassen mit den Liesegang'schen Platten spricht vielmehr für die Annahme, daß bei beiden ein ganz ähnlicher innerer Rhythmus wirksam wird, d. h. ein solcher, der nur durch die im System selbst liegenden Bedingungen bewirkt wird (s. o.). Ich nehme an, daß radial gerichtete Stoffwanderungen, welche den in unseren Gelatineplatten sich ab-

spielenden Chromatwanderungen im Prinzip gleichen, und durch welche in den Gelatineversuchen der Wechsel zwischen dunklen chromatreichen und hellen chromatarmen Streifen und Zonen zustande kommt, auch in den jugendlichsten Schichten des Xylemkörpers wirksam sind, und durch lokale Anhäufung von Stoffen, über deren Natur sich freilich vorläufig nichts sagen oder vermuten läßt, zonenweise wechselnde differente Entwicklungsbedingungen für die Abkömmlinge der sich teilenden Kambiumzellen oder für diese selbst zustande kommen lassen.

* * *

Es mag vielleicht auf den ersten Blick befremdlich erscheinen, wenn so heterogene Gebilde wie die Liesegangschen Silberchromatringe und die tangentialen Holzparenchym- oder Sklerenchymfaserbinden des sekundären Holzes oder der sekundären Rinde als ätiologisch vergleichbar bezeichnet werden. Es sei daher darauf hingewiesen, daß die hier vorgetragene Diffusionstheorie selbstverständlich nicht die Qualität des Unterschiedes, der sich in der histologischen Zusammensetzung benachbarten Zonen der sekundären Gewebe ausspricht, erklären will, sondern lediglich das Zustandekommen unterschiedlicher rhythmisch wechselnder Entwicklungsbedingungen für die noch jugendlichen Zellen. Die Qualität der im Präparat sichtbaren Zonen der sekundären Gewebe ist abhängig von der spezifischen Veranlagung der lebenden Zellen; die Art und Weise, in der sie auf die durch Diffusions- und Stoffwanderungsvorgänge zustande gekommenen wechselnden Bedingungen reagieren, hat mit der Diffusionstheorie natürlich nichts zu tun.

Man hat mir ferner entgegengehalten, daß bei dem oben beschriebenen Liesegangschen Chromatversuch eine bereits fertig gebildete Platte eine Querstreifung bekommt, während bei dem zuletzt erwähnten Beispiel und in vielen weiteren Fällen, die meines Erachtens die Anwendbarkeit der Diffusionstheorie auf entwicklungsmechanische Probleme zu illustrieren imstande sind, ein erst im Entstehen begriffenes Gebilde beim Wachsen zonenweise verschiedenartig sich ausgestaltet. Ich halte diesen Einwand nicht für berechtigt: auch bei den Plattenversuchen ist es ja der Silberchromatkörper, welcher gleichzeitig wächst und sich zonenmäßig ausbildet, und die ihn umgebende und durchdringende Gelatine spielt nur die Rolle einer festigenden Masse, in der das gezonte Niederschlagsgebilde mechanisch fixiert und erhalten bleibt¹⁾. Überdies genügt eine wenige

1) Vgl. hierzu noch Liesegang, R. E., Über schalig-

Moleküle breite Schicht, um diejenigen Stoffwanderungen zu ermöglichen, durch die wir uns lokale Stoffanhäufung und Verarmung zustande kommen denken.

* * *

Ich begnüge mich mit der Erläuterung dieser beiden Beispiele. Die Anwendbarkeit der Diffusionstheorie ist aber mit den ihnen entsprechenden Zellen- und Gewebestrukturen keineswegs erschöpft, wie ich unlängst (a. a. O.) darzutun mich bemüht habe ¹⁾.

Wie bei den Pflanzen begegnen wir auch bei den Tieren zahlreichen zonen-, netz- und schraubenähnlichen Streifungen, Zeichnungen, Strukturen irgend welcher Art, die daraufhin zu prüfen sein werden, inwieweit auch sie uns durch einen Vergleich mit dem Liesegang'schen Phänomen kausal verständlich werden können. Ich verweise auf die Studien Gebhardts über die Zeichnung der Schmetterlingsflügel, der an einem sehr glücklich gewählten Objekt die Anwendbarkeit der hier vorgetragenen Theorie auf zoologische Probleme schon vor Jahresfrist dargetan hat ²⁾.

* * *

Derselbe:

Demonstration von Mikrostereogrammen.

Die vorgelegten Stereo-Diapositive sind von Dr. Ferdinand Pfeiffer R. v. Wellheim (Wien) nach einer neuen von ihm ausgearbeiteten Methode hergestellt worden ³⁾. Der Vortragende legte Aufnahmen von Foraminiferen, Zellkernen, Blattquerschnitten u. a. vor.

disperse Systeme (Zeitschr. f. Chem. u. Industrie d. Kolloide, 1912, Bd. XII, p. 74).

1) Namentlich habe ich versucht, gewisse Panaschierungserscheinungen (Zebrapanachure von *Eulalia* u. a.), die Querstreifung der Blätter verschiedener Gewächse, die Hexenringe der Pilze (nach Munks Vorgang), die Zeichnung mancher Samenschalen, die Zonen der Inulinsphärite und der Stärkekörner u. a. m. in ihren Beziehungen zu den von Liesegang beobachteten Phänomenen zu erläutern.

2) Gebhardt, W., Die Hauptzüge der Pigmentverteilung im Schmetterlingsflügel im Lichte der Liesegang'schen Niederschläge in Kolloiden (Verhandl. d. D. zool. Ges. 1912 p. 179).

3) Vgl. Über Stereoaufnahmen (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 1913, Bd. XXX p. I).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Küster Ernst

Artikel/Article: [Über die Entstehung Liesegangscher Zonen in kolloidalen Medien. A002-A012](#)

