Zellverbandes, als durch chemische Differenzen bedingt sein, was ja beispielsweise auch in den veränderten Färbungsverhältnissen, z. B. des erkrankten Nierengewebes gegenüber dem normalen seinen Ausdruck findet. Wäre die Forschung hier weiter, würde sie vielleicht chemische Ursachen für die Disposition zur Brightschen Nierenentzündung oder zu manchen vom Darm her ihren Einzug haltenden Infektionskrankheiten finden.

Ein gleiches wie für Darm und Niere gilt für andere drüsige Gebilde, wie Schilddrüse und Nebenschilddrüse, Hypophyse und Nebenniere, Milz und Knochenmark, Bauchspeicheldrüse, Leber und Galle. Anatomische Differenzen lassen sich, wenn eine Erkrankung dieser Drüsen gerade begonnen hat, häufig nicht bemerken. Also müssen es wohl zunächst ganz geringfügige Abweichungen in ihrer Zusammensetzung und ihrem Stoffwechsel sein, die beim einen Basedow oder Myxödem, Akromegalie oder Leukämie, Diabetes oder Gicht entstehen lassen, während andere, ohne die aller Wahrscheinlichkeit nach in einer von der Norm abweichenden chemischen Zusammensetzung des drüsigen Gewebes begründeten Disposition, gesund bleiben.

Manche dieser Dispositionen, besonders die für Gicht und Schilddrüsendegeneration, scheinen angeboren zu sein, andere, z. B. für Diabetes, werden erst erworben. Ob aber ein mangelhafter Stoffwechsel der fermentbildenden Zellen, die Produktion irgendwelcher giftigen Stoffe oder irgend etwas anderes das dispositionsbegründende Moment für diese Erkrankungen ist, wissen wir nicht.

Beispiele für ähnliche Verhältnisse im Pflanzen- und besonders im Tierreich lassen sich leicht erbringen. Durch gute Düngung kann man schwache Pflanzen so widerstandsfähig machen, daß sie ihre pflanzlichen und tierischen Schmarotzer los werden, durch kräftige Ernährung Raupen die Disposition für Infektionskrankheiten, die sie bei schlechter Fütterung erwerben, nehmen, in beiden Fällen also eine in unzulänglicher chemischer Zusammensetzung der Organismen begründete Disposition beheben.

Soll auch nicht vergessen werden, daß für viele Erkrankungen die individuellen Unterschiede, wie die von Alter und Geschlecht, von Rasse und Art usw. gleichgültig sind, unterliegt fast jeder Mensch einer Infektion durch Pest oder Syphilis, falls einmal die Krankheitserreger eingedrungen sind, wird jeder Warmblütler durch Blausäure oder Kohlenoxyd vergiftet, jede Pflanze durch schweflige Säure oder Sublimat geschädigt, so spielt doch für die Mehrzahl der Erkrankungen die Disposition, die, wie wir gesehen haben, meist durch chemische Verhältnisse bedingt ist, eine große Rolle.

Beobachtet ein Gärtner etwa, daß gewisse Bäume von Blattläusen verschont bleiben, ein Landwirt, daß bestimmte Kartoffelrassen auf gleichem Boden gewachsen, trocken eingebracht und gleich

gelagert, weniger leicht auskeimen oder faulen als andere, ein Tierarzt, daß dunkle Landschweine seltener Rotlauf bekommen als die hochgezüchteten Kulturrassen, ein Reisender, daß Volksstämme sich an regelmäßigen Genuß von Rizinusöl als Speisefett gewöhnt haben, ein Arzt, daß Basedow fast nur bei Frauen und häufig im Zusammenhang mit Störungen der Geschlechtsdrüsenfunktionen auftritt, so sollte er solche Beobachtungen aufzeichnen und, falls sie sich wiederholt bestätigen und noch nicht mitgeteilt sind, veröffentlichen. Kann er selbst vielleicht auch keine wissenschaftliche Erklärung geben, so regt er doch die Forschung über solche Fragen der Disposition an.

Wer mit Lebewesen zu tun hat, kann den gesamten Lernstoff seines Gebiets beherrschen und doch, wenn er individuelle Dispositionen nicht berücksichtigt, in der Behandlung seiner Pfleglinge große Fehler machen. Die Wissenschaft, zufrieden, allgemeine Grundsätze der Hygiene und Therapie aufgestellt zu haben, ist nur selten, z. B. bei Haustieren und Kulturpflanzen, soweit, auch die physiologischen Rassenunterschiede etwas zu berücksichtigen und beschränkt, sogar beim Menschen, die individuelle Behandlung im wesentlichen auf bloße Beachtung der Verschiedenheit der Lebensalter und Geschlechter.

Was gibt trotz der vorzüglichen Vorbildung des Arztes dem tüchtigen älteren Praktiker eine Überlegenheit über den jüngeren Kollegen? Neben der Routine und der nur allmählich zu erlernenden Kunst, auch der Psyche des Patienten Rechnung zu tragen, vor allem ein scheinbar instinktives, in Wahrheit aus einer Summe von Beobachtungen gewonnenes Gefühl für das, was für diese und das, was für jene Konstitution taugt.

Was sonst den Fortschritt des Menschengeschlechtes bedingt, nämlich daß die ältere Generation der jüngeren das fertige Resultat ihrer Erfahrungen übermittelt, damit diese nicht wieder den gleichen Weg zurückzulegen hat, sondern weiter kommen kann, soll auch für das vorliegende Gebiet Geltung gewinnen. Bringt uns doch jeder Beitrag zur Erkenntnis der Grundlagen der Disposition dem Ziel, die Natur in ihrer Mannigfaltigkeit zu verstehen, näher und damit in die Lage, sie zu beherrschen, d. h. Nutzanwendungen für die Therapie zu ziehen. Das aber ist die Hauptsache.

Physikalisch-chemische Untersuchungen am lebenden Protoplasma.

Sammelreferat von Dr. Bruno Kisch,
Assistent am pathol.-physiol. Institut in Köln a. Rh.

Im Laufe der letzten Jahre sind im pflanzenphysiologischen Institut der deutschen Universität in Prag vom Chef dieses Instituts, Prof. *Czapek*, sowie von seinen Schülern eine Reihe von physikalisch-chemischen Untersuchungen an der lebenden Zelle durchge-

führt worden, die zwar vorläufig, da die Untersuchungen noch lange nicht abgeschlossen sind, noch zu keiner endgültigen Entscheidung der wichtigen behandelten Fragen geführt haben, deren Resultate aber doch so interessant sind, daß ich sie gerne, der freundlichen Aufforderung der Redaktion der *Naturwissenschaften* folgend, hier kurz darlegen möchte.

Czapek hat im Jahre 1911 auf Grund einer großen Anzahl von Versuchen feststellen können, daß, sobald man Gewebsteile höherer Pflanzen in die Lösungen der verschiedensten oberflächenaktiven Stoffe bringt, die natürlichen Inhaltsstoffe der Zellen (wie Gerbstoff, Farbstoffe usw.) aus diesen in das umgebende Medium austreten, sobald die Oberflächenspannung dieses Mediums einen bestimmten Wert unterschreitet¹⁾. Und zwar zeigte sich, daß die Exosmose eintrat, wenn der Wert der Oberflächenspannung der betreffenden Lösung geringer war als 0,8 der Oberflächenspannung von destilliertem Wasser gegen Luft, gemessen mit dem Czapekschen Kapillarmanometer. Aus der Konstanz dieses Wertes bei den verschiedensten angewendeten Substanzen, wie: ein- und mehrwertigen Alkoholen, Ketonen, Estern, ungesättigten Alkoholen, oberflächenaktiven Kolloidlösungen usw. und aus der Unabhängigkeit der Wirkung von der chemischen Zusammensetzung der Stoffe, schloß Czapek, daß deren Wirkungsweise auf das Plasma so zu erklären sei, daß nach den bekannten, von W. Gibbs entwickelten Prinzipien die in das Plasma eingedrungenen oberflächenaktiven Stoffe sich in der äußersten Plasmaschicht ansammeln und so die oberflächenaktiven Stoffe der intakten Plasmahaut verdrängen würden, wodurch dann eine abnorme Durchlässigkeit der Plasmahaut für die Inhaltsstoffe der Zelle resultiert. Da dies aber, nach oben erwähnten Prinzipien, nur geschehen kann, wenn die aufgenommene Substanz in der dargebotenen Konzentration eine, wenn auch nur geringe, Überlegenheit in ihrer Oberflächenaktivität gegenüber den in der normalen Plasmahaut vorkommenden oberflächenaktiven Stoffen zeigt, so hätten wir in der Czapekschen Methode ein Mittel, die Oberflächenspannung der lebenden Plasmahaut zu messen und Czapek hat diese für die Zellen höherer Pflanzen zu ca. 0,685 der Oberflächenspannung Luft-Wasser bestimmt. Durch diese Untersuchungen Czapeks wurde gezeigt, daß eine große Reihe differentester Stoffe eine gleichartige Schädigung der Zelle durch eine bestimmte physikalische Eigenschaft, nämlich ihre Oberflächenaktivität, bedingen.

In der gleichen Arbeit hat Czapek den Einfluß verschiedener Säurekonzentrationen auf die Permeabilität des Plasmas für die Zellinhaltsstoffe studiert. Es zeigte sich ein Austritt dieser Stoffe aus dem Zellinnern bei der Einwirkung von Säurekonzentrationen von mindestens $n/6400$. Es scheint demnach, wie dies bereits von Kahlenberg und True früher auf Grund ganz andersartiger Versuche konstatiert wurde, daß bei hinreichend stark dissoziierten Säuren eine spezifische Wirkung des Anions auf die Zelle nicht ausschlaggebend in Betracht kommt. (Doch war z. B. die Wirkung der Essigsäure in den Versuchen eine im Hinblick auf ihren Dissoziationsgrad auffallend stärkere.) Interessant ist nun ferner die Tatsache, die Czapek feststellte, daß eine wässrige $n/1200$ -Natrium-Oleat-Lösung von Normalsäure in einer Konzentration von

$\frac{1}{6400}$ eben verseift wird, also von der gleichen Konzentration, die auch für die lebende Zelle eben wirksam ist, und daß die Oberflächenspannung der $n/1200$ -Oleat-Lösung der für die Plasmahaut bestimmten außerordentlich nahe liegt. Es schien so der Versuch aussichtsreich, auf diesem Wege der analogen Erscheinungen etwas über die Zusammensetzung der Plasmahaut und das Wesen der Wirkung des H-Ions auf die lebende Zelle zu ermitteln.

Nachdem Czapek hiermit für das große Gebiet der höheren Pflanzen eine Reihe neuer Tatsachen festgestellt hatte, schien es wichtig, die gleichen Verhältnisse an einer anderen Gruppe von Organismen zu untersuchen, insbesondere deshalb, weil gewisse Zellen sich ständig in einem Medium von besonders niedriger Oberflächenspannung befinden und daher für sie die oben ermittelten absoluten Werte nicht Geltung haben können. Zu diesen Organismen, die normalerweise in einem an Alkohol reichen Medium (das daher eine relativ geringe Oberflächenspannung hat) leben, gehört die Hefe. Ich habe daher die Gültigkeit der von Czapek ermittelten Zahlen für die Hefe (*Saccharomyces cer.*) und eine Reihe anderer niedriger Organismen geprüft¹⁾. Bei meinen Versuchen habe ich zuerst den Einfluß der Oberflächenspannung des umgebenden Mediums auf die Exosmose von Invertin aus Hefezellen bestimmt. Dabei konnte ich feststellen, daß die Hauptmenge des Invertins aus den Zellen bei der Anwendung isokapillarer Lösungen (d. h. Lösungen von gleicher Oberflächenspannung) austritt, unabhängig von den chemischen Eigenschaften der angewendeten Stoffe, daß also qualitativ wohl die gleichen Verhältnisse vorliegen, die Czapek für höhere Pflanzen feststellen konnte. Der absolute Wert der Oberflächenspannung bei den wirksamen Konzentrationen der untersuchten Substanzen war aber bedeutend geringer als der für die Zellen höherer Pflanzen ermittelte. Er betrug nur ca. 0,5 der Oberflächenspannung Wasser-Luft. Dadurch wird es erklärlich, daß die Hefezellen in Alkoholkonzentrationen leben können, durch deren niedere Oberflächenspannung allein schon die Zellen höherer Pflanzen schwer geschädigt werden. Durch geeignete Versuche konnte ich ferner zeigen, daß die Wirkung oberflächenaktiver Stoffe, die die Permeabilität des Plasmas in der geschilderten Weise beeinflusst, eine irreversible ist. Auch scheint es von Bedeutung zu sein, daß nach meinen Versuchen die Hefezellen die Einwirkung von verschiedenen Säuren bis zu einer Konzentration von ca. $n/9$ vertragen, welcher Wert ebenfalls bedeutend höher ist als der von Czapek für höhere Pflanzen ermittelte. Ferner konnte ich zeigen, daß sich eine Reihe von Schimmelpilzen gegenüber oberflächenaktiven Stoffen und Säuren qualitativ und quantitativ ganz ähnlich verhalten, wie die Hefezellen. Nur Sporen und Konidien der Pilze sind gegen die Einwirkung der Alkohole und Säuren ganz besonders widerstandsfähig, was zum Teil sicher durch die Undurchlässigkeit ihrer dicken Zellmembran gegenüber dem wirksamen Agens bedingt ist. Es spricht vieles dafür, daß dieses Verhalten der Hefe und Schimmelpilze, das so auffallend in quantitativer Hinsicht von dem höheren Pflanzenzellen abweicht, dadurch bedingt ist, daß in der Plasmahaut jener andere oberflächenaktive Stoffe enthalten sind, als in der höheren Pflanzenzellen. Aus verschiedenen Gründen kämen als

¹⁾ Fr. Czapek, Über eine Methode zur direkten Bestimmung der Oberflächenspannung der Plasmahaut von Pflanzenzellen. Jena, G. Fischer, 1911.

¹⁾ Bruno Kisch, Über die Oberflächenspannung der lebenden Plasmahaut bei Hefe und Schimmelpilzen. Biochem. Zeitschr. Bd. 40, 1912.

solche Stoffe vielleicht Lecithin, Cholesterin, oder aber auch andere Lipide in Betracht. Schließlich habe ich es in der genannten Arbeit versucht durch Untersuchungen über die Fällung von Lecithinemulsionen durch verschiedene Säurekonzentrationen eine Analogie mit dem Verhalten der niederen Pflanzenzellen gegen die entsprechenden Säuren zu finden.

Bei der großen Rolle, die den Zelllipiden und insbesondere den Lipiden der Plasmahaut bei der Wirkung oberflächenaktiver Stoffe auf die Zelle wohl nach den mitgeteilten Versuchen zuzukommen scheint, war es von großem Interesse, zu untersuchen, ob auch bei der Narkose, deren wichtige Beziehung zu den Zelllipiden seit den grundlegenden Untersuchungen von *H. H. Meyer* und *Overton* bekannt ist, der Oberflächenspannung der narkotisch wirkenden Stoffe eine entscheidende Rolle zufällt. Eingehend hat sich *H. Nothmann-Zuckerkancl*¹⁾ mit dieser Frage befaßt und hierbei eine Reihe wichtiger und interessanter Tatsachen feststellen können. *Nothmann-Zuckerkancl*, welche den Einfluß der Narkotika auf die Plasmaströmung der Zelle untersuchte, konnte eine *gesetzmäßige Beziehung zwischen der Wirksamkeit der Narkotika und der Oberflächenspannung der untersuchten Lösungen nicht feststellen*. Sie fand, daß die Kurve für Konzentration und Zeit der Wirkung des *Athylalkohols* den Kurven für den Verlauf unimolekularer Reaktionen gleicht; sie konnte ferner feststellen, daß die Wirkungskurven der Alkohole *nicht* den *Adsorptionsisothermen* gleichen, woraus man wohl schließen kann, daß bei der Einwirkung der Alkohole eine ganze Reihe von Prozessen sich abspielen, so daß die Adsorption, die bei der Aufnahme der Alkohole in die Zelle wohl eine wichtige Rolle spielt, in der Wirkungskurve nicht zum Ausdruck kommt. *Hingegen konnten die Wirkungskurven der Kelone*, die *Nothmann* bezüglich ihres Einflusses auf die Plasmaströmung untersuchte, *als Adsorptionsisothermen gedeutet werden*. Ferner wurde festgestellt, daß bei der gewählten Versuchsanordnung eine Hemmung der Plasmaströmung durch Mineralsäuren und einige organische Säuren, eben bei Konzentrationen eintrat, die höher als $n/6400$ waren. Also bei demselben Wert, den *Czapek* als Grenzwert bei der Beobachtung der Exosmose gefunden hatte. Bei der Hemmung der Plasmaströmung zeigte sich ferner bei der Untersuchung der Wirksamkeit von Fettsäuren die besondere Giftigkeit der Ameisensäure. Die folgenden Glieder der Reihe wirkten in Konzentrationen von mehr als $n/3200$, erst von der Capronsäure an nahm ihre Wirksamkeit zu. *Nothmann* erklärt die *erhöhte Giftigkeit der niederen Fettsäuren durch deren stärkere Adsorbierbarkeit*, die in der älteren physikochemischen Literatur tatsächlich festgestellt wurde.

Es wurde in der gleichen Arbeit auch der Einfluß der Temperatur auf die Wirkung der Alkohole und anderer Gifte untersucht. Die Giftigkeit der Lösungen steigt gleichmäßig mit der Temperatur an, die Zunahme ist am größten im Temperaturintervall von 28–38°. Auch ist sehr bemerkenswert, daß die Alkoholwirkung im Dunkeln rascher eintritt als im Licht. Die Wirkung der niederen Alkoholkonzentrationen konnte durch Mangan- und Zinksulfat sowie durch Aluminiumnitrat abgeschwächt werden, was im Hinblick auf die weiter unten zu besprechenden Untersuchungen von *Szücs* und von *Endler* nicht unwichtig scheint. Die

Kombination von Cyankali und Alkohol ergab in allen Fällen eine Verstärkung der Wirkung auf die Plasmaströmung. Die Wirkung der Salzsäure und Fettsäuren wird durch $MnSO_4$ und $ZnSO_4$ ebenfalls verstärkt. Durch Sauerstoffentzug konnte bei Zimmertemperatur keine Verstärkung der Alkoholwirkung hervorgerufen werden, wohl aber bei 30° und über 30°, bei welchen Temperaturen auch die Wirkung von Säuren, Sublimat, Cyankali usw. durch Sauerstoffmangel gesteigert wird.

Wenn schon in dieser Arbeit von *Nothmann-Zuckerkancl* wiederholt die Wichtigkeit der experimentellen Beeinflussbarkeit von Lebensvorgängen in der Zelle durch Ionenwirkungen zutage tritt, so tritt die Wichtigkeit dieses Problems ganz besonders in einer Reihe von Arbeiten hervor, die von *Endler* und von *Szücs* gleichzeitig und ganz unabhängig voneinander im Institute durchgeführt worden sind, und die ich nun der zeitlichen Reihenfolge ihrer Publikation nach besprechen möchte. *Endler*¹⁾ befaßte sich mit dem Problem des Durchtritts von Salzen durch das Protoplasma. Er konnte zeigen, daß Neutralsalze, die sich im, die Zelle umgebenden Medium befinden, in niederen Konzentrationen den Eintritt von Farbstoffen in die Zelle fördern und bei weiterer Steigerung der Konzentration hemmen. Wenn auch leider die genauen Verhältnisse hierbei nicht zahlenmäßig und quantitativ dargestellt werden konnten, so zeigte sich doch zweifellos, daß der Einfluß verschiedener, an das gleiche Anion gebundener Kationen auf die Farbstoffaufnahme kein deutlicher war, wenn man aber die Wirkung verschiedener Salze mit gleichem Kation und verschiedenen Anionen benutzte, sich, nach der Reihenfolge ihrer aufnahmshemmenden Wirkung folgende Reihe ergab: Nitrat < Chlorid, Sulfat < Tartrat, Citrat < Aluminat < Salicylat.

Sehr interessant ist, daß diese Reihe mit der seinerzeit von *Hofmeister* ermittelten Fällungsreihe der Anionen übereinstimmt. Doch schon die Versuche *Endlers* über Farbstoffaustritt aus der Zelle zeigen, daß man die Hemmung der Farbstoffaufnahme durch Salze keineswegs etwa einfach mit einer Fällung von Plasmakolloiden erklären könnte. Unter den Kationen zeigte allein eine starke hemmende Wirkung das Al, das auch schon in den Untersuchungen von *Nothmann-Zuckerkancl* eine besondere Stellung bei der kombinierten Giftwirkung unter den anderen Kationen einnahm, und dessen besondere Eigenschaften bezüglich seiner Wirkung aufs Plasma wir noch in der wichtigen Untersuchung von *Szücs* kennen lernen werden.

Der Austritt von in die Zelle aufgenommenen Farbstoffen wird nach *Endler* bei toten Zellen von den Kationen in folgender Reihe gefördert: Na < K < Mg < Ca < Al. Bei lebenden Zellen ist der Unterschied in der Wirkung der einzelnen Kationen weniger deutlich und weniger regelmäßig. Die Anionen wirken in dem gleichen Sinne in der Reihenfolge Nitrat < Chlorid < Sulfat < Tartrat < Citrat. Dabei wäre für das Al einerseits und für Tartrat und Citrat andererseits eine Ähnlichkeit ihrer Wirkung noch insofern zu erwähnen, als sie zum Unterschied von den anderen Ionen, bei den lebenden Zellen eine Förderung des Farbstoffaus-

¹⁾ *Helene Nothmann-Zuckerkancl*, Die Wirkung der Narkotika auf die Plasmaströmung. *Biochem. Zeitschr.* Bd. 45, 1912.

¹⁾ *Josef Endler*, Über den Durchtritt von Salzen durch das Protoplasma. I. Mitteilung über die Beeinflussung der Farbstoffaufnahme in die lebende Zelle durch Salze. *Biochem. Zeitschr.* Bd. 42, 1912. II. Mitteilung über eine Methode zur Bestimmung des isoelektrischen Punktes des Protoplasmas auf Grund der Beeinflussung des Durchtritts von Farbstoffen durch OH- und H-Ionen. *Biochem. Zeitschr.* Bd. 45, 1912.

trittes bei einer niederen, dagegen Hemmung bei einer höheren Konzentration bewirken.

Nun untersuchte *Endler* den Einfluß von OH- und H-Ionen auf die Farbstoffspeicherung bei konstanter Salzkonzentration. Er konnte, wie auch schon frühere Autoren, in einem bestimmten Konzentrationsgebiet eine Erhöhung der Farbstoffspeicherung bei steigender OH-Konzentration feststellen, desgleichen des Farbstoffaustrittes aus der Zelle, doch wird von einer bestimmten Konzentration der OH-Ionen an der Farbstoffeintritt gehemmt. H-Ionen hemmen den Eintritt von Salzen. Interessante Beobachtungen hat *Endler* über die durch Säure zu erzielende *Beeinflussung der Wirkung von Salzen auf die Plasmapermeabilität für Farbstoffe* gemacht. Während bei Säurezusatz bis zu einer Konzentration von $\frac{1}{12}$ 800 Neutralsalze den Farbstoffaustritt in der vorhin berichteten Weise beeinflussen, hemmen sie, wenn die Säurekonzentration der Lösung $\frac{1}{6400}$ erreicht, den Austritt, der erst bei einem bestimmten höheren Salzgehalt wieder vermehrt erscheint. Besonders wichtig ist aber, daß bei $\frac{1}{6400}$ Säurezusatz eine Umkehrung der wirklichen Anionenreihe erfolgt, die nun lautet:

Tartrat < Citrat,

Sulfat < Chlorid < Nitrit < Rhodanat < Nitrat.

Eine entsprechende Umkehrung der Kationenreihe, die bei $\frac{1}{6400}$ Säure nur angedeutet ist, ist vollkommen bei $\frac{1}{3200}$ Säure. Durch diese Methode hat *Endler* für das Plasma von *Elodea* den isoelektrischen Punkt abgeleitet, der allgemein nach der Definition von *Michaelis* dadurch bestimmt ist, daß das Verhältnis der Dissoziationskonstanten des untersuchten Amphoterelektrolyten dasselbe ist, wie das Verhältnis der OH- und H-Konzentrationen der Lösung. Der isoelektrische Punkt, den *Michaelis* seinerzeit für das Stroma der Blutkörperchen mit $1,10 \cdot 10^{-5}$ n. H ermittelte, liegt für das Plasma der *Elodeazellen* nach *Endler* etwa zwischen $1,56 \cdot 10^{-4}$ n und $0,78 \cdot 10^{-4}$ n, während *Endler* mit der gleichen Methode den isoelektrischen Punkt für das denaturierte Plasma etwas tiefer liegend bestimmt hat. Bemerkenswert scheint in der Arbeit ferner, daß Amphoterelektrolyten durch Alkali wie durch Säure beim Eintreten ins Plasma gefördert werden, desgleichen allgemein die Farbstoffaufnahme durch höhere Temperatur, deren Optimum aber vom Gehalt der Lösung an H- und OH-Ionen sowie Salzen abhängt. Diese letztere Tatsache stimmt mit dem überein, was *Nothmann-Zuckermandl* in ihrer Arbeit über den Einfluß erhöhter Temperatur auf den Verlauf von Giftwirkungen sah. Ferner hat *Endler* die Hemmung der Farbstoffaufnahme durch einige Nichteletkrolyte bestimmt. *Endler* gibt ferner an, die Aufnahme von Farbstoffen werde durch Zusatz verschiedener Alkohole nicht beeinflusst, solange der speichernde Stoff noch in der Zelle vorhanden ist. Wird der Farbstoff in Fetttropfen gespeichert, so ändert sich die hemmende Wirkung der Salze durch Alkoholgegenwart nicht. Gerade diese Versuche über die Alkoholwirkung scheinen mir, noch erweitert und genau durchgeführt, unsere Kenntnis über die Wirkung der Alkohole auf den Stoffdurchtritt durch das Plasma, die aus vielen Ursachen ja ungemein wichtig ist, ergänzen und bereichern zu können. Kolloide verzögern nach *Endler* die Farbstoffaufnahme dadurch, daß sie durch Adsorption die Konzentration des Farbstoffes in der Außenlösung herabsetzen. Der Farbstoffaustritt aber wird durch sie beschleunigt.

Eine Anzahl wichtiger, neuer Erkenntnisse, aber auch eine Reihe von Anregungen für Untersuchungen

auf anderen Gebieten der Physiologie enthalten die zwei Arbeiten, die *Szűcs*¹⁾ aus dem pflanzenphysiologischen Institut publiziert hat.

Szűcs hatte bereits viel früher Untersuchungen über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle und ihre Hemmung durch Elektrolyte ausgeführt und zahlenmäßig zum Ausdruck gebracht. Nun hat er sich zunächst mit einigen charakteristischen Wirkungen des Aluminiumions befaßt. Schon beim Referieren der Arbeiten von *Nothmann-Zuckermandl* und von *Endler* haben wir die besondere Stellung des Al unter den Kationen hervorgehoben. Eine ältere Literaturangabe²⁾ schrieb sogar dem Al-Ion die Fähigkeit zu, die Plasmolysierbarkeit der Zellen aufzuheben. Diese Erscheinung konnte *Szűcs* bestätigen, er fand aber auch die richtige Erklärung hierfür, indem er zeigen konnte, daß die Ionen des Aluminiums in gewissen Konzentrationen eine Erstarrung des Protoplasten hervorrufen. Dies konnte erstens durch die mit der Erstarrung eintretende Unplasmolysierbarkeit der Zellen gezeigt werden, und ferner indem die Umlagerungen innerhalb der Zellen, wie sie bei normalem Plasma durch Zentrifugieren hervorgerufen werden, nach der Al-Einwirkung nicht mehr auftreten. Diese Wirkungen sind abhängig von der Aluminiumionenkonzentration und der Einwirkungsdauer der Lösungen auf die Zellen. Bei längerer Einwirkung höherer Konzentrationen tritt in dem bereits erstarrt gewesenen Plasma eine Wiederauflöckerung ein. Analoge Fälle aus physikalisch-chemischen Untersuchungen in vitro sind bei den Schwermetallsalzfällungen des Eiweißes aus der Literatur bekannt. So fallen z. B. die Kupfersalze das Eiweiß und im Überschuß des fällenden Agens tritt eine Wiederauflösung des Niederschlages ein. Was aber bei den *Szűcs'schen* Versuchen in vivo besonders wichtig erscheint, ist, daß die doch scheinbar so schwere Veränderung des Plasmas durch die Aluminiumionen, wie er zeigen konnte, einen reversibeln Prozeß darstellt. Wir haben demnach in der von *Szűcs* angegebenen Methodik ein Mittel, physikochemische Zustandsänderungen des lebenden Plasmas genau zu verfolgen. Bei diesen Versuchen zeigte sich ferner, daß die den Farbstoff Anthokyan enthaltenden Zellen gewisser Pflanzenteile sich unter vitalen Bedingungen durch Aluminiumionenwirkung ihrer Plasmolysierbarkeit nicht berauben lassen. Aus der Literatur ist nun bekannt, daß die Elektrolytfällung eines Kolloides durch Nichteletkrolyte verhindert wird, und ebenso daß das Anthokyan zu seiner Entstehung einen großen Zuckergehalt der Zellen bedarf und so lag es *Szűcs* nahe, in Analogie hierzu das Ausbleiben der Al-Wirkung bei anthokyanhaltigen Zellen auf den hohen Zuckergehalt derselben zurückzuführen. In der Tat gelang es *Szűcs* durch Zusatz anderer Nichteletkrolyte auch bei anthokyanfreien Zellen die Al-Ionenwirkung zu hemmen, und so eine überzeugende Probe auf die Richtigkeit der erwähnten theoretischen Erklärung des Vorganges anzustellen. Doch reichen nur sehr hohe Konzentrationen eines Nichteletkrolyten zur Aufhebung der Wirkung der Al-Ionen hin. Aus *Szűcs's* Untersuchungen geht hervor, daß die Beeinflussung der Plasmolysier-

¹⁾ *Joseph Szűcs*, Über eine charakteristische Wirkung des Aluminiumions auf das Protoplasma. Jahrbücher f. wissensch. Botanik Bd. *LII* und Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen. I. Mitteilung Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. *LII*.

²⁾ *Fluri, M.*, Flora oder Allg. Bot. Ztg. Bd. 99, 1909.

barkeit und der Chloroplastenumlagerung durch Zentrifugieren wohl auf dieselbe Ursache, nämlich die Erstarrung des Plasmas zurückzuführen ist, sowie, daß entgegen der noch vielfach vertretenen Ansicht, auch lipoidunlösliche anorganische Elektrolyte sehr rasch von der Zelle aufgenommen werden können. Schließlich wurde eine bereits von andern Autoren angegebene aber nicht richtig gedeutete Versuchsanordnung von *Szűcs* untersucht und dahin erklärt, daß die Permeabilität des Plasmas für verschiedene Stoffe durch Wasserstoffsuperoxyd erhöht wird.

Als wichtigstes Ergebnis seiner nächsten Arbeit, die eine Fortsetzung und Beendigung früherer Untersuchungen von *Szűcs* darstellt, der experimentellen Beiträge zu einer Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen, die detailliert zu referieren, leider die engen Grenzen eines Sammelreferates verbieten, faßt *Szűcs* selbst in der Weise zusammen, daß die Ursache der antagonistischen Ionenwirkung in allen Fällen in der gegenseitigen Beeinflussung der Aufnahmegeschwindigkeit zweier im gleichen Sinne geladener Ionen beruht. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung wurde dadurch erbracht, daß eine vollkommene Parallelität zwischen der Intensität der die Aufnahme hemmenden Wirkung eines Ions auf das andere und zwischen der Entgiftungsgröße gezeigt werden konnte.

Während in den bisher angeführten Arbeiten die Wirkung verschiedener Faktoren auf das Plasma der Zelle untersucht wurde, beziehen sich die im Institute ausgeführten Untersuchungen von *Erna Liebalddt*¹⁾ auf die Beeinflussung bestimmter Teile der Zelle, nämlich der Chlorophyllkörner. Als wichtiges neues Ergebnis dieser Untersuchungen ist zu nennen, daß dargelegt wird, das Chlorophyllkorn der höheren grünen Pflanze bestehe aus zwei Phasen, einer leicht quellbaren Hydroidphase und einer (grüngefärbten) Lipoidphase. Die Lipoidphase dürfte in der Hydroidphase feinst emulsionsartig verteilt sein, so daß der normale Aufbau des Chloroplasten eine amikronische Verteilung der beiden Komponenten darstellt. — Durch die Einwirkung wässriger Lösungen oberflächenaktiver Substanzen gelang es nun die beiden Phasen in beliebigem Grade zu entmischen und die amikronische Verteilung der Lipoidkolloide in den Hydrokolloiden in eine submikronische und mikronische überzuführen. Bei der Wirkung der oberflächenaktiven Substanzen lassen sich nach *Liebalddt* drei Stadien beobachten: 1. Das Stadium der Agglutination, entspricht dem Übergang aus dem amikronischen in den submikronischen Verteilungszustand als Folge hauptsächlich der Quellung der Hydroidphase; 2. Stadium der Chlorophyllolyse: die Vergrößerung der Teilchen zu Mikronen und die dadurch fortschreitende Trennung beider Phasen; 3. das Stadium der Kristallabscheidung in Konzentrationen knapp an der Lösungsgrenze für Chlorophyll und etwas darüber. Eine gesetzmäßige Abhängigkeit des Eintretens einer der drei Phasen von der Oberflächenspannung der verwendeten Lösung ließ sich nicht ermitteln.

Zum Schluß möchte ich hier noch Untersuchungen erwähnen, die zwar nicht im Prager pflanzenphysiologischen Institut durchgeführt wurden, zu denen ich aber die Anregung aus meinen Untersuchungen über

den Invertaseaustritt aus Hefezellen schöpfte¹⁾. Ich habe an einer Reihe von Kaltblütlern aus den drei Gruppen der Tierreihe, Würmer, Selachier und Teleostier die Hämolyse durch die Reihe der homologen Alkohole untersucht. Obwohl sich nun eine so genaue Abhängigkeit des Hämolyseeintrittes von der Oberflächenspannung der umgebenden Lösung, wie dies beim Invertinaustritt der Fall war, nicht zeigen ließ, so liegen doch die für die einzelnen eben wirksamen Alkohole in einer großen Reihe von Versuchen ermittelten Oberflächenspannungswerte für die einzelnen Arten einer jeden dieser Tiergruppen so nahe beieinander, daß man wohl zu der Ansicht kommen kann, daß bei der Hämolyse die Wirkung der Oberflächenspannung eine bedeutsame Rolle spielt und bloß nicht rein zum Ausdruck kommt, weil sie eben nicht der einzige maßgebende Faktor ist, und man könnte wohl daran denken, daß gegenüber den Pflanzenzellen der größere Lipoidreichtum der tierischen Zellen die reine Oberflächenspannungswirkung nicht so hervortreten läßt, wie bei der Exosmose von Zellinhaltsstoffen bei Pflanzen, eine Ansicht, die auch schon von *J. Traube* ausgesprochen wurde. Es scheint mir bemerkenswert, daß innerhalb einer Tiergruppe bei allen untersuchten Tieren dieser Gruppe die eben hämolysierenden Konzentrationen eines bestimmten Alkohols immer ganz genau übereinstimmen. Z. B. bei allen Selachiern erreicht man Hämolyse durch eine Äthylalkohollösung von der Oberflächenspannung ca. 0,72 (die Oberflächenspannung Wasser: Luft = 1 gesetzt), für die untersuchten Teleostier aber bei ca. 0,68 und diese Werte gelten nicht nur bei verschiedenen Tieren derselben Art, sondern auch bei verschiedenen Arten der genannten Tiergruppen. Dies scheint auch interessant in bezug auf die Angaben *H. Fühners* über die Änderung des Traubeschen Koeffizienten 3, 3², 3³ . . . bei der Narkose innerhalb der einzelnen Gruppen der Tierreihe, welchen Unterschied *Fühner* auf einen Unterschied im Lipidgehalt der Nervenzellen bei den verschiedenen Tiergruppen zurückführt. Auch die Resultate, die ich bei der Hämolyse erhalten habe, ließen sich vielleicht in ähnlichem Sinne deuten²⁾. Vergleichende Versuche über die Hämolyse an Menschen und Warmblütlern habe ich zum Teil bereits begonnen.

Mit diesen kurzen Ausführungen habe ich einen Überblick wenigstens über die wichtigsten Ergebnisse der physiko-chemischen Arbeiten zu geben versucht, die in den letzten Jahren in dem Institute Prof. *Czapeks* in Prag durchgeführt und bereits veröffentlicht worden sind. Viele der behandelten Fragen sind wohl einer endgültigen Lösung noch ferne, aber was bisher festgestellt werden konnte, läßt die angewendeten Methoden als außerordentlich geeignet erscheinen, uns neue Gesichtspunkte und neue wertvolle Anschauungen in einer Reihe der wichtigsten Probleme zu geben.

¹⁾ Die Ergebnisse dieser in der physiologischen Abteilung der zoologischen Station in Neapel durchgeführten Untersuchungen werden im I. Hefte der internationalen Zeitschrift für physikalisch-chemische Biologie mitgeteilt werden.

²⁾ Betreffs näherer Angaben muß ich auf die demnächst erscheinende Mitteilung über die genannte Arbeit verweisen.

¹⁾ *Erna Liebalddt*, Über die Wirkung wässriger Lösungen oberflächenaktiver Substanzen auf die Chlorophyllkörner. Zeitschr. f. Botanik Jahrg. 5, 1913.