

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

Jahrgang 1899.

M A R B U R G.

Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1900.

Inhalts-Angabe.

	Seite
<i>Tönniges</i> , Zur Organbildung von <i>Paludina vivipara</i>	1
<i>Derselbe</i> , Nachtrag zu den Untersuchungen über die feineren Bauverhältnisse von <i>Opalina ranarum</i>	11
<i>H. Meyer</i> , Eine Theorie der Alkoholnarkose	20
<i>Schaum</i> , Die Aenderungen des Gefrierpunktes	27
<i>Kayser</i> , Versteinerungen aus der »Lindner Mark«	41
<i>Schenck</i> , Ueber den Einfluss von Säuren auf das optische Drehungsvermögen von Asparaginlösungen	43
<i>Derselbe</i> , Stoechiometrische Untersuchungen an krystallinischen Flüssigkeiten	48
<i>Marchand</i> , Ueber einen Fall von Zwergwuchs (Nanoccephalie)	57
<i>Enderlen</i> , Ueber die histologischen Vorgänge bei experimentell erzeugter Osteomyelitis	65
<i>Melde</i> , 1) Eine neue Art von Stimmgabeln nach der Construction von Prof. <i>Edelmann</i>	75
2) Eine neue Art von Klangfiguren	76
3) Einige Erscheinungen bei sensitiven Flammen	78
<i>Lüthje</i> , Ueber einen Stoffwechselfersuch bei einem Diabetiker	79
<i>Meisenheimer</i> , Die Entwicklungsgeschichte von <i>Dreissensia polymorpha</i>	93
<i>Schaum</i> , Ueber einen Flüssigkeitswiderstand mit verschiebbarer Mittel-Electrode	99
<i>Halsey</i> , Ueber Phloridzin-Diabetes bei Hunden	102
<i>Noll</i> , Ueber die quantitativen Verhältnisse des Protagons im Nervensystem	109
<i>Kutscher</i> , Ueber ein optisch inaktives Arginin	113
<i>Kossel</i> , Ueber das optische Drehungsvermögen des Histidins	114
<i>Schaum</i> , Ueber Bewegungserscheinungen sich auflösender Krystalle	115
<i>Kossel</i> , Demonstration einer neuen Centrifuge	119
<i>Loewi</i> , Beiträge zum Nucleinstoffwechsel	120
<i>Schenck</i> , Die beiden Arten der Dimorphie	137
<i>Krehl</i> , Beobachtungen über den Wärmehaushalt der poikilothermen Wirbelthiere	143
<i>Schenck</i> , Ueber chemische Vorgänge im elektrostatischen Felde	143
Nekrologe: <i>Claus</i> S. 25; <i>Bunsen</i> , S. 125 u. 131	
Vorgelegte Schriften S. 23. 42. 73. 92. 111. 124. 141.	



Verzeichniss der Mitglieder^{*)}

(am Schluss des Jahres 1899).

Ehrenmitglieder.

<i>v. Kölliker, Albert</i> , Dr. med., o. Prof. der Anatomie, wirkl. Geheimrath, Würzburg	6. 7. 97.
<i>Virchow, Rudolf</i> , Dr. med., o. Prof. der pathologischen Anatomie, Geh. Med.-Rath, Berlin	1. 11. 97.
<i>Retzius, Gustav</i> , Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm	18. 1. 99.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

<i>Ahlfeld, Friedrich</i> , Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath	11. 7. 83.
<i>Bauer, Max</i> , Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rath	11. 3. 85.
<i>Behring, Emil</i> , Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Geh. Med.-Rath	15. 5. 95.
<i>Brauer, August</i> , Dr. phil., Priv.-Doc. d. Zoologie	17. 5. 99. (17. 6. 96.)
<i>Disse, Joseph</i> , Dr. med., a.o. Prof. d. Anatomie u. Prosector	13. 11. 95.
<i>Feussner, Wilhelm</i> , Dr. phil., a.o. Prof. der Physik	14. 7. 81. (10. 6. 69.)
<i>Fischer, Theobald</i> , Dr. phil., o. Prof. der Geographie	28. 11. 83.
<i>Gasser, Emil</i> , Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rath	27. 1. 88. (16. 7. 74.)
<i>Hess, Edmund</i> , Dr. phil., o. Prof. der Mathematik	21. 6. 78. (16. 7. 74.)
<i>Hess, Karl</i> , Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie	11. 11. 96.
<i>v. Heusinger, Otto</i> , Dr. med., a.o. Prof. der gerichtl. Med., Geh. San.-Rath	16. 5. 66. (25. 4. 60.)
<i>Kayser, Emanuel</i> , Dr. phil., o. Prof. der Geologie	13. 1. 86.
<i>Kohl, Friedrich Georg</i> , Dr. phil., a.o. Prof. der Botanik	13. 11. 95. (6. 8. 84.)
<i>Korschelt, Eugen</i> , Dr. phil., o. Prof. der Zoologie	26. 7. 93.

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum ausserordentlichen Mitglied.

VI

<i>Kossel, Albrecht</i> , Dr. med., o. Prof. der Physiologie . . .	15. 5. 95.
<i>Krehl, Ludolf</i> , Dr. med., o. Prof. d. inn. Medicin . . .	8. 11. 99.
<i>Küster, Ernst</i> , Dr. med. o. Prof. d. Chirurgie, Geh. Med.-Rath	4. 11. 91.
<i>Lahs, Heinrich</i> , Dr. med., a.o. Prof. der Gynäkologie . . .	13. 1. 75.
	(16. 2. 70.)
<i>Mannkopff, Emil</i> , Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rath	8. 5. 67.
<i>Marchand, Felix</i> , Dr. med., o. Prof. der path. Anat., Geh. Med.-Rath	28. 11. 83.
<i>Meyer, Hans</i> , Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie . . .	11. 3. 85.
<i>Meyer, Arthur</i> , Dr. phil., o. Prof. der Botanik	4. 11. 91.
<i>Melde, Franz</i> , Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rath	4. 5. 64.
	(12. 6. 60.)
<i>Nebelthau, Eberhard</i> , Dr. med., a.o. Prof. der inneren Med.	26. 4. 98.
	(15. 5. 95.)
<i>Ostmann, Paul</i> , Dr. med., a.o. Prof. der Otologie	13. 11. 95.
<i>Rathke, Bernhard</i> , Dr. phil., a.o. Prof. der Chemie	14. 3. 84.
<i>Schmidt, Ernst</i> , Dr. phil., o. Prof. der pharmaceut. Chemie, Geh. Reg.-Rath	11. 3. 85.
<i>Schottky, Friedrich</i> , Dr. phil., o. Prof. der Mathematik . . .	15. 5. 95.
<i>Tuczek, Franz</i> , Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie	15. 5. 95.
	(14. 3. 90.)
<i>Zincke, Theodor</i> , Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Geh. Reg.-Rath.	13. 1. 76.

B) Ausserordentliche.

<i>Bonhoff, Heinrich</i> , Dr. med., a.o. Prof. der Hygiene	8. 11. 99.
<i>Buchholz, Albert</i> , Dr., med, Priv.-Doc. der Psychiatrie . . .	8. 12. 97.
<i>Dietrich, Theodor</i> , Dr. phil., Prof., Director d. landwirthschaftl. Versuchsstation	15. 1. 96.
<i>v. Drach, Alhard</i> , Dr. phil., a.o. Prof. der Mathematik . . .	11. 7. 66.
<i>Enderlen, Eugen</i> , Dr. med., a.o. Prof. der Chirurgie	10. 2. 97.
<i>Fritsch, Paul</i> , Dr. phil., Prof., Priv.-Doc. der Chemie	24. 4. 96.
<i>Gadamer, Johannes</i> , Dr. phil., Priv.-Doc. d. pharmaceut. Chemie	9. 3. 98.
<i>Kühne, Fritz</i> , Privat-Docent der Gynäkologie	8. 2. 99.
<i>Kutscher, Friedrich</i> , Dr. med., Assistent am physiol. Institut	16. 2. 98.
<i>Lotz, Heinrich</i> , Dr. phil.	13. 12. 99.
<i>Meisenheimer, Johannes</i> , Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie	16. 2. 98.
<i>Noll, Alfred</i> , Dr. med.	16. 2. 98.
<i>Ochsenius, Carl</i> , Dr. phil., Consul a. D.	28. 6. 77.
<i>Plenge, Enriquez</i> , Dr. med., Assistent am physiol. Institut	17. 5. 99.
<i>Ransom, Frederick</i> , Dr. med.	7. 3. 99.
<i>Saxer, Franz</i> , Dr. med., Priv.-Doc. der path. Anat.	17. 11. 96.
<i>Schaum, Carl</i> , Dr. phil., Priv.-Doc. der Chemie	11. 8. 97.
<i>chenck, Rudolf</i> , Dr. phil., Priv.-Doc. d. Chemie Abtheilvorst. am chemischen Institut	11. 8. 97.

VII

<i>v. Schmidt, Carl</i> , Dr. phil., Prof. em. der Chemie	21. 3. 79.
<i>Schwantke, Arthur</i> , Dr. phil., Assistent am mineral. Institut	21. 6. 99.
<i>Tönniges, Carl</i> , Dr. phil. Assistent am zoolog. Institut . . .	16. 2. 98.
<i>Weidenmüller, Carl</i> , Dr. phil., Gymn.-Oberlehrer, Prof. . . .	14. 4. 82.
<i>Zumstein, Jacob</i> , Dr. med., Priv.-Doc. der Anatomie, Prof., 2. Prosector	16. 2. 98.

Auswärtige Mitglieder.*)

<i>Axenfeld, Theodor</i> , Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmologie, Rostock	(15. 1. 96.)
<i>Barth, Adolf</i> , Dr. med., a.o. Prof. der Otologie Leipzig . . .	4. 11. 91.
<i>Barth, Arthur</i> , Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig	(13. 11. 95.)
<i>Böhm, Rudolf</i> , Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Geh. Med.-Rath, Leipzig	20. 5. 81.
<i>Braun, Ferdinand</i> , Dr. phil., o. Prof. der Physik, Strassburg	(8. 2. 78.)
<i>Braun, Heinrich</i> , Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.- Rath, Göttingen	14. 3. 90.
<i>Brauns, Reinhard</i> , Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Giessen	(27. 1. 88.)
<i>v. Büngner, Otto</i> , Dr. med., Prof., Dir. d. Landkrankenh. Hanau	(1. 5. 92.)
<i>Busz, Carl</i> , Dr. phil., a.o. Prof. der Mineralogie, Münster . .	(19. 6. 95.)
<i>Debus, Dr. phil.</i> , Prof. Cassel	(16. 11. 59.)
<i>Dohrn, Rudolf</i> , Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath, Kiel	10. 2. 64.
<i>Falk, Ferdinand, August</i> , Dr. med., a.o. Prof. der Pharma- kologie, Kiel	28. 4. 75.
<i>Fraenkel, Karl</i> , Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle	4. 11. 91.
<i>Fürstenau, Eduard</i> , Dr. Phil., Stadtschulrath, Berlin	(25. 4. 60.)
<i>Goebel, Karl</i> , Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . .	27. 1. 88.
<i>Heine, Leopold</i> , Priv.-Doc. der Ophthalmologie, Breslau . . .	(18. 1. 99.)
<i>Hermann, Theodor</i> , Dr. phil., Hanau	(2. 7. 68.)
<i>v. Koenen, Adolf</i> , Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.- Rath, Göttingen	28. 4. 75.
<i>Küster Fr. Wilh.</i> , Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Klausthal . . .	(26. 7. 93.)
<i>Mannel, Gottfried</i> , Dr. med., Geh. Hofrath, Arolsen	(31. 8. 64.)
<i>Müller, Friedrich</i> , Dr. med., o. Prof. d. inn. Medicin, Basel	26. 7. 93.
<i>Pfannkuch, Wilh.</i> , Dr. med., pract. Arzt, Cassel	(17. 1. 72.)
<i>Pfeffer, Wilhelm</i> , Dr. phil., o. Prof. der Botanik, Geh. Hof- rath, Leipzig	(27. 4. 71.)
* <i>Philippi</i> , Dr. phil., Santiago (Chile.)	4. 11. 41.
<i>Plate, Ludwig</i> , Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie, Prof., Berlin	(27. 1. 88.)

*) Die mit einem * bezeichneten sind correspondirende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

VIII

<i>*Rehn, Joh. Heinrich</i> , Dr. med. San.-Rath, Frankfurt. a. M.	26. 11. 80.
<i>Rein, Johannes</i> , Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Geh. Reg.- Rath, Bonn	1. 12. 76.
<i>Rost, Eugen</i> , Dr. med., Hilfsarbeiter am Reichs-Gesundheits- amt, Berlin	(16. 2. 98)
<i>Rubner, Max</i> , Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Geh. Med.- Rath, Berlin	13. 1. 86.
<i>Rumpf, Theodor</i> , Dr. med., Prof., Dir. des neuen allgemeinen Krankenhauses, Hamburg-Eppendorf	14. 3. 90.
<i>Schell, Wilhelm</i> , Dr. phil., Prof. der Mathematik, Geh. Hof- rath, Karlsruhe	29. 4. 57. (13. 2. 56.)
<i>Schmidt-Rimpler, Hermann</i> , Dr. med., o. Prof. der Ophthal- mologie, Geh. Med.-Rath, Göttingen	15. 11. 71.
<i>Schneider, Justus</i> , Dr. med., San.-Rath, Dir. des Landkrankenh. Fulda	(12. 12. 66.)
<i>Schottelius, Max</i> , Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Freiburg. i B.	(11. 7. 79.)
<i>Siemens, Friedrich</i> , Dr. med., Geh. Med.-Rath, Dir. d. Landes- irrenanstalt Lauenburg i. P.	(19. 12. 79.)
<i>v. Sobieransky, Wenzel</i> , Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Lemberg	(19. 6. 95.)
<i>*Speck, Carl</i> , Dr. med., San.-Rath, Kreis-Physik., Dillenburg	5. 4. 71.
<i>Strahl, Hans</i> , Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Giessen	27. 1. 88. (14. 12. 80.)
<i>Study, Eduard</i> , Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Greifswald	(14. 3. 90.)
<i>Uthoff, Wilhelm</i> , Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmologie, Breslau	4. 21. 91.
<i>Weber, Heinrich</i> , Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rath, Strassburg	11. 3. 85.
<i>*Weiss, Otto</i> , Salinen-Director, Geh. Bergrath, Nauheim	(16. 5. 72.)
<i>Wernicke, Erich</i> , Dr. med., Prof., Director des hygien. Instituts in Posen	16. 2. 98. (10. 2. 97.)
<i>Wüllner, Adolf</i> , Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.- Rath, Aachen	(8. 12. 58.)

Der Vorstand.

F. Marchand, Vorsitzender. *O. v. Heusinger*, Ständiger Schriftführer.

Engerer Ausschuss.

E. Hess, Stellvertretender Vorsitzender, *M. Bauer*, *E. Kayser*.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

Nro. 1

Januar

1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 18. Januar 1899 sprach (mit Demonstrationen) Herr C. Tönniges:

**Zur Organbildung von *Paludina vivipara*
mit besonderer Berücksichtigung des Pericardiums, des Herzens
und der Niere.**

Diese vorläufige Mittheilung bildet die Fortsetzung des ersten Theiles meiner Untersuchungen über die Entwicklung von *Paludina vivipara*. Sie enthält die Differenzirung des mittleren Blattes und der aus ihm entstehenden Organe, des Pericards und des Herzens, fernerhin im Zusammenhang damit die der Niere und der Geschlechtsorgane.

Der im ersten Theil bereits eingehend beschriebene Ursprung des Mesoderms wurde nochmals nachuntersucht. Die Untersuchung ergab das gleiche, bereits früher festgestellte Resultat. Die Bildung der mittleren Schicht findet bei *Paludina vivipara* weder durch Auftreten von Urmesodermzellen noch durch Bildung eines von der Urdarmwand sich ausstülpenden Coelomsackes statt, sondern erfolgt kurz nach Ausbildung der Gastrula durch Auswanderung von Ektodermzellen an einer beschränkten Stelle der ventralen Wand des Embryos, welche der Verschlussstelle des Blastoporus entspricht. Die auf diese Weise sich bildende einheitliche, ventrale Mesodermmasse,

die den »Mesodermstreifen« der Autoren entspricht, löst sich kurze Zeit nach ihrer Bildung von vorn nach hinten vollständig auf, ohne dass es auch nur vorübergehend zur Bildung einer secundären Leibeshöhle gekommen wäre.

Paludina weist sowohl im Verlauf ihrer Furchung wie ihrer Organbildung, wie wir sehen werden, sehr ursprüngliche Verhältnisse auf, so dass es wahrscheinlich ist, dass auch der Ursprung des Mesoderms derartig aufgefasst werden muss. Wie Ziegler¹⁾ bereits erwähnt, braucht der ursprüngliche Verlauf der Mesodermbildung durchaus nicht durch Abfaltung von der Urdarmwand als Enterocoel entstanden zu sein, sondern man wird von allgemeinerem Standpunkte die Entstehung des mittleren Blattes auf die Einwanderung von Zellen am Blastoporusrande des Embryos zurückzuführen haben, woraus dann einerseits das Auftreten von Urmesodermzellen, andererseits die Enterocoelbildung abgeleitet werden kann. Im ersteren Falle geschieht die Bildung von Urmesodermzellen durch frühzeitige Sonderung derselben aus der Zone der Bildungszellen des Blastoporusrandes. Bei der Enterocoelbildung findet das umgekehrte Verhalten statt. Die zukünftigen Mesodermzellen bleiben länger als wie gewöhnlich im Zellverbände liegen, werden bei der Gastrulation mit eingestülpt und müssen, da sie sich erstens zahlreich vermehrt haben und zweitens im festen Zellverbände liegen, durch Abfaltung vom Urdarm aus entstehen. Organanlagen können z. B. häufig durch frühzeitige Sonderung einiger weniger Zellen gebildet werden. Um ein analoges Beispiel anzuführen, entsteht bei *Lumbricus* nach Wilson das Bauchmark aus zwei frühzeitig auftretenden Blastomeren, welche am Blastoporusrande unter das Ektoderm treten und in zwei nach vorn ziehende Zellstreifen auswachsen; gewöhnlich bildet sich bei den übrigen Annulaten dasselbe

1) Ziegler. Ueber den derzeitigen Stand der Cölofrage. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesellsch. 1898.

jedoch durch Auswanderung zahlreicher Ektodermzellen der späteren Embryonalstufen. Ein ähnliches Verhalten zeigt das Mesoderm bei *Paludina vivipara*. Es entsteht gewöhnlich in der Gruppe der Gastropoden durch frühzeitige Sonderung zweier Zellen, der sog. Urmesodermzellen. Bei *Paludina* bleiben diese Zellen länger im Zellverbände und rücken späterhin in grösserer Menge in die Furchungshöhle. Ich halte diesen Fall für primitiver, da auch, wie wir nachfolgend sehen werden, die weitere Differenzierung des Mesoderms als sehr ursprünglich bezeichnet werden muss.

Nachdem der Embryo sein Trochophorastadium durchlaufen und die typischen Molluskencharaktere wie Fuss- und Schalendrüse zur Entwicklung gebracht hat, beginnt die Anlage der Organe des sog. mittleren Blattes. Der Embryo hat durch ein, wenn auch geringes Wachsthum der hinteren Körperparthie, eine beinahe wurmförmige Gestalt angenommen, wenn auch an der Ventralseite der ziemlich stark entwickelte Fuss vorspringt. Am Vorderende liegt der Mund und am Hinterende genau in der Mittellinie, also noch vollständig symmetrisch, der After. Der Darm zieht als geradegestrecktes Rohr durch die primäre Leibeshöhle, deren Inneres von Mesenchymzellen durchsetzt ist. Auf diesem Stadium lassen sich im Hinterende des Embryos zwei Zellenanhäufungen in der Leibeshöhle unterscheiden. Sie liegen der Ektodermwand dicht an und entstehen, wie Schnitte beweisen, aus dieser durch Zellauswanderung. Es wiederholt sich also bei der Anlage dieser beiden Zellhäufchen genau derselbe Process der Zellauswanderung aus dem Ektoderm wie bei der Anlage des übrigen Mesoderms. Es ist auch in diesem Falle die der Verschlussstelle des Blastoporus entsprechende ventrale Ektodermschicht, die eine Organanlage ausbildet, welche in der weiteren Embryonalentwicklung von grosser Bedeutung werden wird. Aus ihr entsteht das Pericard mit seinen Derivaten, Herz, Niere und Genitalorganen. Sämmtliche Organe entstehen demnach ektodermal. Nun bildet sich, wie ich bereits nachgewiesen habe, auch das übrige Zellenmaterial der mittleren

Schicht, das sog. Mesenchym, aus dem Ektoderm und an der gleichen Stelle, wo sich jetzt die übrigen Organe, welche aus demselben entstehen, anlegen, so dass die gesammte Zellschicht, welche zwischen das äussere und innere Blatt zu liegen kommt, dem Ektoderm entstammt.

Aus meiner Darstellung ist ohne Weiteres zu ersehen, dass von einem Mesoderm im Sinne der Autoren bei *Paludina* nicht gesprochen werden kann, und ich komme durch meine Untersuchungen zu demselben Resultat, zu dem schon vor einer Reihe von Jahren P. Sarasin¹⁾ gelangt ist, welcher bei *Bythinia tentaculata* die mittlere Schicht des Embryos aus Wucherungen des Ektoderms entstehen lässt. Da *Bythinia* eine nahe Verwandte von *Paludina* ist, so gewinnt der bei beiden Formen übereinstimmende Ursprung der mittleren Schicht sehr an Wahrscheinlichkeit.

In den beiden beschriebenen Zellhaufen tritt secundär eine Höhlung auf, welche sich beim Wachsthum der beiden Bläschen stark vergrössert. Wie in der Anlage bereits der rechts vom Enddarm gelegene Zellhaufen der grössere war, so übertrifft auch sein Lumen das des linken Säckchens. Dagegen scheint die Wandung des letzteren in den meisten Fällen dicker und die Aneinanderlagerung der Zellen eine dichtere zu sein. Schliesslich kommt es durch dieses Grössenwachsthum zu einer Berührung der Bläschenwände unterhalb des Darmes, wodurch der Eindruck eines ventralen Mesenteriums hervorgerufen wird. Die Wände der beiden Bläschen werden beim Wachsthum derselben stark verdünnt, so dass ihr Epithel plattenförmig wird. Trotzdem bleibt ihre Abgrenzung gegen die primäre Leibeshöhle des Embryos eine vollkommene. Die beiden sich berührenden Wände der Bläschen verschmelzen weiterhin miteinander, so dass ein ventrales Septum zur Ausbildung kommt. Der rechte Cölomsack zeigt die Tendenz den Darm zu umwachsen, und ein

1) P. Sarasin. Entwicklungsgeschichte der *Bythinia tentaculata*. Arb. aus d. zool.-zootom. Inst. zu Würzburg Bd. VI. 1883.

Querschnitt durch dieses Stadium erinnert, wenn der Vergleich gezogen werden darf, lebhaft an einen Querschnitt durch einen Anneliden, wenn ich von dem Fehlen des Bauchmarkes und der Gefässe absehe. Die beiden Bläschen lassen noch ein weiteres interessantes Verhalten erkennen, indem in jedem an der ventralen Wand eine Verdickung des Epithels bemerkbar ist. Diese beiden Verdickungen sind die Anlagen der Nieren, von denen jedoch nur die rechte zur definitiven Ausbildung kommt, während die linke im Laufe der Entwicklung rückgebildet wird. Zwei Einbuchtungen der Mantelhöhle wachsen diesen Nierenanlagen entgegen, eine definitive rechte, welche sich weiter vertieft und schliesslich mit der Niere in Verbindung tritt und eine kleinere linke, welche, wie die rudimentäre linke Niere sich späterhin zurückbildet. Es sind die beiden durch ektodermale Einstülpung entstehenden Nierenausführungsgänge.

Die Anlage zweier Nieren, welche bekanntlich bei ursprünglichen Prosobranchiern, bei den Diotocardiern *Haliotis*, *Patella*, *Fissurella* etc. zur definitiven Ausbildung kommt, weist uns darauf hin, dass wir in der Organogenese von *Paludina* sehr ursprüngliche Verhältnisse vor uns haben. Damit stimmt der jedenfalls auch sehr einfache Bildungsmodus des Mesoderms und die Anlage des Pericards in Gestalt zweier Säckchen sehr gut überein. *Paludina* scheint daher, wenn wir annehmen, dass sie als Süsswasserform in ihrer Entwicklung eine rückgebildete Form darstellt, in anderer Beziehung einen ursprünglichen Modus der Entwicklung bewahrt zu haben. Die Veranlassung dazu könnte in der intrauterinen Entwicklung, mit dem Verlust des Nahrungsdotters verbunden, gesucht werden. Die Furchung ist nahezu aequal (wie bei *Chiton* etc.), und die Mesodermbildung verläuft, wie wir gesehen haben, auf sehr ursprüngliche Weise.

Aehnliche Bildungen, wie die von *Paludina* beschriebenen, finden wir in der Entwicklung mancher Anneliden. Bei *Lumbricus* erfolgt nach Wilson die Anlage der Nephridien durch die sog. Nephroblasten, Polzellen, welche am Hinterende des Embryos unter das Ektoderm in die Furchungshöhle rücken

und zu beiden Seiten der ventralen Mittellinie liegen. Sie liefern das Bildungsmaterial für die Nephridien, indem sie sich zu zwei nach vorn ziehenden Zellenreihen entwickeln. Diese Nephridialreihen differenzieren sich von vorn nach hinten. Die vordersten Säckchen gehen als larvale Gebilde zu Grunde, während die hinteren sich zu definitiven Nephridien ausbilden.

Auffallend übereinstimmende Vorgänge treten in der Entwicklung von *Paludina* auf. Es findet eine gleiche Einwanderung von Zellen am Hinterende des Embryos statt, wodurch die Anlage zweier solider Zellhaufen entsteht. Darauf bildet sich in beiden ein Hohlraum aus. Zu beiden Seiten des Enddarmes entstehen zwei ektodermale Einstülpungen, die Anlagen der beiden Nierenausführungsgänge. Dass diese beiden so entstandenen Gebilde als Nephridien zu betrachten und dass sie mit den gleichen Organanlagen der Anneliden und Mollusken zu vergleichen sind, erscheint sehr begründet.

Man sieht, dass diese Befunde mit den früher von v. Erlanger gewonnenen sehr übereinstimmen, und ich möchte dieses besonders betonen im Hinblick darauf, dass die von mir gegebene Darstellung von der Entstehung des Mesoderms von derjenigen v. Erlangers sehr verschieden ist. Trotzdem stimmen unsere Befunde der späteren Stadien sehr gut überein, was sich auch aus der folgenden Darstellung meiner Ergebnisse zeigen wird.

Ich habe bereits hervorgehoben, dass die beiden Urnieren im Vorderende des Gastropodenembryos, welche zumeist in gleicher Weise als gegen die primäre Leibeshöhle geschlossene Zellwucherungen oder Einstülpungen vom Ektoderm aus zu entstehen scheinen, in ihrer Anlage ebenfalls ein paar, wenn auch embryonale Nephridien sind und den embryonalen oder provisorischen Rumpfnephridien der Annulaten entsprechen würden. Auch bei *Paludina* gehen die Urnieren als larvale Organe zu Grunde.

Die beiden Coelomsäcke mit ihren Nierenanlagen gehen jetzt ihrer definitiven Bestimmung als Pericardium entgegen. Das

Septum wird von vorn nach hinten rückgebildet, wodurch ein einheitlicher Hohlraum zur Ausbildung kommt. Die Uebereinstimmung des Coeloms mit dem der gegliederten Würmer schwindet mehr und mehr, und es treten Differenzirungen in der Entwicklung des Organs auf, welche seine definitive Bestimmung als Herzbeutel zur Geltung bringen. Nur noch einmal bei der Entstehung der Geschlechtsdrüse aus dem Pericardialepithel werden wir Gelegenheit haben, die Verwandtschaftsbeziehungen der Gastropoden zu den gegliederten Würmern zu betonen.

Ausserlich bringt der Embryo seine Molluskencharaktere immermehr zur Ausbildung. Die Grössenzunahme des Fusses fällt besonders ins Auge. Der hintere Theil des Embryos wird durch die starke Entwicklung der Leber bruchsackartig nach aussen gedrängt, wodurch der After eine Verschiebung nach vorn erleidet. Die Schale hat mit der Vergrösserung der Fläche, welche sie bedeckt, gleichen Schritt gehalten und ist ebenfalls beträchtlich grösser geworden.

Die Niere ist auf diesem Stadium bereits als kleine Ausbuchtung des Pericardiums deutlich zu erkennen und der ekto-dermale Ausführungsgang nahezu mit ihr in Verbindung getreten.

Wir betrachten jetzt die auftretende Anlage des Herzens. Die dorsale Wand des Pericardialsackes lässt eine deutliche, rinnenförmige Einfaltung sowohl am Totalpräparat wie auf Schnitten erkennen. Es ist die Anlage des Herzens. In Uebereinstimmung mit dem v. Erlanger'schen Resultat ergibt demnach die Untersuchung, dass das Pericardium vor der Bildung des Herzens entsteht und dieses sich als Einbuchtung und nicht als Verdickung der dorsalen Pericardialwand anlegt.

Ich hebe dieses Verhalten aus dem Grunde besonders hervor, weil nach neueren Untersuchungen an *Limax max.* (Meisenheimer) bei diesem Gastropoden das Herz zuerst gebildet wird und das Pericardium secundär durch Abspaltung von seiner Wandung entsteht.

Aeltere Embryonen lassen eine Einschnürung an der Herzfalte erkennen, wodurch die Trennung von Vorhof und Kammer eintritt. Die Wand der Kammer ist stärker ausgebildet als die des Vorhofs. Der Herzschlauch steht infolge seiner rinnenförmigen Bildung, auch nachdem sich die Rinne längs zum Rohre geschlossen hat, an seinen beiden Enden mit der primären Leibeshöhle in direkter Verbindung. Die Hohlräume, welche an beiden Enden im Mesenchym als Spalträume auftreten, müssen ihrer späteren Funktion gemäss, einmal als Aorta bei der Kammer, dann als Anlage der Kiemenvene des Vorhofes aufgefasst werden. Durch Verbindung der einzelnen Spalträume des mesenchymatischen Gewebes entsteht das Gefässsystem als eine vom Herzen und Pericardium vollständig getrennte Anlage.

Die Beobachtungen, welche über die Entwicklung des Nervensystems gemacht wurden, stimmen mit denen v. Erlangers vollständig überein. Diese gleichen wieder den Untersuchungen, welche an *Limax max.* von Annie P. Henchman und Meisenheimer angestellt worden sind. Ihnen steht die Arbeit F. Schmidts über das Nervensystem der Pulmonaten mit den gleichen Resultaten zur Seite. Der Ursprung des gesamten Nervensystems ist demnach auf das äussere Keimblatt zurückzuführen. Die Cerebralganglien entstehen durch zwei scharf von einander geschiedene Ektodermwucherungen, die sich erst secundär durch eine Commissur vereinigen. Ausserdem entstehen sie durch Delamination und nicht, wie die gleichen Ganglien von *Limax max.* durch Einstülpung. Ebenfalls getrennt von den Cerebral- und Pedalganglien, mit denen sie sich nachträglich vereinigen, bilden sich die Pallialganglien etwas ventral in der Nähe des Velums. Die Pedalganglien sind vor den Pallialganglien aufgetreten und zwar werden sie, wie v. Erlanger richtig beobachtete, angelegt, nachdem die Otolithenblasen bereits durch ektodermale Einstülpungen entstanden sind.

Ungefähr auf dem gleichen Stadium, wo die Anlage der Pallialganglien bemerkbar ist, bilden sich um den Oesophagus

in der Nähe der Radula die Buccalganglien. Sie entstehen aus der Wand des ektodermalen Vorderdarmes. In der Nähe des vorderen Mantelrandes treten bedeutend später als die erwähnten Ganglienpaare der vorderen Körperparthie die Intestinalganglien auf. v. Erlanger hebt hervor, dass die Anlage dieser beiden Ganglien eine vollständig symmetrische sei. Ich kann dasselbe bestätigen, da thatsächlich die neugebildeten Ganglien ventralwärts zu beiden Seiten des Darmes liegen und erst späterhin durch die Torsion des Hinterendes des Embryos verschoben werden. Schliesslich bleibt noch die Entstehung des Visceralganglions zu erwähnen übrig, welches als letztes aller Ganglien zur Anlage kommt. Es bildet sich, vom Epithel der Mantelhöhle entspringend, zwischen dieser und der Pericardialwand.

Die Anlage sämtlicher Ganglien geschieht demnach in der von v. Erlanger angegebenen Weise, und ich verweise betreffs weiterer Ausführungen auf die Publikation desselben.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass thatsächlich die Anlage sämtlicher Ganglien allmählich von vorn nach hinten erfolgt. Weiterhin ist mir die von v. Erlanger erwähnte Thatsache aufgefallen, dass sowohl Kommissuren wie Konnektive, hauptsächlich die der Pedalganglien, einen starken Ganglienzellenbelag tragen.

Von den Sinnesorganen entstehen Augen und Otocysten durch ektodermale Einstülpungen. Das Spengel'sche Organ ist bereits auf sehr jungen Stadien als wulstförmige Verdickung der Mantelhöhle bemerkbar.

Ich konnte feststellen, dass die Kerntheilung der Nuchalzellen auf directem Wege (amitotisch) erfolgt. Dieses Verhalten spricht mit dafür, dass wir in ihnen degenerirende Zellen vor uns haben.

Die Entstehung der Genitalorgane erfolgt bei *Paludina* bedeutend frühzeitiger als bei anderen daraufhin untersuchten Gastropoden. Velum und Urniere sind noch vorhanden. Letztere steht sogar auf der Höhe ihrer Ausbildung, wenn die dorsale Wand des Pericardiums eine kleine Ausstülpung erkennen lässt.

Sie kommt nahezu einer Wucherung gleich, da ihr Lumen sehr gering ist. Diese Ausstülpung ist die Anlage der Keimdrüse. Das Plattenepithel des Pericardiums hat sich an der betreffenden Stelle stark verdickt. Die Ausstülpung schnürt sich sehr bald von der Wand des Herzbeutels ab und liegt dann als kleine geschlossene Blase zwischen den Mesenchymzellen der primären Leibeshöhle. Der Geschlechtsausführungsgang entsteht, getrennt von der Keimdrüse, durch eine ektodermale Einstülpung aus der ventralen Wand der Mantelhöhle.

Die Annahme v. Erlangers, dass die Geschlechtsdrüse in der ursprünglich linken Hälfte des Pericardiums entsteht, ungefähr an der Stelle, wo sich die rudimentäre linke Nierenanlage befunden hat, ist mir beim Studium dieser Verhältnisse ebenfalls sehr wahrscheinlich geworden, obgleich ein direkter Beweis für diese Ansicht natürlich nicht erbracht werden kann. Thatsächlich entsteht auch der Geschlechtsausführungsgang an der Stelle, wo der zurückgebildete linke Nierenausführungsgang vorhanden war, so dass auch diese Annahme, dass der erstere aus dem letzteren hervorgegangen ist, sehr viel für sich hat.

Durch diese von v. Erlanger gemachte und von mir bestätigte Beobachtung, dass die Keimdrüse aus dem Pericardium entsteht, wird bestätigt, dass thatsächlich das Pericardium als secundäre Leibeshöhle aufzufassen ist. Dass damit die Geschlechtsdrüse dasselbe Verhältniss zeigt wie die Geschlechtsorgane der Anneliden zum Peritoneum des Coeloms, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Die Annahme, dass die Mollusken durch diese in meiner Untersuchung geschilderten Verhältnisse eine grössere Verwandtschaft zu den Anneliden als Plathelminthen zeigen, wird hierdurch weiterhin unterstützt (siehe Lehrb. von Korschelt und Heider, pag. 1163).

In derselben Sitzung (18. Januar 1899) gab Herr C. Tönniges einen

**Nachtrag zu den Untersuchungen
über die feineren Bauverhältnisse von *Opalina ranarum*.**

Zell- und Kerntheilung.

Nachdem ich am 13. Juli 1898 in der Sitzung der Gesellschaft die Resultate meiner Untersuchungen über die feineren Bauverhältnisse von *Opalina ranarum* im Anschluss an die Demonstrationen der darauf bezüglichen Präparate kurz vorgetragen hatte, sehe ich mich jetzt in der Lage, meine damaligen Ausführungen durch einen Nachtrag, welcher im Wesentlichen die Kern- und Zelltheilung der *Opalina ranarum* umfasst, zu ergänzen. Dadurch wird ein gewisser Abschluss in der Kenntniss der Bauverhältnisse der ausgebildeten Form erreicht und andererseits die Brücke gegeben, um das Verständniss für das Verhalten bei der Conjugation und Cystenbildung zu erleichtern.

Eine nahezu unbegrenzte Theilungsfähigkeit ist eine bemerkenswerthe Eigenschaft von *Opalina ranarum*. Obgleich auch den übrigen Opalinenarten ein hohes Maass von Theilungsfähigkeit zukommt, so kann es doch nicht annähernd mit dem unserer Art in Vergleich gesetzt werden. Es war anfangs mein Bestreben, eine gewisse Gesetzmässigkeit unter den mannigfaltigen Theilungsvorgängen aufzufinden, aber je längere Zeit der Beobachtung ich ihnen schenkte, um so mehr verschwanden die künstlichen Grenzen, welche ich anfangs aufstellen zu können glaubte, und ein allgemeiner Zusammenhang sämtlicher Theilungsvorgänge machte sich bemerkbar. Durch reichhaltiges Arbeitsmaterial war mir die Möglichkeit gegeben, nicht nur alle Uebergänge zwischen einer direkten Quer- und Längstheilung, sondern auch den Zusammenhang dieser mit einem als Knospung aufzufassenden Vorgang aufzufinden.

Obgleich die Opalinen ausserhalb ihres Wirthes nicht sehr lange (zwei bis drei Tage) am Leben erhalten werden können, so ist es doch möglich, die Theilungen, welche nicht

sehr lange Zeit in Anspruch nehmen, direkt unter dem Mikroskop zu beobachten. Fernerhin ist es möglich, aus reichem Material eine Anzahl Theilungsstadien herauszusuchen und durch Vergleichung derselben sich den Theilungsprocess zu combinieren. Beide Methoden wurden benutzt, um den Vermehrungsprocess durch Theilung und Knospung zur Anschauung zu bringen.

Theilungen finden sich ununterbrochen Winter und Sommer, sowohl während des freien Lebens wie auch während des Winterschlafes der Frösche, so dass die Vermuthung Nussbaum's, dass die Theilungen der Opalinen während des Winterschlafes ruhen möchten, nicht zutrifft, sondern die Vermehrung das ganze Jahr hindurch andauert, wenn sie auch bei Beginn des Frühlings und im Verlaufe des Sommers infolge der besseren Ernährung des Wirthes eine mannigfaltigere ist als zur Zeit des Winterschlafes.

Kurz vor der Laichperiode, sobald die Frösche ihr Landleben aufgegeben haben und ins Wasser gehen, findet eine Aenderung im Verlaufe der Theilungen unseres Parasiten statt. Die Theilstücke wachsen nicht wieder zu der Grösse des ursprünglichen Thieres heran, sondern theilen sich selbst ununterbrochen weiter, bis die Theilstücke schliesslich so klein geworden sind, dass mitunter nur noch 3—4 Kerne in ihnen liegen. Dann beginnen sie, sich unter rotierenden Bewegungen zu encystieren. Ich habe die Encystierung dieser kleinen Opalinentheilstücke Schritt für Schritt verfolgt und habe mich überzeugt, dass vom Zeitpunkt der Verkleinerung an bis zur Encystierung keine Vorgänge auftreten, welche an eine Conjugation oder ähnliche Prozesse erinnerten.

Nach der Encystierung, welche anfangs Frühjahr bei Beginn der Laichperiode der Frösche stattfindet, werden die Cysten von den letzteren, sobald sie ins Wasser gehen, ausgestossen und müssen von Kaulquappen aufgenommen werden, um sich in deren Darm zu freien Opalinen entwickeln zu können. Das Schicksal der Cysten innerhalb des Kaulquappendarmes werden wir im zweiten Theil der Untersuchung verfolgen, da es uns

hier darauf ankommt, den Lebenscyclus der Opalinen innerhalb des Rectums des ausgewachsenen Frosches festzustellen, und zwar aus folgenden Gründen:

Conjugationen sind bislang bei *Opalina ran.* nicht gefunden worden, obgleich diese Art daraufhin mehrfach untersucht worden ist. Längstheilungen wurden dagegen wiederholt beschrieben (Zeller, Nussbaum), und Bütschli sprach daher in seinem Protozoenwerk die Vermuthung aus, dass die betreffenden Längstheilungen höchstwahrscheinlich Conjugationen der *Opalina* seien. Meine Untersuchung, welche sich über den Zeitraum von mehreren Jahren erstreckt, richtete sich demnach darauf, festzustellen, ob überhaupt bei erwachsenen Opalinen Conjugationen vorkommen; ob die sogen. Längstheilungen dann als solche aufzufassen seien, und ferner, ob überhaupt Längstheilung bei diesem Infusor festzustellen ist.

Trotz der mehrjährigen Beobachtung ist mir niemals unter den Opalinen, welche sich im Rectum erwachsener Frösche befanden, Conjugation derselben zu Gesicht bekommen, so dass ich wohl die Ueberzeugung aussprechen kann, dass sie bei mehrkernigen Formen dieses Parasiten überhaupt nicht auftritt.

Während der Encystierung verschmelzen die wenigen Kerne des encystierten Thieres unter sehr bemerkenswerthen Erscheinungen, die ich im zweiten Theil dieser Untersuchung behandeln werde, und die so entstandenen einkernigen Individuen conjugiren nach Verlassen der Cyste innerhalb des Kaulquappendarmes.

Darauf folgend beginnt eine lebhafte Vermehrung der jungen Opalinen, welche, wie die der erwachsenen Thiere, durch Quer- und Längstheilung sowie Knospung erfolgt. Zwischen diesen drei Vermehrungsvorgängen sind lückenlose Uebergänge vorhanden, so dass alle schliesslich auf einen einheitlichen Process zurückgeführt werden können.

Sehr häufig sind Quertheilungen, wie wir sie von den meisten übrigen Infusorien kennen. Entweder an einer Seite des Thieres oder auch an beiden zugleich tritt eine Contraction

des Plasmas auf, die schliesslich zu einer kleinen Einbuchtung des Randes führt, wodurch der Theilungsprocess sichtbar eingeleitet ist. Theilungen der Kerne, welche derjenigen des Plasmas vorangingen, und im bemerkbaren Zusammenhang mit der letzteren ständen, wurden nicht beobachtet. Die Kerne theilen sich beliebig; vor, während und nach der Theilung des Thieres habe ich Kerntheilungsfiguren angetroffen. Die erwähnte Einschnürung am Rande der sich theilenden *Opalina* vertieft sich mehr und mehr. Schliesslich hängen die beiden Theilstücke nur noch durch eine dünne Plasmabrücke zusammen. Bald gewinnen beide Hälften Eigenbewegung, drehen und wenden sich nach verschiedenen Richtungen, und schliesslich reisst der verbindende Plasmafaden durch. Die Zeitdauer der Theilung schwankt. Mitunter habe ich vollständige Quertheilungen im Verlaufe einer Stunde beobachtet; andere dagegen dauerten wieder bedeutend länger. Das Grössenverhältniss der Thiere steht in keiner Beziehung zur Theilung. Grosse und kleine Opalinen theilen sich in gleicher Masse. Die Theilungsfläche ist häufig unregelmässig gezackt, jedoch werden diese plasmatischen Fortsätze kurz nach der Theilung eingezogen.

Beide Theilstücke sind nicht immer gleich gross, und dieser Grössenunterschied kann so weit gehen, dass das Mutterthier nach dem Vermehrungsprocess noch in seiner Gestalt erkennbar bleibt, wodurch der Übergang zur Knospung vermittelt ist. Knospen können an einer beliebigen Stelle, jedoch immer nur am Rande der blattförmigen *Opalina ranarum*, auftreten. Ihre Form und Grösse ist eine ausserordentlich mannigfaltige.

Wichtig für unsere Auffassung sind die regelmässig vorkommenden Längstheilungen. Ich habe sie, wie aus meiner ausführlichen Arbeit zu ersehen sein wird, in grossen Mengen verfolgt, so dass es nicht zweifelhaft sein kann, dass wir in ihnen thatsächlich Theilungen und keine Conjugationen vor uns haben.

Wie überhaupt bei Theilungen von Infusorien sogen. Epidemien auftreten, so macht auch *Opalina* als Parasit davon keine

Ausnahme. Der grössere Theil der im Rectum des Frosches schmarotzenden Opalinen findet sich häufig in Quer-, häufig in Längstheilung. Übergänge zwischen Quer- und Längstheilung, sogen. schiefe Theilungen, deren Ebene in der Richtung der Körperstreifung verläuft und höchst wahrscheinlich durch diese bedingt wird, sind häufig. Ebenso wurden Dreifachtheilungen u. s. w. beobachtet.

Die Durchschnürung bei der Theilung kann auch in der Mitte des Thieres beginnen und nicht nur an den Randparthien. Es bildet sich in der Mitte eine Contractionsstelle des Plasmas aus, wodurch schliesslich eine Öffnung entsteht. Durch spaltförmiges Auswachsen derselben geht die Theilung vor sich. Sobald die Encystierung ihren Anfang nimmt, verläuft die Theilung, auf die kein Wachsthum der Sprösslinge folgt, in anderer Weise als wie in der soeben beschriebenen. Ein Individuum bildet zu gleicher Zeit eine ganze Anzahl von Theilstücken.

Betreffs aller Einzelheiten muss auf die demnächst erscheinende ausführliche Arbeit verwiesen werden.

Opalina ranarum besitzt bekanntlich eine Anzahl von Kernen, welche natürlich je nach der Grösse des Individuums stark schwankt. Die Kerne liegen ausschliesslich im Endoplasma. Im vorderen Körperende des Thieres sind sie dichter zusammengedrückt, was im Verhältniss zu dem engeren Plasmanetz desselben zu stehen scheint. Der ruhende Kern lässt einen deutlich wabigen Bau seiner Struktur erkennen. Das Chromatin liegt in Gestalt kleiner und kleinster Körnchen in den Knotenpunkten des achromatischen Gerüsts. Ausserdem kommen im Kerne gröbere, intensiv gefärbte Körper vor, welche ihren späteren Verhalten bei der Theilung nach, als Nucleolen bezeichnet werden müssen. Sie liegen zumeist peripher der Kernwand an. Eine Membran im eigentlichen Sinne des Wortes vermögen wir am Kerne nicht zu unterscheiden, sondern die äusserste Schicht des Achromatingerüsts scheint sich durch stärkere Einlagerungen von Chromatin zur festeren Begrenzung des Kernes umgewandelt zu haben. Sie würde also ein ähnliches Verhalten zeigen, wie

wir es bereits für die Pellicula nachzuweisen vermochten, welche ebenfalls nur durch Festerwerden der äussersten protoplasmatischen Wabenschicht zu einer abschliessenden Membran geworden ist.

Die äusserste Kernwabenschicht, wenn wir sie so bezeichnen wollen, stellt ein gleichsam durchbrochenes Gitterwerk dar, in dem die Lückenräume von achromatischer Substanz ausgefüllt werden, welche wohl einen Austausch von Substanzen zur Ernährung des Kernes, aber niemals eine Vermischung der Plasma- und Kernmasse zulassen.

Der Theilungsprocess der Mehrzahl der Kerne muss unzweifelhaft als ein mitotischer angesehen werden, obgleich hin und wieder auch an Kernen, die sich nicht in bemerkbarer Weise von den übrigen unterscheiden liessen, Amitose festgestellt wurde.

Die Bildung von Chromosomen, das Vorhandensein und deutliche Hervortreten der achromatischen Fasern, wie die nachfolgende Aufreihung der Chromosomen auf dieselben lassen keinen Zweifel aufkommen, dass wir thatsächlich eine indirekte Kerntheilung vor uns haben.

Die Einleitung der Veränderungen, welche der Kern im Verlauf seiner Theilung erleiden wird, ist in der Längsstreckung desselben gegeben, wodurch die Kugel zur Eiform wird. Zu gleicher Zeit findet eine Veränderung des Chromatins statt, welche zu der Umbildung desselben in Fäden führt. Da die Chromatinkörnchen in den Knotenpunkten des Achromatingerüstes liegen, so ist es wahrscheinlich, dass durch die Längsstreckung der Kernwaben auch das eingelagerte Chromatin die Gestalt kleiner Stäbchen annimmt. Zwischen den schwachgeschlängelten Chromatinstäbchen ist die netzig-wabige Anordnung des achromatischen Gerüstes immer noch deutlich nachweisbar. Eine weitere Stütze dieser Ansicht liegt in der Form der Fäden selbst, welche in der Mitte verdickt und an den beiden Enden spitz ausgezogen erscheint.

Wie wir bereits hervorgehoben haben, lagen im ruhenden Kerne die grösseren Mengen des Chromatins peripher, und so

ist es erklärlich, dass es hauptsächlich die peripheren achromatischen Fasern sind, welche die Hauptmasse desselben in sich bergen, während das Zentrum der Spindel chromatinärmere Partien aufweist.

Die Nucleolen bleiben im ganzen Verlauf der Theilung erhalten, und das gleiche Verhalten zeigt die Kernmembran, welche fortlaufend scharf hervortritt. In vielen Fällen verschmelzen die Nucleoli eines sich theilenden Kernes, wenn sie in der Mehrzahl vorhanden sind, um sich dann ebenfalls zu theilen. Dieses Verhalten der Nucleolen kann jedoch nicht als konstant angesehen werden.

Ich möchte besonders hervorheben, dass nicht nur die Kernmembran während des ganzen Verlaufes der Theilung keine Veränderung erleidet, sondern auch die Plasmaschicht, welche den sich in Theilung befindlichen Kern umgiebt. Es treten weder Strahlungen im Plasma auf, noch nimmt es sonst irgendwie sichtbaren Antheil an der Theilung. Wir haben in der mehrkernigen *Opalina ranarum* ein deutliches Beispiel vor uns, dass die Kerntheilung (Karyokinese) ohne Beihülfe des Plasmas stattfinden kann und die aktive Kraft, welche den Process der Kernzerschnürung vollführt, im Kerne selbst vorhanden sein muss.

Ein entsprechendes Verhalten haben wir bei der Zelltheilung gefunden, bei welcher ebenfalls eine Theilung ohne sichtbare Mitwirkung der Kerne eintrat. Es konnte mit Sicherheit festgestellt werden, dass Centrosomen oder auch nur Anklänge an dieselben in Gestalt ähnlicher Bildungen nicht auftreten. Dieses Verhalten hat jedoch nur Gültigkeit für die Kerntheilung der erwachsenen *Opalina*. Ob andere Verhältnisse bei jugendlichen Individuen auftreten können, wird man aus dem zweiten Theil dieser Arbeit ersehen.

Verfolgen wir den weiteren Verlauf der Kerntheilung, so geht das beschriebene ellipsoide Stadium durch Zuspitzung seiner beiden Pole in eine längsgestreckte Form über. Auf diesem Stadium findet man den Nucleolus sehr häufig in Theilung.

Bislang lagen die Chromosomen, in der Längsrichtung des Kernes angeordnet, vollständig regellos vertheilt im Kerninnern. Die Pole zeigten freilich stets ein wenig chromosomenärmere Parthien.

Die Chromosomen werden durch die Zuspitzung der beiden Pole des Kernes nach der Mitte desselben gedrängt, wodurch das Bild einer Aequatorialplatte zu Stande kommt. Es ist jedoch niemals eine vollkommen regelmässig ausgebildete Aequatorialplatte. Trotzdem ich eine grosse Anzahl von Kerntheilungsfiguren zu Gesicht bekommen habe, war dieses Stadium verhältnissmässig selten, so dass möglicherweise seine Bildung sehr schnell vorüberzugehen scheint. Immerhin genügten die Untersuchungen, um erkennen zu lassen, dass die Chromatinschleifen in der Längsrichtung der Kernaxe gelagert, sich in der Mitte des Kernes ansammelten, ohne die regelmässige Anordnung zu einer typischen Aequatorialplatte erkennen zu lassen.

Eine Spaltung der Chromosomen habe ich im ganzen Verlauf der Theilung nicht feststellen können, obgleich daraufhin die entsprechenden Stadien mit starken Systemen (Zeiss: Apochr. 2 mm, Aper. 1,40 u. Comp. Ocul. 18) untersucht wurden.

In Verbindung mit der ungenügenden Ausbildung der Aequatorialplatte steht das Fehlen typischer Tochterplatten. Verfolgen wir daraufhin die Theilung weiter, so beginnt bald eine Veränderung im ganzen Habitus des Kernes einzutreten. Die beiden Pole werden stumpfer und die Chromosomen beginnen unregelmässig auf den achromatischen Fasern zu liegen, wodurch eine Auflösung der Aequatorialplatte erfolgt. Wenn dieser Process weiter vorgeschritten ist, so machen bei geringen Vergrösserungen die beiden auseinandergerückten Chromatinhälften den Eindruck von Tochterplatten. Bei stärkerer Vergrösserung und genügendem Vergleichsmaterial ist indessen nachweisbar, dass diese beiden Chromatinhälften nicht den Namen „Tochterplatten“ verdienen.

Nachdem die „Aequatorialplatte“ sich getheilt hat, entsteht durch eine Einschnürung des Kernes im Centrum desselben die

Hantelfigur. Dieses Stadium ist eines der häufigsten, da die sich bildenden beiden Tochterkerne längere Zeit durch einen Verbindungsfaden im Zusammenhang bleiben.

Es erfolgt die vollständige Zerschnürung des Kernes und damit die Bildung zweier Tochterkerne. Wie ich schon erwähnt habe und nochmals hervorheben möchte, geht die Theilung des Kernes ohne Schwinden der Kernmembran und ohne Auftreten von Centrosomen und Strahlensystemen des Plasmas durch Auseinanderrücken der Kernhälften bis auf einen feinen, scheinbar nur aus der Kernmembran bestehenden Faden vor sich. Dieser reisst schliesslich durch und es kommt zur Bildung zweier Tochterkerne, welche durch die streifige Anordnung ihrer chromatischen Substanz und durch die sich einander zukehrenden feinen Spitzen des zerrissenen Verbindungsfaden noch längere Zeit als Theilungsstadien kenntlich sind. Die Streifung der Tochterkerne verliert sich bald darauf, und die Kerne kehren, indem das Chromatin wieder in die Knotenpunkte des Kernnetzes einrückt, in das Ruhestadium zurück.

Auf das Vorkommen der direkten Theilung, welche gelegentlich vorkommen kann, habe ich bereits hingewiesen.

Wir haben den soeben beschriebenen Vorgang der Kerntheilung bei *Opalina ranarum* als Mitose bezeichnet. Indessen erscheinen uns manche Stadien derselben in ihrem Verlaufe so unvollendet und nur mehr wie in der Anlage begriffen, dass wir diese Kerntheilung als Zwischenstufe von Mitose und Amitose auffassen müssen. Indessen überwiegen die Charaktere der Mitose, so dass wir aus diesem Grunde diese Bezeichnung für den Kerntheilungsprocess von *Opalina ranarum* gewählt haben.

In derselben Sitzung vom 18. Januar 1899 sprach Herr Hans Meyer über:

Eine Theorie der Alkoholnarcose.

Mit Alkoholnarcose ist hier die narcotische Wirkung aller zur pharmakologischen Gruppe des Alkohols gehörigen Stoffe wie des Aethers, Chloroforms, Chloralhydrats, Sulfonals etc. gemeint. Trotz grosser Verschiedenheit in Constitution, Reactionsfähigkeit, Consistenz etc. zeigen alle diese Substanzen die gleiche Grundwirkung; obschon dieser Umstand von vornherein gegen eine directe Abhängigkeit ihrer Wirkung vom chemischen Bau spricht, ist doch seitens der modernen Erklärungen das Hauptgewicht auf die Anwesenheit ganz bestimmter Atomgruppen (z. B. C_2H_5 , Cl, Br, J u. s. w.) in den Anaestheticis als Ursache ihrer Wirkung gelegt worden. Das Unzureichende solcher Erklärungen liegt auf der Hand, zumal eine grosse Zahl hierhergehöriger Narcotica überhaupt keine Kohlenwasserstoffgruppen oder Halogene enthalten, und viele von ihnen wie z. B. die gesättigten Kohlenwasserstoffe chemisch kaum angreifbar sind.

Der Zusammenhang aller dieser Stoffe muss daher auf anderem Gebiete gesucht werden und ist es auch bereits durch von Bibra und Harless (1847), die die Fähigkeit der verschiedenen Anaesthetica Fette zu lösen als Ausschlag gebend bezeichneten, eine Vorstellung, die später von anderen Gesichtspunkten aus durch Hermann (1866) etwas modificiert wieder aufgenommen, wenn auch nicht weiter ausgeführt ward. In neuerer Zeit hat Pohl (1893) durch Bestimmung der quantitativen Vertheilung des Chloroforms im Thierkörper eine Unterlage für diese Hypothese zu gewinnen gesucht z. Th. auch mit positivem Erfolg, ohne jedoch einen bestimmten Schluss daraus zu ziehen.

Eine mit der von Bibra-Hermannschen verwandte, wenn schon dem ersten Anschein nach davon ganz verschiedene Erklärungsweise hat R. Dubois (1896) gegeben: Verdrängung

von Wasser aus dem Protoplasma durch Chloroform, Aether u. s. w.; ich will darauf hier nicht näher eingehen. Einen richtigen Kern enthält auch das von Richet (1893) aufgestellte Gesetz, dass bei den Anaestheticis der Wirkungsgrad umgekehrt proportional sei der Löslichkeit in Wasser. In dieser Form ist das Gesetz aber falsch (man vergleiche nur Methylurethan mit Chloralhydrat, Sulfonal mit Trional u. A. m.); durch Combination aber mit der von Bibra'schen These, dass die Wirkung um so stärker sei je leichter die Substanz in Fetten sich löse, gewinnt man den richtigen gesetzmässigen Ausdruck, der lautet:

- 1) Die relative Stärke der Anaesthetica ist abhängig von dem Theilungscoefficienten, der ihre physikalische Vertheilung in einem Gemisch von Wasser und Fett (sc. fettähnlichen Stoffen, Lecithinen etc.) bestimmt;

daraus ergibt sich als Folgerung:

- 2) Es müssen überhaupt alle indifferenten Stoffe, die für Fette (Lecithine etc.) löslich sind, sofern sie resorbiert werden und im Protoplasma sich verbreiten können, narcotisch wirken.

Beide Sätze sind der experimentellen Prüfung zugänglich. Zunächst ward eine grosse Reihe von indifferenten Stoffen auf die Richtigkeit des zweiten Satzes geprüft, und zwar:

Die Chlorhydrine;

Die Essigester des Glycerins (Acetine);

Der Glycerinaether;

Die Amide der Fettsäuren (Formamid, Acetamid, Propionamid, Butyramid, Lactamid, Oxybuttersäureamid);

Die Amide der aromatischen Säuren (Benzamid, Salicylamid und etwa 12 andere).

Bei allen diesen Substanzen traf die Voraussetzung ohne Ausnahme ein. Der einzige von den genannten Körpern, der

gar nicht narcotisch wirkt, ist das Formamid; und dieses ist gerade der einzige von allen, der in Fetten nicht löslich ist.

Ich habe dann die Wirkungsstärke von einer grösseren Zahl der Anaesthetica nach dem geringsten molecularen Concentrationsgrad bestimmen lassen, der zur Erzeugung bestimmter Narcosensymptome eben noch ausreicht und habe dann damit die auf experimentellem Wege gefundenen Theilungscoefficienten verglichen, die sich aus der Vertheilung der betreffenden Substanzen in einem Gemisch von Wasser und reinem Olivenöl ergaben.

	Wirksame Mol.- Concentration	Theilungs- Coefficient
Tetronal	0,0013	4,04
Trional	0,0018	4,46
Butylchloralhydrat	0,0020	1,59
Bromalhydrat	0,0020	0,66
Sulfonal	0,006	1,11
Triacetin	0,010	0,30
Diacetin	0,015	0,23
Chloralhydrat	0,020	0,22
Aethylurethan	0,040	0,14
Monoacetin	0,050	0,06
Methylurethan	0,40	0,04

Die Uebereinstimmung der Reihenfolge in beiden Columnen ist fast vollständig und jedenfalls, mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Bestimmungsfehler, namentlich der Wirkungsstärke, gross genug, um die Wahrscheinlichkeit auch des ersten der beiden Sätze zu erweisen.

Die Gesellschaft hat am 18. Januar 1899 Herrn Magnus Gustav Retzius in Stockholm zum Ehrenmitglied und Herrn Dr. Leopold Heine, Privatdocenten für Augenheilkunde an hiesiger Universität, zum ausserordentlichen Mitglied erwählt.

Aufgelegte Schriften:

- Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg.
Nürnberg 1898.
- Mitteilungen des Vereins für Erdkunde in Halle a. S. 1898.
Halle 1898.
- Sitzungsberichte des Lotos in Prag. N. F. Bd. XVI, XVII.
Prag 1896/97.
82. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden.
Emden 1898.
- Sitzungsber. der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie
in München. XIV. Heft 1 und 2. München 1898.
- Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz.
Bd. 22. Görlitz 1898.
- Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 51.
Wiesbaden 1898.
- Leopoldina, Heft XXXIV, No. 7—11.
- VIII. Bericht des Vereins für Naturkunde in Fulda.
Fulda 1898.
- Korrespondenzblatt des Naturforscher - Vereins zu Riga XLI.
Riga 1898.
- Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Regensburg.
Heft VI. Regensburg 1898.
- Verein für Naturkunde zu Krefeld. Jahrg. III. Krefeld 1898.
- Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 71, Heft 1, 2 und 3.
Leipzig 1898.
- Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher
Kenntnisse in Wien. Bd. 38. Wien 1898.
- Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt 1898.
No. 9—15.
- Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel.
Bd. XII, Heft 1. Basel 1898.
- Jones florae Germanicae et Helveticae. Tom. 23. Dec. 11/12.
- Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 295, Rendiconti
Vol. VII, fasc. 2—12. Anno 296, Rendiconti Vol. VIII, fasc. 1.
Roma 1898/99.
- Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche.
Ser. 3, Vol. IV, fasc. 6, 7, 12. Napoli 1898.

- Annali delle facolta Medicina di Perugia. Vol. X, fasc. 1.
Perugia 1898.
- Stavanger Museums Aarsberetning 1897. Stavanger 1898.
- Von der Koninkl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam:
Verslagen Deel VI. Jaarboek 1897. Verhandelingen Deel VI,
No. 1—5; Deel VII, No. 1 und 2. Amsterdam 1897/98.
- Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersburg.
Ser. V, Tom. VII, No. 3—5; Tom. VIII, No. 1—4.
St. Petersburg 1898.
- Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou
1898. No. 1.
- Memoirs of the Manchester Philosophical Society. Vol. 42,
Part. IV und V. Manchester 1898.
- Journal and Proceedings of the Royal Society of New South
Wales. Vol. XXXI. Sydney 1898.
- Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XXXII,
No. 6—8, Annual Report 1897/98. Cambridge 1898.
- Bulletin of the New York public Library. Vol. II, No. 1 u. 7—11.
New York 1898.
- Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXXVII,
No. 157 and Transactions Vol. XIV, Part. II und III.
Philadelphia 1898.
- Bulletin of the Buffalo Society of natural Sciences. Vol V,
No. 1—5; VI, No. 1. Buffalo 1886/98.
- Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. 28,
No. 6—12 and Memoirs: Vol. 5, Nr. 3. Boston 1897/98.
- Smithsonian: Report 1895. Miscellaneous Collections, Vol. 37.
38. 40, 1090, 1125. Contributions to Knowledge 1126.
Washington 1898.
- Proceedings of the Academy of Natural Sciences 1898. Part. I
und II. Philadelphia 1898.
- Bulletin 9, 10, 11, 50 of U. S. Department of Agriculture.
Report of the Secretary of Agriculture. (3 Exemplare) 1898.
Washington 1898.
- Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. XI.
Madison 1898.
-

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

N^{ro.} 2

Februar

1899

Die wissenschaftliche Sitzung vom 8. Februar 1899 eröffnet der Director Herr Marchand mit ehrenden Gedenkworten für:

Carl Friedrich Claus †.

Die Gesellschaft hat ein hochverdientes ehemaliges ordentliches Mitglied, den emeritirten Professor der Zoologie, Dr. Carl Friedrich Claus in Wien durch den Tod verloren. Er starb am 18. Januar d. J., 66 Jahre alt. Claus war zu Cassel geboren; er studirte in Marburg und Giessen und habilitirte sich im Jahre 1858 zu Marburg, ein Jahr später in Würzburg für Zoologie. Bereits nach einem Jahre wurde er ausserordentlicher Professor in Würzburg, und sodann 1863 als ordentlicher Professor nach Marburg berufen, wo er bis 1870 wirkte. Von hier ging Claus nach Göttingen, im Jahre 1873 nach Wien. Vor einigen Jahren legte er seine Professur nieder.

Unserer Gesellschaft gehörte der Verstorbene seit dem 8. December 1858 als ausserordentliches, seit dem 10. April 1864 als ordentliches Mitglied an. Claus hat eine grosse Anzahl Untersuchungen über Anatomie und Entwicklung niederer Thiere publicirt und ist in weiteren Kreisen besonders durch sein sehr geschätztes und verbreitetes Lehrbuch der Zoologie bekannt geworden.

Sodann sprach Herr Prof. K o s s e l über:

Protamine.

Wie der Vortragende früher dargethan hat, bilden die Protamine eine Gruppe chemischer Verbindungen, welche bei ihrer Spaltung Hexonbasen liefern. Diese Spaltungsprodukte wurden zunächst aus dem Sturin, dem Protamin des Störspermas erhalten und die bei diesen Untersuchungen benutzten Methoden auf andere Protamine (Clupein resp. Salmin) übertragen. Da die Methoden zum Nachweis des Lysins und zur Trennung des noch ungenügend bekannten Histidins vom Arginin recht unvollkommen waren, und nur als Nothbehelf betrachtet werden konnten, hat der Verfasser sich bemüht, die früheren Resultate mit besseren Hilfsmitteln nachzuprüfen.

Eine bessere Methode zum Nachweis des Lysins ergab sich aus dem Verhalten des Pikrats dieser Base, welches sich leicht rein in krystallisirtem Zustand darstellen lässt und in Alkohol nur wenig löslich ist. Auch die Prüfung auf Histidin konnte vollkommener gestaltet werden durch Anwendung der von H e d i n beschriebenen Silberverbindung, welche auf Zusatz von Ammoniak zu der mit Silbernitrat versetzten Lösung der Base ausfällt.

Bei Anwendung dieser Prüfungsmittel zeigte sich, dass aus dem Salmin (bez. Clupein) kein Histidin und kein Lysin entsteht, wohl aber entstehen diese Basen aus dem Sturin. Hingegen bildet sich aus Clupein ein Körper von der Zusammensetzung einer Amidovaleriansäure ($C_5 H_{11} NO_2$).

Herr Dr. Kurajeff hat im hiesigen physiologischen Institut aus den Spermatozoen der Makrele (*Scomber spec.*) ein Protamin dargestellt, welches sich im Wesentlichen wie Salmin resp. Clupein verhielt und bei der Zersetzung mit siedender Schwefelsäure weder Histidin noch Lysin ergab.

In derselben Sitzung (8. Februar 1899) sprach Herr Karl Schaum über:

Die Änderungen des Gefrierpunktes.

Die krystallisierte und die flüssige (amorphe) Phase eines Körpers können nur bei einer bestimmten Temperatur, bei dem Gefrierpunkt, koexistieren; es ist dies diejenige Temperatur, bei welcher die beiden Phasen gleichen Dampfdruck haben; demgemäss ist der Gefrierpunkt graphisch durch den Schnittpunkt (S) der Dampfdruckkurven für die krystallisierte (kr) und die flüssige Phase (fl) gegeben (Fig. I). Die graphische Darstellung lässt erkennen, dass eine Änderung des Gefrierpunktes nur bei gleichzeitiger Verschiebung einer oder beider Dampfdruckkurven möglich ist.

I. Änderung des Gefrierpunktes durch Änderung des äusseren Druckes.

Die Änderung des Gefrierpunktes (dT) durch Änderung des äusseren Druckes (dp) erfolgt nach der Formel

$$\frac{dT}{dp} = \frac{T(V - V')}{r},$$

in welcher T die absolute Temperatur des Gefrierpunktes, V resp. V' die spezifischen Volumina der flüssigen resp. der krystallisierten Phase und r die Schmelzwärme bedeutet. $V - V'$ ist bei fast allen Körpern positiv, eine Erhöhung des äusseren Druckes hat demnach ein Steigen des Gefrierpunktes zur Folge. Das Wasser macht eine bemerkenswerte Ausnahme; da das spezifische Volumen desselben im krystallisierten Zustand grösser ist, als im flüssigen, wird $\frac{dT}{dp}$ negativ, d. h. der Gefrierpunkt des Wassers sinkt durch Druckerhöhung. Die notwendige Vorbedingung zur Änderung des Gefrierpunktes ist, wie schon gesagt wurde, eine Verschiebung der Dampfdruckkurven; daraus ergibt sich, dass der Dampfdruck einer Substanz bei konstanter Temperatur eine Funktion des auf der Substanz lastenden Druckes ist, dass also Wasser bei 0° unter dem Druck von

1 Atmosphäre einen anderen Dampfdruck besitzen muss, als unter einem Druck von 100 Atmosphären. Diese Abhängigkeit des Dampfdrucks vom äusseren Druck hat wohl ihren Grund in der Abhängigkeit der »aktiven Masse« eines Körpers von dem äusseren Druck; dieselbe ist um so grösser, je stärker der Körper durch den auf ihm lastenden Druck komprimiert ist. Die beiden Kurven kr und fl werden also durch Druckerhöhung nach oben verschoben werden, d. h. der Schnittpunkt S wird in das oberhalb des Kurvensystems $flSkr$ gelegene Gebiet ver-

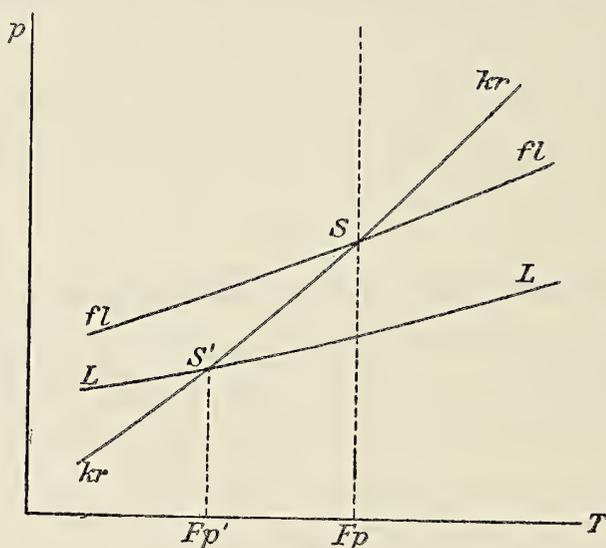


Fig. I.

legt werden, und zwar bei den meisten Körpern rechts von der Ordinate Fp , beim Wasser links von derselben liegen. Die sachgemässe Darstellung müsste in einem dreiaxigen Koordinatensystem erfolgen.

II. Änderung des Gefrierpunktes durch Anwesenheit gelöster Stoffe.

Wenn eine oder beide Phasen durch Anwesenheit eines gelösten Stoffes ihren Charakter als chemische Individuen verlieren, so muss sich der Gefrierpunkt ändern.

A. Der fremde Stoff ist nur in einer Phase löslich.

Von dem wenig wahrscheinlichen Fall, dass der fremde Stoff nur in der krystallisierten, nicht aber in der flüssigen Phase

löslich ist, wollen wir zunächst absehen. Was für eine Änderung des Gefrierpunktes tritt ein, wenn ein fremder Körper in der flüssigen Phase gelöst ist? Aus der Lösung scheidet sich die reine krystallisierte Phase bei derjenigen Temperatur aus, bei welcher ihr Dampfdruck gleich ist dem Partialdruck des Lösungsmittels in der Lösung. Nach dem Grundgesetz für die Lösungen (auf gasförmige Lösungen, d. h. Gasgemische hat dasselbe keine Anwendung) ist der Partialdruck einer Substanz in einer Lösung stets kleiner als ihr Dampfdruck im reinen Zustand. Die Kurve für den Partialdruck des Lösungsmittels (L , Fig. 1) in einer Lösung verläuft daher stets unterhalb der Dampfdruckkurve des reinen Lösungsmittels; der Schnittpunkt S' der beiden Kurven kr und L liegt links von der Ordinate Fp , d. h. der Gefrierpunkt sinkt durch Anwesenheit eines gelösten Stoffes in der flüssigen Phase. Es muss genau beachtet werden, dass nur der Partialdruck des Lösungsmittels in Betracht kommt, nicht etwa der gesamte Dampfdruck der Lösung, welcher sehr wohl grösser sein kann, als der des reinen Lösungsmittels, wie bei einer Lösung von Alkohol in Wasser. Die Dampfdruckkurve des Alkohol-Wassergemisches liegt oberhalb der des reinen Wassers; der Schluss, dass der Gefrierpunkt des Gemisches höher sei, als der des Wassers, ist natürlich falsch, da das beim Gefrierpunkt herrschende Gleichgewicht nur durch die Gleichheit des Dampfdruckes des Eises und des Partialdruckes des Wassers bedingt wird.

Der schon erwähnte wenig wahrscheinliche Fall, dass der fremde Stoff nur in der krystallisierten Phase löslich ist, würde, wie leicht mit Hilfe graphischer Darstellung ersichtlich, eine Erhöhung des Gefrierpunktes bedingen.

Die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung einer Lösung von bekannter Konzentration kann der chemischen Forschung ausserordentliche Dienste leisten. Nach dem Raoult'schen Gesetz besitzen nämlich verdünnte äquimolekulare Lösungen, d. h. Lösungen, welche auf gleiche Mengen desselben Lösungsmittels solche Gewichtsmengen verschiedener Substanzen

enthalten, die im Verhältnis ihrer Molekulargewichte stehen, gleiche Gefrierpunktserniedrigung; man ist daher im Stande, aus der beobachteten Gefrierpunktserniedrigung Δ einer $p\%$ igen Lösung das Molekulargewicht m der gelösten Substanz nach der Formel

$$m = E \frac{p}{\Delta}$$

zu berechnen, in welcher E die »molekulare Gefrierpunktserniedrigung« für das angewandte Lösungsmittel bedeutet, d. h. die Erniedrigung, welche eine Grammolekel in 100 Gramm des Lösungsmittels gelöst bedingen würde (falls auf eine solche Lösung das Raoult'sche Gesetz noch Anwendung fände). Diese Konstante lässt sich mittels einer löslichen Substanz von bekannten Molekulargewicht experimentell bestimmen, sowie aus der Schmelzwärme des Lösungsmittels rechnerisch ermitteln.

a) Gefrierpunktserniedrigung durch künstlichen Zusatz löslicher Stoffe.

Aus dem Gesagten ist leicht ersichtlich, welches vortreffliche Mittel zur Bestimmung des Molekulargewichtes von Elementen und Verbindungen wir in der leicht ausführbaren Messung der Gefrierpunktserniedrigung besitzen.

b) Gefrierpunktserniedrigung durch freiwillige Bildung löslicher Stoffe.

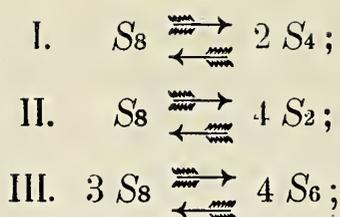
Eine Erniedrigung des Gefrierpunktes kann auch ohne künstlichen Zusatz eines Stoffes dadurch zu Stande kommen, dass sich freiwillig in der Flüssigkeit eine lösliche Substanz bildet. Dies wird vornehmlich bei chemisch-isomeren hylotropen Körpern eintreten, d. h. bei Körpern, welche befähigt sind, im flüssigen (ebenso wie im gelösten oder dampfförmigen) Zustand sich direkt durch metamere Umlagerung oder durch Polymerisation (resp. Dissoziation) bis zum Eintritt eines Gleichgewichtszustandes in einander umzuwandeln. Schmilzt man eine

derartige Substanz, so muss der Gefrierpunkt allmählich sinken, falls die Herstellung des Gleichgewichtes nicht allzuschnell erfolgt. Man wird durch geeignetes Verfolgen der allmählichen Gefrierpunktserniedrigung demnach im Stande sein, die Reaktionsgeschwindigkeit der metameren Umwandlung zu bestimmen; bei polymeren Umwandlungen kann man auch, wie weiter unten gezeigt werden soll, das Verhältnis der Molekulargewichte der polymeren Formen ermitteln.

a) Gefrierpunktserniedrigung durch metamere Umwandlung habe ich noch nicht untersucht, doch hoffe ich bald an geeigneten Beispielen Versuche anstellen zu können. Die Ergebnisse werden vielleicht für das Tautomerieproblem von Nutzen sein¹⁾.

b) Gefrierpunktserniedrigung durch polymere Umwandlung hat schon vor längeren Jahren *Gernez* am Schwefel beobachtet. Er fand, dass der Gefrierpunkt des Schwefels davon abhängig ist, auf welche Temperatur der flüssige Schwefel erhitzt worden war, und schreibt die Erniedrigung des Gefrierpunktes sachgemäss der Bildung einer neuen Schwefelmodifikation zu, welche im gewöhnlichen flüssigen Schwefel gelöst bleibt. Die neue Modifikation ist nach der unzweifelhaft richtigen Auffassung von *Gernez* identisch mit dem sogenannten amorphen Schwefel, der bekanntlich durch Erhitzen des gewöhnlichen Schwefels und Beseitigen der krystallisierten Form durch Behandeln mit CS_2 erhalten wird. Im experimentellen Anhang wird gezeigt werden, dass die Umwandlung des gewöhnlichen Schwefels in den amorphen jedenfalls eine Dissoziation ist; da nun der Schwefel im gelösten Zustand die Molekel S_8 besitzt, wollen wir vorläufig annehmen, dass ihm im Schmelzfluss die gleiche Molekulargrösse zukommt; alsdann wären folgende Dissoziationsgleichungen in Betracht zu ziehen:

1) Von *Bancroft* und seinen Schülern ist das Verhalten von Gemischen stereoisomerer Formen beim Erstarren untersucht worden. *The Journ. of Phys. Chem.* Bd. 2.



die den drei Gleichungen entsprechenden Reaktionsgeschwindigkeiten wären folgende:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & \frac{dx}{dt} = k(A-x) - k'(B + 2x)^2; \\ \text{II.} \quad & \frac{dx}{dt} = k(A-x) - k'(B + 4x)^4; \\ \text{III.} \quad & \frac{dx}{dt} = k(A-x)^3 - k'(B + \frac{4}{3}x)^4; \end{aligned}$$

wenn A und B die zur Zeit 0 vorhandenen molekularen Mengen von gewöhnlichen und amorphen Schwefel, x die nach Verlauf der Zeit t umgewandelte Menge des gewöhnlichen Schwefels bedeutet. Die rechnerische Durchführung der Gleichungen II und III wird ihre Schwierigkeit haben; falls sie gelingt, wird sich entscheiden lassen, welcher Dissoziationsgleichung die Schwefelumwandlung entspricht, und damit wäre das bisher nicht bestimmbare Molekulargewicht des amorphen Schwefels, oder — falls dem flüssigen Schwefel nicht das Molekulargewicht S_8 zukäme — doch wenigstens das Verhältnis der beiden Molekulargewichte ermittelt. Die molekulare Gefrierpunktserniedrigung des Schwefels lässt sich aus der Schmelzwärme berechnen; A , B und x lassen sich demnach unter Annahme desjenigen Molekulargewichts für den amorphen Schwefel, welcher der betreffenden in Betracht kommenden Gleichung entspricht, nach der Raoult'schen Formel finden.

B. Der fremde Stoff ist in beiden Phasen löslich.

Vermag sich der fremde Stoff nicht nur in der flüssigen, sondern auch in der krystallisierten Phase des Lösungsmittels zu lösen, so scheidet sich beim Gefrierpunkt nicht reines Lösungsmittel, sondern eine krystallisierte (feste) Lösung aus.

Vornehmlich ist dies der Fall bei isomorphen Körpern, d. h. bei solchen Stoffen, welche innerhalb mehr oder weniger weiter Grenzen Mischkrystalle mit kontinuierlich variabler Zusammensetzung zu bilden vermögen. Viele isomorphe Substanzen vermögen in allen Verhältnissen zusammenzukrystallisieren.

Wollen wir die Änderungen des Gefrierpunktes für den Fall, dass eine feste Lösung auskrystallisiert, diskutieren, so müssen wir in Betracht ziehen, ob der gelöste Stoff einen so kleinen Dampfdruck in den Lösungen zeigt, dass er demjenigen des Lösungsmittels gegenüber vernachlässigt werden kann. Alsdann würden in Fig. III die Kurven, welche den allein massgebenden Partialdrucken des Lösungsmittels entsprechen, unterhalb denjenigen des Lösungsmittels liegen. Erleidet der Dampfdruck der krystallisierten Phase eine stärkere Erniedrigung als derjenige der flüssigen Phase, so steigt der Gefrierpunkt, wie eine entsprechende Vervollständigung der graphischen Darstellung zeigen würde. Ist das Umgekehrte der Fall, so sinkt der Gefrierpunkt. Werden die Dampfdrucke beider Phasen um den gleichen Betrag erniedrigt, so bleibt der Gefrierpunkt konstant.¹⁾

Darf jedoch der Dampfdruck des gelösten Stoffes gegenüber demjenigen des Lösungsmittels nicht vernachlässigt werden, und das wird bei isomorphen Mischungen häufig der Fall sein, so haben wir die Lösungen als flüchtige Gemische aufzufassen, d. h. als Systeme, aus denen gleichzeitig beide Stoffe verdampfen. Die alsdann aus der flüssigen Lösung sich abscheidende feste Lösung muss nicht nur gleichen Dampfdruck wie jene haben, sondern es müssen auch die Partialdrucke des nämlichen Komponenten in beiden Lösungen gleich sein, weil sonst kein Gleichgewicht herrschen könnte. Die graphische Darstellung liefert uns das in Fig. II gegebene Bild. *A_{kr}* und *A_{fl}* sind die Kurven für die Partialdrucke des Stoffes *A* in der krystallisierten und

1) Vgl. G. Bodländer, Über feste Lösungen. Neues Jahrb. f. Mineralogie 1898, pag. 70.

in der flüssigen Lösung; ebenso sind B_{kr} und B_{fl} die Kurven für die Partialdrucke des Stoffes B in den beiden Lösungen. Die Kurve für die Gesamtdrucke der krystallisierten Lösung L_{kr} und für die flüssige Lösung L_{fl} sind additiv durch die einzelnen Partialdrucke bestimmt. Beispielsweise ist der Gesamtdampfdruck ad beim Gefrierpunkt gleich $ac + ab$.

Wollen wir den Gefrierpunkt einer flüssigen isomorphen Mischung, die als flüchtiges Gemisch betrachtet werden muss,

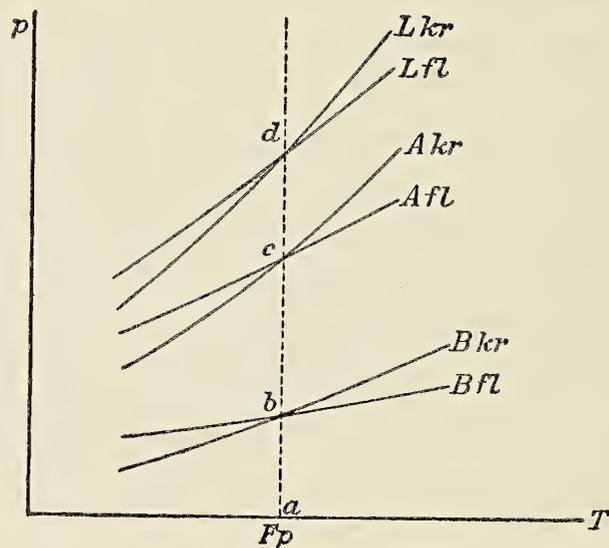


Fig. II.

graphisch darstellen, so haben wir, wie aus dem Gesagten hervorgeht, die Kurven für die Gesamtdrucke der beiden Lösungen in das Koordinatensystem einzutragen. Welche Lage werden diese Kurven zu denjenigen für das reine Lösungsmittel einnehmen?

Für flüchtige Gemische gilt — wenigstens innerhalb des Gebietes der verdünnten Lösungen — nach Nernst¹⁾ die Beziehung, dass der gesamte Dampfdruck der Lösung kleiner ist, als der des Lösungsmittels, wenn die Konzentration des gelösten Stoffes in der Lösung (C) grösser ist als die Konzentration desselben im Dampf (C_1), wenn also $\frac{C_1}{C} < 1$. Ist $\frac{C_1}{C} > 1$, so

1) Nernst, Z. phys. Chem. 8, 124 (1891).

ist der Gesamtdampfdruck grösser als der des Lösungsmittels. Ist $\frac{C_1}{C} = 1$, so ist der Dampfdruck der Lösung gleich dem des Lösungsmittels.¹⁾ In all diesen Fällen ist, wie nochmals betont werden mag, der Partialdruck jedes Komponenten in einer Lösung kleiner, als desselben im reinen Zustand; ebenso ist auch die Partiallöslichkeit jedes Komponenten einer isomorphen Mischung (auch eines Doppelsalzes) geringer, als die des Stoffes im reinen Zustand.

Man wird annehmen dürfen, dass $\frac{C_1}{C} > 1$ ist, wenn der Dampfdruck des gelösten Stoffes im reinen Zustand beim Gefrierpunkt des Lösungsmittels ziemlich gleich oder grösser ist, als dessen Dampfdruck, dass dagegen $\frac{C_1}{C} < 1$, wenn der Druck des Lösungsmittels bedeutend grösser ist, als der des zu lösenden Stoffes.

Die Fig. III lässt erkennen, dass zur Verschiebung des Gefrierpunktes S in das Gebiet a eine Erhöhung beider Dampfdruckkurven, zur Verschiebung in das Gebiet b eine Erniedrigung derselben erforderlich ist. (Eine Verschiebung in die Gebiete c und d würde eine ungleichartige Änderung der beiden Kurven erfordern; die eine müsste nach oben, die andere nach unten verschoben sein). Liegt der Gefrierpunkt des zu lösenden Stoffes beispielsweise bei x , so ist der Dampfdruck desselben beim Gefrierpunkt des Lösungsmittels höchstwahrscheinlich grösser, als dessen Dampfdruck; daher wird der Gefrierpunkt S in das Gebiet a verschoben werden; analog werden die Dampfdruckkurven einer verdünnten Lösung von S in x unterhalb derjenigen von x verlaufen. Das Umgekehrte wird eintreten, wenn isomorphe Gemische der Körper S und y in Frage kommen. Ob eine Erhöhung oder eine Erniedrigung des Gefrierpunktes stattfindet,

1) Ostwald, Lehrb. d. allg. Chem. 2. Aufl. II, 2; pag. 589.

hängt, wie schon oben besprochen, von dem Verhältnis der Dampfdruckänderung der festen und der flüssigen Lösung ab.

Die Schmelzpunkte von isomorphen Gemischen wechselnder Zusammensetzung liegen wie Küster¹⁾ gezeigt hat, falls die Gefrierpunkte der reinen Stoffe nicht weit von einander entfernt sind, auf einer von der die beiden Gefrierpunkte verbindenden Graden nicht stark abweichenden Kurve. Liegen dagegen die Schmelzpunkte der reinen Substanzen sehr weit auseinander, so

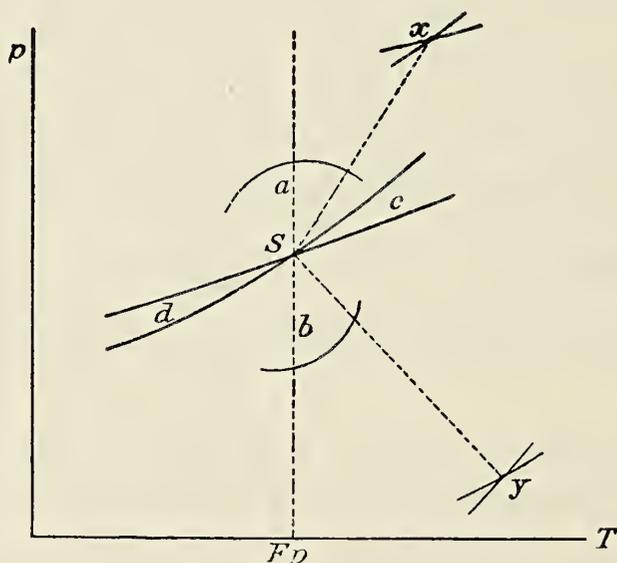


Fig. III.

ist nach Garelli²⁾ und Bruni³⁾ die Abweichung der Gefrierpunktskurve von der graden Linie eine recht beträchtliche.

Anhang.

Experimentelle Untersuchungen über die Umwandlung des Schwefels durch Erhitzen.

Die allmähliche Erniedrigung des Gefrierpunktes am Schwefel habe ich verfolgt, indem ich schnell geschmolzenen, reinen Schwefel im Beckmann'schen Apparat ohne Luftmantel in ein

1) Z. phys. Chem. 8, 584 (1891).

2) Gazz. chim. 1894. II, 263.

3) Gazz. chim. 1898. II, 322.

Glycerinbad von konstanter Temperatur tauchen liess und von Zeit zu Zeit möglichst rasch in einem anderen Bad von geeigneter Temperatur unter Anwendung eines Luftmantels den Gefrierpunkt dieser Schwefelmenge bestimmte. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt :

T = 121,4.				T = 131,1.				T = 140,6.			
t.	Fp.	t.	Fp.	t.	Fp.	t.	Fp.	t.	Fp.	t.	Fp.
0	118,7	0	118,75	0	118,5	0	118,2	0	117,5	0	118,0
13	118,1	7	118,5	11	118,1	10	117,75	12	116,25	8	117,2
30	117,8	23	118,05	24	117,4	19	117,25	25	115,15	19	116,0
54	117,3	42	117,5	39	116,7	30	116,85	44	113,8	30	115,2
77	116,9	58	117,1	62	115,9	45	116,3	64	112,9	45	114,3
110	116,45	83	116,7	77	115,4	64	115,85	88	112,15	63	113,3
144	115,9	103	116,4	93	115,2	85	115,1	113	111,7	75	112,9
185	115,55	121	116,2	109	114,85	—	—	∞	111,6	—	—
285	114,75	143	116,05	136	114,2	—	—				
415	113,95	182	115,5	∞	112,5	—	—				
∞	113,55	—	—								

Unter Fp. sind die nach t Minuten (vom Moment des Einstellens in das Glycerinbad an gerechnet) beobachteten Gefrierpunkte verzeichnet. Die Tabelle zeigt, dass die Reaktionsgeschwindigkeit mit steigender Temperatur sehr stark zunimmt; ferner ist ersichtlich, dass der Gleichgewichtszustand von der Temperatur abhängig ist, dass also (nach thermodynamischen Gesetzen) die sich abspielende Reaktion mit Wärmetönung verbunden ist, und zwar dass sie, da mit steigender Temperatur eine Verschiebung des Gleichgewichtszustandes zu Gunsten des amorphen Schwefels erfolgt, eine thermonegative (endotherme) ist. Wir können daher mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass es sich bei diesem Vorgang um eine Dissoziation handelt.

Der Gefrierpunkt im Glycerin- oder Wood'schen Metallbad stark erhitzten Schwefels wurde in der Weise bestimmt, dass derselbe an der Luft möglichst rasch abgekühlt und dann in das Bad mit Luftmantel getaucht wurde. Bei diesen Versuchen machte ich eine interessante Wahrnehmung. Bekanntlich wird

der Schwefel bei höherer Temperatur (bei meinen Versuchen bei zirka 168°) sehr plötzlich so zäh, dass man den Rührer nur noch schwer bewegen kann. Bei diesem Zähwerden beobachtete ich ein starkes Fallen des im Schwefel befindlichen Thermometers, obgleich die Temperatur im Heizbad in schnellem Steigen begriffen war; das Thermometer sank beispielsweise von 168,0 auf 166,3; von 168,6 auf 166,8; von 167,8 auf 166,8, um dann wieder zu steigen; es findet demnach bei dieser Temperatur eine Umwandlung beträchtlicher Mengen des gewöhnlichen Schwefels in eine isomere Form statt. Bei sinkender Temperatur geht die Rückwandlung mit grosser Geschwindigkeit vor sich; bei zirka 155° ist der Schwefel wieder völlig dünnflüssig, auch liegt der Gefrierpunkt des auf zirka 170° erhitzten Schwefels nicht viel unter dem auf zirka 140° erhitzten. Lässt man nun den Schwefel ganz erstarren, so sinkt zunächst die Erstarrungstemperatur allmählich wegen der zunehmenden Konzentration der Lösung; denn beginnt sie — bei gleichzeitig fallender Badtemperatur — zu steigen, um nach Erreichung eines Maximums wieder zu sinken, wie folgende Tabelle zeigt:

T in Schmelz-			T in Schmelz-		
t	fluss	T in Bad	t	fluss	T in Bad
0	110,8	105	10	110,7	97,5
2	110,5	104	10,5	110,8	97
4	110,3	103	11	110,85	96,8
6	110,2	101	13	110,7	96
8	110,3	100	17	110,1	93,5
8,5	110,6	98	—	—	—

Das Steigen der Temperatur im erstarrenden Gemisch wird wohl auf die freiwerdende Polymerisationswärme zurückgeführt werden müssen.

In der folgenden Tabelle sind die Gefrierpunkte ziemlich hochehitzten Schwefels verzeichnet, ferner das Temperaturintervall, in welchem der erstarrende resp. erstarrte Schwefel gehalten wurde, sowie die »Erstarrungszeit«, und der nach Verlauf derselben beobachtete Gefrierpunkt.

Erhitzt auf	Fp.	Erstarrungs- Temp.	Erstarrungs- Zeit	Fp.
169	111,0	111,0—109,6	15 Min.	115,95
168,5	110,6	110,6—106,6	30 „	116,9
168	110,8	110,8—70	45 „	118,1
168	110,8	110,8—109,6	45 „	117,9
268	112,2	112,2—111,9	17,5 „	115,8.

Wenngleich also schon während zirka 15 Minuten langem Halten bei der Erstarrungstemperatur der grösste Teil des amorphen Schwefels zurückverwandelt wird, so ist doch zur Erzielung eines von amorphem Schwefel möglichst freien Kristallkonglomerates ziemlich lange Erstarrungszeit nötig.

Gernez hat bereits gezeigt, dass sehr hoch (auf 200—440°) erhitzter Schwefel einen höheren Gefrierpunkt zeigt, als Schwefel, welcher nur auf 170° erhitzt worden war; während Gernez als tiefste Temperatur des sehr hoch erhitzten Schwefels 114,3° angiebt, erhielt ich, wie die folgenden Zahlen zeigen, weit tiefere Gefrierpunkte, doch erreichte ich nicht solch tiefe Punkte, wie bei dem auf 170° erhitztem Schwefel.

Erhitzt auf	Fp.	Erhitzt auf	Fp.
250	111,0	350	111,8
268	112,2	355	112,25
350	111,1	360	112,6.

Der Schwefel, welcher zwischen 168° und 250° sehr zäh ist, wird oberhalb dieser Temperatur wieder ganz dünnflüssig; bei fallender Temperatur scheint die Zähigkeit nicht solch hohe Werte anzunehmen, wie bei steigender Temperatur. Um mir einen — allerdings nur annähernden — Begriff von der Zähigkeit zu machen, bestimmte ich die Fallzeit des Platinrührers von der Oberfläche der Flüssigkeit bis zum Boden des Gefässes. Während bei steigender Temperatur beispielsweise eine maximale Fallzeit von 11 Sek. zwischen 190 und 195° erhalten wurde, ergab sich bei fallender Temperatur ein Maximum von 9,5 Sek. bei 205°. In anderen Versuchsreihen waren die Diffe-

renzen noch weit beträchtlicher; die Versuchsergebnisse sind jedenfalls von der Abkühlungsgeschwindigkeit abhängig.

Eigentümlich ist folgende Erscheinung. Der nach dem Erhitzen auf zirka 350° beobachtete Schmelzpunkt stieg im Erstarrungsbad allmählich an und begann darauf wieder zu sinken. Wurde der Schwefel alsdann in ein Bad von $131,1^{\circ}$ getaucht, so stieg der Gefrierpunkt sehr schnell auf eine Temperatur an, welche weit oberhalb der Gefriertemperatur $112,5$ (vgl. Tabelle auf pag. 37) liegt, welche durch den der Badtemperatur entsprechenden Gleichgewichtszustand bedingt würde. Darauf erfolgte wieder ein Fallen des Gefrierpunktes, aber mit grösserer Geschwindigkeit, als der Badtemperatur entspricht, auch erhielt ich immer einen um zirka $0,3^{\circ}$ zu hohen Gefrierpunkt im Gleichgewichtszustand.

Möglicherweise spielen verwickeltere Gleichgewichtszustände, die sich bei höheren Temperaturen durch weitere, stufenweise Dissoziation ausbilden, und bei tiefer Temperatur nur langsam rückgängig werden, bei diesen Erscheinungen mit, doch bedarf es noch weitem experimentellen Untersuchungen, um diesen Punkt aufzuklären. Es seien nur noch die Zahlen aus einer Versuchsreihe für die eben besprochenen Beobachtungen angeführt:

t	Badtemp.	Fp.
0	110	111,8
5	110	112,4
12	110	112,6
13	110	112,4
18	131,1	114,2
24	131,1	113,9
48	131,1	112,9
150	131,1	112,8.

Endlich legte Herr Kayser eine Suite von Versteinerungen aus dem Kalk des bekannten grossen Braunsteinwerkes, der »Lindner Mark« unweit Giessen vor. Einen Theil dieser Versteinerungen verdankt der Vortragende zwei ihm befreundeten Giessener Liebhabern der Geologie; die meisten aber brachten er und sein Assistent, Herr Cand. H. Lotz, durch eigenes, mit grösseren Sprengarbeiten verbundenes Sammeln in den beiden letzten Jahren zusammen.

Während man bisher aus dem Kalk und Dolomit der Lindner Mark keine anderen Reste als undeutliche Korallen und Stromatoporen kannte, so handelt es sich jetzt um z. Th. sehr gut erhaltene Zweischaler, Gastropoden und Brachiopoden. Die Fauna beweist mit aller Sicherheit, dass der fragliche Kalk den Stringocephalen-Schichten oder dem jüngeren Mitteldevon angehört.

Das in Kalken dieses Alters sonst nicht leicht fehlende Hauptleitfossil selbst, *Stringocephalus Burtini*, hat sich allerdings im Kalk der Lindner Mark bisher ebensowenig gefunden, wie in anderen ähnlichen Kalken in der näheren Umgebung Giessens; dafür treten aber andere sehr bezeichnende Arten des Stringocephalenkalkes auf, wie *Murchisonia coronata*, *Natica subcostata*, *Macrochilus arcuatum* u. a.

Eine der häufigsten Schnecken steht der bekannten Paffrather *Rotella heliciformis* sehr nahe, erreicht indess reichlich doppelte Grösse und hat auffallend stark entwickelte Nabelschwielen. Zu den bemerkenswerthesten Formen der Fauna aber gehören unstreitig ein paar neue, bis handgross werdende, durch starke Radialkiele ausgezeichnete *Megalodon*-Arten, von denen Exemplare mit völlig freigelegtem Schloss vorgelegt wurden. Die gewöhnliche Paffrather Art, *Megal. cucullatus*, scheint dem in Rede stehenden Kalk zu fehlen.

Die interessante Fauna soll demnächst in den Schriften der Gesellschaft beschrieben und, soweit erforderlich, abgebildet werden.

Am 8. Februar 1899 wurde der Privatdocent für Frauenkrankheiten an hiesiger Universität Herr Dr. Fritz Kühne zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

Aufgelegte Schriften:

- Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences.
Vol. XXXIII, No. 13—27. Vol. XXXIV, No. 1. Boston 1898.
- Missouri Botanical Garden. 9. Report. St. Louis 1898.
- Bulletin of the U. S. Agriculture Experiment Station of Nebraska.
Vol. X, Bull. 50—54. Lincoln 1898.
- Informe de Museo Nacional de Costa Rica. San Jose. 1898.
- The American Naturalist. Vol. XXXII, No. 378—385.
Boston 1898.
- Revista do Museu Nacional de Rio de Janeiro. Vol. I.
Rio de Janeiro 1896.
- Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires. Tom. I,
No. 1 und 2. Buenos Aires 1898.
- Tuffts College Studies. No. 5. Tuffts College. Mass. 1898.
- Transactions of the Meriden Scientific Association. Vol. VIII.
Meriden Conn. 1898.
- American Microscopical Journal. 12 Hefte. Detroit 1898.
75. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische
Kultur, nebst Ergänzungsheft 1. Breslau 1898.
- Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesell-
schaft. Band XXI, Heft 2; Band XXIV, Heft 3. Bericht
1898. Frankfurt a. M. 1898.
- Jahresbericht über die Verwaltung des Medicinalwesens der
Stadt Frankfurt a. M. Jahrg. XLI. Frankfurt a. M. 1898.
- Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark.
Heft 34. Graz 1898.
- Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissenschaftlichen
Vereins in Magdeburg. 1896/98. Magdeburg 1898.
- Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Zwickau für 1897.
Zwickau 1898.
- Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens.
N. F., Bd. XLI, nebst Beilage: Die Fische. Chur 1898.
- Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. VI, II. Haarlem 1898.
- Crustacea of Norway bei G. O. Sars. Vol. II, Part. XI, XII.
Bergen 1898.
- Tromsø Museums Aarshefter. 19. Aarsberetning for 1895 und
1896. Tromsø 1897/98.
-

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

Nro. 3

März

1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 7. März 1899 sprach Herr R. Schenck über die Ergebnisse einer in Gemeinschaft mit Herrn Andr. Kreichgauer unternommenen Untersuchung:

Über den Einfluss von Säuren auf das optische Drehungsvermögen von Asparaginlösungen.

Die optische Activität des Asparagins ist schon vor langer Zeit, 1850, von Pasteur festgestellt worden, ebenso die merkwürdige Erscheinung, dass die Drehungsrichtung wechselt, je nachdem die Lösung sauer oder neutral ist. Weiter haben sich Champion und Pellet sowie A. Becker mit diesem Gegenstand beschäftigt. Das Ergebnis ihrer Untersuchungen ist, dass starke Säuren starke Rechtsdrehung erzeugen, während Essigsäure in verdünnten Lösungen schwache Linksdrehung, in concentrirten Lösungen schwache Rechtsdrehung verursacht, bei einer bestimmten Concentration wird das Drehungsvermögen völlig aufgehoben.

Über die Ursache dieser auffälligen Erscheinung sagen sie nichts aus.

Das Asparagin ist, wie die elektrische Leitfähigkeit zeigt, eine sehr schwache Base und ihre Salze sind in wässriger Lösung, wie das bei schwachen Basen stets der Fall ist, in sehr weitgehendem Masse hydrolytisch gespalten, d. h. in freie Base und

freie Säure zerfallen. Untersuchungen über die Hydrolyse des Chlorides und Sulfates sind von Walker angestellt.

Es lag nun die Vermutung nahe, dass das optische Verhalten der Asparaginsalze in Lösungen durch die Hydrolyse bedingt sei.

Die Asparaginsalze zerfallen in freies Asparagin und freie Säure, jedoch ist dieser Zerfall nicht vollständig, es besteht vielmehr ein Gleichgewicht, welches sich durch folgende umkehrbare Formel ausdrücken lässt



Und es gilt, falls die Säure eine starke ist, für die auftretenden Molekülgruppen, wie von Walker gezeigt wurde, die Beziehung

$$\frac{\text{Säure} \times \text{Asparagin}}{\text{Salz}} = \text{Const.}$$

An optisch activen Molekülen haben wir ausser dem freien Asparagin die Ionen des Asparaginsalzes. Die Drehung der Lösung setzt sich additiv aus den Drehungen dieser Complexe zusammen.

Die erste Aufgabe war es, die specifischen Drehungen, sowohl des Asparagins selbst als der Ionen des Asparaginsalzes zu ermitteln. Wir verwendeten stets, um von Concentrationseinflüssen unabhängig zu sein, Lösungen mit 0,1 g Mol. auf 1 Liter Lösung. Die Drehung wurde beobachtet im 60 cm-Rohr eines Landolt'schen Halbschattenapparates mit dreiteiligem Gesichtsfeld. Ausserdem wurde die Temperatur constant auf 25° gehalten.

Reine Asparaginlösungen zeigten unter den angegebenen Bedingungen einen Drehungswinkel von $-0,51^\circ$, es entspricht dieses einer specifischen Drehung

$$[\alpha]_D^{25^\circ} = -6,50.$$

Die spec. Drehung der Asparaginionen wurde an einer Lösung in fünffach normaler Salzsäure ermittelt. Wir dürfen annehmen, dass in einer solchen Lösung die hydrolytische Spaltung fast

vollständig zurückgedrängt ist, und dass wir lediglich die Ionen des Asparaginsalzes in der Lösung haben. Die beobachtete Drehung war $+ 2,75^{\circ}$, die spezifische Drehung ergibt sich hieraus zu

$$[\alpha]_D^{25^{\circ}} = - 34,76.$$

Eine Erhöhung der Säureconcentration verändert diesen Wert nicht mehr.

Die spezifischen Drehungen aller Asparaginsalzlösungen bewegen sich zwischen diesen beiden Endwerten.

Aus der oben angeführten Gleichung

$$\frac{\text{Säure} \times \text{Asparagin}}{\text{Salz}} = \text{const.}$$

geht hervor, dass mit abnehmender Säuremenge die Menge der Asparaginbase sich vermehren muss, was natürlich nur auf Kosten des Salzes geschehen kann. Das Salz ist völlig elektolytisch in seine Ionen gespalten und diese Ionen zeigen starke Rechtsdrehung. Je geringer nun die Concentration der Säure ist, um so weniger positiv drehende Moleküle und um so mehr negativ drehende sind vorhanden. Ist unsere Annahme, dass das optische Verhalten einer Asparaginlösung wesentlich durch die Hydrolyse bedingt ist, richtig, so muss mit abnehmender Säureconcentration die positive Drehung abnehmen und allmählig in eine negative übergehen.

Die Messungen an Salzsäure lieferten folgende Resultate.

Faktor der Säure:	Spec. Drehung:
5,0	+ 34,76
2,5	+ 34,72
1,0	+ 31,76
0,2	26,30
0,1	23,16
0,075	18,26
0,05	10,70
0,025	2,82
0,01	- 2,67

Ein ähnliches Verhalten zeigen sämtliche untersuchten Säuren. Die Drehung wird also bei abnehmender Säureconcentration thatsächlich nach links verschoben.

Die hydrolytische Spaltung von Salzen schwacher Basen ist nun weiter abhängig von der electrolytischen Dissociation der Säure. Die Hydrolyse ist eine Function der Concentration der freien Wasserstoffionen. Es muss demnach, wenn die Grösse der optischen Drehung von Asparaginslösungen von der Grösse der Hydrolyse abhängt, der Wert der optischen Drehung mit abnehmender electrolytischer Dissociation abnehmen. Die Messungen an einer grösseren Zahl von Säuren bestätigten diese Annahme. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt für Lösungen, in denen 0,1 Mol. Säure und 0,1 Mol. Asparagin pro 1 Liter enthalten sind. Colonne I. enthält die Werte für die beobachteten specifischen Drehungen, die Säuren sind nach der Grösse dieser Constante geordnet, Colonne II. und III. enthalten die relativen Reaktionsgeschwindigkeiten bei der Methylacetatverseifung und bei der Zuckerinversion, die ja ein Mass für die Wasserstoffionenconcentration, für die Grösse der electrolytischen Dissociation der Säuren, sind.

	I. $[\alpha]_D^{25^\circ}$	II.	III.
Salzsäure	+ 23,16	100	100
Bromwasserstoffsäure	22,79	98	101
Salpetersäure	22,64	91	100
Trichloressigsäure	22,53	68,2	75,4
Schwefelsäure	19,00	73,9	73,2
Oxalsäure	9,51	17,6	18,6
Monochloressigsäure.	5,87	4,3	4,8
Phosphorsäure.	3,57	—	6,1
Malonsäure	1,53	2,87	3,08
Milchsäure	— 0,52	0,9	1,07
Citronensäure	— 1,41	1,63	1,73
Ameisensäure	— 1,94	1,31	1,53
Essigsäure	— 5,02	0,34	0,4
Bernsteinsäure.	— 5,09	0,5	0,55

Wie wir sehen, ist im Grossen und Ganzen Parallelismus zwischen den einzelnen Reihen vorhanden, die kleinen Abweichungen erklären sich daraus, dass bei den kleinen Drehungswinkeln, wie sie Lösungen mit schwachen Säuren zeigen, die Ablesung nicht mehr mit der genügenden Genauigkeit vorgenommen werden kann.

Weiter üben alle Einflüsse, welche geeignet sind, die elektrolitische Dissociation der Säuren zu verändern, einen Einfluss auf die optische Drehung der Asparaginsalzlösungen aus. Aus den Untersuchungen von Arrhenius folgt, dass die Dissociation der Säuren durch die Gegenwart von Neutralsalzen mit gleichem Säureion zurückgedrängt wird. Wir durften erwarten, dass die Drehung von Asparaginsalzlösungen durch die Gegenwart von Neutralsalzen der betr. Säuren nach links verschoben würde. Der Versuch bestätigte diese Vermutung.

Eine Lösung von 0,1 Asparagin und 0,1 Ameisensäure ergibt eine spec. Drehung von $-1,94^{\circ}$. Lösen wir zu gleicher Zeit noch 0,5 Mol. Natriumformiat darin auf, so geht sie zurück auf $-3,53^{\circ}$.

Das gleiche Verhalten findet sich in milchsauren Asparaginsalzlösungen wieder:

$$\text{Milchs. Asparagin 0,1 normal} \quad [\alpha]_D^{25^{\circ}} = -0,52$$

$$\text{„ „ 0,1 + 0,5 Calciumlactat} \quad = -2,75.$$

Aus allen diesen Untersuchungen geht mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass das eigentümliche optische Verhalten der Asparaginsalzlösungen durch die Hydrolyse verursacht wird.

Die Gegenwart zweier verschiedener optisch aktiver Gruppen wird wahrscheinlich eine anomale Rotationsdispersion bedingen, die Gegenstand weiterer Untersuchungen sein soll.

Weiter referierte der Vortragende über die Ergebnisse einer zweiten Arbeit, die er in Gemeinschaft mit Herrn Cand. Schneider unternommen hat. Sie schliesst sich an die früheren Untersuchungen des Redners über krystallinische Flüssigkeiten an und behandelt

Stoichiometrische Untersuchungen an den krystallinischen Flüssigkeiten.

Der Uebergangspunkt aus der anisotropen in die isotrope Flüssigkeit beim p-Azoxyanisol wird durch Zusatz fremder Stoffe bedeutend erniedrigt, und es eignet sich diese Depression ebenso wie eine Gefrierpunktsdepression zur Bestimmung des Molekulargewichtes der gelösten Substanzen. Es wurde die Brauchbarkeit dieser Methode an einer grossen Zahl von chemischen Körpern, die verschiedenen Gruppen angehören, geprüft und gefunden, dass bei Estern, Kohlenwasserstoffen, Ketonen, Chinonen, Azoxykörpern das gefundene Molekulargewicht mit dem aus der Formel berechneten übereinstimmen, während sich bei hydroxylhaltigen Körpern, namentlich bei Nitrophenolen und bei Dioxynaphthalinen Abweichungen ergeben, die darauf deuten, dass diese Körper in Lösung zu Molekularassoziationen neigen, bei den Dioxynaphthalinen scheint die Stellung der Hydroxylgruppen einen Einfluss auszuüben. Das p-Azoxyanisol als Lösungsmittel verhält sich also ganz so wie die anderen für Molekulargewichtsbestimmungen verwendeten Substanzen, wie Naphthalin, Aethylenbromid, Phenol etc. Auch dort zeigen die hydroxylhaltigen Verbindungen Neigung zu Molekularassoziationen.

Auch die [anderen Substanzen, welche flüssige Krystalle bilden, zeigen wie das p-Azoxyanisol beim Zusatz fremder Körper eine sehr grosse Depression des Umwandlungspunktes. Wir haben die Erniedrigung bestimmt, welche 1 g Mol. gelöster Substanz in 100 g Lösungsmittel hervorbringt, und gefunden, dass sie

für p-Azoxyphenetol	$\Delta =$	708 ^o ,
für Cholesterylbenzoat	$=$	1161 ^o beträgt.

Als Lösungsmittel für Molekulargewichtsbestimmungen sind indes diese Körper kaum zu verwenden, da ihre Beschaffung in

grossen Mengen mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Das Cholesterylbenzoat zersetzt sich ausserdem bei längerem Erhitzen. Die Constanten sind aber brauchbar, um die Umwandlungswärmen beim Uebergang der krystallinischen in die isotrope Flüssigkeit zu berechnen; sie beträgt

$$\begin{array}{ll} \text{für p-Azoxyphenetol} & u = 5,42 \text{ cal} \\ \text{für Cholesterylbenzoat} & = 3,50 \text{ „} . \end{array}$$

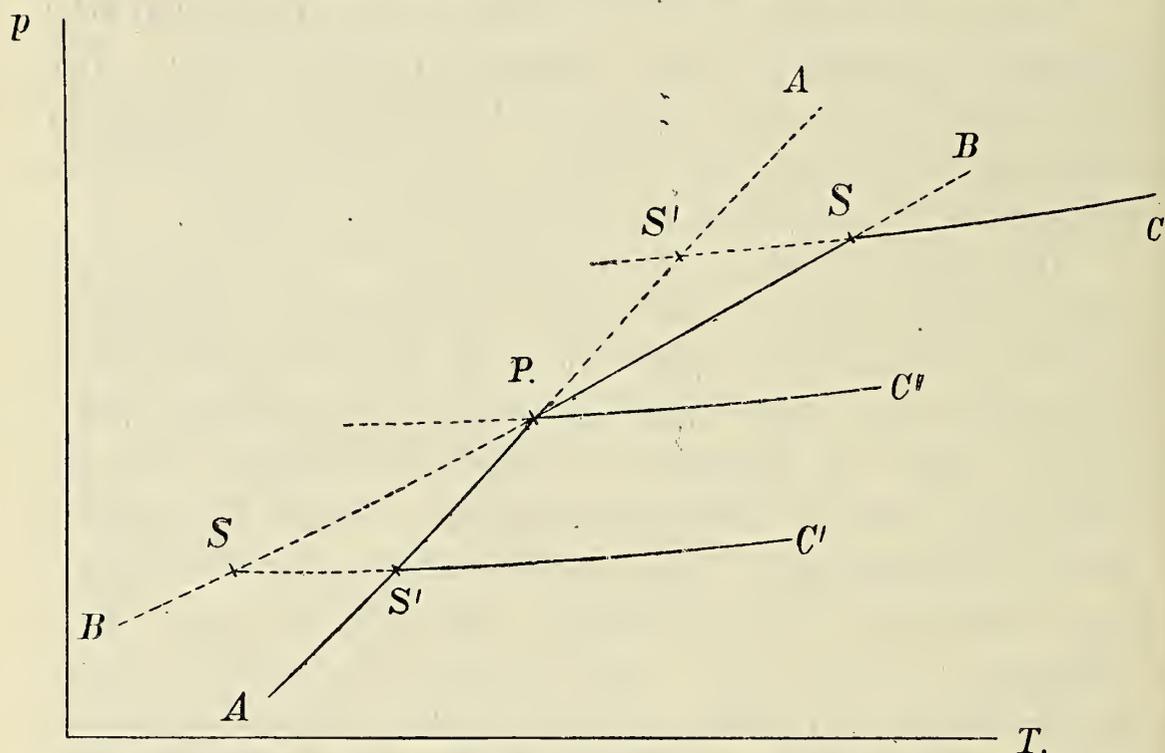
Bisher beschränkten sich die Untersuchungen stets auf sehr verdünnte Lösungen in den genannten Lösungsmitteln. Wir stossen aber auf sehr interessante Verhältnisse, wenn wir zu concentrirteren Lösungen übergeben. Für die Untersuchungen wurde stets p-Azoxyanisol als Lösungsmittel verwendet.

Das isotrop flüssige p-Azoxyanisol geht beim Abkühlen bei 134° zunächst über in die flüssig krystallinische Modification und diese erstarrt bei $116,8^{\circ}$ zu einer festen krystallinischen Modification. Die feste und die flüssige krystallinische Modification stehen zu einander in demselben Verhältniss wie der rhombische und der monokline Schwefel, sie sind physikalisch isomere Modificationen. Beim Erwärmen über den Erstarrungspunkt bekommen wir die flüssige, beim Abkühlen unter diese Temperatur die feste Form. Man bezeichnet physikalisch isomere Modificationen, bei denen ein bestimmter Umwandlungspunkt auftritt und die durch Erwärmen bezw. Abkühlen in einander überführbar sind, nach Lehmann als *enantiotrope Modificationen*.

Wir kennen aber noch eine andere Art physikalischer Isomerie. Sie findet sich z. B. beim Benzophenon und bei der $\alpha.\beta$ -Dibrompropionsäure, und unterscheidet sich wesentlich von der Enantiotropie. Es existiren dort ebenfalls zwei Modificationen, verschieden durch ihre Dichte und ihre Krystallform, es existiert aber kein Umwandlungspunkt. Es geht zwar die eine Modification in die andere über, aber der Prozess ist nicht umkehrbar; man bezeichnet die Modification, welche in die andere verwandelt werden kann, als *labile*, die beständige als *stabile Modification*. Erwärmt man sie vorsichtig, so kann man für jede einen besonderen Schmelzpunkt beobachten. Man bezeichnet diesen Fall der physikalischen Isomerie als *Monotropie*.

Der Unterschied zwischen monotropen und enantiotropen Modificationen erklärt sich, wenn man ihre Dampfdruckcurven construiert und die Lage dieser Curven zu der Dampfdruckcurve der isotropen Flüssigkeit betrachtet.

Die Dampfdruckcurven der beiden krystallisierten Modificationen (A und B) scheiden sich im Punkte P (cf. Fig.). Dieser Punkt P giebt die Temperatur an, für welche die Dampf-



drucke der beiden Modificationen gleich werden und ist der Umwandlungspunkt, oberhalb P findet Umwandlung von A in B , unterhalb Umwandlung von B in A statt. Es lässt sich zwar auch die Modification B unterhalb P erhalten, es genügt aber eine Berührung mit einer Spur der Modification A , um die Umwandlung herbeizuführen, unterhalb P befindet sich B im unterkühlten Zustande. In ähnlicher Weise kann sich A oberhalb P im überwärmten Zustande befinden, aber auch hier bewirkt eine Spur von B Umwandlung in die Modification B .

Die Dampfdruckcurve C der isotropen Flüssigkeiten nun kann verschiedene Lagen zu den Curven A und B haben. Sie kann die Curven oberhalb P schneiden, oder unterhalb P und endlich im Punkte P .

Fall 1.

C schneide *A* und *B* oberhalb *P*.

Wir erwärmen die Modification *A* allmählich und gelangen zu *P*, woselbst Umwandlung in die Modification *B* eintritt, wir erwärmen weiter und gelangen zu dem Punkte *S*. Dort sind der Dampfdruck von *B* und *C* gleich, es findet Umwandlung von *B* in *C*, Schmelzung statt, dieser Punkt ist der Schmelzpunkt. Kühlen wir wieder ab, so spielen sich sämtliche Vorgänge in der umgekehrten Reihenfolge ab, bei *S* geht die Flüssigkeit *C* in die Modification *B*, bei *P* Modification *B* in *A* über. Wir bekommen die Erscheinungen, wie wir sie bei enantiotropen Modificationen zu sehen gewohnt sind.

Die überwärmte (im labilen Zustand) befindliche Modification *A* erreicht beim vorsichtigen Erwärmen ebenfalls einen Punkt, bei dem sie in *C* übergeht, dieser Schmelzpunkt *S'* liegt aber unterhalb *S*, wie ohne weiteres aus der Figur hervorgeht,

Fall 2.

C schneide *A* und *B* unterhalb *P*.

C stelle die Lage der Dampfdruckcurve der isotropen Flüssigkeit dar.

Wir erwärmen *A* und erreichen den Punkt *S'* den Schmelzpunkt, die Temperatur, bei welcher die Dampfdrucke von *A* und *C* gleich werden, ehe wir an *P* herankommen, *A* geht also in die Flüssigkeit über, ehe es sich in die Modification *B* umlagern kann. Die unterkühlte Modification *B* schmilzt bei *S* und und zwar ebenfalls ohne *P* erreicht zu haben, den Punkt, bei welchem seine Stabilität beginnt. Modification *B* befindet sich also stets im unterkühlten, labilen Zustande. Durch Berührung mit einem Krystall von *A* ist sie in *A* überführbar. Die Umwandlung von *A* in *B* ist aber hier ausgeschlossen. Beide Modificationen schmelzen, ehe der Umwandlungspunkt erreicht ist. Wir haben die Erscheinungen der Monotropie. Es liegt hier *S* unterhalb *S'*, umgekehrt wie bei den enantiotropen Modificationen.

Fall 3.

C schneide *A* und *B* im Punkte *P*.

Wir haben dann Gleichgewicht zwischen vier Phasen, zwischen Dampf, den Modificationen *A* und *B*, und der Flüssigkeit *C*. Der Dampfdruck von *A*, *B* und *C* ist gleich, Punkt *P* ein sogenannter dreifacher Punkt, bei dem sämtliche Phasen coexistieren können.

Gelingt es nun, die Curve *C* bei enantiotropen Körpern durch Erniedrigung des Dampfdruckes so zu verschieben, dass die Curven *A* und *B* nicht mehr oberhalb, sondern unterhalb *P* geschnitten werden, so kann man enantiotrope Modificationen in monotrope überführen. Die Erniedrigung des Dampfdruckes kann man durch Zusatz fremder Substanzen zu der Flüssigkeit erreichen.

Bei enantiotropen Modificationen liegt *S* oberhalb *S'*, nach der Depression muss dann *S'* oberhalb *S* liegen. Weiter müssen *S* und *S'*, die Schmelzpunkte der beiden Modificationen unterhalb des Umwandlungspunktes *P* liegen.

Das p-Azoxyanisol ist vorzüglich geeignet, um diese Beziehungen zu demonstrieren. Es gelingt mit Leichtigkeit durch Zusatz von fremden Substanzen zu der isotropen Flüssigkeit die feste und die krystallinisch flüssige Modification, die ursprünglich enantiotrope sind, in monotrope überzuführen.

Die Versuchsanordnung ist die gleiche, wie bei der Bestimmung der Depression des Umwandlungspunktes, nur wurden grössere Concentrationen der gelösten Substanz gewählt als dort. Wir verwendeten als Zusatz Thymol oder noch besser das weniger flüchtige Benzophenon.

Die Erscheinungen, welche bei sehr verdünnten Lösungen dieser Substanzen in p-Azoxyanisol während der langsamen Abkühlung auftreten, sind die gleichen wie beim reinen Lösungsmittel.

Die ursprünglich klare goldgelbe Flüssigkeit trübt sich bei einer ganz bestimmten Temperatur und geht in die krystallinische Flüssigkeit über, dieser Umwandlungspunkt soll im Folgenden

mit S bezeichnet werden. Er liegt natürlich bei den Lösungen tiefer als beim reinen Lösungsmittel. Beim weiteren Abkühlen gelangen wir schliesslich an einen Punkt, bei welchem die Abscheidung der festen Modification aus dem trüben Schmelzfluss beginnt, es ist dies die Temperatur der Anwandlung der krystallinisch flüssigen in die feste krystallinische Modification, welche wir als P bezeichnen wollen. Sie liegt, wenn wir reines p-Azoxyanisol verwenden bei $116,8^{\circ}$. Die Lösungen zeigen etwas tiefere Erstarrungspunkte, diese Abweichungen sind auf secundäre Einflüsse zurückzuführen, deren Grund wir später kennen lernen werden. Beim Erwärmen schmilzt die feste Modification zu einem trüben Schmelzfluss zusammen, der sich bei S wieder klärt. Die feste und die flüssige krystallinische Modification zeigen also hier die Erscheinung der Enantiotropie.

Ganz anders werden die Erscheinungen bei concentrirten Lösungen. Köhlen wir die isotrope Schmelze ab und rühren stark, so scheiden sich bei einer bestimmten Temperatur — S' wollen wir sie bezeichnen — feste Krystallfitter aus, schliesslich erstarrt die klare Flüssigkeit vollständig zu einer festen Masse.

Vermeiden wir jedoch das starke Rühren, so lässt sich die klare Flüssigkeit unter S' herabbringen, ohne dass Krystallisation eintritt. Die unterkühlte Schmelze trübt sich bei einer bestimmten Temperatur S , wir bekommen die krystallinisch flüssige Modification, die aber jetzt labil ist. Rühren wir kräftig oder werfen wir ein Kryställchen der festen Modification hinein, so findet Krystallisation statt, eine starke Wärmeentwicklung tritt auf, die ein Ansteigen des Thermometers bedingt. S liegt stets unterhalb S' . Beide unterhalb P .

Die flüssige und die feste krystallinische Modification sind jetzt monotrop.

Die folgende Tabelle enthält die Versuchsergebnisse, welche an Benzophenonlösungen angestellt sind:

	p-Azoxyanisol	Benzo-phenon	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>S'</i>	
1)	13,61 g	—	—	116,8°	133,6	} enantio- trop
2)	„	0,1470	—	—	128,4	
3)	„	0,3620	—	115,2	121,8	
4)	„	0,5800	—	114,93	115,05	
5)	„	0,6775	114,55	—	112,05	} monotrop
6)	„	0,7288	113,95	—	110,90	
7)	„	0,8153	113,66	—	108,4	
8)	„	0,8750	113,36	—	—	
9)	„	1,4471	111,70	—	—	

Bei den Versuchen 8) und 9) liess sich die isotrope Flüssigkeit nicht bis zum Trübungspunkt unterkühlen, sie erstarrte stets vorher.

Bei den Versuchen 3) und 4) nehmen wir eine Depression des Erstarrungspunktes *P* wahr. Bei der Bildung der krystallinen Flüssigkeit scheidet sich Lösungsmittel rein aus. Die Folge davon ist eine Anreicherung des nicht ausgeschiedenen Teiles an dem gelösten Körper, je weiter wir abkühlen, um so concentrierter wird diese Mutterlauge. Sie befindet sich stets im Gleichgewicht mit der flüssig krystallinen Phase. Bei der Erstarrung muss auch Gleichgewicht vorhanden sein zwischen der festen Phase und den beiden flüssigen Phasen, es ist also *P* bei den Versuchen 3) und 4) ein dreifacher Punkt.

Stellen wir uns die Abhängigkeit der Punkte *S* und *S'* von der Concentration graphisch dar, so bekommen wir zwei Curven, die in *P* convergieren. Es gehört zu *P* eine ganz bestimmte Concentration. Wählen wir die Concentration schwächer, so sind die beiden krystallinen Modificationen enantiotrop, wählen wir sie stärker, so sind sie monotrop. Der Theorie nach müsste dieser Convergenzpunkt mit dem Erstarrungspunkt $P = 116,8^{\circ}$ zusammenfallen. Die Abweichungen erklären sich wohl daraus, dass eine völlig gleichmässige mechanische Mischung der drei Phasen nicht zu erzielen ist.

Ich habe früher die Beobachtung gemacht, dass sich auch p-Azoxyphenetol in p-Azoxyanisol auflösen lässt. Das p-Azoxyphenetol hat ebenfalls die Fähigkeit eine krystallinische Flüssigkeit zu bilden. Durch den Zusatz dieses Körpers zum p-Azoxyanisol nun bekommen wir keine Depression, sondern eine Elevation des Umwandlungspunktes der isotropen in die anisotrope Flüssigkeit. Es scheidet sich ein isomorphes Gemisch der beiden Componenten aus der isotropen Schmelze aus, der Umwandlungspunkt dieser flüssigen isomorphen Mischkrystalle lässt sich nach der Mischungsregel berechnen ganz so wie der Schmelzpunkt fester isomorpher Mischkrystalle.

Die festen isomorphen Mischungen werden von van t'Hoff angesprochen als feste Lösungen, er nimmt an, dass für sie die Gesetze der verdünnten Lösungen Giltigkeit haben. Unter dieser Voraussetzung würde es möglich sein die Molekulargewichte fester Körper zu bestimmen, es liegen eine ganze Reihe von Versuchen vor mit Hilfe der isomorphen Mischungen dieses Ziel zu erreichen. Diese Versuche haben in neuerer Zeit allerlei Aufzeichnungen erfahren, die es einigermaßen als zweifelhaft erscheinen lassen, ob die Auffassung der isomorphen Gemische als Lösungen zulässig ist. Die Bedenken sind namentlich von Bodländer geltend gemacht worden.

An dem flüssig-isomorphen Krystallgemisch von p-Azoxyanisol lässt sich nun der Nachweis erbringen, dass für flüssige isomorphe Mischkrystalle die Gesetze der verdünnten Lösungen strenge Giltigkeit haben.

Im festen Zustand haben p-Azoxyanisol und p-Azoxyphenetol verschiedene Krystallform, sie sind nicht im stande, feste isomorphe Mischungen zu bilden. Infolgedessen wird sich beim Erstarren der flüssigen Mischkrystalle das Lösungsmittel, das p-Azoxyanisol, rein ausscheiden, es wird eine osmotische Arbeit zu leisten sein und wir bekommen eine Depression des Erstarrungspunktes gegenüber dem Erstarrungspunkt des reinen Lösungsmittels.

Haben die Gesetze der verdünnten Lösungen Giltigkeit, so

muss diese Depression der Concentration an p-Azoxyphenetol proportional sein. Bezeichnen wir mit c die Menge der p-Azoxyphenetol, welche in einer constanten Menge p-Azoxyanisol aufgelöst wird, mit d die Depression, so muss $\frac{d}{c}$ constant sein.

Die Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	p-Azoxyanisol	p-Azoxyphenetol = c	d	$\frac{d}{c}$
1)	8,34 g	0,1490	0,48	3,22
2)	„	0,2747	1,08	3,93
3)	„	0,4375	1,78	4,07
4)	„	0,6106	2,52	4,13

Die Quotienten stimmen, abgesehen von Versuch 1, annähernd überein; bei 1 liegt wahrscheinlich ein Versuchsfehler vor, es wäre indess auch nicht ausgeschlossen, dass eine geringe Löslichkeit von p-Azoxyphenetol in festem p-Azoxyanisol vorhanden ist. Auffällig ist das Ansteigen des Quotienten mit steigender Concentration.

Unter der Voraussetzung, dass das Molekulargewicht des p-Azoxyphenetols in der Mischung das der chemischen Formel entsprechende sei, ist aus den Versuchen 3 und 4 die Constante der molekularen Depression des Erstarrungspunktes berechnet worden. Sie ist für 1 g-Mol. in 100 g p-Azoxyanisol

$$A = 97,43^{\circ}.$$

Nach der Formel

$$w = 0,02 \cdot \frac{T^2}{A}$$

lässt sich die Wärmetönung berechnen, welche bei der Erstarrung von 1 g p-Azoxyanisol auftritt. T bedeutet die absolute Erstarrungstemperatur. Es ist

$$w = 31,2 \text{ Calorien.}$$

Die Voraussetzung bez. der Einfachheit des Molekulargewichtes vom p-Azoxyphenetol bedarf der Bestätigung. Mit ihrer Hilfe haben wir die Wärmetönung berechnet.

Diese Grösse lässt sich mit Hilfe des Eis calorimeters messen. Wir haben die Bestimmung ausgeführt und den gemessenen Wert mit dem berechneten verglichen.

Die Wärmetönung beträgt nach den calorimetrischen Messungen

$$w = 26,7 \text{ cal.}$$

Die beiden Werte weichen zwar um 4,5 Calorien von einander ab, sie lassen aber mit Sicherheit erkennen, dass unsere Voraussetzung richtig ist. Denn bildete das p-Azoxyphenetol in dem isomorphen Gemisch Doppelmoleküle, so würde

$$A = 2 \cdot 97,43 \quad w = \frac{31,2}{2} = 15,6 \text{ cal.}$$

betragen.

Für die isomorphen Mischungen flüssiger Krystalle gelten also die Gesetze der verdünnten Lösungen. Das Molekulargewicht ist das einfache; es liefern diese Messungen das gleiche Resultat wie die früher ausgeführten Bestimmungen des Temperaturcoëfficienten der molekularen Oberflächenenergie. Das Molekulargewicht im isotrop flüssigen und im anisotrop flüssigen Zustand sind also identisch.

In derselben Sitzung (7. März) berichtet Herr Marchand

Ueber einen Fall von Zwergwuchs (Nanocephalie).

Unter dem Namen Zwergwuchs (Mikrosomia, Nanosomia) werden Wachsthums-Anomalieen von sehr verschiedener Bedeutung verstanden: Zwergwuchs bei Rachitis, bei Cretinismus, bei sog. foetaler Rachitis oder Chondrodystrophie, Zwergwuchs nach totaler Entfernung der Schilddrüse bei jugendlichen Individuen und der sog. echte Zwergwuchs, bei dem es sich im Allgemeinen um abnorme Kleinheit bei sonst ziemlich normal proportionirtem Körper handelt. Aber auch die zu dieser letzteren Art von Zwergwuchs gehörigen Fälle sind nicht von gleicher

Bedeutung. Wenn auch die Grösse des Kopfes im Verhältniss zum übrigen Körper nicht in dem Masse überwiegt, wie es gewöhnlich bei den rachitischen Zwergen der Fall ist, so ist doch der Kopf fast stets grösser, als er bei einer gleichmässigen Verkleinerung des ganzen Körpers eines ausgewachsenen Individuums sein würde. Es ist also zwischen Kopf und übrigen Körper ein ähnliches Verhältniss vorhanden, wie bei einem Kinde von annähernd gleicher Grösse. Demgemäss ist auch das Gehirn dieser Zwerge, soviel darüber bekannt ist, relativ gut ausgebildet und gut functionirend. Idiotie ist keineswegs häufig oder gar nothwendig mit dieser Art Zwergwuchs verbunden. Das Wachsthum des ganzen Körpers ist dabei frühzeitig zum Stillstand gekommen. Da diese Form des Zwergwuchses aber meist congenital, also bei dem neugeborenen Kinde schon ausgesprochen ist, so werden überhaupt niemals die Grössenverhältnisse des gleichen Lebensalters erreicht. Mit dem Stehenbleiben des Wachsthums auf einer frühen Stufe hängt eine weitere Eigenthümlichkeit des Skeletts zusammen, das Erhaltenbleiben eines Theils der Knorpelscheiben zwischen Epi- und Diaphysen über das jugendliche Alter hinaus.

A. Paltauf, der einen ausgezeichneten Fall dieser Art beschrieb¹⁾ (M. v. 49 J. von 112,5 cm Grösse, 51 cm Schädelumfang und 1200 g Gehirngewicht), glaubte in dieser Eigenthümlichkeit einen charakteristischen Unterschied gegenüber dem Cretinismus zu erblicken. Indess zeigte bereits Langhans an sieben erwachsenen Cretin-Skeletten, dass auch bei diesen das Erhaltenbleiben der Zwischenknorpel und Synchronosen keine Seltenheit ist.²⁾ Der Vortragende ist in der Lage, dies an dem Skelett eines älteren Cretin (M. von einigen 40 J.) aus hiesiger Gegend (aus Frankenberg, gestorben in der Pfllegeanstalt Haina) zu bestätigen, bei welchem die Knorpelfugen zwischen Scham-

1) Ueber den Zwergwuchs in anatomischer und gerichtsarztlicher Beziehung. Wien 1891.

2) Virchow's Archiv, Bd. 149, S. 155. 1897.

bein und Sitzbein sowie die Epiphysenknorpel am Darmbeinkamm, am Acromion und an einigen anderen Stellen unvollständig oder gar nicht verknöchert sind.

Unter den Fällen von echtem Zwergwuchs ist eine Form durch eine verhältnissmässig geringe Grösse des Kopfes ausgezeichnet, und deshalb von Virchow mit dem Namen der Nanocephalie belegt. Diese selten vorkommende Art des Zwergwuchses bildet den Uebergang zur Mikrocephalie, welche in der Regel ebenfalls mit abnormer Kleinheit des ganzen Körpers verbunden ist. Hierbei tritt aber das Missverhältniss des sehr kleinen Kopfes zu dem übrigen Körper in ganz anderer Weise hervor, und ganz besonders die in den höheren Graden der Mikrocephalie sehr geringe Grösse des eigentlichen Hirnschädels gegenüber dem verhältnissmässig gut ausgebildeten Gesichtsschädel. (Diese Verhältnisse werden an den ineinander gezeichneten Projectionen mehrere Mikrocephalenschädel und eines normalen Schädels erläutert). Entsprechend der geringen Grösse des Hirnschädels ist die Ausbildung des Gehirns, besonders des Grosshirns sehr mangelhaft, wie dies in früheren Sitzungen der Gesellschaft vom Vortragenden dargelegt worden ist.¹⁾

Der Vortragende ist nun in der Lage über einen von ihm untersuchten Fall von Zwergwuchs mit Nanocephalie zu berichten. Es handelt sich um einen vollständig idiotischen 25jährigen Mann, der ebenfalls in der Anstalt Haina nach zweijährigem Aufenthalt gestorben war. Die Anamnese ist leider sehr unvollkommen; nähere Angaben über das Verhalten des Individuums in der Kindheit fehlen ganz. Die Eltern sollen normal entwickelt gewesen sein. Die Körpergrösse war im Leben zu 114 cm angegeben, an der Leiche wurden 120 cm gemessen. Dabei ist, abgesehen von einer vielleicht etwas gekrümmten Körperhaltung, zu berücksichtigen, dass die rechte

1) S. diese Sitzungsberichte 1892, Nr. 2; 1896, Nr. 5.

Körperhälfte ganz erheblich gegenüber der linken im Wachstum zurückgeblieben war. Das Gewicht der Leiche betrug 19 Kilo.

Von besonderem Interesse ist der Schädel, welcher zwar abnorm klein ist, aber ganz andere Verhältnisse darbietet, als

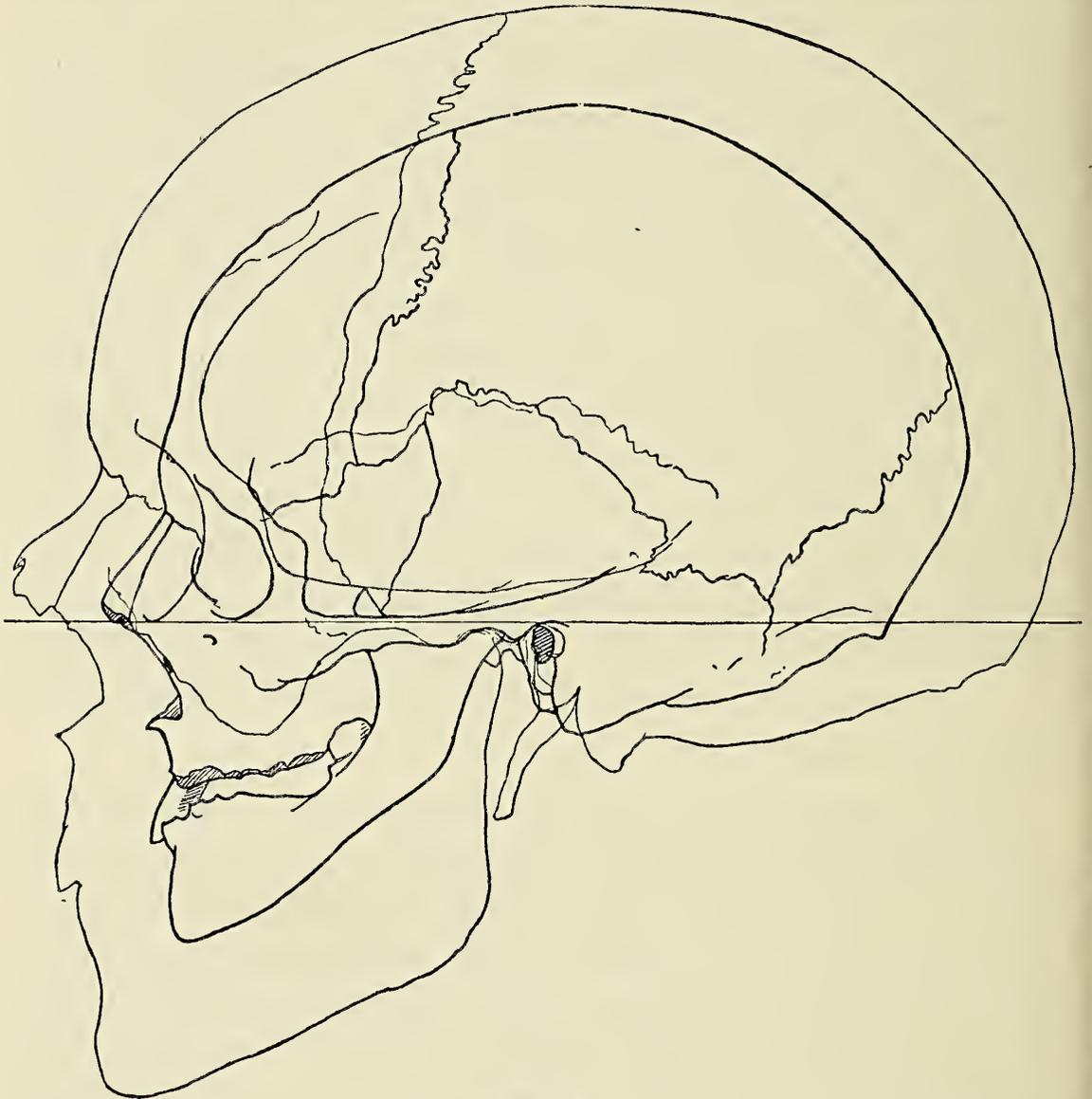


Fig. 1.

bei der Mikrocephalie. Das ergibt sich sowohl aus direkter Vergleichung als durch die Messung. Der Schädel stellt eine fast congruente Verkleinerung eines normalen männlichen dar, welche nicht bloss den eigentlichen Hirnschädel, sondern auch den Gesichtsschädel betrifft. Der erstere ist regelmässig gewölbt, die Stirn etwas flach und schmal, wie das ganze Gesicht,

Der Horizontalumfang betrug mit den Weichtheilen 43 cm. Die genaueren Verhältnisse lassen die hier folgenden Hauptmaasse erkennen, verglichen mit denen der Mikrocephalen Völp und Wittich. (S. die früheren Mittheilungen).

Schädelmaasse.	Seiling	Völp	Wittich
Capacität	620 ccm	426 ccm	325 ccm
Länge, grösste	149 mm	137 mm	125 mm
Diagonaldurchmesser	182 „	182 „	180 „
Breite, grösste	116 „	100 „	88 „
Auricularbreite	84 „	88 „	74 „
Temporalbreite	83 „	76 „	67 „
Parietalbreite	110 „	90 „	73 „
Stirnbreite, kleinste	75 „	60 „	53 „
Höhe	106 „	98 „	83 „
Ohrhöhe	{ links . rechts	97 „ 78 „	63 „ 65 „
Länge der Schädelbasis	80 „	87 „	84 „
Breite derselben	110 „	101 „	91 „
Abstand der Spitzen der Proc. mastoid .	83 „	83 „	81 „
Länge des Foramen magn.	29 „	30 „	30 „
Breite desselben	23 „	24 „	26 „
Horizontal-Umfang	422 „	362 „	324 „
Sagittal-Umfang	304 „	244 „	210 „
Stirnbogen	98 „	76 „	74 „
Scheitelbogen	101 „	88 „	66 „
Hinterhauptbogen	105 „	80 „	70 „
Vertical-Umfang	256 „	210 „	172 „
Gesichtshöhe	83 „	106 „	108 „
Obergesichtshöhe	50 „	63 „	55 „
Gesichtsbreite	76 „	83 „	80 „
Oberkieferbreite	59 „	57 „	—
Jochbreite	98 „	106 „	102 „
Interorbitalbreite	15 „	16 „	17 „
Nasenhöhe	41 „	50 „	51 „
Breite der Nasenöffnung	18 „	21 „	21 „
Höhe derselben	24 „	29 „	30 „
Breite der Augenhöhlen	33 „	36 „	37 „
Höhe derselben	24 „	33 „	33 „

sehr gracil, in der Grösse fast genau denen eines 7jährigen Kindes entsprechend. Die geringere Grösse der rechten Seite betrifft sämtliche Knochen der oberen Extremität mit Einschluss der Scapula und des Schlüsselbeines, die rechte Hälfte des Beckens und die ganze untere Extremität.

Die Länge des Humerus beträgt links 228 mm, rechts 209 mm,

„	„	der Ulna	„	„	182	„	„	164	„
„	„	des Radius	„	„	160	„	„	147	„
„	„	des Femur	„	„	322	„	„	297	„
„	„	der Tibia	„	„	260	„	„	243	„
„	„	der Fibula	„	„	253	„	„	233	„

Die Verkürzung des rechten Beines beträgt also circa 4 cm, was der an der Leiche gemessenen Differenz entspricht.

Mit dieser geringeren Grösse der rechten Extremitäten harmonirt auch die Asymmetrie des Schädels, welche wesentlich durch eine geringere Höhe der rechten Hälfte und etwas geringere Breite der rechten Hälfte der Basis bedingt ist. Allerdings wird diese durch eine starke Wölbung des Scheitelbeines compensirt und im Gesichtsschädel tritt sogar eine secundäre Verkleinerung der linken Hälfte hervor; die Zähne sind sehr defect, prognath, doch ohne Prognathie des Alveolarfortsatzes.

Das Gehirn zeigt ganz andere Verhältnisse als das der echten Mikrocephalen. Sein Gewicht im frischen Zustand mit den Häuten betrug 490 gr, was einem Volumen von circa 470 ccm entsprechen würde. Demnach würde die Differenz zwischen Gehirnvolumen und Capacität des Schädels nicht weniger als $150 = 24,3\%$ der Capacität betragen. Nach Abzug des Volums der Dura mater (33 ccm) bleiben 117 ccm für Cerebrospinalflüssigkeit und Blut übrig. Diese grosse Differenz erklärt sich hauptsächlich dadurch, dass das Kleinhirn relativ klein und von sehr ausgedehnten mit Flüssigkeit ausgefüllten Arachnoidealräumen umgeben war.

Das Grosshirn überragt das Kleinhirn mindestens ebenso weit wie am normalen Gehirn. Die Form des Grosshirns sowie die seiner einzelnen Lappen entspricht durchaus den normalen Verhältnissen; die Grosshirnwindungen sind so vollständig und

regelmässig entwickelt wie in der Norm, die Ausbildung des Stirnhirns, das beiderseitige Vorhandensein einer mittleren Stirnfurche, welche die zweite Stirnwindung in zwei Hälften theilt (f^3), sowie einer schrägen Stirnfurche (f^4) entspricht einem relativ

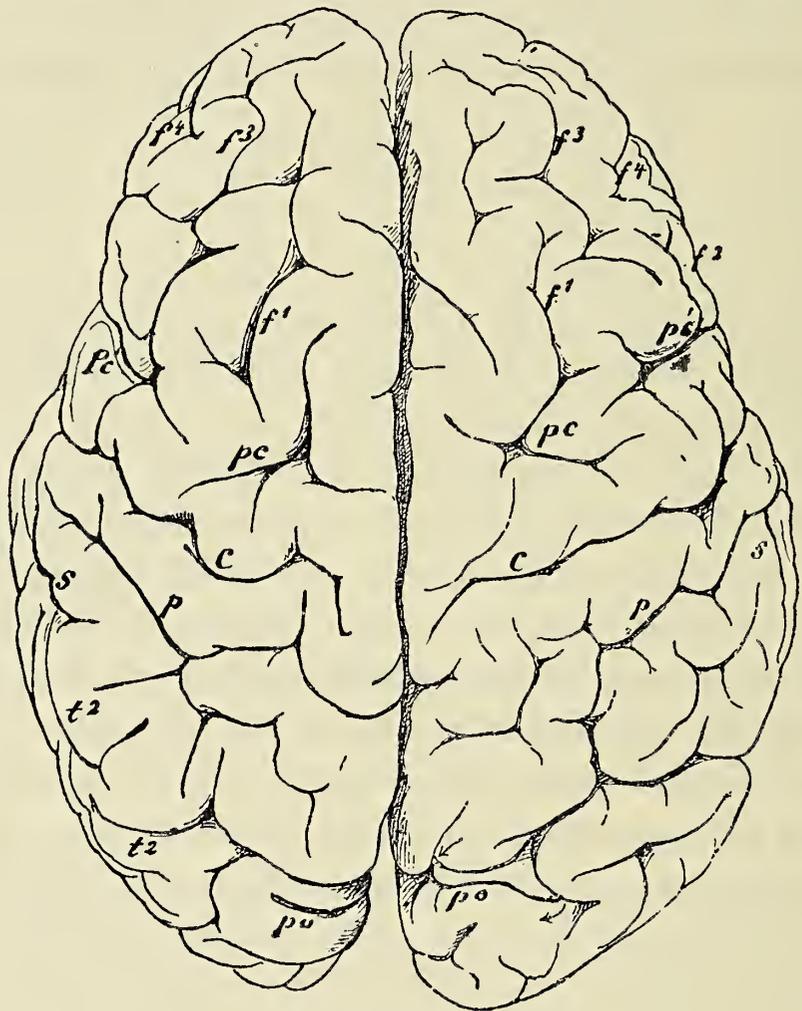


Fig. 2.

Das Gehirn des Seiling, von oben gesehen, in $\frac{2}{3}$ der natürl. Grösse.

(*c* Sulcus centralis. — *pc* Sulcus praecentralis sup. — *pc*¹ Sulcus praecentralis inf. — *f*¹ Sulc. front. sup. — *f*² Sulc. front. inf. — *f*³ Sulc. front. med. — *f*⁴ Sulc. front. obliquus. — *s* Fissura Sylvii. — *p* Sulc. postcentralis und parietalis. — *t*² Sulcus temporalis II. — *po* Fissura parieto-occipitalis.)

hoch entwickelten Gehirn. Die Insel ist vollständig bedeckt. Die rechte Hinterhauptwindung liegt links oberflächlich; rechts ist sie theilweise versenkt.

Die Länge der 1. Grosshirnhemisphäre beträgt 13 cm (r. 12,8), die grösste Breite des Gehirns 10,4 cm, die Breite des Kleinhirns

7 cm (im frischen Zustand), die Länge des Rückenmarks ist 30 cm. Das Gewicht desselben (mit Dura mater) 20 g.

Aus der Beschaffenheit des Grosshirns, welches dem eines Kindes in den ersten Lebensmonaten entspricht, geht mit Sicherheit hervor, dass die zu Grunde liegende Störung nicht wie bei der Mikrocephalie hohen Grades auf das sich entwickelnde Gehirn in den ersten Monaten des Foetallebens eingewirkt haben kann; das Gehirn hat vielmehr die normale morphologische Ausbildung seiner Oberfläche erreicht. Wenn man andererseits berücksichtigt, dass das Gehirn des Kindes nach Ablauf der ersten 5—6 Lebensjahre sein definitives Gewicht bereits besitzt, so handelt es sich in diesem Fall (wie bei der sog. Nanocephalie überhaupt) nicht um ein einfaches Stehenbleiben des Körperwachstums in einem Stadium, welches der Grösse des Skeletts (also dem 7. oder 8. Lebensjahre) entsprechen würde, sondern um eine frühzeitige Verzögerung der Entwicklung, welche in höherem Grade den Kopf, in geringerem den übrigen Körper betraf.

Die Masse und Gewichte der Organe der Brust- und Bauchhöhle entsprachen im Allgemeinen der Körpergrösse; die rechte Niere ist sehr viel kleiner als die linke, die Hoden und der Penis waren sehr klein, die Behaarung im Gesicht und an den Genitalien schwach.

In derselben Sitzung (7. März 1899) berichtet Herr Dr. Enderlen:

Ueber die histologischen Vorgänge bei experimentell erzeugter Osteomyelitis.

a) Regeneration des Markes nach einfacher Verletzung.

Vor einiger Zeit erschien von Marwedel¹⁾ eine Arbeit, welche über die morphologischen Veränderungen der Knochenmarkzellen bei der eiterigen Entzündung handelt.

1) Marwedel: Die morphologischen Veränderungen der Knochenmarkzellen bei der eiterigen Entzündung. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie Bd. 22.

Die Ergebnisse der Marwedel'schen Untersuchungen sind kurz gefasst folgende:

Die polynucleären Zellen des Abscesses entstehen vorwiegend aus eosinophilen Zellen. Im Bereiche der Eiterung entstehen keine polymorphkernigen Zellen und aus solchen gehen keine polynucleären hervor. Die grossen Markzellen gehen unter Verlust ihrer Granula in die Zone der entzündlichen Infiltration über und bilden mit Leukocyten einen Ring ungranulirter Zellen. Sowohl bei der Bildung der Abscessmembran, als auch bei der Entstehung des gelatinösen Markes wandeln sich eosinophile Zellen unter Schwund der Granula in spindelige und verästelte Formen um. Wenn nun »sessile Leukocyten« meint Marwedel Spindelzellen bilden können, so liegt der Rückschluss auf ein analoges Verhalten mobiler Leukocyten nicht allzufern. Marwedel kommt somit zu der von wenigen Autoren vertretenen Anschauung, dass die Leukocyten an der Bindegewebsneubildung activ betheilig sind.

Ausser den eben erwähnten Untersuchungen liegen keine eingehenden Mittheilungen über die histologischen Veränderungen im Knochenmarke bei der eiterigen Entzündung vor.

Da die Frage, ob Markleukocyten, auch die mit bestimmten Granulis in Bindegewebszellen übergehen können, von principieller Wichtigkeit ist, habe ich auf Veranlassung und mit ausgedehntester Unterstützung von Herrn Geheimrath Marchand die Untersuchungen von Marwedel nachgeprüft.

Im Verlaufe der Arbeit zeigte es sich, dass es vortheilhafter ist, zuerst die Vorgänge bei der Regeneration nach einfacher Verletzung zu studiren.

Zur Gewinnung der Präparate wurde bei Kaninchen im Alter von [2—4 Wochen der Oberschenkelknochen angebohrt und das Knochenmark mit einem Platindrahte oder mit einer Nadel verletzt. Bei den Eiterversuchen beschickte ich die Nadel mit einer Reincultur von *Staphylococcus aureus*. In beiden Fällen wurde die Weichtheilwunde genäht.

Von der Regeneration verfüge ich über Präparate von 4 Stunden bis zu 16 Tagen, von der Eiterung über solche von 8 stündiger bis 32 tägiger Versuchsdauer.

Das makroskopische Verhalten des Markes nach einfacher Verletzung ist wenig complicirt; in den ersten Tagen ist die Verletzungsstelle etwas dunkler roth als das sie umgebende Mark, dann aber wird sie blasser und bekommt schliesslich ein helles etwas glasiges Aussehen, so dass sie jederzeit ohne Schwierigkeiten aufzufinden ist.

Die ausgelösten Markcylinder fixirte ich in Essigsäure Sublimat, 4 % Formollösung, Formolalkohol 4 %, ausserdem verfüge ich über einige Präparate, welche in Flemming'schem Gemisch gelegen hatten. Die Fixationsflüssigkeit ist von Wichtigkeit, weil je nach dem gewählten Mittel die Färberesultate verschieden werden.

Es empfiehlt sich wohl kurz auf die Zellen des intacten rothen Knochenmarkes beim Kaninchen einzugehen:

Wir unterscheiden:

1. Gewöhnliche Markzellen.

- a) kleine einkernige, ohne Granula,
- b) grössere, mit einfachem rundem oder gelapptem oder getheiltem Kerne mit pseudoeosinophiler Körnelung (beim Menschen neutrophile Körnelung).

2. Besondere Formen der Markzellen.

- a) echte eosinophile Zellen,
 - b) Mastzellen,
 - c) Riesenkernzellen.
- a, b, c gehen vermuthlich alle aus den gewöhnlichen Markzellen (1) hervor.

3. Leukocyten

mit gelapptem Kern, den Blutleukocyten entsprechend, welche ebenfalls aus gewöhnlichen Markzellen hervorgehen.

4. Kernhaltige rothe Blutkörperchen.

Gefässe, Bindegewebszellen, Fettzellen und Resorptionsriesenzellen.

Gerade bei den eosinophilen Zellen kommt es auf die Fixirungsflüssigkeit an. Durch Kurloff ist nachgewiesen, dass die echte eosinophile Körnelung auch bei Säurezusatz erhalten bleibt, während die pseudoeosinophilen Granula dabei verschwinden. Behandelt man das Mark mit der von Marwedel empfohlenen 4 % - wässrigen Formollösung, so gelangen beide Arten zur Darstellung. Sie bieten aber wesentliche Unterschiede; die echten sind nach Eosinbehandlung leuchtend roth gefärbt, ziemlich gross und besitzen manchmal Stäbchenform; die pseudoeosinophilen Granula sind viel kleiner, staubförmig und intensiv dunkelroth gefärbt. Bei der Anwendung von Triacidlösung nehmen die pseudoeosinophilen Granula die Fuchsinfärbung an, während die echten hell tingirt sind. Ich möchte gleich hier erwähnen, dass Marwedel die beiden Formen nicht trennt.

Dem Eingriffe folgen zunächst von Seiten der betroffenen Zellen Degenerationserscheinungen. Wir finden sowohl in den Bindegewebs- als auch in den Markzellen Schrumpfung der Kerne, diffuse Färbung, Veränderungen, welchen der vollkommene Zerfall des Kerns in mehrere Trümmer folgt. Je nach der Ausdehnung der Verletzung findet sich ein kleinerer oder grösserer Bluterguss.

Schon nach 24 Stunden machen sich an einzelnen Bindegewebszellen Veränderungen bemerkbar, welche auf progressive Vorgänge schliessen lassen. Die betreffenden Bindegewebskerne erscheinen grösser, die chromatische Substanz derselben ist entschieden vermehrt.

Nach 2 Tagen ist bereits eine rege Wucherung der Bindegewebszellen zu constatiren, an welchen auch diejenigen der Gefässadventitia theilnehmen. Wir begegnen zahlreichen Kerntheilungsfiguren in den Bindegewebszellen, welche sich leicht von denjenigen der Markzellen trennen lassen. Ausser der Vermehrung der Bindegewebszellen constatirt man in den folgenden Tagen auch eine Neubildung von Capillaren. In den der Verletzung nahe liegenden Gefässen ist nur dann und wann eine

geringgradige Anhäufung von Leukocyten zu constatiren. Die zerfallenen Zellen verschwinden rasch von der Verletzungsstelle, einzelne Riesenzellen werden von dem jugendlichen Bindegewebe umschlossen.

Bemerkenswerth ist nach dem eben Erwähnten, dass auf die Zerstörung des Markes so gut wie gar keine Erscheinungen einer reaktiven entzündlichen Infiltration folgen, ferner, dass die Nekrose nicht besonders ausgedehnt ist.

Fast eine Woche lang ist die Vermehrung der Bindegewebszellen der erwähnenswertheste Befund, die Wandung der Gefässe ist auf längere Strecken in dem der Verletzung anliegenden Marke theilhaftig. Man sieht aber, wie ich ausdrücklich hervorheben möchte, nie, dass eine eosinophile Zelle in eine Spindelzelle übergeht.

In dem an die Stichstelle grenzenden Knochenmarke ist, wie schon erwähnt, die Reaction auf den Eingriff gering. Man kann nur eine entschiedene Zunahme der Markzellen mit multiformen Kernen constatiren; diese dauert in wechselnder Intensität etwa bis zum 12. Tage an; dann nehmen auch diese Zellen an Zahl ab.

In der Verletzungsstelle macht sich erst am Ende der ersten Woche eine bemerkenswerthe Veränderung geltend.

Man sieht:

1. Die Neubildung von Fettzellen,
2. Dass vom Rande her Markzellen vordringen und zwar zunächst die kleinen Formen. Manchmal ist allerdings nicht mit voller Sicherheit anzugeben, ob eine kleine Markzelle, oder ein kernhaltiges rothes Blutkörperchen vorliegt.

Die Fettzellenbildung macht rasche Fortschritte, so dass schon nach 10 Tagen eine stattliche Anzahl derselben nachzuweisen ist. Auch die Markzellen mehren sich; sie wandern aber nicht nur ein, sondern vermehren sich in dem einstigen Stichkanale und zwar vorwiegend auf dem Wege der Mitose. In den grossen Markzellen kommt es zur Bildung von Riesenkernen

und weiterhin entstehen aus ihnen jugendliche Riesenzellen. Ob es auch zu einer Einwanderung von Riesenzellen kommt möchte ich dahingestellt sein lassen; nach Arnold kommt ihnen ja eine, wenn auch geringgradige Beweglichkeit zu.

Die Einwanderung von Markzellen und ihre Vermehrung vollzieht sich in der Weise, dass man 16 Tage nach der Verletzung ausser Fettzellen eine ziemliche Anzahl von Markzellen vorfindet. Das Knochenmark, welches man an der Verletzungsstelle vorfindet, entspricht in dem mikroskopischen Bilde etwa demjenigen eines nahezu ausgewachsenen Kaninchens. Die Mitosen, welche wir um diese Zeit in den Markzellen vorfinden, berechtigen zu der Annahme, dass die Regeneration noch nicht ihr Ende erreicht hat, dass noch eine grössere Anzahl von Markzellen zu erwarten ist. Kurz zusammengefasst geht folgendes vor sich:

An der Verletzungsstelle kommt es zu einer wenig ausgedehnten Nekrose, in der Umgebung so gut wie gar nicht zur entzündlichen Infiltration; es tritt eine rege Vermehrung der Bindegewebszellen ein. In dem jugendlichen Bindegewebe entstehen Fettzellen, zu gleicher Zeit beginnt die Einwanderung von Markzellen, welche sich in der Stichstelle vermehren. Aus den eingewanderten Markzellen entstehen Riesenzellen.

b) Abscess.

Nach der Infection des Markes mit Staphylococcen war an der Impfstelle nur starke Röthung zu bemerken; vom 4. Tage an konnte man aber deutlich die Abscessbildung constatiren; manchmal lagen mehrere kleine Eiterherde dicht nebeneinander. Vom 10. Tage ab mehrten sich die Abscesse in der Diaphyse, es kam ausserdem öfter zu einem Confluiren derselben. Wenn der centrale Theil des Markcylinders in einen zusammenhängenden Abscess aufgegangen war, so hatte das Mark eine gelblich grauweisse Farbe. In den meisten Fällen fand sich neben der Abscessbildung im Knochenmarke eine mehr oder weniger ausgedehnte Eiterung in den Weichtheilen; manchmal waren die

zunächst gelegenen Gelenke ergriffen. Einigemale kam es überhaupt nicht zur Eiterung und da fand sich bei der Obduction bindegewebiges Mark vor.

Im Gegensatz zu der einfachen Verletzung haben wir es hier noch mit den schädlichen Wirkungen der eingebrachten Staphylococcen zu thun. Die Folgen machen sich auch an dem ausgedehnten Zerfalle bemerkbar.

Zuerst verfallen die centralen Theile dem Untergange; der Zerfall rückt dann von innen nach aussen vor.

In den Anfangsstadien ist der Herd scharf von dem umgebenden Knochenmarke getrennt, aber schon nach zwei Tagen wird die Grenze etwas verwaschen, indem auch Zellen der Umgebung der Degeneration anheimfallen. Wie bei der Regeneration nach einfacher Verletzung stossen wir bei der Eiterung nach Ablauf von 2 Tagen auf eine Vermehrung der Bindegewebszellen, deren erste Anfänge schon nach 26 Stunden zu constatieren sind. Die gewucherten Bindegewebszellen bilden allmählig einen Mantel um den Abscess. Es lässt sich also hier ebenso wie früher die Entstehung junger bindegewebiger Elemente nur aus gleichartigen Zellen nachweisen. Eine Umwandlung von eosinophilen Zellen anderen oder Markzellen in Spindelzellen ist nirgends zu beobachten. Wenn die eine oder andere eosinophile Zelle eine etwas längliche oder ovale Form besitzt, so ist dies nur auf mechanische Ursachen, auf Druck von Seiten der jugendlichen Bindegewebszellen zurückzuführen; irgendwelche Fortsätze kann man an den eosinophilen Zellen nie constatieren.

Die jugendlichen Bindegewebszellen bleiben aber nicht am Rande des Herdes stehen, eine Anzahl von ihnen dringt in denselben vor und nimmt dort Kerntrümmer und Kernreste auf, entfaltet also phagocytäre Eigenschaften. An manchen Stellen finden sich diese Gewebsphagocyten in mehreren Reihen, so dass man von einer Phagocytzone sprechen darf. Nach dem Eindringen geht eine Menge der Phagocyten selbst wieder zu Grunde, die anderen, welche erhalten bleiben, tragen zur Säuberung des Terrains bei.

Am Ende der ersten Woche sieht man zwischen den Bindegewebszellen Fibrillen auftreten, deren Zahl langsam zunimmt, so dass allmählig ein mehr oder weniger breiter Bindegewebsgürtel zu Stande kommt.

Vom 3., besser aber vom 4. Tage an lässt sich eine Beteiligung der Markzellen an dem Aufbaue der Abscessmembran nachweisen. Es tritt zuerst eine herdweise Ansammlung der kleinsten Formen auf, die im weiteren Verlaufe so zunimmt, dass es zur Bildung eines Walles durch dieselben kommt. Zwischen den kleinen Formen begegnet man Bindegewebszellen, grössere Mark- und eosinophile Zellen in geringer Menge. Die Markzellen kleinster Ordnung dringen wie die histiogenen Wanderzellen in den Abscess vor; diejenigen, welche weit in den Herd vorrücken, verfallen ebenso wie die Gewebphagocyten der Degeneration, während sich diejenigen am Rande halten; auf diese Weise kommt es etwa nach 30 Tagen zu einer Ansammlung von kleinen Markzellen innerhalb des bindegewebigen Mantels; zwischen denselben liegen dann noch vereinzelte grosse Formen und eosinophile Zellen.

Die eben mitgetheilten Resultate differiren in einigen wesentlichen Punkten von denjenigen, welche Marwedel erhielt.

Ich konnte mich von der regen oder vielmehr fast ausschliesslichen Beteiligung der eosinophilen Zellen bei der Eiterbildung nicht überzeugen. Diese Differenz erklärt sich daraus, dass Marwedel echte und pseudoeosinophile Zellen nicht trennt. Weiterhin war es mir nicht möglich, einen Uebergang der eosinophilen Zellen in Bindegewebszellen aufzufinden.

Die verimpften Staphylococcen vermehren sich in dem Impfstiche und entfalten daselbst ihre deletären Eigenschaften; ausserdem dringen sie in die Umgebung vor. Sie werden bald von Mark und auch eosinophilen Zellen aufgenommen. Die Fresszellen gehen aber in Folge der aufgenommenen Coccenmengen selbst zu Grunde und nur ausserhalb des Impfstiches, wo sie wenige Exemplare bergen, bleiben sie erhalten. In dem umgebenden Marke sind die Coccen nur während einiger Tage

nachweisbar, nach Ablauf einer Woche sucht man sie vergebens. Es findet eben durch den Spindelzellen- und Markzellenwall ein Abschluss nach Aussen statt. Im Inneren des Abscesses sind die Coccen dagegen noch nach 4 Wochen aufzufinden und meist von einer schmälern oder breiteren nekrotischen Zone umgeben.

Zum Schlusse möchte ich noch das Schicksal der Knochensplitterchen erwähnen welche manchmal bei der Anbohrung des Knochens in das Mark dislociert werden. Nach 24 Stunden ist in denselben keine Kernfärbung mehr zu constatieren; sehr bald werden sie die Veranlassung von Resorptionsriesenzellen; die kleinsten Stückchen werden vollkommen von denselben umschlossen. An der Riesenzellenbildung um diese Fremdkörper betheiligen sich ausserdem die Fettzellen.

(Anm. Die ausführliche Arbeit erscheint an anderer Stelle.)

In der Sitzung vom 7. März wird Herr Dr. med. Friedrich Ransom dahier zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft erwählt.

Aufgelegte Schriften:

- Program for 2. Sem. 1897 Konigl. Norske Fredericks Universität.
Christiana 1897.
- Acta Societatis pro fauna et flora fennica. Vol. XIII, XIV.
Meddelanden Heft 23. Helsingfors 1897/98.
- Mitteilungen der medicinischen Fakultät der Universität Tokio.
Bd. IV, No. II.
- Annotationes zoologicae iaponenses. Vol. II, Part III.
Tokio 1898.
- Johns Hopkins University Circulars. Vol. XVIII, No. 137, 138.
Baltimore 1898.
- Annual Report of the Geological Survey of Canada. Vol. IX.
Ottawa 1898.

- Transactions of the Canadian Institute. Vol. V, Part 2. Proceedings Vol. I, Part 4—6. Toronto 1898.
- Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft. Band XXIX. Berlin 1899.
- Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Jahrg. 40, 1898. Berlin 1898.
- Neun und zwanzigster Bericht der Philomathie in Neisse. Neisse 1898.
- 33ter Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. Augsburg 1898.
26. Jahresbericht des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst. Münster 1898.
- Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Band XXXVI. Bericht der meteorologischen Commission in Brünn. Brünn 1898.
- Entomologisk Tidskrift. Aarg. 19, Heft 1—4. Stockholm 1898.
- Transactions of the Academy of Science of St. Louis. Vol. VII, No. 17—20; Vol. VIII, No. 1—7. St. Louis 1897/98.
- Wisconsin geological and natural history Survey. Bull. No. 1 und 2. Madison 1898.
- Report of the U. S. Naval Observatory. Washington 1898.
- Proceedings of the U. S. National Museum. Washington 1897.
- Bulletin of the U. S. Geological Survey No. 88, 89, 149. Monographs Vol. XXX. Washington 1897/98.
-

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

N^{ro.} 4

April

1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 26. April 1899 sprach Herr Melde über:

1. Eine neue Art von Stimmgabeln nach der Construction von Prof. Dr. Edelmann in München.

Vor einiger Zeit überliess mir Herr Prof. Edelmann eine Sammlung von Stimmgabeln, deren Form wesentlich abwich von derjenigen, in welcher sie namentlich von Rud. König hergestellt wird. Die Gabeln waren offenbar nur für hohe Töne bestimmt und reichten vom C^5 mit 4096 Schwingungen bis zu einem Tone der sechsgestrichenen Octave, den Edelmann als ein $C^6 + 5 C^3$, d. h. als einen Ton mit $8192 + 5 \cdot 1024 = 13312$ ganzen Schwingungen angegeben hatte. Die Gabeln bildeten, parallel zur Schwingungsebene gedacht, parallelfächig begrenzte Körper in einer Dicke gleich ca. 16 mm, die Zinken waren etwa quadratische Parallelepipeda und endigten, wenn sie senkrecht standen, oben in horizontalen, etwa quadratischen Stirnflächen. Sie hatten ferner keinen Stiel, sondern es war der massige Basistheil unten horizontal abgeschliffen. Um sie zum Tönen zu bringen, nimmt man je eine Gabel rechts und links in die Hand und schlägt ihre Zinken aneinander an, oder, wie ich es mache, man kittet die Gabeln mittelst Wachs-Colophoniumskitt

auf einen parallelepipedischen Holzklötz, versieht oben eine der Stirnflächen eines Zinkens mit einem rinnenförmigen Korkstückchen und streicht dann mit nassem Glasstab an diesem die Gabel an.

Herr Edelmann hatte seine Gabeln durchweg mittelst der Differenztöne abgestimmt und war hierbei bis zu 13300 Schwingungen gelangt. Mir selbst gelang es nur bis zum C^6 mit 8192 Schwingungen durch die Differenztöne zu kommen. Von da an wandte ich meine Resonanzmethode an und mittelst dieser konnte ich dann die Erfahrung gewinnen, dass die Edelmann'schen Gabeln noch weit höhere Töne liefern können, als ihr Erfinder im Stande war, festzustellen. Durch entsprechende Verkürzung der Zinken kam ich zu einem Tone von ca. 22000 Schwingungen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Edelmann'schen Gabeln anderen Stimmgabeln gegenüber Vortheile bieten. So schon allein dadurch, dass dieselben sehr bequem befestigt und mittelst der Antolik'schen Methode sehr leicht zum Tönen gebracht werden können. Selbstverständlich ist auch ihre Herstellungsweise einfacher, wie die anderer Gabeln.

2. Eine neue Art von Klangfiguren.

Was mir die Edelmann'schen Gabeln weiterhin so interessant machte, war der Umstand, dass ich durch sie eine neue Art von Klangfiguren entdeckte, deren Wesen ich hier in Kürze schildern möchte. Ich kam nämlich auf den Gedanken, bei einer solchen Gabel oben auf die horizontale quadratische Stirnfläche Sand zu streuen. Sobald nun die Gabel angestrichen wurde, ordnete sich dieser Sand zu einer geradlinigen Knotenlinie, mitten durch die Stirnfläche sich bildend und senkrecht zur Schwingungsebene der Gabel gelegen. Diese eigenthümliche Art der Knotenlinien ist m. W. noch von Niemand beobachtet worden, und es zeigte sich bald, dass deren Auftreten nicht nur bei schwingenden Stimmgabeln, sondern auch bei Stäben und Platten ein vielfach vorkommendes ist. Zunächst konnte ich

beobachten, dass nicht bloss bei den Edelman'schen Gabeln mit ihren breiten Stirnflächen, sondern bei Gabeln mit viel schmälern Stirnflächen die betreffenden Knoten sich sehr schön bilden. Eine König'sche Gabel, das C^4 mit 6,3 mm breitem Rücken, zeigte sie sehr schön. Eine grosse König'sche Gabel, das C^1 , oben mit 9,3 mm quadratischen Stirnflächen, liess beim Anstreichen den Sand auf den Stirnflächen so heftig in Bewegung gerathen, dass die Bildung einer Knotenlinie zunächst nicht möglich wurde, wenn man aber die Gabel mehr und mehr ausklingen liess, wurde die Sandbewegung, falls man immer neuen Sand aufstreute, immer schwächer und schliesslich blieb eine Sandlinie mitten durch die Stirnfläche übrig. Diese grosse Gabel gestattete auch leicht, ihren nächsten Oberton hervorzurufen. Bei diesem waren die Schwingungsweiten der Zinken viel geringer wie vorhin, und entstanden nun die Knotenlinien sofort beim Aufstreuen des Sandes sehr schön.

Es war mir nun klar, dass diese Sandfiguren auch bei schwingenden Platten, nämlich solchen, deren Dicke nicht zu gering ist, sich bilden müssten und bestätigte sich dies sofort. Eine quadratische Platte mit 62 mm Seitenlänge und 6,4 mm Dicke wurde so mit ihrem Stiel eingeschraubt, dass eine obere Stirnfläche genau horizontal lag. Wurde dann die rechte verticale Seitenfläche in der Mitte angestrichen, so gab die Platte einen Ton mit ca. 7700 Schwingungen und sofort bildete sich auf der oberen Stirnfläche längs ihrer Mittellinie die erwartete Knotenlinie. Wenn man ferner die rechte verticale Seitenfläche oben nach der Ecke hin anstrich, so gelang es auch denjenigen Ton herauszubringen, bei welchem die Platte die Chladni'sche Klangfigur, falls erstere horizontal lag, in dem Kreuz mitten durch die vier Seiten des Quadrats geliefert hätte. Nunmehr zeigte die Platte auf der Stirnfläche die neue Knotenlinie in zwei Stücken einer Geraden beiderseits der Mitte der Stirnfläche, welche Mitte der Endstelle der Chladni'schen Figur durch die Mitte der Seiten entsprach, und da diese Mitte eine Chladni'sche Knotenstelle war, so musste auch der Sand unserer Stirnflächen-Knotenlinie hier in Ruhe verbleiben.

Es scheint mir nicht schwer, die Erklärung für das Zustandekommen dieser Sandlinien zu geben. Ich denke mir die Bewegung einer solchen Stirnfläche ähnlich wie die einer kleinen reclinulären oder quadratischen Scheibe, welche rasch um eine feste Gerade hin und her vibriert, welche Gerade man durch die Mitten zweier gegenüber liegenden parallelen Seiten des Reitangels oder des Quadrats gelegt sich vorstellen muss. Die Hälften dieser Geraden machen dann um so heftigere Bewegungen, je weiter sie von den Drehcentren abliegen. Nach den Drehcentren hin muss dann also der Sand mehr und mehr in Ruhe verbleiben, und wenn auch die centrale Gerade nicht absolut in Ruhe wäre, so müsste der Sand doch längs jener ein Maximum der Ruhe erlangen.

Das Gesetz, welches diese »Stirnflächen-Knotenlinien«, wie ich sie zum Unterschiede der »Chladni'schen Knotenlinien« nennen möchte, befolgen, lässt sich in folgenden Worten zusammenfassen: »Die Ruhestellen der ersteren bilden sich an denjenigen Strecken, an welchen gerade die Schwingungsmaxima der letzteren liegen, d. h. wobei die letzteren keine Sandanhäufung dulden; die Stellen der Chladni'schen Knoten sind auch für die Stirnflächen-Knotenlinien die Stellen, an welchen keine Sandbewegung eintritt.«

3. Einige Erscheinungen bei sensitiven Flammen.

Die Reaction der sensitiven Flammen auf hohe Töne ist ja bekannt. Bemerkenswerth dürfte aber die Erscheinung sein, dass z. B. bei Galtonpfeifen die Flammen auch schwach zusammensucken, wenn man bei ersteren die Luftsäule gleich Null nimmt und nur den Anblase-Luftstrom in Gang bringt; d. h. das Zischen am Labium vom Luftstrom erzeugt, kann allein schon die Flamme irritiren: ein Umstand, der möglicherweise bei der Verwendung von sensitiven Flammen eine gewisse Vorsicht erheischt.

Von Herrn Prof. Dr. F. Müller eingeführt hielt der Assistent der medicinischen Poliklinik, Herr Dr. Hugo Lühje, als Gast, in der wissenschaftlichen Sitzung vom 26. April 1899 einen Vortrag:

Über einen Stoffwechselfersuch an einem Diabetiker.

Ich möchte mir erlauben, Ihnen im Folgenden kurz über die Ergebnisse eines Stoffwechselfersuchs an einem Diabetiker zu berichten. Der Kranke war in der hiesigen Privatklinik untergebracht und befand sich in absoluter Clausur. - Die Pflege war ausschliesslich während der ganzen Versuchszeit von einer Schwester getragen, die sich ihrer Aufgabe mit grossem Interesse und andauernder Sorgfalt unterzog.

Ursprünglich hatte ich nur die Absicht, einige mit der Arbeit, die mich gerade im Laboratorium beschäftigte, zusammenhängende Fragen zu prüfen. Erst einzelne hierbei unvermutet auftretende Resultate sowie die sich bald herausstellende vorzügliche Brauchbarkeit des Falles zu Ernährungsversuchen, waren Veranlassung, auch andere Fragen in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen. Die kurze Zeit, die mir hier zu Gebote steht, gestattet es nicht, die Versuchsergebnisse in ausführlicher Weise zu besprechen und nach allen Seiten hin zu beleuchten; es muss dies einer ausführlicheren Publication vorbehalten bleiben. Aus demselben Grunde musste ich auch meine Tabellen hier in etwas zusammengedrängter Form geben.

Bekanntlich sind in der Litteratur mehrere Fälle von sogenannter »Pentosurie« beschrieben; es soll in diesen Fällen ein Zucker mit fünf C-Atomen, eine Pentose, ausgeschieden werden. Die Identificirung derselben wurde durch die Furfurolreaction, die Osazondarstellung sowie durch die Elementaranalyse des Osazons geführt. Um welche Pentose es sich handelt, ist nicht sicher bekannt; es scheint sich jedoch nach der Anschauung der betr. Autoren um dieselbe Pentose oder sagen wir besser um denselben pentosenartigen Körper zu handeln, den man aus dem Nucleoalbumin des Pancreas dargestellt zu haben glaubt. Es

lag daher nahe, folgenden Versuch anzustellen: man giebt einem Diabetiker, dessen Oxydationsvermögen für viele Kohlenhydrate erheblich gestört ist, möglichst grosse Mengen von Pancreas, um evt. experimentell »Pentosurie« zu erzeugen.¹⁾ Wie Sie sehen, haben wir in unserer Versuchstabelle verschiedene derartiger Pancreastage. Der Patient bekam teils natives Pancreas in gebratenem oder gekochtem Zustand oder ein mit Aether extrahirtes getrocknetes Pancreaspulver; meist beides zusammen. Von dem Pancreaspulver entsprachen etwa 100 gr 400 gr Rohpancreas. Der Patient ass davon an den einzelnen Tagen — auf Rohpancreas berechnet — bis zu drei Pfund. Aus den später zu besprechenden Ausscheidungsverhältnissen werden wir ersehen, dass die Resorption ausgezeichnet war. Auch nicht ein einziges Mal war es möglich, Pentosenreaction im Urin zu erhalten. Auch der eingeengte Urin gab keine Furfuolreaction; nach der Vergäherung drehte der Harn nicht mehr. In Selbstversuchen, die Herr College Schwenkenbächer und ich an uns machten, gelang es ebenfalls nicht nach Aufnahme von 150 gr Pancreaspulver und ca. $\frac{1}{2}$ Pfund gekochtem Pancreas — was etwa 7—800 gr Rohpancreas entsprechen würde — Pentosurie zu erzeugen. Übrigens schied unser Patient auch, nachdem er an einzelnen Tagen 3, 8, resp. 15 gr Xylose und 10, resp. 15 gr Arabinose, also recht erhebliche Mengen, aufgenommen hatte, von diesen Pentosen nichts im Urin wieder aus. Wir müssen also nach den vorliegenden Fütterungsversuchen mit Pentosen annehmen, dass die Oxydationsfähigkeit für Arabinose und Xylose bei unserem Diabetiker ziemlich gut gewesen sei. Immerhin aber muss — die Annahme der Pentosenabspaltung aus dem Pancreasnuclealbumin als richtig vorausgesetzt — die Thatsache sehr auffallend erscheinen, dass der Patient trotz so ungewöhnlich grosser Aufnahme von Pancreas keine die Tollens'sche Reaction gebende Substanz ausgeschieden hat.

1) Erst nachträglich erfuhr ich, dass ähnliche Versuche von Salkowski an Tieren gemacht sind.

Noch von einem anderen Gesichtspunkte interessirte uns die Pancreasdarreichung. Wie gestaltet sich dabei die Oxalsäureausscheidung? Der Stand der Oxalsäurephysiologie ist kurz dieser: Sicher ist nach Versuchen von Wesley Mills und mir, dass die Oxalsäure sowohl im Tierkörper als im menschlichen Organismus gebildet werden kann. Über die Muttersubstanz der im Tierkörper gebildeten Oxalsäure gehen die Anschauungen weit auseinander. Mir schien es bisher nach den Angaben in der Litteratur das Wahrscheinlichste, dass die Oxalsäure den Nucleinen entstamme, wenn mir auch ein früher in dieser Richtung ausgeführter Versuch — ich hatte einem Manne 750 gr Kalbsthymus gegeben, ohne eine Steigerung der Oxalsäureausscheidung beobachten zu können — resultatlos blieb. Unter Fritz Voit's Leitung sind ähnliche Versuche unabhängig von den meinen gemacht worden, über die Voit vor kurzem berichtet hat. Dieser Autor will zu positiven Resultaten gekommen sein, d. h. er sah eine regelmässige Steigerung der Oxalsäureausscheidung nach Darreichung von grossen Mengen Thymus; nur in einem Fall blieb dieselbe aus. Ich muss nach den Resultaten meiner Analysen — es wurden während der ganzen Zeit quantitative Oxalsäurebestimmungen gemacht — einen solchen Zusammenhang bezweifeln. Ich habe an einzelnen Pancreastagen überhaupt keine Oxalsäure im Harn gefunden, an anderen nur Spuren; jedenfalls niemals eine vermehrte Menge derselben. Ebenso versagten in dieser Beziehung die beiden Kalbsthymustage, an denen 1000, resp. 1150 gr Thymus verzehrt wurden. Dass die Nucleinstoffe vorzüglich resorbirt und auch in hohem Grade umgesetzt wurden, sehen Sie aus den hohen Phosphorsäure- und Harnsäurezahlen. (Demonstration a. d. Tabelle).

Noch ein anderer Punkt bedarf hier der Erwähnung; es wird noch immer von einzelnen Seiten unbegreiflicher Weise die Möglichkeit einer »alimentären Oxalurie« bezweifelt und in der ausführlichsten Weise zu widerlegen gesucht. Unser Patient, der nie ein spontanes Oxalatsediment im Urin zeigte und dessen Oxalsäureausscheidung stets sehr gering war, hatte plötzlich ein

reichliches Kalkoxalatsediment an den beiden Tagen, an denen er je 200 gr Spinat erhielt, also ein stark oxalsäurehaltiges Gemüse. Die quantitative Ausscheidung betrug an diesen beiden Tagen das Vielfache der bis dahin beobachteten Oxalsäuremengen.

Dass die von den Gegnern der alimentären Oxalurie behauptete Umsetzung der löslichen Oxalate in das nicht lösliche und nicht resorptionsfähige Kalkoxalat innerhalb des Darmes teilweise stattfindet, scheint mir daraus hervorzugehen, dass sich an den beiden Spinattagen im Koth mikroskopisch massenhaft Kalkoxalatkrystalle nachweisen liessen; denn im Spinat ist die Oxalsäure, soweit ich weiss, in löslicher Form vorhanden.

Ich komme zu einer anderen Frage, nämlich der der Harnsäureausscheidung und -bildung. Sie sehen in der Tabelle an den Pancreastagen eminent hohe Harnsäurewerte verzeichnet; die höchsten sind 5,38 gr und 6,70 gr pro die. (Demonstration der betr. Harnsäuremengen). Von diesen war der grösste Teil spontan ausgeschieden; ich bemerke, dass die Zahlen sicher noch etwas zu gering sind, denn kleine Verluste waren bei der Sammlung und Trocknung der spontan ausgeschiedenen Harnsäure unvermeidlich. Es sind dies übrigens die höchsten Harnsäureausscheidungen, die bisher beobachtet sind, wenn ich von einem Fall einer acuten Leukämie absehe, die am letzten Tage ihres Lebens 8,7 gr Harnsäure ausschied. Die Zahlen, die man bisher nach Darreichung nucleinreichen Gewebes beobachtet hat — Pancreas ist noch nicht gegeben worden — erreichen nicht annähernd die Höhe dieser Zahlen. An sich haben diese hohen Zahlen nur den Wert eines Curiosums. Ziehen wir jedoch die neueren Anschauungen über Harnsäurebildung, wie sie Minkowski kürzlich zum Ausdruck gebracht hat, in Betracht, so gewinnen sie doch einiges Interesse. Minkowski meint auf Grund seiner Untersuchungen, dass von den Zersetzungsprodukten der Nucleinstoffe nur das Hypoxanthin und das Adenin, soweit letzteres nicht präformirt eingeführt wird, Harnsäure liefert. In 100 Teilen Pancreas sind nach Kossel im Mittel 0,089 Tle. Hypoxanthin + Adenin enthalten. An dem Tage, an welchem 6,7 gr Harnsäure

ausgeschieden wurden, bekam der Patient 3 Pfund Pancreas; in diesen drei Pfund waren nach der Kossel'schen Analyse 1,34 gr Hypoxanthin + Adenin enthalten. Diese Menge reicht natürlich lange nicht aus, um 6,7 gr Harnsäure zu liefern. Vielleicht lässt sich daraus schliessen, dass noch andere Basen im Nucleinmolekül an der Bildung der Harnsäure beteiligt sein müssen.

Bevor ich auf die Beziehungen zwischen Zuckerbildung und Fett-, resp. Eiweissnahrung eingehe, möchte ich mir erlauben, kurz an der Hand der Tabelle die Verhältnisse an den einzelnen Tagen durchzugehen.¹⁾ In die erste Columne habe ich die Menge der dargereichten Nahrung geschrieben; ich habe immer nur den Hauptbestandteil der Nahrung an den betr. Tagen verzeichnet; denn das was nebenher gegeben wurde, war so ausgewählt und wurde ausserdem in so geringen Mengen aufgenommen, dass es für den Stoffumsatz und speciell für die Zuckerausscheidung kaum oder gar nicht in Betracht kam. Kohlehydrate wurden während der ganzen Zeit gar nicht gereicht, abgesehen von je 50 gr Brot an den beiden ersten Tagen, sowie von den minimalen Mengen, die in je 200 gr Spinat enthalten sind (an zwei Tagen der letzten Periode). Die zweite Columne enthält die Harnmengezahlen. In der dritten Columne ist die Stickstoffausscheidung im Harn und der daraus berechnete Eiweissumsatz verzeichnet. Die vierte Columne enthält die Zahlen der täglichen Zuckerausscheidung, die fünfte die der Phosphorsäure-, die sechste die der Harnsäureausscheidung, die siebente die des Verhältnisses von ausgeschiedenem Stickstoff zu ausgeschiedenem Zucker. In der letzten Columne stehen die täglichen Körpergewichtszahlen. Die Kothanalysen, die Acetonzahlen, die Ammoniak- und Oxalsäurezahlen wurden der Einfachheit wegen fortgelassen.

1) Die ausführlicheren Belege müssen der späteren Publication vorbehalten bleiben. Es wurde die Nahrung natürlich auf das Genaueste abgewogen und, soweit es nötig erschien, analysirt. Der Koth wurde für die einzelnen Perioden abgegrenzt und ebenfalls analysirt (Fett und Stickstoff).

Zunächst sehen Sie hier eine Reihe von Rindfleischtagen, wenn ich von den beiden ersten Tagen, an denen je 50 gr Brot gegeben wurden, absehe. Die Zuckerausscheidung beträgt an diesen Tagen rund 48, 53, 58 u. s. w. gr, im Allgemeinen die Tendenz zum Absinken zeigend, was deutlich die Berechnung des Verhältnisses zwischen Harnstickstoff und Harnzucker illustriert.¹⁾ Es folgen zwei Nutrosetage; am zweiten Tage Ansteigen der Zuckerausscheidung auf 70 gr. Hierauf wiederum zwei Fleischtage, an denen die Zuckerausscheidung auf 39, resp. 38 gr sinkt. Am folgenden Eiereiweisstag sinkt die Zuckerausscheidung plötzlich auf 10 gr herab. Es folgt ein Fleischtage mit 4, 8 gr Zucker und hierauf ein Fetttage mit 3,4 gr. Am nächsten Tage mit Pancreasfütterung steigt die Zuckermenge plötzlich auf 62 gr, um an den beiden darauf folgenden Nutrosetagen gar auf 80, resp. 113 gr zu steigen. Hierauf wiederum ein Eiereiweisstag mit einer Zuckerausscheidung von nur 2 gr. An den beiden nächsten Fetttagen schwindet der Zucker ganz aus dem Harn. Es folgen drei Nutrosetage, an denen die Zuckerausscheidung wieder sehr beträchtlich wird; sie beträgt an den drei Tagen 41, 72, resp. 39 gr. Hierauf zwei Kalbsthymustage ohne Zucker, dann zwei Rindfleischtage mit 8, resp. 5 gr Zucker. Es folgt eine dreitägige Pancreasperiode; am ersten Tage bei geringer Pancreasaufnahme und vor allem sehr geringen Eiweissumsatz gar kein Zucker; am zweiten Tag 1,9 gr Zucker; am dritten Tag 61 gr Zucker. Die Zuckerausscheidung von 32 gr am folgenden Fetttage ist sicher noch auf die vorhergehenden Pancreastage zu beziehen; denn Sie sehen wie am zweiten Fetttage die Zuckerausscheidung nur noch 1 gr beträgt. Ausserdem zeigen meine ausführlicheren Tabellen mit aller Sicherheit das Spätkommen der Zuckerausscheidung nach allen Pancreastagen. Ich habe Ihnen in der nebenanstehenden Tabelle einige Tage aus

1) Die allmähliche relative Abnahme der Zuckerausscheidung ergibt sich übrigens des Näheren noch aus den Bestimmungen, die von Herrn Collegen Dr. Zängerle aus anderen Gründen vor der Zeit meiner Versuche gemacht wurden.

meinen ausführlichen Tabellen herausgeschrieben, an denen Sie dieses Gesetz deutlich erkennen können (s. Tab. 2); mit der Harnsäureausscheidung verhält es sich ähnlich. Die beiden folgenden Tage waren wieder Eiereiweisstage mit 11, resp. 12 gr Zucker; dann wieder ein Pancreastag mit 38 gr Zucker, und wir dürfen den folgenden Fleisch-Fetttag mit 45 gr Zucker ruhig noch hierher rechnen. Am zweiten und dritten Fettfleischtage sinkt die Zuckerausscheidung wieder auf 7, resp. 0,9 gr herab. Im Allgemeinen ist zu der Tabelle zu bemerken, dass die Ausnutzung an den einzelnen Tagen sehr gut war, vor allen auch an den Fett-, Pancreas- und Nutrosetagen. Etwas zu wünschen übrig liessen der erste Eiereiweisstag und die beiden Thymustage. Störend greift in die Zuckerausscheidungsverhältnisse das sich allmählich bessernde Zuckerverbrennungsvermögen ein. Würde letzteres constant geblieben sein, so würden die Zuckersahlen vermutlich noch beweisender gewesen sein. Denn die Verbesserung des Oxydationsvermögens beeinflusst meine Zahlen in einem für die daraus zu ziehenden Schlüsse ungünstigen Sinne. Um dem Einwand zu begegnen, dass an den Tagen mit hoher Zuckerausscheidung mehr Eiweiss umgesetzt sei, verweise ich auf die Verhältnisszahlen zwischen ausgeschiedenem Stickstoff und Zucker. Dieses war vor allem bei der Formulierung der Schlüsse mit massgebend.

Die Ernährung war stets ausreichend, wie Sie aus den Körpergewichtszahlen ersehen; die grossen Schwankungen derselben an den einzelnen Tagen sind sicher vorwiegend bedingt durch den grossen Wechsel in Blasen- und Darmfüllung des Patienten.

Welche Schlüsse lassen sich nun aus den soeben besprochenen Zahlen ziehen? Beginnen wir mit der Zuckerbildung aus Fett. Noch jüngst ist von Rumpf an der Hand eines Stoffwechselversuchs an einem Diabetiker behauptet worden, dass der diabetische Organismus fähig sei, aus Fett Zucker zu bilden. Es ist hier nicht der Ort Kritik an dieser Arbeit zu üben; ich will nur bemerken, dass sie sehr viel Unerklärliches enthält.

Mein Diabetiker schied am 7. III, wie Sie sehen, 3 gr Zucker aus nach einer Zuckerausscheidung von 5 gr am vorhergehenden Tag. Am 12. und 13. III wurde gar kein Zucker ausgeschieden, trotzdem ungeheuer viel Fett resorbirt und, wie der geringe Eiweissumsatz am 13. III beweist, zweifellos auch verbrannt war. Am folgenden Nutrosetag wurden sofort wieder 41 gr Zucker ausgeschieden. Die Zuckerausscheidung von 32 gr am 24. III, ebenfalls einem Fetttag, ist sicher zu beziehen auf die vorhergehende Pancreasperiode (wie schon erwähnt wurde). Am gleich darauf folgenden Fetttag wird nur noch 1 gr Zucker ausgeschieden. Auch die beiden letzten Fettfleischtage zeigen eine niedrige Zuckerausscheidung; die 45 gr Zucker am 29. III bei Fleischfettkost sind abhängig vom vorhergehenden Pancreastag (s. Tab. 2). Wir sehen also, dass an den Tagen, wo grosse Mengen Fett gereicht wurden, niemals eine Steigerung der Zuckerausscheidung eintritt, häufig dagegen ein starkes Absinken. Es muss hiernach die Zuckerbildung aus Fett beim Diabetiker bestritten werden; wenigstens ist sie kein allgemeines Gesetz.

Was nun die Zuckerausscheidung nach Eiweissnahrung anlangt, so ist zunächst sehr auffallend die geringe Zuckerausscheidung nach Eiereiweissaufnahme; das ist um so bemerkenswerter, als sich im Reagensglas das Eiereiweiss ganz anders verhält: hier lassen sich aus ihm relativ hohe Mengen zuckerartiger Substanz abspalten.

Sehr bemerkenswert ist ferner die hohe Zuckerausscheidung nach Pancreasaufnahme, die an allen Pancreastagen wiederkehrt. Diese Thatsache, an der, wie meine ausführlicheren Tabellen noch deutlicher zeigen, nicht zu zweifeln ist, lässt zwei Erklärungen zu. Ich will vorweg nehmen, dass eine fermentative Wirkung des Pancreas irgend welcher Art nach der vorausgegangenen Behandlung ausgeschlossen war. Es konnte sich daher entweder um eine toxische Wirkung handeln, oder es musste im Pancreas eine Substanz enthalten sein, die im Körper grosse Mengen von Zucker liefern kann. Eine toxische Wirkung in dem Sinne, dass das Oxydationsvermögen für Kohlehydrate

stark geschädigt wird, ist nicht ganz ausgeschlossen; wir müssten dann allerdings der Nutrose dieselbe toxische Wirkung zuschreiben; denn auch an den Nutrosetagen sehen wir hohe Zuckerausscheidung. Die andere Möglichkeit, dass nämlich im Pancreasgewebe irgend eine Substanz grosse Mengen von Zucker liefert, liess in erster Linie an die Nucleïne denken; denn wir haben an der Harnsäure- und Phosphorsäureausscheidung gesehen, wie grosse Mengen von Nucleïn im Pancreas enthalten sein müssen. Ein Fütterungsversuch mit einem anderen nucleinreichen Gewebe musste in diesem Punkte Aufklärung bringen. Der darauf bezügliche Versuch mit Thymus am 17. und 18. III fiel absolut negativ aus, d. h. es wurde gar kein Zucker ausgeschieden. Vielleicht ist es aber eine andere Substanz, die im Pancreasgewebe in grosser Menge vorhanden ist, und da liegt es nahe an das Leucin zu denken. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass das Leucin für die Zuckerbildung aus Eiweiss in Betracht kommt, eine Möglichkeit, auf die mein Chef, Herr Prof. F. Müller, nòch vor kurzem hingewiesen hat. Damit wäre zugleich auch die hohe Zuckerausscheidung an den Nutrosetagen erklärt. Denn aus der Nutrose hat man bis zu 50% Leucin abgespalten. Wenn auch diese Erwägungen nur rein hypothetischen Wert haben, wäre es immerhin doch ganz wünschenswert, Fütterungsversuche mit Leucin an Phloridzintieren oder an Diabetikern zu machen. Weiterhin wird es nötig sein, meine Versuche an einem Diabetiker schwerster Form mit constant bleibendem Zucker-verbrennungsvermögen zu wiederholen. Unser Fall stand vielleicht in der Mitte zwischen den sogen. mittelschweren und schweren Fällen.

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass ich an einem Pancreastag Cystin, an einem Fetttag mit Sicherheit Fett im Urin nachweisen konnte. Man könnte hier also wohl von einer alimentären Lipurie sprechen. Auffallend war an den Eiereiweiss-tagen die starke Fluorescenz des nativen Urins, die, wie das Spectrum zeigte, auf die Anwesenheit von Hydrobilirubin zu beziehen war.

Tabelle 1.

Datum	Nahrung	Harmenge in cem	N-Ausschdg; in Klammer Eiweissums.	Zucker- ausscheidg. in g	Phosphor- säure-Aus- scheidg. in g	Harnsäure- Ausscheidg. in g	N : Zucker	Körpergew. in Kilo
23. II.	530 g Fleisch, 250 g Wurst, 6 Eier, 50 g Schwarzbrot	2660	22,56 (141,0)	47,88	4,26	1,09	1 : 2,1	55,0
24. II.	550 g Fleisch, 250 g Wurst, 6 Eier, 50 g Schwarzbrot	2300	22,77 (142,3)	52,90	4,49	1,18	1 : 2,3	55,3
25. II.	600 g Rindfleisch, 250 g Wurst, 6 Eier	2650	28,62 (178,9)	58,30	4,90	1,13	1 : 2,0	55,8
26. II.	dto.	2490	24,40 (152,5)	39,84	3,98	1,88	1 : 1,6	55,2
27. II.	dto.	2770	35,73 (223,4)	66,48	5,29	1,34	1 : 1,9	54,7
28. II.	dto.	2075	28,43 (177,7)	41,50	4,28	1,05	1 : 1,5	54,5
1. III.	250 g Nutrose, 5 Eier	2320	29,00 (181,3)	41,76	5,27	0,87	1 : 1,4	54,8
2. III.	400 g Nutrose	3200	42,24 (264,0)	70,40	6,24	0,87	1 : 1,7	55,2
3. III.	567 g Rindfleisch, 250 g Wurst	1770	26,91 (168,2)	38,94	3,36	0,96	1 : 1,4	55,6
4. III.	550 g Rindfleisch, 250 g Wurst	2370	37,90 (236,9)	37,90	4,65	1,59	1 : 1,0	56,2
5. III.	465 g Eiereiweiss (nativ), 310 g Album. ex ovis sicc.	2100	19,32 120,8	10,5	2,20	0,69	1 : 0,6	54,8
6. III.	215 g Eiereiweiss, 310 g Rindfleisch, 226 g Wurst, 150 g Speck	1200	21,72 (135,8)	4,8	2,38	0,89	1 : 0,2	54,4
7. III.	446 g Speck, 60 g Butter, 2 Essl. Sahne, 6 Eier, 303 g Fleisch, 215 g Wurst (fett)	1700	23,46 (146,6)	3,4	3,43	0,98	1 : 0,1	55,2
8. III.	300 g Pancreaspulver, 532 g nativ. Pancreas, 5 Eier	3240	31,37 (196,1)	61,56	9,27	4,81	1 : 2,1	55,7
9. III.	430 g Nutrose, 1 Ei	2745	34,04 (212,8)	79,60	7,22	1,56	1 : 2,4	55,5
10. III.	480 g Nutrose	4020	60,70 (379,4)	112,5	9,17	0,97	1 : 1,8	56,0
11. III.	780 g nativ. Eiereiweiss, 100 g Alb. ex ovis sicc.	1825	26,65 (166,6)	1,82	2,56	0,54	1 : 0,07	57,1
12. III.	600 g Speck, 20 g Butter, 2 Essl. Sahne, 108 g fette Wurst, 5 Eier	1850	22,94 (143,4)	0	2,87	0,65	—	58,1
13. III.	587 g Speck, 20 g Butter, 2 Essl. Sahne, 108 g fette Wurst, 4 Eier	1850	9,99 (62,4)	0	2,76	0,51	—	58,3
14. III.	450 g Nutrose	3400	21,08 (131,8)	40,8	4,69	0,69	1 : 2,0	58,9

Tabelle 1 (Forts.).

Datum	Nahrung	Harnmenge in ccm	N-Ausschd.; in Klammer Eiweissums.	Zucker- ausscheidg. in g	Phosphor- säure-Aus- scheidg. in g	Harnsäure- Ausscheidg. in g	N:Zucker	Körpergew. in Kilo
15. III.	450 g Nutrose	3600	48,96 (306,0)	72,0	6,59	0,70	1:1,6	58,0
16. III.	dto.	3510	53,00 (331,3)	38,61	6,39	0,67	1:0,7	58,5
17. III.	1000 g Kalbsthymus	3040	39,22 (244,1)	0	5,93	2,54	—	57,8
18. III.	1150 g Kalbsthymus	2155	19,61 (122,6)	0	4,61	2,01	—	57,6
19. III.	765 g Rindfleisch, 215 g roh. Schinken	1950	29,84 (186,5)	9,75	5,64	1,36	1:0,3	56,2
20. III.	750 g Rindfleisch, 250 g roh. Schinken	2600	35,88 (224,3)	5,2	5,28	1,68	1:0,2	56,4
21. III.	1000 g nativ. Pancreas	1335	13,11 (81,9)	0	3,10	1,40	—	55,3
22. III.	1350 g nativ. Pancreas, 183 g Paucraspulver	3760	45,69 (295,6)	1,9	14,46	5,38	1:0,04	56,7
23. III.	1500 g nativ. Pancreas, 2 Eier	4410	54,42 (340,5)	60,53	14,60	6,70	1:1,1	55,8
24. III.	616 g Speck, 32 g Butter, 2 Essl. Sahne, 156 g fette Wurst, 4 Eier, 200 g Spinat	2246	28,97 (181,5)	32,38	6,94	0,83	1:1,1	55,5
25. III.	620 g Speck, 52 g Butter, 1 Essl. Sahne, 197 g fette Wurst, 4 Eier, 285 g Spinat	1685	19,55 (122,2)	0,98	4,65	0,99	1:0,01	57,2
26. III.	1127 g nat. Eiereiweiss (38 Eier), 86 g Alb. sicc.	2120	21,84 (136,5)	10,6	2,37	—	1:0,4	57,2
27. III.	1097 g nat. Eiereiweiss (38 Eier), 113 g Alb. sicc.	2800	26,88 (168,0)	12,32	1,76	—	1:0,4	57,2
28. III.	200 g Pancreaspulver, 500 g nat. Pancreas, 2 Eier, 285 g Speck ¹⁾	3070	33,68 (210,5)	38,39	7,53	3,87	1:1,2	57,0
29. III.	390 g Fleisch, 6 Eier, 125 g Speck, 2 Essl. Sahne, 20 g Butter	2690	29,86 (186,6)	45,09	5,06	—	1:1,5	56,9
30. III.	Fett-Fleisch	1080	18,04 (112,8)	6,51	—	—	1:0,4	56,8
31. III.	Fett-Fleisch	1110	17,76 (111,0)	0,98	—	—	1:0,05	—

1) An diesem Tage wurde bereits morgens 7 Uhr mit der Pancreasaufnahme begonnen; um Mittag wurde das letzte Pancreas genommen; an allen anderen Pancreastagen wurde erst gegen Mittag das erste Pancreas verzehrt; die Hauptpancreasmahlzeit wurde gegen Abend gegeben.

Tabelle 2.

Datum	Nahrungsaufnahme	Urinmenge in ccm	Zucker in einzelnen Portionen		Phosphorsäure in den einzelnen Portionen in gr	N. in den ein- zelnen Por- tionen in gr	Harnsäure in den einz. Port. in gr	Gesamtzucker in gr	Ges. - Phosphor- säure in gr	Ges. - N. in gr; in Klammer der daraus berech. Eiwaissumsatz	Ges. - Harnsäure in gr	
			%	gr								
26. III.	1127 gr natives Eiereiweiss (von 38 Eiern); 86 gr Album. sicc.; 119 gr Butter; 2 Essl. Sahne; 6 Tass. Kaffee; 5 Sar- dellen; 3 Tass. Bouillon; 3 Glas Rotwein.	2120	0,5	10,6	—	—	—	10,6	2,37	21,84 (136,5)	—	
27. III.	9 U. m.: 2 Tass. Kaffee; 1 Essl. Sahne. 11 U. m.: 294 gr nat. Eiereiweiss; 30 gr Butter; 1 Glas Wein. 1 1/2 U. nachm.: 373 gr nat. Eier- eiweiss; 30 gr Butter; 3 Sard.; 2 Tass. Bouillon; 1 Glas Wein. 4 U. nachm.: 200 gr nat. Eier- eiweiss; 20 gr Butt.; 25 gr Album. sicc.; 2 Tass. Kaffee. 5 1/2 U. nachm.: 63 gr nat. Eier- eiweiss; 33 gr Alb. sicc.; 2 Tass. Kaffee; 1 Essl. Sahne. 7 U. abds.: 167 gr nat. Eier- eiweiss; 25 gr Butter; 4 Sard.; 55 gr Alb. sicc.; 1 Tass. Bouill.; 1 Glas Wein.	I P. 11 U. m. gelass. 385. II P. 1 U. mitt. gelass. 118. III P. 3 U. nachm. gelass. 220. IV P. 5 U. nachm. gelass. 262. V P. 7 U abds. gelass. 310. VI P. 10 U. abds. 500	0	0	0,06	—	—	—	—	—	—	—
			0,1	0,22	—	—	—	12,32	1,76	26,88 (168,0)	—	
			0	0	—	—	—	—	—	—	—	
			0	0	—	—	—	—	—	—	—	

Datum	Nahrungsaufnahme	Urinmenge in	Zucker in einzelnen Portionen		Phosphorsäure in den einzelnen Portionen in gr	N. in den ein- zelnen Por- tionen in gr	Harnsäure in den einz. Port. in gr	Gesamtzucker in gr	Ges. - Phosphor- säure in gr	Ges. - N. in gr in Klammer der- daraus berech. Eiweissumsatz	Ges. - Harnsäure in gr
			%	gr							
27. III.	Zusammen: 1097 gr nat. Eier- eiweiss (von 38 gr Eiern); 113 gr Alb. sicc. u. s. w.	VII P. 7 U. morg. gelass. 1005.	1,2	12,06	—	—	—	—	—	—	—
28. III.	7 U. morg.; 100 gr Pancreas- pulv.; 2 Tass. Kaffee.	I P. 10 U. m. gelass. 590	0,5	2,95	—	—	—	—	—	—	—
	10 ¹ / ₂ U. morg.; 100gr Pancreas- pulv.; 2 Tass. Bouillon.	II P. 11 U. m gelass. 210	0,6	1,26	—	—	—	—	—	—	—
	12 ¹ / ₂ U. mitt.; 500 gr natives Pancreas; 2 Tass. Bouillon; 1 Glas Wein.	III P. 1 U. mitt. gelass. 200	0,7	1,40	0,41	2,24	0,33	—	—	—	—
4 U. nachm.; 125 gr Speck; 38 gr Wurst; 58 gr Ei; 2 Tass. Kaffee; 1 Essl. Sahne; 1 Glas Wein.	IV P. 3 U. n. gelass. 260	0,7	1,82	1,10	2,39	0,46	—	—	—	—	
7 U. abds.; 160 gr Speck; 62 gr Wurst; 60 gr Ei; 1 Essl. Sahne; 1 Tass. Bouillon; 1 Glas Wein.	V P. 4 U. n. gelass. 275	0,9	2,48	0,97	2,72	0,50	38,39	7,53	33,68 (210,5)	3,87	
	VI P. 6 ¹ / ₂ U. n. gelass. 280	1,5	4,20	0,76	3,39	0,44	—	—	—	—	
	VII P. 9 U. abds. gel. 275	1,5	4,12	0,73	3,57	0,39	—	—	—	—	
	VIII P. 8 U. m. gel. 960	2,1	20,16	—	—	—	—	—	—	—	
	(Port. I u. II u. VIII)	—	—	—	19,37	1,75	—	—	—	—	—

In der Geschäftssitzung vom 26. April 1899 wurde das bisherige ausserordentliche Mitglied Herr Oberarzt Professor Dr. Eberhard Nebelthau durch vorschriftsmässige Kuglung zum ordentlichen einheimischen Mitglied gewählt.

Aufgelegte Schriften:

- Leopoldina, Heft XXXIV 12, XXXV, Nr. 1, 2, 3 und 4.
 Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1898, Nr. 16 bis 18 und 1899, Nr. 1—4.
 Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Verein in Greifswald. Jahrg. 30. Berlin 1899.
 Verhandlungen des naturhist. medicinischen Vereins in Heidelberg. N. F. Bd. VI, Heft 1. Heidelberg 1898.
 Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. 9, Heft 3 und 4.
 Abhandlungen der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. 21, Heft 3 und 4 und Bd. 24, Heft 4. Frankfurt a. M. 1898.
 Informe del Museo Nacional de Costa Rica 1898. San Jose 1898.
 American Naturalist, Vol. 33, Nr. 386, 387, 388. Boston 1899.
 Bulletin of the New-York Public Library. Vol. 2, Nr. 12; Vol. III, Nr. 1, 2 und 3. New-York 1899.
 Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago de Chile. Bd. III, Heft 5. Valparaiso 1897.
 Annotationes zoologicae Japonenses. Vol. II, Part. IV. Tokio 1898.
 Mittheilungen aus der medic. Fakultät der k. jap. Universität in Tokio. Bd. IV, Nr. 3 und 4. Tokio 1898.
 Nuovo Cimento. Ser. IV, Tom. VIII. (Societa italiano di Fisica). Pisa 1898.
 Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3, Vol. V, fasc. 1, 2 und 3. Napoli 1899.
 Rendiconti della R. Accad. dei Lincei. Nr. 296. Vol. VIII, fasc. 2, 3, 4, 6 und 7. Roma 1899.
 Annali della facolta di medicina di Perugia. Vol. X, fasc. 2—4. Perugia 1898.
-

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

N^{ro.} 5

Mai

1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 17. Mai 1899 berichtet Herr Johannes Meisenheimer über:

Die Entwicklungsgeschichte von *Dreissensia polymorpha* Pall.

I. Bis zur Ausbildung der jungen Trochophoralarve.

Als Süßwassermuschel von marinem Typus nimmt *Dreissensia polymorpha* in unserer Süßwasserfauna eine eigentümliche Sonderstellung ein. Dieser marine Typus äussert sich nicht allein in der Organisation des erwachsenen Tieres, er übt seinen Einfluss auch auf die Entwicklung aus, insofern eine mit allen charakteristischen Merkmalen der marinen Verwandten ausgerüstete Trochophoralarve auftritt. Korschelt hat dieselbe zuerst aufgefunden und kurz beschrieben, auf seine Veranlassung hin und mit Unterstützung der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg habe ich ihre Entwicklung zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung gemacht und möchte deshalb im folgenden kurz die bisher gewonnenen Resultate darlegen.

Dreissensia legt ihre sehr kleinen Eier (in conserv. Zustande 50—60 μ gross) frei ins Wasser ohne jede Hülle ab. Die erste Furchungsebene teilt das Ei in zwei ungleich grosse Hälften, die sich alsbald von neuem teilen und so ein vierzelliges Stadium

entstehen lassen, bestehend aus einer grösseren nach hinten gelegenen Zelle, zwei kleineren zu beiden Seiten und einer eben solchen vorn. Die Richtung der Spindeln der beiden letzten Teilungen liegt umgekehrt als bei sämtlichen bisher bekannten Formen, nämlich dextrotrop. Dies ist um so auffallender als die nächste Teilung, welche zum achtzelligen Stadium überführt, ebenfalls dextrotrop ist. Das achtzellige Stadium, hervorgegangen aus einer Teilung sämtlicher Zellen des vierzelligen Stadiums, besteht aus einer grösseren, hinten gelegenen Zelle und sieben kleineren, derselben nach vorne hin aufsitzenden Zellen. Durch eine Teilung der hinteren, grösseren Zelle entsteht das neunzellige Stadium, und zwar erfolgt die Teilung derart, dass die grössere Masse der ursprünglichen Zelle nach dem animalen Pole hin, die kleinere nach dem vegetativen zu liegen kommt. Die grössere, neu entstandene Zelle stellt den I. Somatoblasten vor (X). Durch Teilung sämtlicher übrigen Zellen entsteht schliesslich das 16-zellige Stadium von regelmässiger Anordnung, bestehend aus 8 Zellen der 1. Ectodermgeneration, 4 Zellen der zweiten und 4 vegetativen Zellen.

Die nächste Teilung betrifft den I. Somatoblasten, indem derselbe eine kleine Zelle nach rechts unten abgibt, es folgen $a_{1.1}$, $b_{1.1}$, $c_{1.1}$, $d_{1.1}$ (nach der Nomenclatur von Wilson und Lillie) und a_1 , b_1 , c_1 , d_1 , sodass die erste Ectodermgeneration hiermit ihre Zellenzahl auf 16 erhöht hat. Am vegetativen Pole hat die dritte Ectodermgeneration bereits ihre Bildung begonnen, indem die hintere Zelle D eine kleine Zelle d_3 abgibt und zugleich hat X ein zweites kleines Derivat nach links unten abgeschnürt, x_2 . Nach zwei weiteren Teilungen von geringerer Bedeutung, nämlich von c_2 und x_1 , wird die dritte Ectodermgeneration vollständig ausgebildet, indem A , B und C dem Beispiele von D folgen. Abgesehen von einer weiteren Teilung von X , welche zur Abschnürung von x_3 nach rechts oben führt, fesselt nun vor allem der animale Pol unsere Aufmerksamkeit durch zahlreiche Teilungen, welche die Zahl der Zellen der I. Ectodermgeneration auf 28 vermehren. Zunächst teilen sich die Quartetts $1.1.1$ und

1.1.2, ihre Zellen liefern das Velum der Trochophoralarve, sodann auch d_1 und etwas später a_1, b_1, c_1 , also die Zellen, welche innerhalb des Velums an der Bildung der Scheitelplatte beteiligt sind. Wenn ich sodann noch einige weitere Teilungen innerhalb der zweiten Ectodermgeneration, wie die von a_2, b_2, c_2 , ferner die Abschnürung eines vierten Derivates von X, x_4 , nach unten hin, sowie die Teilung von D zur Bildung von d_4 , erwähne, so haben wir einen bemerkenswerten Abschnitt in der Furchung erreicht, insofern nunmehr an die Stelle der spiraligen Teilungen bilaterale zu treten beginnen.

Die erste Bilateralteilung vollzieht sich in X , diese Zelle in zwei gleichgrosse, symmetrisch gelegene Hälften zerlegend, es folgt ihr unmittelbar eine zweite Zelle, nämlich die Zelle d_4 , welche wir als II. Somatoblasten oder abgekürzt mit M bezeichnen wollen. Aber beide Somatoblasten erfahren nochmals eine Unterbrechung in ihren Bilateralteilungen, indem sie noch ein kleines Element nach rechts oder links abgeben, alsdann folgen wieder regelmässige Bilateralteilungen. Diese beiden Somatoblasten nehmen einen ausserordentlich wichtigen Anteil an dem Aufbau der Larve, der I. Somatoblast liefert mit seinen grösseren, sich bilateral teilenden Zellen die Schalendrüse, mit seinen kleinen Derivaten (x_1, x_2, x_4, x_5) die Ventralplatte, d. h. die ventrale Seite der Larve, der II. Somatoblast versinkt später in die Tiefe und lässt aus sich einen grossen Teil des Mesenchym-muskelgewebes hervorgehen (Urmesodermzellen der Autoren).

Um hieran sofort das Schicksal der bisher beschriebenen Zellcomplexe anzuschliessen, so sahen wir bereits, wie aus der unteren Hälfte der I. Ectodermgeneration das Velum, aus der oberen im wesentlichen die Scheitelplatte hervorgeht, zweite und dritte Ectodermgeneration, denen sich vielleicht noch eine vierte und sogar fünfte anschliessen, bilden die seitliche Körperwand der Larve, die ganz vegetativ gelegenen Zellen den späteren Mitteldarm, indem sie sich durch die Gastraleinstülpung nach innen senken. Wir haben somit die Hauptteile der späteren Larve in ihren frühesten, gesonderten Umrissen vor uns, die

Umbildung erfolgt dadurch, dass diese Organanlagen sich nunmehr schärfer von einander abheben und differenzieren.

Ehe wir die äussere Gestalt berücksichtigen, wollen wir getrennt davon zunächst die Anlage des Mesenchymmuskelgewebes genauer betrachten. Wir sahen eben, wie ein grosser Teil desselben aus dem II. Somatoblasten hervorgeht, aber derselbe ist nicht die einzige Anlage desselben. Bereits zur Zeit der ersten Bilateralteilungen treten einzelne kleinere Zellelemente im Inneren des Furchungskeimes auf, deren Ursprung nicht sicher festzustellen war und die nicht einmal ganz constant zu sein schienen. Ferner treten die eine oder andere Zelle zur Zeit des Beginnes der Gastulation aus dem Epithelverbände aus, um sich ins Innere zu verlagern und ein ähnlicher Vorgang wiederholt sich, wenn auch nur vereinzelt, auf noch bedeutend älteren Stadien. Auf die Bedeutung dieser Vorgänge im Vergleiche mit anderen Formen vermag ich hier nicht einzugehen, ich werde in meiner ausführlichen Arbeit mich weiter über dieselben verbreiten.

Während so das Mesenchymmuskelgewebe sich ausbildete, erlitt auch die äussere Form des bisher länglich ovalen Furchungskeimes mancherlei Veränderung, die zur Gestalt der definitiven Trochophoralarve überleiten. Es sind im wesentlichen zunächst zwei Prozesse, die uns in Anspruch nehmen und die zur Bildung zweier wichtiger Organe führen, nämlich der Schalendrüse und des Mitteldarmes. Beide gehen aus einer Einstülpung hervor, die Schalendrüse aus dem oben beschriebenen Complexe des I. Somatoblasten, der Mitteldarm aus den Zellen des vegetativen Poles. Beide Einstülpungen sind einander sehr ähnlich, sodass auf gewissen Stadien Verwechslungen nur durch schärfste Beobachtung zu vermeiden sind. Die Schalendrüseneinstülpung ist anfangs etwas umfangreicher, die Mitteldarmanlage zeichnet sich dadurch aus, dass schon sehr frühzeitig in ihrer vorderen Wandung die Leberzellen sich deutlich unterscheiden lassen. Die Einstülpungen reichen aber sehr tief ins Innere des Keimes hinein, sie füllen ihn nahezu völlig aus, sodann beginnt die Schalendrüseneinstülpung sich wieder auszustülpen und die Mitteldarmanlage

sich abzuschnüren, wobei der Blastoporus eine Verschiebung nach vorne hin erleidet. Die Abschnürung ist nie so vollständig, dass nicht ein Zusammenhang mit dem Ectoderm stets zu erkennen wäre, an eben derselben Stelle bildet sich alsbald eine neue Einsenkung, das Stomodaeum, d. h. also die Anlage des späteren Vorderarmes. Zugleich vollzieht sich an der Hinterseite eine ähnliche Einstülpung von etwas geringerer Ausdehnung, die Anlage des Proctodaeums. Beide Einstülpungen treten mit dem Darne in Verbindung und der Darmtractus ist so in seinen wesentlichsten Bestandteilen ausgebildet, zumal inzwischen auch die Sonderung von Leber, Magen und Dünndarm eine präzisere geworden ist.

Mit der Ausstülpung der Schalendrüse ist ein Flacherwerden der sie zusammensetzenden Zellen verbunden. Sobald sie ganz ausgestülpt ist, scheidet sie ein feines Schalenhäutchen ab, welches zunächst als unpaares Plättchen dem Rücken aufliegt und erst später eine Trennung in zwei symmetrische Hälften erfährt.

Es fehlen uns nun an der Ausbildung der jungen Larve im wesentlichen nur noch die Wimperorgane. Dieselben treten erst verhältnismässig spät auf, abgesehen natürlich von dem feinen, den ganzen Körper bedeckenden Wimperkleide. Zuerst machen sich die langen Wimpern an Velum und Scheitelplatte bemerkbar, ersteres bildet einen starken Wimperreifen aus, letztere einen stattlichen Wimperschopf. Dazu treten, abgesehen von einer starken Bewimperung des Schlundes, unterhalb desselben ein kurzes postorales Wimperband und endlich hinter dem Proctoäum ein starkes postanales Wimperbüschel.

Wir haben somit die charakteristischen Organe der jungen Trochophora bereits wohl ausgebildet vor uns, alle übrigen gehören mehr oder weniger ausschliesslich dem erwachsenen Tiere an, wenn ihre Anlagen auch auf dem Trochophorastadium auftreten, wir behalten sie sämtlich dem Abschnitte über die Organbildung vor.

Ohne mich hier auf sämtliche sich darbietenden Vergleiche

mit anderen Formen einzulassen, will ich nur eine einzige Form herausgreifen, deren Entwicklung recht genau bekannt ist, und kurz *Dreissensia* gegenüber stellen. Es handelt sich um die Unioniden nach den Untersuchungen Lillies. Der Modus der Furchung ist bei beiden Formen ein ausserordentlich übereinstimmender, wofern wir das allgemeine, zu Grunde liegende Schema berücksichtigen. Im einzelnen jedoch hat dasselbe bei beiden stark auseinandergehende Modificationen erlitten. Bei *Dreissensia* überragt ausserordentlich die erste Ectodermgeneration, auf dem Stadium von 54 Zellen besitzt sie bereits 29 Zellen, also mehr als die Hälfte zusammengenommen. Dagegen bleibt die zweite Generation sehr stark zurück, ihre Teilungen sind die unregelmässigsten von allen. Umgekehrt ist es bei *Unio*, hier überragt die zweite Generation an Zahl wie Grösse der Zellen, die erste bleibt weit zurück. Und welches ist die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens? Sie liegt in der späteren Organisation der Larve. Das mächtig entwickelte Velum der Trochophoralarve übt seinen Einfluss bei *Dreissensia* auf junge Furchungsstadien zurück aus, es veranlasst die schnellen Teilungen der ersten Generation, die larvalen Mantellappen der Glochidiumlarve bei *Unio* machen sich in gleicher Weise durch das Hervortreten der zweiten Generation, von welcher sie sich herleiten, bemerkbar; dass umgekehrt die erste Generation unterdrückt ist, liegt daran, dass das Velum nahezu völlig rudimentär geworden ist. Die gleichhohe Ausbildung der Schale hat die gleiche Entfaltung des I. Somatoblasten zur Folge, der larvale Mesoblast bei *Unio* entspricht einigen der später austretenden Mesenchymzellen von *Dreissensia*, die mächtige Entwicklung des Adductormuskels der Glochidiumlarve lässt ihn an Masse diejenige des II. Somatoblasten sogar noch übertreffen. Ueberall also, wohin wir uns wenden, erkennen wir den Einfluss der Larvenorganisation innerhalb des Verlaufes der Furchung, sehen wir die Rückwirkung der Organe, je nachdem sie aufzutreten beginnen, sich hoch entfalten oder wieder rückgebildet erscheinen.

In derselben Sitzung (17. Mai 1899) sprach Herr S c h a u m :
**Über einen Flüssigkeitswiderstand mit verschiebbarer
 Mittelelektrode.**

Die Messung elektromotorischer Kräfte ist für die chemische Forschung ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden; so hat die Bestimmung der Potentialdifferenzen von Metallen gegen ihre Salzlösungen sowie von unangreifbaren Elektroden gegen Oxydations- und Reduktionsmittel die analytische Chemie in hohem Grade gefördert und manche chemische Vorgänge, wie die Ausfällung eines Metalls aus seiner Salzlösung durch ein anderes, die Oxydations- und Reduktionsprozesse u. a. in einfacher Weise zu erklären vermocht.

Eine sehr genaue und bequeme Methode zur Bestimmung elektromotorische Kräfte ist das Poggendorff-Du Bois-Reymond'sche Kompensationsverfahren. Es wird in der Weise ausgeführt, dass man ein Element E durch einen Widerstand $a b$ schliesst und in einem von a abzweigenden Nebenschluss die zu messende Kette e dem Element E entgeschaltet. Der Nebenschluss enthält noch ein Kapillarelektrometer (oder dergl.) und endigt in einem auf $a b$ beweglichen Kontakt c . Letzterer wird so lange verschoben, bis das Elektrometer keinen Ausschlag mehr giebt. Eine Wiederholung des Verfahrens mit einem Normalelement e_0 ergibt den gesuchten Wert der $E. M. K.$ von e , indem sich der Wert von e zu dem von e_0 verhält, wie die Widerstände $ac : a c_0$, bei denen beide Ketten kompensiert waren. Grundbedingung für die Möglichkeit der Messung ist, dass die $E. M. K.$ von E grösser ist als die von e und von e_0 .

Die Verwendung einer Messbrücke mit Schleifkontakt oder einer Kohlrausch'schen Brückenwalze als Widerstand $a b$ ist nur bei der Anwendung eines guten Akkumulators als Element E möglich; andernfalls ist der Widerstand der Drähte zu gering und nimmt infolgedessen die $E. M. K.$ des Elementes E rasch ab; selbst wenn man den Hauptstromkreis immer nur für möglichst kurze Zeit schliesst, ist die Abnahme der $E. M. K.$ von E eine

beträchtliche Fehlerquelle. Genaue Messungen erfordern aber meist ein häufiges und auch längeres Schliessen des Hauptstromkreises, so dass der Widerstand von $a b$ immerhin einige hundert Ohm betragen muss. Man bedient sich am besten eines Ostwald'schen Stöpselkastens, welcher alle Widerstände unter sich verbunden enthält und durch zwei Stöpsel beliebige Potentialdifferenzen abzunehmen gestattet, oder eines entsprechend umgeformten Siemens'schen Rheostaten; eventuell kann man zwei gleiche Siemens'sche Kästen in der Weise benutzen, dass der eine für $a c$, der andere für $b c$ eintritt. Der Kontakt c wird also zwischen beiden unbeweglich angebracht und man entfernt aus dem einen Satz sämtliche Stöpsel, während man in dem andern alle behält. Beim Kompensieren setzt man dann jeden Stöpsel, der auf der einen Seite entfernt wird, an die entsprechende Stelle im anderen Widerstand.

Da in manchen Laboratorien keine oder nicht genügend Akkumulatoren und Widerstandskästen vorhanden sind, habe ich versucht, einen einfachen Apparat zu konstruieren, welcher den Vorzug grosser Billigkeit mit möglichst grosser Leistungsfähigkeit verbindet. Ich bin zu der Form der Messbrücke zurückgekehrt, habe aber den primären Leiter durch einen Leiter zweiter Klasse ersetzt; man kann auf diese Weise den Widerstand $a b$ beliebig gross machen. Die Elektroden müssen, um Polarisation nach Möglichkeit zu vermeiden, umkehrbar sein; man nimmt also Cu-Elektroden in CuSO_4 -Lösung, oder Ag-Elektroden in AgNO_3 - oder AgClO_3 -Lösung (Ag und ClO_3 haben fast die gleiche Wanderungsgeschwindigkeit.)

Der Apparat ist in folgender Weise zusammengesetzt. Drei kreisrunde Elektroden von 0,5 mm. starkem Kupferblech und möglichst gleicher Grösse werden an Kupferstiften, welche einen isolierenden Überzug tragen, befestigt; eine derselben wird auf einem Dreikant verschieblich angebracht, die beiden anderen werden an den Enden des Dreikantes isoliert und unbeweglich angeschraubt. Der Abstand der beiden Endelektroden beträgt 50 cm. Alle drei Elektroden tragen Klemmschrauben, die ver-

schiebbare Mittelelektrode ausserdem noch einen Zeiger, welcher auf einer Millimeterskala gleitet. Liegt die Mittelelektrode fest auf einer der Endelektroden an, so steht der Zeiger auf 0 resp. auf 50. Man achtet darauf, dass die Elektroden möglichst parallel angeordnet sind und die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte eine Horizontale ist, sowie dass die Mittelelektrode sich ohne seitliche Abweichung verschiebt. Die Elektroden tauchen in einen Trog, der mit einer nach Bedarf verdünnten CuSO_4 -Lösung beschickt wird. Der Widerstand zwischen den Endelektroden betrage etwa 1000 Ohm. Der Trog wird in einen Holzklötz, auf welchem der Dreikant befestigt ist, eingelassen.

Man prüft den Apparat in der Weise, dass man den Widerstand zwischen einer End- und der Mittelelektrode von 2 zu 2 cm bestimmt und eine Korrektur auf der Skala anbringt. Man kann auch eine Skala aus Millimeterpapier benutzen, in welche man die gefundenen Widerstände einträgt. Der Flüssigkeitswiderstand gestattet sehr genaue Messungen der elektromotorischen Kraft; ich erhielt mit dem noch ziemlich rohen vorliegenden Apparat Abweichungen von 1 % gegenüber den mit dem Ostwald'schen Kasten ausgeführten Bestimmungen.

Will man bei sehr langer Inanspruchnahme des Apparates jegliche Bildung von Konzentrationsketten vermeiden, so bedient man sich eines Schlüssels, welcher den Hauptstromkreis erst kurze Zeit vor der Einschaltung des Elektrometers schliesst. Zu diesem Zweck habe ich an dem Taster des Elektrometerschlüssels einen isolierten Stift mit einem metallischen Bügel angebracht, welcher beim Herunterdrücken des Tasters, noch ehe dieser den metallischen Kontakt berührt, durch Eintauchen in zwei Quecksilbernäpfe, die mit Klemmschrauben in Verbindung stehen, den Schluss des Hauptstromkreises herbeiführt.

Mit Versuchen über die zweckmässigste Form sowie über die Leistungsfähigkeit des Apparates ist Herr cand. Miltbraed beschäftigt.

Auf Veranlassung von Prof. Hans Meyer berichtet Dr. Halsey als Gast in der Sitzung vom 17. Mai 1899:

Ueber Phloridzin-Diabetes bei Hunden.

Vor kurzer Zeit hat Lusk gezeigt, dass es möglich sei, durch häufige subcutane Injection von Phloridzin bei Hunden und bei Kaninchen eine Ausscheidung von Dextrose und Stickstoff in nahezu konstantem Verhältniss herbeizuführen. Bei hungernden Hunden war dies Verhältniss von Zucker zu Stickstoff durchschnittlich 3.7 zu 1, bei Kaninchen dagegen circa 2.8 zu 1. Unter anderem hat er auch den Einfluss der Darreichung von Fleisch, Leim und Fett untersucht und gefunden, dass die Zufuhr von Fleisch oder Leim dies Verhältniss nicht änderte, ebensowenig die Zufuhr von Fett. Aus den Ergebnissen seiner Versuche zog Lusk den Schluss, dass aus 100 g. Eiweiss wenigstens 57 g. Zucker abgespalten werden könnten.

Es erschien wünschenswerth, seine Versuche zu wiederholen, sowie sie nach verschiedenen Seiten zu erweitern. Besonders wollte ich feststellen, inwieweit Darreichung verschiedener Eiweisstoffe und deren Spaltungsprodukte das erwähnte Verhältniss beeinflusse.

Einstweilen habe ich zwei Eiweisstoffe und ein Spaltungsprodukt der Proteide im angegebenen Sinne untersucht, sowie einige Erfahrungen gesammelt, die mir einer Mittheilung werth erscheinen.

Die Giftigkeit des Phloridzins hat mir indess eine grosse Schwierigkeit bereitet, die ich zum Theil dadurch habe überwinden können, dass ich die käuflichen Phloridzinpräparate durch Umkrystallisation reinigte und etwas weniger giftig machte. Immerhin traten Krampferscheinungen nur zu häufig ein, und in drei Fällen starben die Hunde an plötzlich in der Mitte der Versuchsreihe auftretender Phloridzinvergiftung. Die Section in diesen tödtlich endenden Fällen gab keine Aufklärung. Nicht selten traten bei den Phloridzinhunden in sehr störender Weise auch Durchfälle auf, die die Fortsetzung des Versuches mitunter

sogar ganz vereitelten; in einem Versuch (Tabelle VI) erkrankte der Hund plötzlich an Albuminurie mit begleitenden schweren Vergiftungssymptomen: Schwäche, Somnolenz, Delirium. Aus diesen Gründen habe ich meine Versuche noch nicht in dem beabsichtigten Umfang ausführen können.

Die Versuchsanordnung war folgende: ein Hund wurde unter Injection von Phloridzin so lange hungern gelassen, bis ein möglichst konstantes und für das betreffende Individuum als normal zu erachtendes Verhältniss zwischen ausgeschiedener Dextrose und Stickstoff sich eingestellt hatte; dann wurde geprüft, welchen Einfluss die Fütterung mit bestimmten Substanzen darauf ausübte.

Sehr bald stellte sich heraus, dass das normale Verhältniss bei verschiedenen Thieren ein verschiedenes ist, und zwar schwankte es zwischen 4.2 und 2.8 zu 1. Wie schon erwähnt hat Lusk aus seinen Versuchen berechnet, dass aus 100 g. Eiweiss 57 g. Zucker entstehen und ausgeschieden werden. Nach meinen Versuchen würde eine ähnliche Berechnung ergeben, dass bis zu 65 g. Zucker aus 100 g. Eiweiss gebildet und ausgeschieden werden. Den Grund dieser individuellen Verschiedenheit aufzuklären ist mir bis jetzt nicht gelungen. Gewisse Beobachtungen sprechen dafür, dass sie mit dem Ernährungszustand des Versuchstieres und vielleicht mit dessen Vorrat an Körperfett zusammenhängt, da regelmässig die fettreicheren Hunde ein höheres Verhältniss D:N zeigten als die mageren. Auch gelang es mir einmal, dies Verhältniss durch Fettfütterung etwas im selben Sinne abzuändern, (Tabelle VI) und ebenso durch Wiederholung des Versuches an einem und demselben Thiere nach langdauernder Fettmästung (Tabelle II. und VI). Jedoch muss diese Frage einstweilen unentschieden bleiben mit Rücksicht auf einen Versuch (Tabelle VIII), wo ein Thier während dreier Tage grosse Mengen Fett erhielt und nachweislich resorbierte, ohne dass das vorher bei Hunger oder Fleischfütterung beobachtete Verhältniss geändert wurde.

Auf die Ergebnisse dieser Fettversuche möchte ich deshalb aufmerksam machen, weil in letzter Zeit die Zuckerbildung aus Fett wieder als bewiesen erklärt worden ist. Wenn das Fett bei Phloridzin Diabetes überhaupt auf das Verhältniss D : N einen Einfluss hat, wie aus einigen Versuchen hervorzugehen scheint, so möchte ich diese Wirkung nicht so auffassen, als ob Zucker aus Fett gebildet worden wäre, sondern vorläufig in dem Sinne deuten, dass Zucker durch Fett vor der Verbrennung geschützt wurde und so in grösserer Menge zur Ausscheidung gelangen konnte.

Da Casein bekanntlich im Reagensglas keine reducierende Substanz liefert, Hühnereiweiss dagegen am meisten von allen in dieser Richtung untersuchten Proteiden, und zwar nach Seemann circa 10%, so habe ich diese zwei Substanzen zuerst herangezogen. Hierbei stellte sich heraus, dass das Casein jedesmal ein Sinken des normalen Verhältnisses D : N bewirkte, während es durch Hühnereiweiss kaum beeinflusst wurde. (Tab. II bis V). Durch Berechnung lässt sich zeigen, dass aus 100 g. Casein circa 6 bis 8 g. weniger Zucker im Hunde-Organismus gebildet wurden als unter entsprechenden Verhältnissen aus derselben Menge Hühnereiweiss. Der Unterschied ist allerdings sehr gering, stellte sich aber in verschiedenen Versuchen regelmässig ein. Ob diese Verschiedenheit in der zuckerbildenden Fähigkeit der zwei Substanzen durch die Anbeziehungsweise Abwesenheit der Glykosamin liefernden Gruppe bedingt ist, lässt sich mit Sicherheit nicht entscheiden, ist aber a priori sehr wahrscheinlich. Der Unterschied zwischen meinen Resultaten und den von Lütge bei seinem Diabetiker erhaltenen wird vielleicht durch weitere Versuche erklärt werden.

Leucin, ein Spaltungsprodukt der Proteide, das nach Ansicht Fr. Müller's bei der Zuckerbildung betheiligt sein könnte, hat sich in meinen Versuchen als Zuckerbildner nicht erwiesen. In einem Versuch (Tab. V) konnte nach Fütterung von 27 g. Leucin eine vermehrte Zuckerausscheidung mit Sicherheit ausgeschlossen werden. In einem zweiten Versuch (Tab. IX)

war das Resultat nicht so eindeutig. Ich glaube aber auch hier ist das Leucin nicht in Zucker verwandelt worden, wie ich in den Anmerkungen bei der betreffenden Tabelle ausführen werde. Ich möchte zwar die Möglichkeit nicht leugnen, dass dieselben Atomcomplexe im Eiweissmolekül, die bei der hydrolytischen Spaltung Leucin liefern, im thierischen Organismus an der Zuckerbildung theilnehmen. Da jedoch nach den Untersuchungen von Schulze und Hüfner und ihren Schülern die aus Eiweiss gewonnenen Leucine wenigstens zum grössten Theil als amidirte Isocapronsäuren anzusehen sind, mithin eine verzweigte Kohlenstoffkette enthalten, so müssen uns Bedenken entstehen gegen die Annahme, dass aus ihnen Hexosen, also Körper mit gerader Kette werden sollen.

Gegen die Annahme aber, dass der im thierischen Organismus aus Eiweiss gebildete Zucker wenigstens zum Theil durch echte Synthese, und nicht allein durch Abspaltung von schon praeformirten 6 Kohlenstoffatome enthaltenden Complexen geliefert werde, scheint mir kein prinzipieller Einwand zu existieren. Vielleicht ist damit dieser biologische Vorgang zu erklären.

Tabelle I.

Dachshündin. 10 Kilo. Hungert 36 Stunden.						
Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.	Phloridzin	1.0 g 4 mal täglich
1	27.50	7.40	3.72	Hunger		
2	38.40	13.88	2.76	"	Krämpfe	
3	35.86	11.71	3.06	"		
4	28.26	10.97	2.67	"	Krämpfe	Phloridzin 1.3 g 4 mal täg.
5	30.00	10.74	2.79	"	"	" "
6	28.12	9.37	3.00	"	Krämpfe	" 1 g "
7	31.33	10.03	3.12	"	"	" 1 g "
2—7	191.97	66.70	2.88			

Berechnet für Körpereiwiss:

100 g liefern $15.4 \times 2.88 = 44.3$ g Zucker.

Wegen Abscesse und sehr heftiger dauernder Krämpfe musste der Versuch am folgenden Tag abgebrochen werden.

Tabelle II.

Foxterrier. 4.8 Kilo. Hungert 72 Stunden. Phloridzin 0.8 g 4 mal tägl.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1—2	42.73	11.98	3.56	Hunger
3—4	52.56	16.83	3.12	"
5—8	95.26	35.79	2.66	Casein 137 g
9—10	31.70	10.11	3.13	Hunger.

Berechnet für Körpereiwiss: 100 g liefern $3.12 \times 15.4 = 48.0$ g Dextrose.

" " Casein: 100 g " $2.34 \times 15.3 = 35.8$ g "

In der Caseinperiode wurden 35.79 g N ausgeschieden, wovon 20.96 g Casein = N abgezogen wird. Der Rest 14.83 g musste aus Körpereiwiss stammen und entspricht demnach 46.27 g Dextrose. Der Rest des ausgeschiedenen Zuckers 48.99 g dividiert durch die Menge des Caseinstickstoffs giebt das Verhältniss D:N gleich 2.34 zu 1, das für die Berechnung benutzt wurde. Aehnliche Berechnungen gelten auch für die folgenden Versuche.

Tabelle III.

Hündin unreiner Rasse. 14 Kilo. Hungert 24 Stunden.

Phoridzin 1.5 g 4 mal täglich.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1—2	96.25	20.54	4.73	Hunger
3	51.07	12.34	4.13	"
4—7	215.58	58.35	3.63	290 g Nutrose
8—10	105.28	24.93	4.22	Hunger.

Berechnet für Körpereiwiss: 100 g liefern $15.4 \times 4.19 = 65$ g Dextrose.

" " Casein: 100 g " $15.3 \times 3.52 = 54$ g "

Tabelle IV.

Schäferhündin. 10 Kilo. Hungert 50 Stunden. Phloridzin 1 g 4 mal täglich.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1 $\frac{1}{2}$	61.44	15.08	4.20	Hunger
2—3	74.40	25.40	2.95	"
4—6	102.41	36.65	2.80	147 g Casein
7—9	90.04	30.01	3.00	135 g Hühnereiwiss

Berechnet für Körpereiwiss: 100 g liefern 45.5 g Dextrose (15.4×2.95)

" " Casein: 100 g " 39.5 g " (15.3×2.60)

" " Hühnereiwiss: 100 g " 45.5 g " (15.2×3.0).

Tabelle V.

Hündin gemischter Rasse. 15 Kilo. Phloridzin 1.5 g 4 mal täglich.
Hungert seit 50 Stunden.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1 1/2	72.00	15.40	4.67	Hunger
2	49.09	14.00	3.50	"
3	42.72	13.38	3.20 ¹⁾	"
4—6	146.46	40.15	3.65	Hühnereiweiss 180 g
7—9	127.48	37.81	3.37	Casein 200 g
10—11 (36 Stunden)	46.48	15.90	2.90	Leucin 27 g
11 (12 Stunden)	17.41	4.59	3.75	Hunger.

Berechnet für Körpereiwiss: 100 g liefern 55.9 g Dextrose

"	"	Hühnereiweiss: 100 g	"	56.0 g	"
"	"	Casein: 100 g	"	49.0 g	"
"	"	Leucin: 100 g	"	0.0 g	"

Tabelle VI.

Foxterrier. 5 1/2 Kilo. Phloridzin 0.8 g 4 mal täglich. Hungert 36 Stunden.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1—2	46.38	11.32	4.09	Hunger
3—4	47.36	14.72	3.24	"
5—7	43.95	12.46	3.53	Fett 88 g
8	10.57	3.56	2.97	Hunger.

Am 7. Tage wurde dieser Hund plötzlich krank und der Harn enthielt Eiweiss, gleichzeitig sank das Verhältniss D : N von 3.73 auf 2.93 hinunter.

Tabelle VII.

Foxterrier. (Dasselbe Thier wie in Tabelle II). Seit 10 Wochen mit fettreicher Nahrung gemästet. Hungert 48 Stunden. Phloridzin 0.8 g 4 mal täglich.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1 (36 Stunden)	54.40	8.70	6.26	Hunger
2	31.33	7.55	4.15	"
3	30.08	7.45	4.13	"

Am 4. Tage ungefähr 1 Stunde nach Phloridzininjection sehr heftige Krämpfe, die fort dauerten bis nach 3 Stunden der Tod eintrat.

1) Harn gegohren in der Blase.

Tabelle VIII.

Schäferhund. 8 Kilo. Hungert 72 Stunden. Phloridzin 1 g 4 mal täglich.					
Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.	
1 (36 Std.)	31.37	9.74	3.22	Hunger	
2—4	63.18	23.08	2.73	Hunger und Fleisch	
5—7	63.02	23.26	2.70	150 g Fleisch, 75 g Fett täglich	
8	19.84	6.51	3.04	150 g Fleisch.	

Tabelle IX.

Dasselbe Thier wie in Tab. V. Hungert 36 Stunden. Phlor. 1 ³ / ₄ g 4 mal tägl.					
Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.	
1 (36 Std.)	56.21	8.96	6.24	Hunger	
2	31.35	7.46	4.20	"	
3	48.17	12.57	3.81	Leucin 25 g	
4 (12 Std.)	19.50	4.93		Hunger	
5 (24 Std.)	21.02	5.44	3.86	"	

Während der Hungerperioden wurden 52.37 g Zucker und 12.90 g N ausgeschieden, wonach das Verhältniss D : N gleich 4.06 zu 1 ist. Während der Leucinperiode wurden 17.50 N ausgeschieden, wovon 2.7 g als Leucinstickstoff abzuziehen sind. Der Rest des ausgeschiedenen Stickstoffs 14.8 g multipliciert mit der obigen Zahl 4.06, giebt 60.08 g als die aus Körpereiwiss zu erwartende Menge Dextrose. Da 67.67 g Zucker ausgeschieden wurden, bleiben 7.6 g Zucker übrig, die nach der Berechnung von Leucin stammen könnten. Jedoch glaube ich, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass das Leucin so wirkte, wie ich für das Fett annehme, nämlich Zucker sparend, — oder, da ersichtlich durch die Leucinzufuhr der Eiweisszerfall sehr gesteigert wurde, könnte dies Plus an Zucker auch durch den gesteigerten Eiweisszerfall erklärt werden, indem der überreichlichen Bildung von Zucker aus Eiweiss ein nicht entsprechend gesteigerter Zuckerverbrauch gegenüberstand; auch können beide Momente zusammen zur Erklärung herangezogen werden.

Tabelle X.

Dänische Dogge. 20.7 Kilo. Hungert 5 Tage.						
Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.		
1—2	118.58	25.04	4.70	Hunger	Phlor. 2 g	3 mal täglich
3	71.72	18.88	3.80	"	" "	" "
4	63.24	18.57	3.40	Hunger	Phlor. 2 g	4 mal täglich
5	55.09	15.47	3.56	Fett 200 g	Phlor. 2 g	4 mal täglich
6	48.78	13.48	3.62	" 260 g	" "	" "
7	50.36	15.13	3.33	Hunger	Phlor. 2 g	4 mal täglich
8	54.41	17.68	3.05	Fibrin 60 g	" "	" "

Herr A. Noll sprach in der Sitzung vom 17. Mai 1899:
**Über die quantitativen Verhältnisse des Protavons
 im Nervensystem.**

Die vorliegenden Untersuchungen zielen dahin, die Beziehungen des Protavons zum Nervenmark genauer festzustellen. Es erwies sich als möglich, das Protavon quantitativ zu bestimmen aus dem Reduktionsvermögen der in seinem Molekül enthaltenen reduzierenden Substanzen beim Kochen mit Fehling'scher Lösung. Das Protavon wurde mit einer Salzsäure von 0,75 % Gehalt an HCl gespalten und das Verhältnis von reduziertem Kupfer zu Protavon für 5–50 mg Kupfer festgestellt.

Nach diesem Verfahren wurde der Protavongehalt verschiedener Teile des Nervensystems bestimmt, welche sich durch ihren Gehalt an markhaltigen Nervenfasern möglichst unterschieden. Es ergab sich, dass der Protavongehalt der untersuchten Partien um so grösser war, je reichlicher in denselben markhaltige Nervenfasern vorhanden waren. Den bedeutendsten Reichtum an Protavon zeigte die weisse Substanz des Gehirns und Rückenmarks, in nur ganz geringer Menge fand sich dasselbe in der grauen Substanz, welche der Grosshirnrinde entnommen war. Die Bestimmungen wurden an menschlichem Material und an solchem vom Ochsen und Rind, sowie vom Pferd ausgeführt.

Das ganze Gehirn eines menschlichen Embryo von 32 cm Länge enthielt nur Spuren Protavons, dasjenige eines ausgetragenen Kindes 0,2944 g Protavon, während der Protavongehalt des Gehirns eines 4 Monate alten Kindes 2,8376 g betrug. Das Protavon nimmt also im jugendlichen Gehirn zu in dem Masse, wie in demselben die Markreifung fortschreitet.

Diese Untersuchungen beweisen somit, dass das Vorkommen des Protavons im Nervensystem an das Nervenmark gebunden ist, was bereits durch frühere Untersuchungen, welche auf die Reindarstellung dieses Körpers abzielten, wahrscheinlich gemacht war.

Die weisse Substanz der Grosshirnhemisphären des Menschen wie der untersuchten Tiere zeigte einen innerhalb einer Grenze

von $2\frac{1}{2}\%$ der Trockensubstanz übereinstimmenden Protagongehalt. Derselbe betrug im Mittel $20,7\%$. Es ist also mit Hilfe dieser Methode möglich, die Mengenverhältnisse der weissen Substanz ziffernmässig zu bestimmen.

Nach diesem Verfahren wurden ferner Nerven untersucht, welche nach Abtrennung von ihrem Centrum der Degeneration anheimgefallen waren. Zu diesen Versuchen dienten nervi ischiadici von Hunden und vom Pferd. In sämtlichen Fällen — dieselben erstreckten sich auf Degenerationsstadien vom Ende der zweiten Woche bis zur vierten Woche nach erfolgter Durchschneidung des Nerven — zeigte sich in dem degenerirten Nerven im Vergleich zum gesunden Nerven der anderen Extremität des Tieres eine erhebliche Abnahme des Protagongehaltes. Derselbe betrug nach 14—16 Tagen fast nur noch die Hälfte des normalen, nach 4 Wochen war in einem Falle Protagon mit Hilfe dieser Methode nicht mehr nachzuweisen. Diese Versuche beweisen zunächst nur, dass die reduzierenden Anteile des Protagonmoleküls in dem festgestellten Masse geschwunden sind. Aber es liess sich durch einen weiteren Versuch, zu welchem ein Hund gedient hatte, welcher in gleicher Weise operirt war, und welcher 15 Tage nach Durchschneidung des einen nervus ischiadicus getötet wurde, auch eine Verschiebung des Phosphorgehaltes der alkoholischen Auszüge der Nerven feststellen; derselbe wurde im degenerirten Nerven nur noch zu $67,4\%$ des P-Gehaltes des gesunden gefunden. Der Rückstand des gesammten alkoholischen Auszuges des degenerirten Nerven betrug dagegen noch 77% von dem des gesunden. Hieraus ergibt sich, dass die Gesamtmenge der alkohollöslichen Bestandteile der Markscheide bei der Degeneration des peripheren Nerven nicht so schnell abnimmt wie ihr Phosphorgehalt und die reduzierenden Anteile des Protagens. Es deutet dies darauf hin, dass möglichenfalls auch die fettigen Bestandteile des Protagens bei der Degeneration des Nerven diesem länger erhalten bleiben, wie es von Mott und Barratt für das Lecithin angenommen wird.

In der Sitzung vom 17. Mai 1899 wurde von dem zeitigen Director, Herrn Marchand, ein Bericht über die Vorkommnisse im verflossenen Jahre erstattet, dann der Vorstand neu gewählt (wie bisher: Geh. Med.-Rath Marchand, Geh. Reg.-Rath Bauer, Prof. E. Hess, Prof. E. Kayser) und dann das bisherige ausserordentliche Mitglied Herr Privatdoc. Dr. August Brauer zum ordentlichen einheimischen Mitglied und der Assistent am physiologischen Institut: Herr Dr. Henrique Plenge zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

Aufgelegte Schriften:

- Deutsche botanische Monatsschrift. Jahrg. XVII. No. 2 und 3.
Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu
Würzburg. Jahrgang 1898. Würzburg 1899.
- Zeitschrift für Naturwissenschaften. Band 71, Heft 4 und 5.
Stuttgart 1899.
- Erster Bericht des Clubs für Naturkunde. 1896—1899.
Brünn 1899.
- Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur-
und Heil-Kunde zu Bonn 1898, 1. u. 2. Hälfte. Bonn 1899.
- Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rhein-
lande etc. Jahrg. 33, 1. und 2. Hälfte. Bonn 1898.
- Bericht der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft
1896—1897. St. Gallen 1898.
- Bergens Museums Aarbook for 1898. Bergen 1899.
- Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou.
Année 1898. No. 2 und 3. Moscou 1898.
- Rovartani Lapok VI., 4. Budapest.
- Journal of the Elisha Mitchell scientific Society. Year V.
Part. 1. Chapel Hill 1899.
- Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. XI. Madison 1898.
- 5th. Report of the New-York State Museum 49,1, 50,1
Albany 1895/6.
- Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences
Vol. XXXIV, No. 2—10.
- Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. XXXII,
No. 9. Cambridge 1899.
- Annual Report of the Smithsonian Institution 1896.
Washington 1898.

- Proceedings of the royal Society of New-South-Wales. Nov.
und Dec. 1898.
- Sitzungsberichte und Abhandlungen der Isis in Dresden.
Jahrg. 1898. Dresden 1898.
- Sitzungsberichte und Abhandlungen der Flora zu Dresden. 2. Jahrg.
Dresden 1898.
- Abhandlungen vom naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen.
Bd. XVI, Heft 1. Bremen 1898.
- Schriften der physik-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg.
Jahrg. 39. Königsberg 1898.
- Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and
philosophical Society. Vol. 43, Part. 1. Manchester 1897.
- Bulletin (Vol. III, No. 4) of the New York public Library.
- Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indien. Batavia 1897.
- Observations of the Magnetical and Meteorological Observatory
at Batavia. Vol. XX, 1897. Batavia 1898.
-

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

• *V*^{ro.} **6**

Juni

1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 21. Juni 1899 spricht
Herr Fr. Kutscher

Ueber ein optisch inaktives Arginin.

In meiner zweiten Mitteilung ¹⁾ über das »Antipepton« habe ich die Isolirung einer salpetersauren Verbindung aus der Argininfraktion beschrieben, die ich zunächst als das neutrale salpetersaure Salz einer völlig unbekanntem Base ansprach. Die Analyse ergab jedoch, dass ich das wasserfrei krystallisierende, neutrale Nitrat eines bisher nicht beschriebenen Arginins, welches in seinen physikalischen Eigenschaften wesentlich von dem durch Schulze, ²⁾ Hedin, ³⁾ Kossel ⁴⁾ dargestellten rechtsdrehenden Argininnitrat abwich, in Händen hatte.

Das von mir isolierte Argininnitrat krystallisierte in kleinen, glashellen, vierseitigen Säulen, es ist in Wasser ziemlich schwer löslich (2 cc einer bei 20° C gesättigten Lösung enthielten nur 0,116 gr davon) und besitzt einen weit höheren Schmelzpunkt als das bis zur Zeit bekannte neutrale Argininnitrat. Ausserdem wird das polarisierte Licht durch seine Lösung nicht abgelenkt, es ist also optisch inaktiv.

1) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 26. S. 110.

2) „ „ „ „ Bd. 11. S. 43.

3) „ „ „ „ Bd. 21. S. 155.

4) „ „ „ „ Bd. 22. S. 176. u. Bd. 25. S. 165.

Ob die optische Inaktivität durch Zusammentritt von rechts und links drehendem Arginin zu einer neuen optisch inaktiven Verbindung oder durch eine tiefer gehende Verschiedenheit in der Konstitution des Moleküls bedingt wird, darüber möchte ich mich noch des Urteils enthalten.

Als Muttersubstanz des optisch inaktiven Arginins ist wahrscheinlich das Fibrin zu betrachten, welches mir zwei Mal bei seiner tryptischen Verdauung inaktives Arginin geliefert hat, während aus den tryptischen Verdauungsprodukten der Eiweisskörper des Pankreas ein optisch inaktives Arginin von mir nicht isoliert werden konnte.

Zu dem Vortrage des Herrn Kutscher spricht Herr A. Kossel:

Ueber das optische Drehungsvermögen des Histidins.

Hedin hat das Histidinchlorid als optiv inactiv bezeichnet. Der Vortragende prüfte diese für die Beurtheilung der Constitution und besonders für die quantitative Bestimmung des Histidins und Arginins wichtige Angabe nach und stellte fest, dass das von ihm dargestellte Histidin optiv activ ist. Die Untersuchungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Molek. H Cl auf 1 Molekül Histidin.	<i>l</i>	<i>c</i>	α_D	[α] für <i>D</i>		
				C ₆ H ₉ N ₃ O ₂	C ₆ H ₉ N ₃ O ₂ , HCl	C ₆ H ₉ N ₃ O ₂ , 2HCl
0	6	3,183	−7,59	−39,74	—	—
1	4	2,594	+0,18	+2,14	+1,74	—
2	6	4,828	+1,54	+7,82	—	+5,32
4	6	3,38	+1,31	+9,49	—	+6,46

Das Histidin gehört somit zu der nicht sehr zahlreichen Gruppe von Basen, welche, wie das Nicotin, als freie Basen linksdrehend als Salze rechtsdrehend sind. Die Tabelle zeigt ferner, dass optische Activität des Monochlorids leicht übersehen werden kann, da sie nur gering ist. —

In derselben Sitzung (21. Juni 1899) berichtet Herr Karl Schaum

Ueber Bewegungserscheinungen sich auflösender Krystalle.

Kleine Partikel gewisser flüchtiger Stoffe, wie Kampher, Menthol etc. führen bekanntlich auf einer reinen Wasseroberfläche eigentümliche Bewegungen aus; ähnliche Erscheinungen beobachtet man auch bei löslichen Substanzen; so bewegen sich Bernsteinsäure auf Wasser, Natrium auf Quecksilber.

Kürzlich beobachtete ich sehr charakteristische Bewegungserscheinungen, welche unzweifelhaft mit den erwähnten in Zusammenhang stehen und zur Erklärung des Phänomens beitragen werden. Bringt man leicht lösliche Stoffe an die Grenzschicht von Quecksilber und Wasser, so beobachtet man schwache Bewegungen bei KCN, KNO_3 , AgNO_3 , Traubenzucker, Harnstoff, stärkere bei KCl , CaCl_2 . Setzt man dem Wasser Säure zu (H_2SO_4 oder HNO_3), so werden die Bewegungen wesentlich schneller, auch rotieren unter verdünnter Säure manche Stoffe, welche unter Wasser keine Bewegung erkennen lassen, wie Rohrzucker, Hydrochinon. Letzteres bewegt sich auch unter Alkali (und an der Oberfläche von Wasser).

Interessant sind die Bewegungen, welche Krystalle von KMnO_4 und von $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ an der Grenzschicht von Quecksilber und Schwefelsäure zeigen; die Bewegung nimmt mit dem Säuregehalt zu; in $\frac{1}{100} n - \text{H}_2\text{SO}_4$ ist dieselbe schwach (unter Wasser bildet sich eine Haut von Oxyd, welche keine Bewegung zulässt), in $\frac{1}{10} n$ -Säure stark und in n -Säure sehr stark. Die Bewegungserscheinungen sind sehr eigenartig; meist beschreiben die Krystalle zunächst zickzackförmige Bahnen, um dann in Kreisbewegungen überzugehen und schliesslich mit grosser Geschwindigkeit um ihre Axe zu rotieren.

Ohne Frage stehen die beschriebenen Erscheinungen im engsten Zusammenhang mit der Auflösung der Krystalle. Um einen genaueren Einblick in den Mechanismus des Vorganges.

zu bekommen, überzog ich Krystalle von KMnO_4 mit Paraffin und entfernte den Ueberzug an einer Stelle; ich konnte alsdann deutlich wahrnehmen, dass die Bewegung in der der Lösungsstrobmbahn entgegengesetzten Richtung verläuft. Entfernt man den Ueberzug an zwei diametral entgegengesetzten Stellen, so rotiert der Krystall sofort wie ein Segner'sches Wasserrad; überhaupt ist die Analogie der geschilderten Erscheinung mit dem Wasserrad eine sehr naheliegende, und kann man durch molekulartheoretische Betrachtungen den Vergleich ziemlich weit treiben, doch verzichte ich auf die Ausführung solcher allzu kinetischer Erörterungen.

Die Geschwindigkeit der Bewegung hängt offenbar zunächst davon ab, wie schnell die Krystalle in Lösung gehen; am raschesten rotieren daher KMnO_4 und $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ unter H_2SO_4 , weil sich in diesem Fall durch die eintretende Oxydation des Quecksilbers keine Zone concentrierter Lösung ausbildet, welche — wie bei indifferenten Stoffen — die weitere Auflösung verzögert. (Unter HNO_3 rotiert $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ fast garnicht infolge der Bildung beträchtlicher Mengen von Quecksilberchromat; das bei Anwendung von H_2SO_4 entstehende Sulfat ist sehr feinpulverig und stört zunächst die Krystallbewegung nicht.)

Ueberhaupt scheint H_2SO_4 die Auflösungs geschwindigkeit mancher Salze zu beschleunigen; es wird dies darauf beruhen, dass die Konzentration der undissoziierten Molekeln des in Lösung gehenden Salzes und damit der osmotische Gegendruck derselben verringert wird. So bewegen sich auf einer unter H_2SO_4 befindlichen umgekehrten Uhrschale kleine KMnO_4 -Krystalle mit grosser Geschwindigkeit abwärts, welche unter reinem Wasser auch durch Anstoss nicht zur Bewegung zu bringen sind.

Bei anderen Stoffen, wie bei Traubenzucker und Rohrzucker ist allerdings keine Erhöhung der Lösungsgeschwindigkeit durch Säure anzunehmen. Hier wird vielleicht die geringere Oberflächenspannung des Quecksilbers unter Säure die Bewegung begünstigen.

Ich habe versucht, diese Vermutung durch willkürliche Änderung der Oberflächenspannung des Quecksilbers während des Lösungsvorganges der Krystalle zu prüfen, bin dabei jedoch zu keinem Ergebnis gekommen; doch will ich einige Beobachtungen anführen, welche ich bei dieser Gelegenheit gemacht habe.

Bekanntlich ist Quecksilber unter Hg-salzlösungen, also auch unter verdünnten Säuren, in welchen sich immer Spuren von Hg-Salz bilden, positiv geladen; die Oberflächenspannung ist infolge der elektrostatischen Ladung verringert. Vernichtet man einen Teil der Ladung, indem man das Quecksilber mit einem negativ geladenen Metall, etwa mit Eisen, berührt, so wächst die Oberflächenspannung und die Quecksilbermasse zieht sich zusammen.¹⁾ Noch kräftigere Wirkungen, wie mit Eisen erhielt ich bei der Anwendung von Magnesium; um das Quecksilber nicht zu verunreinigen, umwickelte ich das Magnesiumband mit einem Platindraht und liess das eine Ende desselben etwas vorstehen; berührt man mit dieser Platinspitze eine in einer Krystallisierschale befindliche halbmondförmige Quecksilbermasse, während das Magnesium etwas in die Schwefelsäure eintaucht, so erfolgt ein sehr starkes Zusammenzucken des Quecksilbers.

Ich habe eine Ladungsänderung und damit eine solche der Oberflächenspannung des Quecksilbers auch ohne die Bildung eines galvanischen Elementes erreicht. Bringt man in eine Krystallisierschale soviel Quecksilber, dass ein sichel- oder halbmondförmiger grosser Tropfen entsteht, übergiesst denselben mit H_2SO_4 und bringt nun vorsichtig mit einer Pipette an irgend eine Stelle des Quecksilberrandes etwas starke HNO_3 , oder Lösung von $HgNO_3$, $KMnO_4$ oder $K_2Cr_2O_7$, so erfolgt an der betreffenden Stelle eine sehr starke Ausbuchtung; bringt man einen Tropfen einer der genannten Lösungen oben auf das Quecksilber, so verlängert sich die Sichel nach beiden Seiten.

1) Ostwald, Lehrbuch II, 1; 922.

In diesen Fällen giebt ein Teil der zugeführten Hg-ionen seine positiven Ladungen an das Quecksilber ab, respektive ein Teil der oxydierend wirkenden Jonen entzieht dem Quecksilber (gemäss dem Bestreben der Oxydationsmittel) negative Ladungen, was mit einer Abgabe von positiven Ladungen an das Quecksilber identisch ist. Infolge dieser Vorgänge findet, wie die Versuche sehr deutlich erkennen lassen, eine Verringerung der Oberflächenspannung statt.

Versuche durch Fortnahme der Quecksilberionen mittels KCN, sowie durch reduzierende Substanzen (Hydrochinon in Alkali) die positive Ladung des Quecksilbers zu verringern und auf diese Weise eine Kontraktion zu verursachen, führten zu keinem Resultat; noch ungünstiger gestalteten sich die Versuche nach der Neutralisation der positiven Ladungen des Quecksilber — etwa durch Hydroxylamin in Alkali — so stark negativ zu laden, dass nunmehr wiederum eine Verringerung der Oberflächenspannung eingetreten wäre. Mehrere Male schien es, als ob die Versuche gelungen seien; später konnte ich dieselben jedoch nicht wieder mit dem gleichen Erfolg ausführen.

In der Geschäftssitzung vom 21. Juni 1899 wurde der Assistent am mineralogischen Institut Herr Dr. Arthur Schwandtke zum ausserordentlichen Gesellschaftsmitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

Nro. 7

Juli

1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 19. Juli 1899 berichtet Herr Dr. Brauer über seine Erlebnisse bei der Teilnahme an der Tiefseeexpedition mit dem Dampfer Valdivia.

A. Kossel:

Demonstration einer neuen Centrifuge.

Bei den für physiologisch-chemische Zwecke gewöhnlich benutzten Centrifugen sind die cylindrischen Gefässe, welche zur Aufnahme des Blutes u. s. w. dienen, mit ihrer Längsrichtung radial gelagert. Diese Anordnung führt den Nachtheil mit sich, dass die Blutkörperchen zum Theil lange Flüssigkeits-Schichten zu durchwandern haben, ehe sie an den Boden des Gefässes gelangen. Ferner ist die Ausnutzung des Raumes eine unvollkommene und speciell werden die peripherischen Theile der Centrifuge, in denen die stärkste Centrifugalwirkung ist, am wenigsten ausgenutzt.

In den nach den Angaben des Vortragenden von dem Mechaniker des physiologischen Instituts, Herrn Rinck, construirten Centrifuge werden diese Uebelstände dadurch vermieden, dass trogförmige Gefässe mit der Längsachse tangential aufgehängt sind. Hierbei ergibt sich eine so vollkommene Aus-

nutzung des Raumes, dass die Gesamtmenge der zu centrifugierenden Flüssigkeit bei einem Durchmesser des Rades von 54 cm auf 4 Liter gebracht werden konnte. Die Aufhängevorrichtung ist so construiert, dass der Boden der Gefässe während des Centrifugirens an dem Radkranz eine Unterstützung findet. In Folge der geringeren Schichthöhe und besonders der günstigeren Ausnutzung des wirksamen Raumes tritt bei gleicher Umdrehungszahl ein schnelleres Absetzen ein, als bei den bisher gebräuchlichen Centrifugen. Die Zahl der Umdrehungen kann auf 2000 in der Minute gesteigert werden, wobei die Centrifuge einer halben Pferdekraft bedarf.

Herr Lœwi, Assistent am pharmakologischen Institut, macht auf Veranlassung von Herrn Hans Meyer eine kurze Mitteilung über:

Beiträge zum Nucleinstoffwechsel.

Die Arbeiten von Horbaczewski, Weintraud u. A. m. haben bewiesen, dass der menschliche Organismus aus nucleinhaltigem Material Harnsäure bilden kann. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Harnsäure des Urins lediglich dieser Quelle entstammt; dagegen ist es fraglich, ob ihre Ausscheidungsgrösse einen Maassstab für die Grösse des Nucleinzerfalls darstellt d. h. ob die intermediär gebildete Harnsäure total ausgeschieden oder, wie die präformirt eingeführte, zum grössten Teil verbrannt wird. Folgende Erwägung schien mir den Weg zur Lösung dieser für die Physiologie u. Pathologie des Harnsäurehaushalts gleich wichtigen Frage zu zeigen.

Der harnsäureliefernde Anteil des Nuclein steht in einem bestimmten, übrigens von der Art des Nuclein abhängigen, Mengenverhältnis zu dessen Phosphorsäure. Nehmen wir nun an, dass die gesammte aus Nuclein intermediär entstehende \bar{U} im Harn ausgeschieden wird, so müssen wir bei verschiedenen, auf gleiche Kost gesetzten, Individuen in dem nach Nuclein-

fütterung auftretenden \bar{U} und $P^2 O^5$ Plus des Urins ebenfalls dieses Verhältnis finden. Da ferner auch die nicht dem Nahrungsnuclein entstammende Harnsäure aus der Zerstörung von Nuclein (Körpernuclein) resultirt, so müssen auch bei nucleinarmer Nahrung verschiedene Individuen ein gleiches Verhältnis $U: P^2 O^5$ zeigen. Versuchsbedingungen sind hierbei: gleichmässige Diät- und Resorptionsverhältnisse, sowie Gleichheit der sog. »individuellen« Harnsäureausfuhr. Sonst addirt sich Gleiches zu Ungleichem und vice versa.

Die Durchsicht der für diese Fragestellung verwertbaren Versuche bestätigte in der That die Annahme eines solchen constanten Verhältnisses.

In der Monographie von Pace e Zagari über die Entstehung der \bar{U} und der Gicht fand ich z. B. in 4, den obigen Anforderungen entsprechenden, Versuchsreihen $\bar{U}: P^2 O^5 = 1:4,45$; $1:4,25$; $1:4,05$; $1:4,5$. Sicher eine ausreichende Übereinstimmung, denn bei der Kleinheit der in Rede stehenden Ausscheidungen beeinflussen bereits absolut sehr kleine Schwankungen in merklicher Weise das Verhältnis.

Weiter fand ich die gleiche Proportion in Versuchen von Camerer, Hopkins, Leber u. a. Hierauf wie auf die detaillirte Ausführung der folgenden Versuche werde ich in einer demnächst erscheinenden Veröffentlichung näher eingehen.

Eigene umfangreichere Versuche mit Nukleinfütterung im obigen Sinne musste ich mangels geeigneten Materials unterlassen.¹⁾ Dagegen stellte ich in 4 tägiger Reihe bei dem Laboratoriumsdiener K. und mir bei absolut gleicher Diät das Verhältnis von $\bar{U}: P^2 O^5$ fest.

Gesamtausscheidung im Harn von 4 Tagen

<i>K.</i>		<i>J.</i>
$\frac{\bar{U}}{P^2 O^5} = \frac{2,927 \text{ g}}{11,457 \text{ g}} = \frac{1}{3,91}$;	$\frac{\bar{U}}{P^2 O^5} = \frac{2,765 \text{ g}}{10,853 \text{ g}} = \frac{1}{3,91}$

1) Anmerkung bei der Korrektur! Inzwischen habe ich diesen Versuch nachholen und das Bestehen des supponirten, constanten Verhältnisses bei den 3 Versuchspersonen nachweisen können.

Auch hier eine auffällige Constanz! Diese Beobachtungen sprechen in der That dafür, dass die gesamte, intermediär gebildete \bar{U} ausgeschieden wird. Jedenfalls ist diese Auslegung weniger gekünstelt als die Annahme, dass verschiedene Menschen dieselbe Menge von \bar{U} bilden und davon einen gleichen Theil zerstören. Übrigens ist das vorliegende Material selbstverständlich noch zu gering, als dass bindende Schlüsse daraus zu ziehen wären.

Weitere Versuche galten der Frage, ob neben den Alloxurkörpern noch andere N haltige Stoffwechselendprodukte des Nuklein existiren. Diese mussten sich nach Nukleinfütterung durch Fallen des Verhältnisses Harnstoff N: Gesamt N markiren. Folgender Versuch illustriert das Resultat.

I. Vorperiode: tgl. bestimmte Nahrung.

Ausscheidung im Urin in g

Tag	Gesamt N ¹⁾ in g	Harnstoff N ²⁾		Alloxurkörper N ³⁾	
		absolut	% des Ges. N.	absolut	% des Ges. N.
1.	11,033	8,981	81,4	0,245	2,2
2.	12,427	10,423	83,8	0,342	2,7
3.	11,550	9,055	78,4	0,328	2,8
4.	10,634	8,460	79,5	0,281	2,7
5.	10,976	9,806	89,3	0,356	3,2
Mittel	11,324	9,345	82,5	0,310	2,7

II. Hauptperiode: eine bestimmte Menge des Nahrungs- N wird durch Thymus ersetzt.

Tag	Ges. N.	Harnstoff N		Alloxurkörper N	
		absolut	% des Ges. N.	absolut	% des Ges. N.
6.	12,171	9,318	76,5	0,427	3,5
7.	10,464	8,306	79,3	0,500	4,8
8.	11,256	8,400	74,6	0,466	4,2
9.	11,877	9,071	75,5	0,555	4,7
Mittel:	11,442	8,772	76,4	0,487	4,3

Ein zweiter ebenso angestellter Versuch verlief im gleichen Sinn.

-
- 1) nach Kjeldahl
 - 2) „ Mörner-Sjöqvist
 - 3) „ Huppert-Arnstein

Wir sehen, dass in der Thymusperiode der Harnstoff *N* absolut und im Verhältnis zum Gesamt *N* fällt. Da der Alloxurkörper *N* nicht in demselben Maasse steigt, muss also entweder einer der im sogenannten »Stickstoffrest« normal enthaltenen Körper in vermehrter Menge auftreten, oder ein neues *N* haltiges Endglied des Nukleinzerfalls erscheinen. Nach den Versuchen von Cohn und Minkowski lag der Gedanke an Allantoin nahe. Bei dem Mangel einer exakten Methode zum Nachweis kleiner Mengen dieses Körpers im Urin, arbeitete ich, unterstützt von Herrn Professor Hans Meyer eine Methode aus, die die quantitative Wiedergewinnung sehr geringer Allantoinmengen aus dem Harn gestattet. Beispielsweise erhielt ich von 39,6 mg Allantoin, im Verhältnis von 1:25000 dem Harn zugesetzt, 34,6 mg in reinen Crystallen wieder, die durch *N* Bestimmung identifizirt wurden.

Der Harn wird mit salpetersaurem Quecksilberoxydul von Chloriden befreit, das Filtrat mit H_2S behandelt, filtrirt, der H_2S verjagt und das Allantoin mit Magnesiumoxyd oder Natriumcarbonat und salpetersaurem Silber gefällt. Die Fällung wird mit HNO_3 oder H_2S zerlegt und das in Lösung gegangene Allantoin mit salpetersaurem Quecksilberoxyd gefällt. Die Quecksilberverbindung oder das aus ihrer Zerlegung gewonnene reine Allantoin werden zur Wägung gebracht.

Es gelang mittelst dieser Methode nicht ein einziges Mal nach Fütterung mit erheblichen Mengen nucleinreicher Nahrung Allantoin auch nur in Spuren nachzuweisen. Von verfüttertem Allantoin fand ich bei Wiederholung der Minkowski'schen Versuche einen kleinen Theil im Urin wieder. Ob der grosse Rest verbrannt oder nicht resorbirt wurde, ist ungewiss.

Aufgelegte Schriften:

- Leopoldina Heft XXXV N. 5.
Jahresbericht des ornithologischen Vereins München für 1897/98.
München 1899.
13. Jahresbericht des Naturwissenschaftl. Vereins zu Osnabrück.
Osnabrück 1898.
- Deutsche botanische Monatsschrift XVII. Nr. 4, 5 u. 6.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 71, Heft 6.
Stuttgart 1899.
- Sitzungsberichte u. Abhandlungen der Isis in Dresden. Jahrg. 1898.
Dresden 1899.
- Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B.
Bd. XI, Heft 1. Freiburg i. B. 1899.
- Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät in
Erlangen. Heft 30. Erlangen 1899.
- Atti della R. Accad. dei Lincei. Anno 296. 1899: Rendiconti
Vol. VIII, fasc. 8—12. Roma 1899.
- Mitteilungen aus der medicinischen Facultät in Tokio. Bd. IV,
Nr. V. Tokio 1899.
- The American Naturalist. Vol. XXXIII. Nr. 389. Boston 1899.
- 16th. Report of the Museum of Milwaukee. Milwaukee 1899.
- Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philo-
sophical Society. Vol. 43, Part II. Manchester 1899.
- Bulletin of the New-York Public Library. Vol. III. Nr. 5 u. 6.
New-York 1899.
- North American Fauna Nr. 14. Washington 1899.
- Yearbook of the Department of Agriculture 1898.
Washington 1899.
- Bergens Museum: Report of the Norwegian marine Investi-
gations 1895/97. Bergen 1899.
- Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1899.
Nr. 5—8 einschl.
- Programm 1899/1900 der Herzogl. technischen Hochschule in
Braunschweig.
- Societatum litterae Jahrg. XII. Nr. 5—12.
Helios. Bd. XV. Berlin 1899.
-

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

N^o. 8

November

1899

In der Sitzung vom 8. November 1899 sprach der zeitige Direktor, Herr F. Marchand:

Zur Erinnerung an Robert Bunsen

† am 16. August 1899.

Am 13. November dieses Jahres sind sechs Jahrzehnte verstrichen, seitdem Robert Wilhelm Bunsen Mitglied unserer Gesellschaft wurde. Die Absicht, unserem berühmten nachmaligen Ehrenmitgliede an diesem Tage einen Beweis unserer hohen Verehrung darzubringen, konnte nicht mehr verwirklicht werden. Am 16. August endete ein sanfter Tod nach längerem Leiden sein an Arbeit und Erfolgen reiches Leben im 88. Jahre.

Robert Bunsen wurde am 31. März 1811 in Göttingen geboren; nach Vollendung des Studiums der Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Geologie) in seiner Vaterstadt und weiterer Ausbildung in Paris, Berlin und Wien habilitirte er sich in Göttingen im Jahre 1833 und wurde 1836 Lehrer an der höheren Gewerbeschule zu Cassel. Im Herbst 1839 kam Bunsen als ausserordentlicher Professor an unsere Universität¹⁾, und wurde drei Jahre später ordentlicher Professor und Direktor des chemischen Laboratoriums. Nach fast zwölfjähriger Wirksamkeit

1) In der Regel wird angegeben, dass die Berufung nach Marburg im Jahre 1838 erfolgte. In den Vorlesungs-Verzeichnissen ist Bunsen zuerst im W.-S. 1839 erwähnt.

folgte Bunsen im Jahre 1851 einem Rufe nach Breslau um bereits im nächsten Jahre nach Heidelberg überzusiedeln. Im Jahre 1889 veranlasste ihn das zunehmende Alter, seine Stelle niederzulegen; er lebte seitdem in der Zurückgezogenheit am gleichen Orte, allgemein verehrt als der Senior der Universität, zu deren Ruhm er lange Jahre hindurch so viel beigetragen hatte.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, hier eine Schilderung der Wirksamkeit Bunsen's in seiner langen, durch die glänzendsten wissenschaftlichen Erfolge ausgezeichneten Laufbahn zu versuchen.

Dieser Aufgabe würde kaum ein berufener Fachmann nach allen Seiten gewachsen sein, denn die Fortschritte, welche die Naturwissenschaften diesem seltenen Mann verdanken, beschränken sich nicht auf das engere Gebiet seiner ursprünglichen Fachwissenschaft. Für so viele und so werthvolle Entdeckungen auch die Chemie Bunsen Dank schuldet, so ist doch Allen bekannt, dass die wissenschaftliche Grossthat, die seinen Namen in Verbindung mit dem seines congenialen Mitarbeiters Kirchhoff im wahren Sinne zu den Sternen erhoben hat, eine ungleich umfassendere, unabsehbare Bedeutung besitzt.

Dem Astronomen gewährte sie die kaum geahnte Möglichkeit, die materielle Zusammensetzung der fernsten Weltkörper der Erforschung zugänglich zu machen und wurde zugleich die Grundlage eines grossen Zweiges der physikalischen Wissenschaften; den Chemiker lehrte sie, in den farbigen Linien des Flammenspectrums die feinsten Spuren der Elementarkörper aufzusuchen und neue Grundstoffe zu finden, wovon die Entdeckung des Caesium und Rubidium durch Bunsen selbst glänzendes Zeugnis ablegte; dem Techniker gab sie das Mittel in die Hand, den Schmelzprocess des glühenden Metalles nach seinem Willen zu regeln und förderte hierdurch das Erblühen einer grossartigen Industrie, ja auch dem Physiologen, dem Arzt wurde sie von unberechenbarem Nutzen.

Bunsen war es, der der gesammten naturwissenschaftlichen und technischen Welt die zahlreichen, so fein erdachten

und doch so einfach construirten Hilfsmittel schenkte, ohne deren tägliche und stündliche Benutzung uns jede Laboratoriumsarbeit, auf welchem Gebiete es auch sei, heute fast unmöglich erscheinen würde.

Er selbst aber, dessen Name mit so grossen wissenschaftlichen Errungenschaften, so vielen technischen und industriellen Erfolgen verknüpft war, blieb der bescheidene Gelehrte, dessen persönliche Liebenswürdigkeit und Anspruchslosigkeit das Zeichen eines wahrhaft edlen und grossen Sinnes war.

Während einer längeren Reihe von Jahren, die zu seinen besten gehörten, widmete dieser Mann seine Kräfte unserer Hochschule.

Es sei mir gestattet, hier einige Angaben aus den schriftlichen Berichten unserer Gesellschaft über Bunsen's damalige Betheiligung an ihren Verhandlungen folgen zu lassen. Geben diese auch keineswegs ein vollständiges Bild seines hiesigen Wirkens, so sind sie doch unmittelbare Zeugen seiner vielseitigen, anregenden und productiven Thätigkeit. Für uns — selbst für einen Theil der Älteren unter uns, die z. Z. von Bunsen's hiesiger Wirksamkeit noch kaum das Licht der Welt erblickt hatten — ist es nicht leicht, uns in jene Zeit unserer Universität zurückzusetzen¹⁾. Unser geehrter Herr ständiger Schriftführer von Heusinger und Herr Ochsenius sind wohl die Einzigen unter uns, welche in Bunsen's hiesigem Laboratorium noch Verlesungen gehört und gearbeitet haben.

Es war nur ein kleiner Kreis von Männern, die damals die naturwissenschaftliche Forschung in Marburg vertraten,

1) Wie klein die Verhältnisse damals waren, dürfte u. A. daraus hervorgehen, dass unsere Gesellschaft im Jahre 1842 ein Plössl'sches Mikroskop besass — das einzige brauchbare Instrument dieser Art in Marburg —, welches dem Anatomen B ü n g e r überlassen, resp. gegen ein neues Schieck'sches Instrument umgetauscht wurde. Letzteres wurde leihweise den Mitgliedern zur Verfügung gestellt. Auch Bunsen machte davon Gebrauch.

darunter aber eine Anzahl, deren Namen in der Wissenschaft einen guten Klang haben.

Während über die eigentlich chemischen Arbeiten Bunsen's aus jener Zeit — unter denen von den Chemikern die Erforschung der Kakodylverbindungen besonders hoch geschätzt wird — in unseren Berichten wenig zu finden ist, sind hauptsächlich Mittheilungen über die geologischen und physikalischen Studien vorhanden, die Bunsen längere Zeit hindurch besonders fesselten.

So finden wir bereits im Jahre 1840 einen Bericht Bunsen's über »das von ihm in der Lüneburger Heide angetroffene Steinöl, ähnlich dem am Caspischen Meere« erwähnt. Im nächsten Jahre folgt eine Mittheilung über die Herstellung und weitere Verarbeitung poröser Kohle zur Verwendung für das von ihm erfundene galvanische Element (23./6.41). In den folgenden Jahren finden wir — als Ergebnis einer Reise nach Italien — mehrere Vorträge über geologische Erscheinungen verzeichnet, so am 8. November 1843 (gerade heut vor 56 Jahren!) einen solchen über Steinkohlenflötze bei Monte Massi nach eigenen an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen, am 16. Juli 1845 Beobachtungen über die vulkanischen Quellen im mittleren Italien, besonders am Vesuv, wo sich ihm die Quellenerscheinungen, deren Herd sich im Krater des Vulkans befindet, im grössten Massstab zeigten. Bei dieser Gelegenheit legte Bunsen mehrere an Ort und Stelle gesammelte Mineralien, u. A. ein von ihm aus dem Innern des Kraters ausgebrochenes Stück Schwefel und verschiedene Zersetzungsprodukte der Lava vor. In demselben Jahre findet sich eine Notiz über Bunsen's in England gemachte Versuche und Beobachtungen (leider ohne nähere Angaben), ferner über eine Geldbewilligung zur Ausführung von Gasanalysen. Das Studium der vulkanischen Erscheinungen, besonders der heissen Quellen war eine Vorarbeit für ein besonders bedeutungsvolles wissenschaftliches Unternehmen Bunsen's in seiner Marburger Zeit, die Erforschung der noch so räthselhaften und einer Erklärung harrenden Naturerscheinung der Geysir auf Island.

Es darf wohl als Zeichen der grossen Anerkennung, welche der damals noch jugendliche Gelehrte in Marburg genoss, aber gleichzeitig auch des einsichtsvollen Verständnisses seiner hiesigen Collegen betrachtet werden, dass unsere Gesellschaft ihm zu der geplanten Forschungsreise eine für die damaligen Verhältnisse nicht unbeträchtliche Summe (250 Thaler) zur Verfügung stellte (Februar 1846). Bunsen hatte, wie man erzählt, nicht ohne Schwierigkeit den erforderlichen Urlaub vom Kurfürsten erhalten. Bereits im October des Jahres 1846 gab Bunsen eine Uebersicht der wissenschaftlichen Resultate seiner Isländischen Reise, vorzüglich der auf die Explosionen des grossen Geysir sich beziehenden. Seine scharfsinnigen und sorgfältigen, zusammen mit Descloiseaux angestellten Beobachtungen der Druck- und Temperaturverhältnisse in der Geysir-Röhre führten Bunsen bekanntlich zu einer physikalisch befriedigenden Erklärung der merkwürdigen Erscheinung¹⁾. Die Isländische Reise gab ihm auch noch Anregung und Stoff zu weiteren geologischen und mineralogischen Untersuchungen, über welche er in einem Vortrag im Anfang des Jahres 1847 berichtete. Hauptsächlich beschäftigte ihn ein isländisches Gestein, der Palagonit, den er für identisch mit dem am Aetna vorkommenden erklärte; er betrachtete dies Mineral als die älteste Gebirgsart der Insel, welche bei der Bildung der jüngeren Gesteine in der verschiedensten Weise theiligt sei. Im Januar 1848 folgte ein Vortrag über die vulkanischen Erscheinungen, die mit dem Hekla in Verbindung stehen. Bunsen berichtet, dass er in einen der Krater gestiegen sei, und die aus ungeheuren Spalten aufsteigenden Dämpfe beobachtet habe. »Er verweilte auf dem Krater bis nach 11 Uhr Nachts, wo die Sonne noch über dem Horizont war, und wegen ihres niedrigen Standes in der Nähe des Hori-

1) Die sehr anziehende und interessante Darstellung seiner Beobachtungen findet sich in den »Annalen der Chemie und Pharmacie« von Wöhler u. Liebig, Bd. 62, 1847. S. auch Humboldt, »Kosmos«, Bd. IV, S. 247.

zontes eine eigenthümliche Färbung der Gegenstände veranlasste, die man von diesem hohen Standpunkte aus weit und breit überblicken konnte. Auf seiner Reise nach dem Hekla, die wegen Mangel an Transportmitteln, und wegen der vielen Schluchten und reissenden Ströme, die man durchpassiren musste, mit vieler Gefahr verbunden war, bemerkte er mitten in einem Flusse mehrere grössere und kleinere Fontainen, von denen die kleinsten etwa 6 Zoll sich erhoben und einen Durchmesser von einer halben Linie hatten, und entweder perpendicular oder gabelförmig, oder in schräger Richtung in die Höhe stiegen.«

Noch einmal, im Januar 1851 ist ein Vortrag über den Process der vulkanischen Gesteinsbildung erwähnt, inzwischen, im December 1849 ein mit Experimenten verbundener Vortrag über Verbrennungswärme, Entzündungstemperatur und Flammentemperatur, welcher auf ein neues Arbeitsgebiet Bunsen's hinweist. Im März 1851 wird sein Name zuletzt unter den Anwesenden vermerkt.

Aus dieser kurzen Uebersicht dürfte hervorgehen, wie viel persönliche und wissenschaftliche Anregung auch in dem engeren Kreise unserer Gesellschaft von Bunsen ausging.

Die Universität Marburg und unsere Gesellschaft dürfen es sich zur Ehre anrechnen, dass dieser hervorragende Mann eine Zeitlang der Ihrige war, eine Zeit, auf welche er auch in seinem hohen Alter noch gern und dankbar zurückblickte; war es doch hier, wo er, nach seinem eigenen Ausspruch »im Kreise lieber Collegen die glücklichsten Jahre seiner wissenschaftlichen Laufbahn verlebte«¹⁾.

Auch jetzt noch empfinden wir, bei der Erinnerung an das, was er hier in seinen bescheidenen Arbeitsräumen im Deutschen Hause ersann und erforschte, etwas von dem Zauber seiner bedeutenden Persönlichkeit; denn die Stätte, die ein — nicht bloss guter Mensch — sondern, noch vielmehr, die ein grosser Mann — betrat, »sie bleibt geweiht für alle Zeiten.«

Ehre seinem Andenken!

1) Brief vom 8. Juli 1898.

Sodann berichtet Herr B. Rathke über:

Erinnerungen an Bunsen.

Ich habe 1866 Bunsens Vorlesung gehört und im Laboratorium unter seiner persönlichen Leitung gearbeitet. — In der Vorlesung sprach er mit grosser natürlicher Lebhaftigkeit, so dass man ihm die eigene Freude an der Sache anzusehen glaubte, und vollkommen frei ohne die geringste mitgebrachte Notiz. Jedem, der vergleichen konnte, mochte es überraschend sein, dass er von der Wandtafel einen nur ganz minimalen Gebrauch machte. Was der Zuhörer empfing, war ganz und gar keine Buchgelehrsamkeit, sondern Alles wurde ihm zur Anschauung — sehr oft durch die (mit strengster Auswahl und unfehlbarer Sicherheit vorgeführten) Experimente zur eigenen Erfahrung. Es ist nicht möglich, in geringerem Maasse, als B. es that, die Chemie als beschreibende Naturwissenschaft erscheinen oder sie zu einer Abhandlung der einzelnen Elemente und ihrer Verbindungen werden zu lassen. Vielmehr wusste er vom ersten Anfang an uns zu interessiren für Fragen von weittragender Bedeutung wie für speciellere Aufgaben, welche die Wissenschaft zu lösen hat, und erweckte so die lebhafteste Spannung für den Weg, der zum Ziele führt, und Befriedigung über die Besiegung der Schwierigkeiten, welche dabei überwunden werden mussten. Ein Beispiel möge die Sache illustriren. Er sprach von der Temperatur der Flamme, speciell der Wasserstoff-Flamme: wie dieselbe aus der Verbrennungswärme sich auf viele tausend Grade berechne, wobei aber freilich vorausgesetzt werde, dass bei allen zwischenliegenden Temperaturen Wasserstoff und Sauerstoff sich zu vereinigen im Stande sind; wie die Ungleichheit der Temperatur in den verschiedenen Flammenregionen vermieden und eine bestimmte gleichmässige Temperatur erhalten werde, wenn Knallgas im Eudiometerrohr verpufft wird. Die hier thatsächlich eintretende Temperatur ergibt sich dann ohne Weiteres aus dem bei der Verpuffung auftretenden Maximaldruck, und dieser wird durch eine überaus einfache Vorrichtung gemessen (ein Laufgewicht auf einem Hebel verschiebbar, das den verschliessenden Stopfen beschwerend eben noch emporge-

schleudert wird.) Nie werde ich die Freude vergessen, welche ich über die einfache Lösung des anscheinend schwierigen Problems empfand, wie über das überraschende Resultat der ungeahnt niedrigen Temperatur von 2700 Grad und über die vollkommene Durchsichtigkeit, in welcher der Vorgang sich darstellte und eben diese niedrige Temperatur verständlich wurde. — Wie Bunsen uns hier an einer so eben von ihm ausgeführten Untersuchung theilnehmen liess, so auch im Folgenden. Bei der Bestimmung des specifischen Gewichts der Gase wies er auf die Unsicherheit hin, welche dadurch entsteht, dass die Correction auf den luftleeren Raum für den Ballon viel grösser ist als für das Gewicht auf der anderen Wagschale, und veränderlich mit Temperatur und Feuchtigkeitsgrad der Luft; er zeigte sodann, wie er diese Correction ganz umgeht, indem er als Gegengewicht einen Glasballon anwendet, dessen äusseres Volum er nahezu und dessen inneres er (durch hineingeworfene Glasstäbchen) genau gleich zu machen lehrt, wie bei dem, welcher das Gas enthält. Daran schloss sich die Ausdehnung der Methode auf Dämpfe unter Anwendung eines ingenüösen Heizapparats für sehr constante Temperatur. Dieser Auseinandersetzung wurde eine volle Stunde gewidmet; ebenso der chemischen Wirkung des Lichts, wie sie von Bunsen und Roscoe am Chlorknallgas studirt worden ist. Gerade diese eindringende Behandlung einzelner Fragen und des zu ihrer Lösung führenden Weges war es, welche den Zuhörern (und auch solchen, die die Chemie nicht zu ihrem Specialstudium machten) einen Einblick in Werkstatt und Arbeitsweise des Chemikers gewährte, wie er meist erst durch praktische Beschäftigung im Laboratorium erreicht wird; eine schnell dem Resultate zueilende Darstellung, zu welcher die Fülle des Stoffs nur zu leicht verführt, vermag das niemals zu leisten. Dass es trotz alledem möglich war, in einem kurzen Sommersemester den reichen Stoff zu bewältigen, erschien fast wunderbar; es erklärt sich durch die unübertreffliche Präcision des Vortrags wie des Experiments und auch dadurch, dass alle Überladung mit Experimenten vermieden wurde und nur solche von entscheidender Bedeutung zur Ausführung kamen. Unter diesen verdienen besonders Erwähnung eine Anzahl von **q u a n t i t a t i v e n**

Versuchen, welche meines Wissens damals noch nirgend sonst als Vorlesungsversuche vorgeführt wurden. So die Demonstration der Volumverhältnisse bei gleichzeitiger Elektrolyse von Wasser und Chlorwasserstoff; (Hofmanns Veröffentlichung derselben datirt aus dem Jahre 1869). Dabei wurde das Verschwinden von einem Theil des Chlors dadurch vermieden, dass die Elektrode aus einem Iridiumdrath bestand und über ihr nur eine ganz niedrige Flüssigkeitsschicht, dann Luft sich befand; das Chlor verdrängte sein gleiches Volum Luft, welches in einem besondern Massgefäss aufgefangen wurde — ein Princip, welches dann V. Meyer zu seiner Dampfdichte-Bestimmung durch Luftverdrängung entwickelt hat.

Wie Bunsen bemüht war, die Erscheinungen auf ihre einfachste Form reducirt zur Anschauung zu bringen, zeigt folgendes Beispiel, das zur Nachahmung nicht genug empfohlen werden kann. Um das Grundprincip der Spektralanalyse zu verdeutlichen, brachte er in eine Flamme zugleich Natrium- und Lithium-Salz und liess nun ein Prisma à vision directe ohne Spalt von Hand zu Hand durch das Auditorium gehen; man sah jetzt zwei Flammen, eine gelbe und eine rothe. Dann erst wurden die Vortheile hervorgehoben, welche das Vorsetzen eines Spalts gewährt, dessen secundäre Bedeutung so ohne Weiteres sich einprägt (und sonst vielleicht einem grossen Theil der Studenten niemals zu klarem Bewusstsein kommt.) — Allbekannt ist die von Bunsen angegebene einfache Demonstration des die Fraunhofer'schen Linien erklärenden Kirchhoff'schen Gesetzes: eine kühle Natriumflamme, welcher vor einer heisseren und daher heller leuchtenden Natriumflamme schwarz erscheint.

Immer hatten wir das Gefühl, dass der Vortragende aus dem Vollen schöpfte, aus dem reichen Schatz seiner Kenntniss und persönlichsten Erfahrung — wussten auch dass gar Manches (besonders bei den seltenen Metallen und Erden) nirgends publicirt und eben nur aus seinem Munde zu lernen war. Übrigens erwähnte er kaum jemals (meines Wissens nicht einmal bei der Spektralanalyse) seinen eigenen Antheil an den Untersuchungen, sondern begnügte sich mit allgemeinen Redewendungen: »man hat gefunden« und dgl. Freilich wenn er

von seinen glänzendsten Entdeckungen berichtet hatte, bewies ihm am Schluss der Stunde ein donnerndes Beifallsgetrampel, dass wir denn doch Bescheid wussten, und das vergnügte Lächeln, mit dem er aus dem Auditorium verschwand, verrieth, dass ihm dies nicht gerade unlieb war.

Dass Bunsen während einer langen Reihe von Jahren Semester um Semester dieselbe Vorlesung halten konnte, ohne dessen überdrüssig zu werden, mag dem Fernstehenden schwer verständlich sein; wer ihn hörte, begriff es sofort. Es lag offenbar daran, dass sein Vortrag zu einem sehr grossen Theil auf eignen Untersuchungen beruhte und dass er diese in der Erinnerung immer wieder mit naiver Entdeckerfreude neu durchlebte.

Geradezu grossartig war die allgemeine Einleitung, welcher ungefähr 3 Wochen gewidmet wurden. Hier und in einigen der nächstfolgenden Vorlesungen liess er vor uns ein naturwissenschaftliches Weltbild erstehen, soweit das von chemischen und chemisch-physikalischen Ausgangspunkten her möglich ist. Er begann (ein höchst origineller Gedanke) mit einer ganz kurzen Aufzählung und Characterisirung sämtlicher Elemente (1 Stunde), die er nun nach Bedarf heranziehen konnte, ohne dass ihr Name den Hörern nur ein leerer Schall gewesen wäre. Es folgte eine Aufweisung der Stoffe, welche gefunden werden in der Luft, in den Wässern, in den plutonischen und neptunischen Gesteinen; Anreicherung mancher von ihnen an besonderen Stellen der Erdrinde durch Gangbildung vermittelt Infiltration, Injection und Sublimation; ausserirdisches Vorkommen der Elemente in Meteoriten, ferner (spectralanalytisch nachgewiesen) in Gestirnen und Nebelflecken. Es folgten die Aggregatzustände und deren Übergänge in einander, Gasmischung und Gasabsorption, Partialdruck, Dampfdruck, Lösung, Diffusion und Osmose, Krystalloide und Colloide; die Krystallsysteme nebst dem Tangentengesetz. Der Sauerstoff gab dann Gelegenheit zu ausführlicher Besprechung der Verbrennung, Verbrennungswärme und Entzündungstemperatur; beim Wasser und der Kohlensäure wurden natürlich mancherlei atmosphärische und klimatische Verhältnisse besprochen, beim Chlor (wie bereits angedeutet)

die chemische Wirkung des Lichts, ihre Änderung mit dem Stande der Sonne, die neben einander hergehenden Wirkungen des direkten Sonnenlichts und des diffusen Lichts, das Vorwalten des erstern in den höheren Schichten der Atmosphäre und die mit dadurch bedingte Besonderheit der Alpenflora.

Im Laboratorium sah man Bunsen fast den ganzen Tag, und zwar widmete er damals alle seine Zeit den Praktikanten, zumal den fortgeschritteneren, die zum grossen Theil nach Heidelberg gekommen waren, um ganz bestimmte Dinge dort zu lernen: Gasanalyse, Mineralanalyse, Analyse des Roheisens und dgl., oder um Studien über seltene Metalle, auch physikalisch-chemische Arbeiten zu machen. Man konnte mit Sicherheit darauf rechnen, dass der verehrte Lehrer nicht nur täglich den Fortgang der Arbeit verfolgte, sondern auch dass er ihren bisherigen Verlauf aufs Genaueste im Kopf hatte — oft (bei langwierigen Silikatanalysen und dgl.) besser als der Praktikant selber. Als Meister jeder Technik liess er es an häufiger Anleitung in praktischen Handgriffen nicht fehlen. Wie man einen Kork mit tadellos runder Bohrung versieht, wie man ein Filter in der Platinspirale verbrennt, wie ein Kautschukventil hergestellt wird, wie man einen Abdampfdruckstand in einem Minimum von Flüssigkeit gelöst in den Tiegel hinüberspült, wie man Schwefelsäure ohne jedes Spritzen verflüchtigt — das Alles und vieles Andere hat mancher vermeintlich fertige Chemiker eigentlich erst von ihm gelernt.¹⁾ Ein besonderes Vergnügen machte es ihm, uns die damals eben von ihm ausgearbeiteten »Flammenreactionen«, eine verfeinerte Fortbildung der Löthrohrtechnik, zu zeigen und wie sie es ermöglichen, die in kaum sichtbaren Spuren vorliegende Substanz durch mannigfaltige Erscheinungen in aller Schärfe zu identificiren. Immer sah man ihm an, wie die Arbeit als solche, das Gefühl der »gelingenden Thätigkeit« ihm die reinste Freude war. Oft umstand ihn ein halbes Dutzend von Schülern, deren jeder Rath und Hülfe von

1) Seine Hand war unglaublich abgehärtet. So existirte denn auch ein launiges Bild von ihm, wie er ein kleines Schälchen zwischen den Fingern in die Gasflamme hängen lässt mit den Worten: »Man dampft es ganz ruhig ab.«

ihm wollte und darauf wartete, dass er an die Reihe käme, gewiss, auch inzwischen noch manches nützliche Wort aufzufangen. Nur wenn er einmal ans Fenster trat und den Blick gedankenverloren über den Garten hinaus schweifen liess, wagte ihn niemand zu stören; wir nahmen an, dass er dann mit Grösserem beschäftigt wäre.

Eine besondere Anziehungskraft hatte für ihn der Glasblase-tisch, und es war nicht schwer, dort etwas von ihm zu erreichen. Viele Stunden sass er einmal vor dem Gebläse und versuchte, in ein Glasrohr eine poröse Thonscheibe als Diaphragma einzukitten; leider vergeblich, beim Erkalten sprang das Glas jedesmal ab.

Diese angespannte Thätigkeit während vieler Stunden des Tages war schon als körperliche Leistung für einen Mann seines Alters ganz respectabel, um so mehr als die Hitze im Laboratorium während des Sommers oft recht arg wurde; doch sein rüstiger Körper schien es nicht zu empfinden. Für eigene wissenschaftliche Arbeiten blieb ihm während der ganzen Woche keine Stunde übrig; er hatte sich auch gar keinen eigentlichen Arbeitsplatz reservirt, sondern nur einen Tisch, der mit tausend Dingen bedeckt war, unter welchen er mit schier unbegreiflich schnellem Blick auch den unscheinbarsten Gegenstand, den er gerade brauchte, herausfand. Um so eifriger arbeitete er am Sonntag und in den Ferien in dem nun freien Raum, wie ich aus meiner gegenüberliegenden Dachstube oft beobachten konnte.

Diese unermüdliche Arbeitsfreudigkeit strömte auf alle seine Schüler über; es herrschte im ganzen Laboratorium ein solcher Geist der Emsigkeit und scharfer Ausnutzung der Zeit, dass jeder unwillkürlich erfasst und mitgenommen wurde. Es wollte das um so mehr heissen, als wir (1866) in einer Zeit höchster Aufregung, nämlich mitten im Kriege lebten und abwechselnd preussische und süddeutsche, auch einmal österreichische Truppen Heidelberg passirten.

Auch arbeiteten dicht neben einander Angehörige der feindlich sich gegenüber stehenden Volksstämme, und oft kam es zu heftigen Disputationen; trat dann Bunsen ein, so fuhren wir auseinander und eilten an unsere Plätze. Der Frieden des Hauses aber wurde niemals ernstlich gestört.

Der Ton, in dem Bunsen mit den Praktikanten verkehrte war der vollendeter Höflichkeit und unstörbarer heiterer Freundlichkeit, welcher bei begangenen Fehlern sich eine leise Ironie beimischte; hatte jemand eine Arbeit recht gründlich verpfuscht, so nahm sein Gesicht wohl den Ausdruck aufrichtiger Trauer an. Die meisten Schüler hegten für ihn nicht nur hohe Verehrung (wie selbstverständlich), sondern auch eine fast zärtliche Zuneigung. — Ein Verkehr mit ihm ausserhalb des Laboratoriums kam meines Wissens nicht vor; dazu war vielleicht der Altersunterschied schon zu gross und seine freie Zeit in der That zu kostbar.

(An diese Mittheilungen schloss der Vortragende eine kurze Charakteristik von Bunsens Forscher-Thätigkeit.)

In derselben Sitzung vom (8. November 1899) sprach Herr Schenck über:

Die beiden Arten der Dimorphie und ihre gegenseitigen Beziehungen.

Eine grosse Reihe von chemischen Substanzen vermag in mehr als einer Form zu krystallisieren. Man nennt solche Substanzen *polymorph*, sind nur *zwei* Krystallformen vorhanden, *dimorph*.

Es giebt zwei Gruppen dimorpher Substanzen, das Princip nach dem man bei der Einteilung verfährt, ist die Art und Weise, wie die eine Krystallform in die andere übergeht.

Die eine Gruppe ist ausgezeichnet durch die Existenz eines Umwandlungspunktes, bei der die beiden Modificationen (wir nennen sie *a* und *b*) im Gleichgewicht stehen. Bleiben wir unterhalb dieses Punktes, so geht *a* in *b* über, überschreiten wir ihn, so verwandelt sich *b* in *a*. Durch Erwärmen oder Abkühlen kann man nach Belieben die eine oder die andere Form erhalten, sie sind in einander überführbar. Diese Art der Dimorphie bezeichnet man nach O. Lehmann als *Enantiotropie*.

Die zweite Gruppe besitzt einen solchen Umwandlungspunkt nicht, die Umwandlung ist nur in einem Sinne ausführbar, stets ist die eine Modification die stabile, die andere die metastabile. Diese Art der Dimorphie bezeichnet O. Lehmann als Monotropie. Jede der beiden monotropen Formen hat ihren eigenen Schmelzpunkt, und zwar liegt der der metastabilen immer tiefer als der der stabilen.

Beide Gruppen sind nicht wesensverschieden von einander. Nach Ostwald unterscheiden sie sich nur dadurch, dass bei den enantiotropen Modificationen der Umwandlungspunkt unterhalb der Schmelzpunkte liegt, während die monotropen schmelzen, ehe sie ihren Umwandlungspunkt erreicht haben.

Besonders deutlich werden die gegenseitigen Beziehungen, wenn man sich gegenwärtig hält, dass der Umwandlungspunkt nichts anderes als der Schnittpunkt der Dampfdruckcurven der festen Modificationen, der Schmelzpunkt nichts anderes als der Punkt ist, bei dem der Dampfdruck der festen Körper gleich dem der Flüssigkeit wird. Dann sind enantiotrope Körper solche, bei denen die Dampfdruckcurve der Flüssigkeit die Dampfdruckcurven der festen Modificationen oberhalb, monotrope Körper solche, bei denen die flüssige Dampfdruckcurve die beiden anderen unterhalb des Umwandlungspunktes schneidet.

Vor einiger Zeit war es dem Vortragenden gelungen¹⁾ die feste und die flüssig krystallinische Modification des p-Azoxyanisols, welche zu einander im Verhältniss enantiotroper Modificationen stehen, durch Zusatz fremder Stoffe zu der isotropen Flüssigkeit, in monotrope Modificationen überzuführen; der Zusatz fremder Stoffe zu der isotropen Flüssigkeit bewirkt ja eine Verschiebung der Dampfdruckcurve nach unten. Die Concentration des Zusatzes wurde so bemessen, dass eine Verlegung der Curve bis unter den Umwandlungspunkt eintrat.

Es ist natürlich nicht möglich dieses Verfahren umzukehren, und monotrope Modificationen in enantiotrope zu verwandeln. Denn wir haben kein Mittel die Dampfdruckcurven der Flüssigkeit allein nach oben zu verschieben. Die Verschiebung durch

1) Diese Sitzungsberichte, März 1899. Zeitschr. f. phys. Chem. 29, 546.

Drucke beeinflusst auch die Dampfdruckcurven der krystallisierten Zustände.

Angenommen aber, es gäbe ein solches Verfahren, so würde man bei einer allmählichen Verschiebung der Dampfdruckcurve der Flüssigkeit zunächst den Umwandlungspunkt passieren müssen, ehe eine Verwandlung der monotropen in enantiotrope Modificationen erreicht wird.

Zu einer vollständigen Beschreibung der monotropen Modificationen ist die Angabe dieses Punktes nothwendig und zwar bei Atmosphärendruck, unter denselben Bedingungen wie die Schmelzpunktangaben.

Der Vortragende nun hat eine Beziehung aufgefunden, welche den an und für sich nicht beobachtbaren Umwandlungspunkt mit anderen beobachtbaren Grössen verknüpft und so der Berechnung zugänglich macht.

Die beiden Modificationen unterscheiden sich durch ihre Schmelzwärme und zwar ist die der metastabilen Modification, welche bekanntlich den grösseren Energieinhalt besitzt — sie geht unter starker Wärmeabgabe in die stabile über — kleiner als die der stabilen Modification.

Liegen die Schmelzpunkte nicht gar zuweit entfernt von einander, so entspricht, gemäss der Vant' Hoff'schen Beziehung

$$\Delta = 0,02 \cdot \frac{T^2}{q}$$

wo Δ die molekulare Gefrierpunktserniedrigung,

T die absolute Schmelztemperatur

q die Schmelzwärme bedeutet,

der kleineren Schmelzwärme die grössere Gefrierpunktserniedrigung.

Stellen wir uns für beide Modificationen die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der Concentration des Zusatzes graphisch dar, so erhalten wir zwei gerade Linien welche mit zunehmender Concentration divergieren. Denken wir uns dieselben rückwärts über die Schmelzpunkte hinaus verlängert, so werden sie einander schneiden, der Schnittpunkt ist nichts anderes als der Umwandlungspunkt, wie das aus dem Diagramm, welches

bei der oben citierten Abhandlung über die Verwandlung der enantiotropen Modificationen des p-Azoxyanisols in monotrope, deutlich folgt.

Stellen wir uns die Gleichungen für die Abhängigkeit der Schmelzpunkte von der Concentration des Zusatzes zu der Flüssigkeit auf, so bekommen wir

$$\begin{aligned} t &= S_{st} - c \cdot A_{st} \\ t' &= S_m - c' \cdot A_m \end{aligned}$$

wo S_{st} und S_m die Schmelzpunkte der reinen stabilen bzw. metastabilen Modificationen, A_{st} und A_m die entsprechenden molekularen Gefrierpunktserniedrigungen bezeichnen. Die beiden Curven schneiden einander, wenn

$$c = c' \text{ und } t = t'$$

werden; bezeichnen wir die Temperatur des Schnittpunktes, welcher mit dem Umwandlungspunkt der beiden festen Modificationen in einander identisch ist, mit T , so folgt

$$\begin{aligned} T &= S_{st} - c \cdot A_{st} \\ T &= S_m - c \cdot A_m \end{aligned}$$

Die Elimination von c ergibt

$$T = \frac{S_{st} A_m - S_m \cdot A_{st}}{A_m - A_{st}}$$

auf der rechten Seite stehen lauter Grössen, welche durch den Versuch ermittelt werden können, der Umwandlungspunkt ist dann leicht berechenbar.

Wir haben versucht, dieses Verfahren bei mehreren monotrop dimorphen Körpern zu verwenden. Die Bestimmung der Depressionsconstanten geschah in dem Beckmannschen Apparat zur Molekulargewichtsbestimmung durch Gefrierpunktserniedrigung. Die Constanten der stabilen Modificationen sind leicht zu ermitteln, dagegen macht die Bestimmung derselben bei metastabilen häufig grosse Schwierigkeiten. Es liegt dies an der grossen Empfindlichkeit, und geringen Beständigkeit vieler metastabiler Formen, eine leichte Bewegung des Rührers schon verursacht häufig die Entstehung der stabilen Modification.

Beim m-Nitro-p-acetoluid, welches in einer gelben und einer weissen Form krystallisiert, gelangen die Versuche vollkommen.

Die weisse stabile Form zeigt den Schmelzpunkt 93,32, die metastabile gelbe schmilzt bei 91,58°. Die Depressionsconstante der labilen — durch Zusätze von Oxalsäuredimethylester ermittelt — ist 100,9 die der weissen 85,8, daraus folgt der Umwandlungspunkt 102,5.

Das Verfahren ist nicht allgemein anwendbar, die Anwendung unterliegt gewissen Einschränkungen.

1) Dürfen die Schmelzpunkte nicht zu weit von einander entfernt sein.

2) Muss der Umwandlungspunkt in der Nähe der Schmelzpunkte liegen,
weil unter anderen Umständen die Darstellung der Abhängigkeit der Schmelzpunkte von der Concentration des Zusatzes als lineare Funktion nicht mehr zulässig ist.

In der Sitzung vom 8. November wurden durch vorschriftsmässige Kuglung folgende neue Mitglieder gewählt: Herr Professor Dr. Ludolf Krehl, o. Professor der Medicin, Director der medicinischen Poliklinik, zum ordentlichen; Herr Professor Dr. Heinrich Bonhoff, ao. Professor der Medicin, zum ausserordentlichen Mitglied.

Nach einer Mittheilung des Herrn Ochsenius ist Herr Dr. Philippi, ehemaliger Director der höheren Gewerbeschule in Cassel, seit dem 5. Nov. 1841 ausserordentliches Mitglied der Gesellschaft, z. Z. in Santiago (Chile) noch am Leben, somit nach dem Tode von Bunsen das älteste Mitglied der Gesellschaft.

Aufgelegte Schriften:

Jahresberichte des Vereins für vaterländische Naturkunde in
Württemberg. Jahrg. 55. Stuttgart 1899.
Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft
1898. 81. Versammlung in Bern, 80 Vers. in Engelberg
1897. Bern 1898. Luzern 1898.

- Rendiconto dell' Accad. delle Scienze Fisiche e Matematiche
Ser. 3. Vol. V, fasc. 4—5. Atti, Ser. 2 Vol. IX. Napoli 1899.
- Bulletin de l' Académie impériale des Sciences de St. Peters-
bourg. Ser. V, Tom VIII. Nr. 3. St. Petersburg 1898.
- Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou.
A. 1898. Nr. 4. Moscou 1899.
- Nouveaux Mémoires de la Société impériale des Naturalistes
de Moscou. Tom XV, Liv 7, Tom XVI, Liv I.
Moscou 1898.
- Bulletin de la Société de Géographie d'Alger 1899. 1.
Alger 1899.
- Annotationes Zoologicae iaponenses. Vol. III, Part. I. Tokio 1899.
- United States Geological Survey. Annual Report. Part. V, (1—2)
Washington 1898.
- Annual Report of the Smithsonian Institution 1896—1897.
Washington 1898.
- Smithsonian Miscellaneous Collections 1170. Washington 1899.
- Proceedings and Transactions of the Nova Scotia Institute of
Science. Vol. IX, Part 4. Halifax 1898.
- John Hopkins University Circulars Vol. XVIII. Nr. 139.
Baltimore 1899.
- American Naturalist. Vol. 33. Nr. 390. Boston 1899.
- Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. 37.
Nr. 158. Philadelphia 1898.
- Proceedings of the Academy of Natural Sciences. Part. III.
1898. Philadelphia 1899.
- Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences.
Vol. 34, Nr. 11—17. 1899.
- Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu San-
tiago de Chile. Bd. III, Heft 6. Valparaiso 1898.
- Museo Nacional de Buenos Aires, Comunicaciones. Tom 1 u. 3.
Anales Tom IV. Buenos Aires 1899.
- Report of the 7th Meeting of the Australasian Association for
the Advancement of Science. Sydney 1898.
-

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten
Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

Nro. 9

Dezember

1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 13. Dezember 1899
theilte Herr K r e h l

**Beobachtungen über den Wärmehaushalt der poikilothermen
Wirbelthiere**

mit, welche er in Jena gemeinschaftlich mit Herrn Dr. S o e t-
beer anstellte. Die ausführliche Abhandlung ist in Pflügers
Archiv erschienen.

In derselben Sitzung (13. Dez.) sprach Herr R. S c h e n c k über:

Chemische Vorgänge im elektrostatischen Felde.

Die chemischen Vorgänge, welche gewöhnlich zur Gewinnung
elektrischer Energie benutzt werden, sind Jonenvorgänge, Um-
wandlungen, welche mit dem Entstehen oder Verschwinden von
Jonen verbunden sind.

Die folgenden Betrachtungen nun sollen zeigen, dass es noch
eine andere Möglichkeit giebt, chemische Energie in elektrische
umzusetzen und zwar ohne Mitwirkung von Elektrolyten bzw.
Jonen bei Reactionen zwischen Isolatoren. Diese Möglichkeit ist
stets vorhanden, wenn die Änderung des chemischen Systems in
einem elektrostatischen Felde erfolgt und falls die Umsetzung mit
einer Änderung der Dielectricitätsconstanten des Systems ver-
bunden ist.

Wir wollen uns eine bestimmte Versuchsanordnung denken,
an der wir uns die Beziehungen zwischen Änderung der Dielec-
tricitätsconstanten und Entstehung elektrischer Energie klar
machen können. Es seien die Platten eines Condensators *A* und *B*,
B sei zur Erde abgeleitet, der Abstand der Platten von einander

klein gegenüber der Ausdehnung derselben. Diese Anordnung befinde sich in Luft bzw. dem Vacuum, dessen Dielectricitätsconstante $D = 1$ ist. Ertheile ich der Platte A die Ladung e , und ist ihr Potential V , so besteht bekanntlich zwischen diesen Grössen und der Capacität C des Condensators die Beziehung

$$e = C \cdot V$$

$$V = \frac{e}{C},$$

die Arbeit, welche wir erhalten, wenn wir A auf das Potential Null herunterbringen, ist

$$\frac{1}{2} e \cdot V = \frac{1}{2} \frac{e^2}{C}.$$

Lassen wir die Ladung e in A ungeändert und bringen zwischen die Platten, den Raum vollständig ausfüllend, einen Isolator von der Dielectricitätsconstante D_1 , so beobachten wir ein Fallen des Potentials, wir schliessen daraus dass sich die Capacität geändert hat, sie möge C_1 geworden sein, so bekommen wir

$$e = C_1 \cdot V_1$$

Es verhält sich

$$C : C_1 = 1 : D_1$$

also

$$e = C \cdot D_1 \cdot V_1$$

Die Entladung auf das Potential Null giebt uns die kleinere Arbeitsgrösse

$$\frac{1}{2} \cdot e V_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C \cdot D_1}$$

der Ersatz der Luft durch den Isolator mit der Dielectricitätsconstanten D_1 , hat also einen Arbeitsaufwand erfordert von

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C} \left(\frac{1}{D} - \frac{1}{D_1} \right)$$

Setze ich allgemein an die Stelle eines Dielectricums mit der Constanten D_1 ein anderes mit der Constanten D_2 , so ist die Änderung des electrischen Energieinhaltes auf dem Condensator

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C} \left(\frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right)^{1)}$$

1) Vergl. hierzu W. Nernst: Zeitschr. f. phys. Chem. 13. pag. 530.

Die gleiche Änderung bekommt man natürlich auch, wenn bei einer chemischen Umsetzung das System seine Constante von D_1 in D_2 ändert.

Ist

$$D_2 > D_1$$

so fällt das Potential auf dem Condensator, ist

$$D_2 < D_1,$$

so wächst es, wir bekommen also einen Zuwachs an elektrischer Energie.

Betrachten wir einen Vorgang, welcher umkehrbar ist und machen wir die Annahme, dass $D_2 > D_1$, so wird das Potential während der Reaction allmählich abnehmen, schliesslich aber zu einem Minimum gelangen, bei welchem die Umsetzung nicht weiter verläuft, eine künstliche Erniedrigung des Potentials durch Ableitung von Electricität würde eine Umkehr der Reaction bedingen, die Bildung des Systems mit der kleineren Dielectricitätsconstanten.

Ist $D_2 < D_1$ so wird das Potential allmählich steigen um schliesslich ein Maximum zu erreichen, eine Zufuhr elektrischer Energie von aussen kehrt die Reaction um, sie begünstigt die Entstehung des Systems mit der grösseren Dielectricitätsconstanten.

Im Allgemeinen haben wir bei Erhöhung des Potentials eine Verschiebung des chemischen Gleichgewichts nach der Seite der höheren, bei Erniedrigung eine solche nach der Seite der niederen Dielectricitätsconstante zu erwarten, eine neue Illustration zu dem Satze von Le Chatelier.¹⁾ „Toute variation d'un facteur de l'équilibre amène une transformation du système qui tend à faire éprouver au facteur considéré une variation de signe contraire à celle qu'on lui a communiquée.“

Die beschriebene Art elektrochemischer Prozesse, welche auf einer Veränderung der Dielectricitätsconstanten beruhen, würden nicht ohne Analogieen darstehen. Die Dielectricitätsconstante eines Systems lässt sich auch auf andere Weise ändern. Sie ist z. B. abhängig von der Temperatur, mit dem Erwärmen Hand in Hand geht

1) Recherches experimentales et théoriques sur les équilibres chimiques. Paris 1888.

eine Veränderung der Constanten und so sehen wir an vielen Krystallen beim Erwärmen und Abkühlen elektrische Ladungen auftreten.¹⁾ Man belegt diese Art der Electricität bekanntlich mit dem Namen Pyroelectricität. Auch die folgende Erscheinung ist hier zu erwähnen. Isolatoren erwärmen sich oder kühlen sich beim Elektrisieren ab,²⁾ je nachdem die Dielectricitätsconstante mit der Temperatur fällt oder zunimmt.

Erhöhte Drucke bzw. Veränderungen des Volumens verursachen Änderungen der Dielectricitätsconstanten, umgekehrt erhalten wir beim Elektrisieren derartiger Körper Veränderungen des Volumens, sogenannte Electrostrictionen. Wir kennen die Entstehung elektrischer Ladungen beim Belasten gewisser Krystalle, und sehen den elektrischen Vorgang sich umkehren, wenn nach Aufhebung der Belastung der Krystall allmählich in seine alte Lage zurückkehrt.

Die altbekannte Erscheinung der Restbildung bei Leydener Flaschen ist, wie mir scheint, ebenfalls ein Phänomen, welches hierher gehört.³⁾ Unter dem Einfluss der Ladung stellt sich ein Zustand her, in dem das Glas eine andere, grössere Dielectricitätsconstante besitzt als vorher. Mit dieser Änderung sind Spannungen und Volumänderungen des Glases verbunden. Entlade ich die Flasche, so gehen diese Änderungen nicht sofort zurück, das Glas braucht vielmehr Zeit in seinen alten Zustand zurückzukehren. Bei diesem Rückgange vermindert es seine

1) Die pyro- und pieoelektrischen Erscheinungen der Krystalle zeigen allerdings einige besondere Merkmale, die Krystalle besitzen eine permanente dielektrische Polarisierung, man braucht sie also nicht in ein künstliches elektrostatisches Feld zu bringen, um die Veränderungen der Ladungen zu beobachten.

2) Drude, Physik des Äthers, pag. 303.

3) Vergl. hierzu die Abhandlung von Pellat: Ann. de chimie et de physique. T. XVIII. (1899) pag. 152, in der eine ähnliche Anschauung vertreten wird:

„Cette grandeur (la constante diélectrique) ainsi définie est variable pour une même substance solide ou liquide suivant le temps, pendant lequel le condensateur est chargé, ou, d'une façon plus générale, suivant le temps où le diélectrique reste dans le champ électrique.“

Ferner Wüllner: Wied. Ann. 32. 19 (1887), sowie Drude: Physik des Äthers, pag. 291.

Dielectricitätsconstante und erhöht das Potential der vorher entladenen Flasche. Es ist übrigens bei diesem Vorgange der Verdacht nicht von der Hand zu weisen, dass die erste Ladung in dem Glas nicht allein mechanische, sondern auch chemische Deformationen hervorgerufen hat. Bei einer so complicierten Lösung, wie sie das Glas darstellt, wären Veränderungen des chemischen Gleichgewichts durch dielektrische Polarisation wenigstens nichts wunderbares. Dass bei der Rückstandbildung eine Art electrochemischer Reactionen beteiligt ist, vermutet übrigens schon Maxwell.¹⁾

Nach den Untersuchungen von Drude,²⁾ von Abegg³⁾ und Seitz⁴⁾ ist auch der Vorgang des Schmelzens und Erstarrens mit einer Änderung der Dielectricitätsconstanten verbunden. Diese Änderung ist häufig recht beträchtlich. Nach den Angaben der oben genannten Forscher stelle ich folgende Tabelle zusammen.

Substanz:	<i>D</i> flüssig:	<i>D</i> fest:	Beobachter:
Wasser	87	3.1	Abegg
Ameisensäure	57.0	19.0	Drude
Essigsäure	6.46	4.1	„
Chloralhydrat	13	3.3	„
Phenol	9	4.3	„
Nitrobenzol	43.3 bei -9°	9.9 bei -10°	Abegg.

Überall sehen wir die Dielectricitätsconstante beim Schmelzen zunehmen. Wir schliessen daraus, dass eine Erhöhung der electricischen Ladung auf der Condensatorplatte die Bildung der Flüssigkeit begünstigen, das Festwerden hintanhaltend wird. Aus thermodynamischen Gründen dürfen wir erwarten, dass der Schmelzpunkt durch Verstärkung des electricischen Feldes heruntergedrückt wird.

Die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der Condensatorladung ist der Berechnung zugänglich. Wir denken uns einen Carnot'schen Kreisprozess ausgeführt.

Zwischen den Condensatorplatten befinde sich 1 Mol. feste Substanz. Die Ladung der Platte *A* sei *e*. Die Schmelz-

1) A Treatise on electricity I. pag. 381.

2) Zeitschr. f. phys. Chem. 23. 308.

3) Wied. Ann. 62. 257; 65. 227.

4) Z. f. phys. Chem. 29. 247.

temperatur in diesem Kraftfelde sei T . Die Schmelzwärme q . Der Condensator habe in Luft die Capacität C . Die ganze Anordnung befinde sich in einem Wärmereservoir von der Temperatur T .

Wir lassen den festen Körper schmelzen und verlieren dadurch an electricischer Energie nach den früheren Auseinandersetzungen

$$\frac{1}{2} \frac{e^2}{C} \left(\frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right),$$

wo D_1 die Dielectricitätsconstante des festen, D_2 die des flüssigen Körpers bedeutet. Dem Reservoir wird die Wärmemenge q entzogen.

Die Schmelze wird jetzt in ein zweites Reservoir gebracht von der Temperatur $T - dT$. Es ist das diejenige Temperatur, bei welcher der feste Körper schmelzen wird, wenn die Ladung des Condensators $e + de$ beträgt. Dabei wird an das Reservoir II die Wärmemenge $k \cdot dT$ (k Wärmecapacität) abgegeben. Wir verstärken die Ladung um de , die zuzuführende Energie ist:

$$\frac{1}{2} \frac{(de)^2}{C \cdot D_2}$$

Wir lassen erstarren, die Energie des Condensators vermehrt sich um

$$\frac{1}{2} \frac{(e + de)^2}{C} \left(\frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right).$$

Entziehen wir der Platte jetzt die Ladung de , so verlieren wir die Energiemenge

$$\frac{1}{2} \frac{(de)^2}{C \cdot D_1}.$$

Die Erwärmung des Systems erfordert die Zufuhr der Wärme $k' \cdot dT$.

Bei der Temperatur T ist also verloren an electricischer Energie

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C} \cdot \left\{ \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right\}$$

bei der Temperatur $T - dT$ gewonnen.

$$\frac{1}{2} \frac{(e + de)^2}{C} \left\{ \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right\} - \frac{1}{2} \frac{(de)^2}{C} \left\{ \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right\}$$

Die gesammte bei dem Kreisprozess gewonnene Arbeit ist also

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2e \cdot de}{C} \left\{ \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right\} = \frac{1}{2} \frac{d(e^2)}{C} \left\{ \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right\}$$

Nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik ist diese Arbeit

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{d(e^2)}{C} \left\{ \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right\} = q \cdot \frac{dT}{T}$$

oder

$$\frac{dT}{d(e^2)} = \frac{1}{2} \frac{T}{C \cdot q} \cdot \left\{ \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right\}.$$

Die letzte Gleichung stellt die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der Grösse der elektrischen Ladung dar.

Um einen Begriff von der Grössenordnung der Schmelzpunktserniedrigung im elektrostatischen Felde zu bekommen, wollen wir an einem bestimmten Beispiel die Rechnung durchführen und zwar am Wasser, dessen Dielectricitätsconstanten im flüssigen und festen Zustand bekannt sind.

Zwischen den Platten des Condensators befinden sich 18 g. Wasser. Die Capacität des Condensators sei, wenn Luft das Dielectricum bildet ein Mikrofarad

$$C = 9 \cdot 10^5 \text{ c} \cdot \text{g} \cdot \text{s} \text{ Einheiten.}$$

Die Dielectricitätsconstante des flüssigen Wassers ist

$$D_2 = 87,$$

die des Eises wurde mit Hilfe schneller elektrischer Schwingungen von Abegg bestimmt, ihr Wert beträgt zwischen -24° und 0°

$$D_1 = 3,1.$$

Die spezifische Schmelzwärme beträgt 79,4 cal, also die molekulare

$$q = 18 \cdot 79,4 \text{ cal} = 18 \cdot 79,4 \cdot 4,183 \cdot 10^{10} \text{ abs. Einheiten.}$$

Der absolute Schmelzpunkt ist

$$T = 273^\circ.$$

Setzen wir diese Werte in unsere Gleichung ein, so bekommen wir für die Ladung der Platte mit einer absoluten elektrostatischen Einheit

$$\begin{aligned} \frac{dT}{d(e)^2} &= \frac{273}{2 \cdot 9 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 79,4 \cdot 4,183 \cdot 10^{10}} \cdot \left\{ \frac{1}{3,1} - \frac{1}{87} \right\} \\ &= 7,89 \cdot 10^{-19} \end{aligned}$$

Die gewählte Ladung ist sehr klein, wir denken daher die Platte mit der praktischen Einheit, einem Coulomb geladen. Es ist

$$1 \text{ Coulomb} = 3 \cdot 10^9 \text{ abs. electrostat. Einheiten.}$$

Es wird dann

$$\begin{aligned} \frac{dT}{d(e)^2} &= \left[3 \cdot 10^9 \right]^2 \cdot 7,89 \cdot 10^{-19} \\ &= 9 \cdot 7,87 \cdot 10^{-1} = 7,10. \end{aligned}$$

Die Spannung der Electricität auf der Platte ist unter diesen Umständen sehr gross; sie beträgt für den Luftcondensator eine Million Volt, eine Spannung, mit welcher sich nicht operieren lässt. Die folgende Tabelle enthält die Depressionen für geringere Ladungen:

e	Spannung	Depression
1 Coulomb	10^6 Volt	$7,10^0$
10^{-1} „	10^5 „	$7,10 \cdot 10^{-2}$
10^{-2} „	10^4 „	$7,10 \cdot 10^{-4}$
10^{-3} „	10^3 „	$7,10 \cdot 10^{-6}$
10^{-4} „	10^2 „	$7,10 \cdot 10^{-8}$
10^{-5} „	10 „	$7,10 \cdot 10^{-10}$
10^{-6} „	1 „	$7,10 \cdot 10^{-12^0}$

Wir ersehen aus dieser Rechnung, dass wir kaum je im stand sein werden, die Änderung des Schmelzpunktes im elektrostatischen Felde emperimentell festzustellen.

Auf die Änderung des Volumens wie sie ja beim Schmelzen stattfindet, ist in der Ableitung keine Rücksicht genommen worden, sie bedingt noch eine Correction.

Wir ziehen also aus unseren theoretischen Betrachtungen den Schluss, dass es noch eine zweite Art elektrochemischer Prozesse giebt; Vorgänge, welche unter Veränderung der Dielectricitätsconstanten eines chemischen Systems verlaufen, ändern die Ladung eines Condensators: Umgekehrt verursachen Änderungen der Condensatorladung Verschiebungen des chemischen Gleichgewichts in dem Isolator.

Die experimentelle Behandlung wird auszugehen haben von der Untersuchung der Bildung electricischer Rückstände im electrostatischen Felde an chemisch gut definierten Körpern, namentlich scheinen mir solche Substanzen geeignet, welche leicht eine tautomere Umwandlung erfahren, vor allem solche, welche ausser einer Ketoform in einer Enolform aufzutreten vermögen, da hier einigermaßen grosse Unterschiede in den Dielectricitätsconstanten zu erwarten sind.

Ich hoffe seiner Zeit die Resultate der Versuche über den besprochenen Gegenstand der Gesellschaft vorlegen zu können.

Herr Prof. Kayser legt die Probedrucke für die Tafeln zu der Arbeit des Herrn Dr. Lotz über den Kalk der Lindener Mark bei Giessen vor, für welche Arbeit die Gesellschaft am 7. März d. J. eine Geldunterstützung bewilligt hat.

Am 13. December 1899 wurde Herr Dr. Heinrich Lotz, bisher Assistent an dem geologischen Institut, zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft erwählt.

