

VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN
VON DEM
SCHRIFTLITUNGS-AUSSCHUSS DER GESELLSCHAFT
M. VON FREY, E. WÖHLISCH, R. WETZEL.

NEUE FOLGE. XLIX. BAND.
MIT 4 TAFELN UND 8 ABBILDUNGEN IM TEXT.

WÜRZBURG.
IM SELBSTVERLAG DER GESELLSCHAFT.
1924.



Univ. Bibl.
Würzburg

Inhaltsverzeichnis des neunundvierzigsten Bandes.

	Seite
<i>J. Beckenkamp</i> : Die elementaren Bausteine der Kristalle	95
<i>H. Behrendt</i> : Über Schmerzlinderung bei der Geburt mit Narcylen	111
<i>Emanuel Christa</i> : Geologische Beobachtungen in italienischen Vulkangebieten	172
<i>A. Foerster</i> : Über einen aus dem Pankreas gewonnenen, den Blutdruck senkenden Körper	136
<i>M. v. Frey</i> : Gibt es tiefe Druckempfindungen?	209
<i>E. Gabbe</i> : Über die Entstehung der Insulinkrämpfe	128
<i>C. J. Gauss</i> : Technik und Anwendung der temporären Röntgensterilisation	6
<i>Derselbe</i> : Untersuchungen über die Dystopien der weiblichen Blase	21
<i>Derselbe</i> : Die klinische Anwendung der Narcylen-Betäubung in der Gynäkologie	110
<i>Fr. Holtz</i> : Über den biologischen Abbau des Arginins	5
<i>Friedrich Holtz</i> : Demonstration der Ultrawage	225
<i>Eugen Kirch</i> : Über Wesen und Entstehung der xanthomatösen Geschwülste	120
<i>König</i> : Mikroskopische Beobachtungen am Knorpelgewebe mit ultraviolettem Licht	160
<i>H. Kühl</i> : Über Blutumsatz	151
<i>K. B. Lehmann</i> : Fabrikstudien und Tierversuche über die chronische Bleivergiftung	1
<i>Ernst Leupold</i> : Die Geschlechtsbestimmung	163
<i>Hans Müller</i> : Experimentelle und klinische Versuche über Pulpabehandlung	42
<i>Josef Münch</i> : Die neuen Behandlungsmethoden der chronischen Wurzelhautentzündungen der Zähne	162
<i>Petersen</i> : Über den Bau der Aortenwand	153
<i>Ernst Redenz</i> : Versuch einer biologischen Morphologie des Nebenhodens	97
<i>Derselbe</i> : Mikrochemischer Nachweis von Nukleinsäure in den Nisslischen der motorischen Ganglienzellen	220
<i>H. Rein</i> : Über die Elektromose überlebender menschlicher Haut und ihre Anwendung in der Medizin	105
<i>F. Schellong</i> : Über die Bedeutung des Erregungsvorganges im einzelnen Herzmuskelement	204
<i>R. Schoen</i> : Die Wirkungsweise des Acetylens als Betäubungsmittel	109
<i>Eduard Schoenemund</i> : Zur Kenntnis der Ephemeriden- und Plekopteren-Fauna von Unterfranken	242
<i>K. Schübel</i> : Zur Chemie und Pharmakologie der Kawa-Kawa (<i>Piper methy-sticum</i> — Rauschpfeffer)	30
<i>Werner Schulze</i> : Über die Beziehungen der Blutgefäße zu ihrer Umgebung in den roten und weissen Lymphknoten, in den peripheren Lymphknötchen und in der Milz	140

	Seite
<i>E. Seifert</i> : Über Bestrebungen zur Kropfverhütung	195
<i>Philipp Stöhr</i> : Über Explantation und Transplantation embryonaler Amphibienherzen	34
<i>H. Strecker</i> : Über zerebrales Fieber nach Eingriffen in das Liquorsystem des Menschen	193
<i>Franz Termer</i> : Zur Morphologie der Insel Ustica	233
<i>Leopold von Ubsch</i> : Über den Entwicklungsmodus der Amphibienlinse	23
<i>O. Walkhoff</i> : Die Darstellung feinsten Gewebsstrukturen mittels ultravioletten Lichtes	159
<i>E. Weinland</i> : Über Verbindungen mit Nebervalenzen	249
<i>Robert Wetzell</i> : Über den Primitivknoten des Hühnchens	227
<i>E. Wöhlisch</i> : Untersuchungen über Isohämagglutination, d. h. die gruppenmässige Agglutination menschlicher Erythrozyten durch Menschenserum	125

Catalog. Nr. 1242

VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.

N. F. BAND 49.

Nr. 1.

SITZUNGSBERICHTE.

I.—IV. SITZUNG.



WÜRZBURG.

VERLAG DER PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT.

DRUCK UND KOMMISSIONSVERLAG DER UNIVERSITÄTSDRUCKEREI H. STÜRTZ A. G.

1924.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<i>K. B. Lehmann</i> : Fabrikstudien und Tierversuche über die chronische Bleivergiftung	1
<i>Fr. Holtz</i> : Über den biologischen Abbau des Arginins	5
<i>O. J. Gauss</i> : Technik und Anwendung der temporären Röntgensterilisation	6
<i>Derselbe</i> : Untersuchungen über die Dystopien der weiblichen Blase	21
<i>Leopold von Ubisch</i> : Über den Entwicklungsmodus der Amphibienlinse . . .	23
<i>K. Schübel</i> : Zur Chemie und Pharmakologie der Kawa-Kawa (<i>Piper methysticum</i> — Rauschpfeffer)	30
<i>Philipp Stöhr</i> : Über Explantation und Transplantation embryonaler Amphibienherzen	34
<i>Hans Müller</i> : Experimentelle und klinische Versuche über Pulpabehandlung	42

I. Sitzung vom 24. Januar 1924.

Fabrikstudien und Tierversuche über die chronische Bleivergiftung.

Von

Prof. Dr. K. B. Lehmann,

Direktor des Hygienischen Instituts.

Blei ist heute auf dem Weltmarkte ein unentbehrliches, in riesigen Mengen gefördertes und zu den verschiedensten technischen Zwecken gebrauchtes Metall. Bleifarben, Bleigläser, Bleifirnisse und Bleiglasuren sind ebenso wichtig wie das metallische Blei, das u. a. in der Schwefelsäureindustrie und als Letternmetall unersetzt ist. Die Verwendung des Bleis zum Versüssen des Weines machte vom 14. Jahrhundert ab viele gehäufte Vergiftungen. Seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts häuften sich Erkrankungen in den Bleifabriken. Die Pariser Fabriken haben *Tanquerel des Planches* 1838 in 7 Jahren einen grossen Teil der 1493 Fälle geliefert, worauf er sein grundlegendes Werk über die Bleivergiftung aufbaute. Zu den von ihm aufgestellten klinischen Merkmalen kamen seither die Untersuchung der Granula der Erythrozyten, des Blutdrucks, des Hämoglobingehaltes und des Hämatoporphyringehaltes. Mit diesen Methoden habe ich in den Jahren 1920/21/22 in 21 deutschen Bleifabriken zum grossen Teil wiederholte Untersuchungen ausgeführt, deren Resultate beweisen, dass in Deutschland die Bleikrankheit in den Farbfabriken nur noch eine geringe Schwere besitzt. Es kommen in drei aufeinanderfolgenden Jahren etwa 12 Krankheitstage auf einen Vollarbeiter und die Zahl der Bleikrankheitstage schwankt zwischen 0,7 und etwa 1,5. Das Material muß in Einzelheiten noch nachgeprüft werden. Nennt man die Arbeiter, welche nur ein Bleimerkmal bieten (meist entweder Granula oder Bleisaum) einfehlerig, die mit mehr Fehlern 2-, 3- resp. 5-fehlerig, so ergibt sich, dass 60% fehler-

los oder einfehlerig, also „unverdächtig“, 25% zweifehlerig oder „leicht verdächtig“, 15% 3—5fehlerig, also „verdächtig bis leicht bleikrank“ erscheinen. Deutlich kranke Arbeiter wurden kaum angetroffen, Extensorenchwäche fand sich nur in ganz wenigen, leichten Fällen. Der Kräftezustand war im allgemeinen gut, nur bei 17% unter normal, wogegen 30% in der Hautfarbe unter normal waren. Es spricht dies dafür, daß eine leichte Anämie, wie sie auch durch die *Talquist*sche Methode nachgewiesen wurde, nicht selten ist.

Die Ursache dieser günstigen Verhältnisse liegt in den meist guten Fabrikeinrichtungen, die gewaltige Verbesserungen seit *Tanquerels* Zeiten gebracht haben. Eine Bleifabrik ist noch immer kein Sanatorium, aber ein Ort, an dem die menschliche Gesundheit nicht stärker bedroht ist, als wie in den Betrieben, die etwas mechanische Gefahr mit sich bringen. Alle männlichen Arbeiter der Leipziger Krankenkasse geben 8,5 Krankheitstage, 12 und mehr Krankheitstage finden sich bei Arbeitern mit vermehrten Unfällen, z. B. der Holzbearbeitung, bei Freiluftarbeitern, Steinbearbeitung, Maurern und Tiefbauarbeitern. — Bei den Anstreichern fand ich kein Anzeichen vermehrter Bleikrankheit. Auffallend war, wie gut die Untersuchungen zweier Jahre in den Farbenfabriken zueinander stimmten.

Aus den Ausführungen des Vortrags über die Entstehung und Bedeutung einzelner Krankheitssymptome sei hier nur folgendes hervorgehoben. Ausführlichere Mitteilungen der Tierversuche mit meinen Schülern, den Doktoren *Süssmann*, *Weindel*, *Argus*, sowie *Benz*, *Bundschuh*, *Hetzel*, *Jobs*, *Sohler*, *Wenk* erscheinen dieser Tage im Archiv für Hygiene:

1. Die beste Färbung der basophilen Granula wird erzielt, wenn die dünnen Ausstriche erst vor der Färbung 3 Minuten in gewöhnlichem 96%igem Alkohol fixiert werden und eine Färbung nach *Litten-Süssmann* einsetzt: 5 Toluidinblau, 0,5 Borax, 1000 Wasser. Die Lösung überfärbt nicht, eine halbe Stunde liefert sehr schöne Präparate. Auch die Polychromatischen treten lila deutlich hervor.

2. Zählungen morgens und abends am gleichen Tier können nicht unwesentlich verschiedene Resultate geben. Es beweist nicht die Unzuverlässigkeit einer Untersuchung, wenn eine am folgenden Tag von einem Spezialisten ausgeführte Kontrolluntersuchung wesentlich andere Zahlen liefert.

3. An den verschiedensten Tieren wurde gezeigt, daß im allgemeinen die Zahl der Polychromatischen und Basophilen ziemlich parallel geht, dass die Zahl der Polychromatischen beim Tier gewöhnlich viel

grösser ist und während des Versuchs selten sich Null nähert, während die Zahl der Granulierten, was bisher nicht genügend beachtet ist, im Verlaufe vieler Tierbleivergiftungen zeitenweise für einige Tage auf Null in 100 Gesichtsfeldern herabsinkt. Auch beim Menschen haben wir auffallende Schwankungen gesehen. Es ist also besser, die Zahl der Untersuchungen zu vermehren als übertriebenen Wert auf feinste Auszählung jedes einzelnen granulierten Erythrozyten zu verwenden.

4. Die basophilen Granula scheinen nicht vom Kern, sondern wie *Pappenheim* wollte, vom Spongioplasma zu stammen. Versuche an Vögeln haben nur sehr wenig Bilder gegeben, die im Sinne einer Entstehung aus dem Kern zur Not hätten gedeutet werden können.

5. Als fundamental wichtig muß die Frage, an deren Lösung weiter gearbeitet wird, bezeichnet werden, was das Schicksal der G. E. ist. Wir deuten sie bisher als zu junge und unausgereifte Erythrozyten, von denen aber nicht feststeht, ob sie früh zerfallen oder zu normalen Erythrozyten werden.

6. Dass die granulierten Erythrozyten nicht durch Bleiwirkung entstehen, geht daraus hervor, dass man sie nach starker Blutentziehung beim Meerschweinchen auftreten sieht, begleitet von zahlreichen Polychromatischen.

7. Ich habe nicht einen Fall erlebt, dass Katzen und Hunde bei Dosen über 10 mg Blei pro Tag und Kilo nicht in einigen Monaten an chronischer typischer Bleivergiftung gestorben wären. Das abweichende Resultat einiger anderer Autoren soll deswegen nicht bezweifelt werden. An anderen Tieren haben wir einzelne Fälle von geringer Schädigung gesehen.

8. Es wurde an zwei Katzen, die mit gesundem Zahnfleisch in den Versuch getreten waren, typische Bleisaumbildung, Lockerung, in einem Falle Ausfallen von Zähnen beobachtet. Es scheint also, dass Blei eine Stomatitis resp. Gingivitis gelegentlich zu erzeugen und dadurch selbst zur Bildung von Schwefelwasserstoff Anlass zu geben vermag. Auch hierüber sind weitere Versuche im Gange.

9. Katzen und Hunde sterben fast immer unter Symptomen nervöser Art. Deutlich isolierte Lähmungen sind selten zu sehen, dagegen treten Zustände von Stumpfheit und Verdrossenheit, von Delirien, vor allen Dingen aber epileptiforme Anfälle auf. Diese Anfälle habe ich schon im Jahre 1890 an Katzen ausführlich beschrieben. Kurz vorher waren sie in Frankreich von *Combemale* und *Français* an Hunden beobachtet. Einzelne solcher Beobachtungen sind schon in der alten Literatur enthalten. Die Unter-

suchungen von 6 Gehirnen, welche Privatdozent Dr. *Hugo Spatz* im Institut für Hirnforschung in München an unserem Material mit Nisslfärbung angestellt hat, haben Veränderungen an den Ganglienzellen des Hirns und Rückenmarks ergeben, die mikroskopisch weit verbreitet und nicht auf bestimmte Schichten beschränkt sind, ähnlich wie sie Prof. *Spielmeier* vor einem Jahr in 2 Fällen von Bleivergiftung beschrieben hat. Die Veränderungen sind so ausgedehnt im Präparat, dass man leicht begreift, dass die Tiere sterben. Es steht aber schon bei *Tanquerel*, dass die weit überwiegende Zahl der Fälle von Enzephalopathie am Menschen wieder gesund werden, wenn sie nicht schädlich oder besser gar nicht behandelt werden. Es müssen also die Veränderungen in den Ganglienzellen in grossem Umfange reversibel sein, was durch weitere Versuche festgestellt werden soll. Die Tatsache, dass heute Fälle von Bleienzephalopathie in unseren Fabriken kaum mehr vorkommen — *Holtzmann* hat kürzlich darauf aufmerksam gemacht, dass jeder einzelne Fall von behaupteter Enzephalopathie sorgfältig geprüft werden müsse, da sehr viele der Fälle sicher keine Bleikrankheiten seien — beweisen weiter, dass mit Blei gegenwärtig in der gut geführten Industrie ausserordentlich viel vorsichtiger umgegangen wird wie früher.

An den Vortrag schlossen sich mikroskopische Demonstrationen an.

Bei der Korrektur teile ich mit, dass bis Anfang April 1924 in fortgesetzten Studien mit Dr. *Argus* sowie den Doktoranden Frl. *Berkenbusch*, Herrn *Fuchsberger*, Herrn *Laumayer* und Herrn *Lose* weitere interessante Ergebnisse erhalten wurden.

1. Dass die Granulazahl bleivergifteter Tiere morgens in der Regel wesentlich höher ist als abends. Es scheint sich eine gewisse Tageskurve entwerfen zu lassen.

2. Nach mittlerem und stärkerem Blutverlust von Menschen, namentlich von Frauen innerhalb und ausserhalb des Wochenbettes treten zwar polychromatische, aber keine granulierten Erythrozyten auf.

3. Die Lebensdauer der polychromatischen Erythrozyten unter ungünstigen Bedingungen scheint grösser als die der normalen Erythrozyten zu sein, die der granulierten wesentlich kleiner. Was aus den granulierten dabei wird, ist noch nicht sicher festgestellt. Eine Verwandlung in polychromatische scheint ausgeschlossen.

4. Bleisaum haben wir jetzt bei fast allen Katzen, die wir mit Blei fütterten, wenn auch oft nur in Andeutung und inkonstant auftreten sehen.

5. Die Mehrzahl der Katzen zeigt mehr oder weniger starke Pigmentierungen des Rektums. In Lymphnetzen liegen dunkle Körnchen. An diesen und weiteren Fragen wird unausgesetzt weiter gearbeitet.

Über den biologischen Abbau des Arginins.

Von

Dr. Fr. Holtz.

Der Vortragende hat in dem Riesenschwamm *Geodia gigas* die Base Agmatin $\text{NH}_2 \cdot (\text{C} : \text{NH}) \cdot \text{NH} \cdot (\text{CH}_2)_4 \text{NH}_2$ aufgefunden und in Form ihres Pikrates, Sulfates, Chloraurates durch Analysen identifiziert. Die Base ist von *Kossel* im hydrolysierten Heringssperma, gleich darauf unabhängig von ihm von *Kutscher* im Mutterkorn, später von *Steudel* im Heringssperma ohne vorherige Hydrolyse gefunden worden. Der Befund des Vortragenden beweist zum erstenmal, dass diese Base auch bei den wirbellosen Tieren vorkommt. Schon durch den oxydativen Abbau des Arginins *in vitro* als auch durch die Aufdeckung des alternierenden Vorkommens von Kreatin bei den Wirbeltieren und Arginin bei den Wirbellosen machte es *Kutscher* in hohem Masse wahrscheinlich, dass das Kreatin auf das Arginin als Muttersubstanz zurückzuführen sei. Der Vortragende erörterte nun auf Grund dieser Arbeiten die Möglichkeit des Argininabbaus über Agmatin — Guanidinbuttersäure — Guanidin (und Bernsteinsäure) — Methylguanidin — Dimethylguanidin zu Kreatin eingehend. Auf das Vorkommen der Guanidinbuttersäure im Säugetierkörper wird aus dem Vorhandensein eines Fermentes der Leber geschlossen, das dieses Guanidinderivat in γ -Aminobuttersäure und Harnstoff spaltet. Die bei Tetanie und Nebenschilddrüsenexstirpation gefundene Vermehrung methylierter Guanidine im Körper lässt sich zurückführen darauf, dass der Körper teilweise die Fähigkeit verloren hat, Dimethylguanidin unter CO_2 -Anlagerung in Kreatin zu verwandeln. Vortragender hält eine Ähnlichkeit des Stoffwechsels der Spermatozoen und der niederen Tiere auf Grund des Befundes der Basen Arginin und Agmatin in beiden für denkbar.

II. Sitzung vom 31. Januar 1924.

Technik und Anwendung der temporären Röntgensterilisation.

Von

Prof. Dr. C. J. Gauss,

Direktor der Universitäts-Frauenklinik Würzburg.

Nachdem die Frage der temporären Röntgensterilisation zuerst von *Trillmich*, mir und — unabhängig davon — *M. Fränkel* angeschnitten war, ist diese theoretisch und praktisch gleich wichtige Frage für längere Zeit anscheinend wieder völlig in Vergessenheit geraten. Das Interesse der Strahlentherapeuten war durch momentan wichtigere Probleme in Anspruch genommen, die Dosierungstechnik steckte noch in ihren ersten Anfängen und die biologischen Grundlagen für eine gewollte Abstufung der Röntgenwirkung fehlten zum Teil noch ganz. So musste das feste Fundament erst nach und nach geschaffen werden, auf dem sich der Plan einer temporären Röntgensterilisation aufbauen konnte. Nachdem durch pathologisch-anatomische Untersuchungen einwandfrei festgestellt worden war, dass bei den ungewollten, durch unzureichende Dosierung bedingten, nach Röntgenbestrahlung beobachteten Blutungsrezidiven die Primärfollikel völlig unbeschädigt geblieben waren, bot sich ein aussichtsreiches Feld für die experimentelle Erforschung der Frage, wieweit eine verschieden starke Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Gewebelemente des Ovariums nachzuweisen wäre. Die ausserordentlich interessanten Untersuchungen von *Reifferscheid*, *Schiffmann*, *Eymer* und *Nürnbergger* konnten nun in der Tat an röntgen- und radiumbestrahlten Tierovarien den Nachweis erbringen, dass eine weitgehende Abhängigkeit des Grades der Strahlenwirkung im Ovarium von der Stärke der angewandten Strahlendosis besteht. Die Sensibilitätskala der einzelnen Gewebsteile des Meerschweinchenovariums für die vom Radium oder Mesothorium aus-

gehende Strahlung ist nach *Eymer* folgende: Kern der Eizelle der grössten Follikel, Eizellen-Protoplasma der grössten Follikel, innere Granulosaschicht der grossen Follikel, Ei- und Epithelzelle der jungen Follikel, Primärfollikel, Theca interna, Theca externa, Corpus luteum, Gefässendothelien, übriges Stroma, Keimepithel. Nach dieser Feststellung kann kein Zweifel bestehen, dass man mit einer genügend exakten Dosierung imstande sein muss, die Strahlenwirkung im Ovarium gewollt abzustufen, so dass es gelingen müsste, die empfindlicheren Follikel abzutöten, die weniger empfindlichen aber zu erhalten.

Es ergibt sich natürlich sofort die Frage, ob die nicht direkt vernichteten Follikel bei einer so abgestuften Strahlenwirkung vielleicht doch eine indirekte Schädigung durch die Strahlen akquirieren. Nach den bis jetzt vorliegenden pathologisch-anatomischen Untersuchungen ist es jedoch nicht mehr zweifelhaft, dass die einmal geschädigten Eier endgültig zugrunde gehen, während die weniger radiosensiblen Follikel ungeschädigt heranreifen und, wie noch des näheren erörtert werden wird, eine völlig normale Nachkommenschaft ergeben.

Wenn demnach prinzipiell angenommen werden darf, dass eine temporäre Strahlensterilisation praktisch möglich und, soweit die Frage der Keimschädigung in Betracht kommt, erlaubt ist, so bleibt noch die wichtige Frage offen, ob sie auch praktisch ausführbar ist. Wie schon erwähnt, blieb die Fortentwicklung der Frage einer gewollten Abstufung der Strahlenwirkung in früheren Jahren zum Teil aus technisch-dosimetrischen Gründen aus, trotzdem von Zeit zu Zeit immer wieder schüchterne Versuche dazu gemacht wurden. Es erschien zwar möglich, aber ausserordentlich schwierig, mit den damals üblichen, verzettelten Dosen der Serienbestrahlung genau denjenigen Grad der Ovarialwirkung abzustufen, bei dem nur ein Teil der Follikel abgetötet wird. Eine einschneidende Änderung musste daher in der von *Krönig* und *Friedrich* eingeführten Neuregelung der Dosierungstechnik gesehen werden, die darin bestand, dass die gewünschte Dosis in einer einzigen Bestrahlungssitzung appliziert und nahe dem Erfolgsorgan, dem Ovarium, physikalisch exakt gemessen wurde. Mein in jener Zeit von neuem gefasster Plan, die Frage einer gewollten Abstufung der nötigen Strahlenwirkung mit dieser neuen Hilfswaffe systematisch anzugreifen, scheiterte an meinem 4jährigen Kriegsdienst. So konnte ich erst im Jahre 1919 das alte Problem wieder aufnehmen.

Ich ging dabei in folgender Weise zu Werke. Bei den damals von mir durchgeführten Kontrolluntersuchungen aller an der Freiburger

Universitäts-Frauenklinik nach der Technik von *Krönig* und *Friedrich* wegen Myom oder hämorrhagischer Metropathie bestrahlten Frauen liess sich erkennen, dass die ursprüngliche Annahme *Mitscherlichs*, man könne mit einer auf 35 e (20% der H.E.D. nach *Krönig* und *Friedrich*) festgelegten Dosis regelmässig eine Daueramenorrhöe erzielen, auf einem Irrtum beruhe. Es trat zwar immer eine Amenorrhöe ein, doch war sie nur in einem Teil der Fälle eine dauernde, während in einem anderen, nicht geringen Teil Rezidive im Sinne regelmässig wieder auftretender Menses zu verzeichnen waren. Ich leitete aus dieser Beobachtung den Schluss ab, es müsse bei gleicher Dosis ein von dem bestrahlten Individuum abhängiger Faktor für die Verschiedenheit der menstruellen Strahlenwirkung ins Gewicht fallen, was *Krönig* auf Grund der Untersuchungen *Mitscherlichs* glaubte ablehnen zu können. Ich möchte diesen Faktor, der aus der Gesamtheit der bei einer Patientin vorhandenen Eigenschaften resultiert, als „Komplexfaktor“ bezeichnen. Er setzt sich, soweit er für unsere Untersuchungen in Betracht kommt, zusammen aus dem „Altersfaktor“, der durch das Lebensalter der Patientin gegeben ist, aus dem „Krankheitsfaktor“, der von der vorliegenden Erkrankungsform abhängt (kleines, mittelgrosses, übergrosses Myom oder hämorrhagische Metropathie) und aus dem „Individualitätsfaktor“, der die für diese Person spezifische, vielleicht konstitutionell bedingte Strahlenempfindlichkeit darstellt. Von diesen drei Einzelfaktoren des Komplexfaktors war der Individualitätsfaktor nicht als exakt greifbar anzusprechen, musste also wohl oder übel für meine weiteren Erwägungen unberücksichtigt bleiben; Alter und Erkrankungsform waren dagegen in den Krankenblättern genau registriert und somit für die kritische Verarbeitung des Beobachtungsmaterials zu verwerten. Da man nach der ersten Feststellung von Blutungsrezidiven fernerhin zur Vermeidung weiterer Versager höhere Bestrahlungsdosen angewandt hatte und im Laufe der Zeit dann, weil auch jetzt noch wieder Rezidive beobachtet wurden, mit der Dosis weiter geklettert war, so stand mir ein mit verschieden hohen Dosen bestrahltes Beobachtungsmaterial zur Verfügung: es waren im ganzen etwa 400 Fälle von Myomen und hämorrhagischen Metropathien im Alter von 20—60 Jahren mit Strahlendosen zwischen 29 und 78 e.

Es galt nun zu prüfen, ob sich zwischen Dosis, Alter, Erkrankungsform und Heilerfolg Abhängigkeiten erkennen liessen. War das der Fall, so musste es aller Wahrscheinlichkeit nach möglich sein, daraus Gesetzmässigkeiten abzuleiten, auf Grund deren man bei einer Frau von einem bestimmten Alter, die an einer bestimmten Erkran-

kungsform litt, mit einer bestimmten Strahlendosis auch eine bestimmte Menstrualwirkung erreichen würde. Bestätigte sich diese Annahme, so war das Prinzip der gewollten temporären Strahlensterilisation als gelöst anzusehen.

Die statistisch-mathematische Bearbeitung des klinischen Beobachtungsmaterials ist auf meine Veranlassung von *Kadisch* unter der verantwortlichen Begutachtung von Professor *Friedrich* vorgenommen worden. Da seine ausführlichen Darlegungen bereits an anderer Stelle erörtert worden sind, so kann ich mich hier darauf beschränken, kurz die Endergebnisse mitzuteilen, die ihren Ausdruck in den folgenden zwei Tabellen gefunden haben.

Beide Tabellen zeigen Verhältniswerte für die Strahlendosis, die sich bei unseren Patientinnen je nach Alter und Erkrankungsform rechnerisch ergab. Diese Verhältniszahlen stellen nach der Art ihrer Entstehung mit 10 multipliziert die in elektrostatischen Einheiten (e) ausgedrückten Durchschnittsdosen dar, mit denen die in der betreffenden Rubrik stehenden Frauen bestrahlt werden müssen, wenn die Berechnungen von *Kadisch* richtig sind. In der 1. Kolumne sind die Altersklassen der Patientinnen verzeichnet, in der 2.—5. Kolumne die bei ihnen vorhandenen Erkrankungsformen, wobei Me als hämorrhagische Metropathie, My^{α} als ein die Höhe der Symphyse erreichendes Myom, My^{β} als ein bis an den Nabel gehendes, My^{γ} als ein den Nabel überragendes Myom zu verstehen ist. Der bei erreichter Daueramenorrhöe verwendeten Dosis in Kolumne 2—5 steht die bei nur temporär erreichter Amenorrhöe in Kolumne 6—9 gegenüber.

Tabelle 1.

Altersklasse	Dauer-Amenorrhöe				Temporäre Amenorrhöe			
	Me	My^{α}	My^{β}	My^{γ}	Me	My^{α}	My^{β}	My^{γ}
A = 20—25 Jahre	5,44	5,48	6,32	7,84	4,68	4,70	5,34	6,77
B = 26—30 "	5,22	5,26	6,08	7,51	4,46	4,50	5,12	6,46
C = 31—35 "	5,00	5,04	5,80	7,18	4,24	4,30	4,90	6,15
D = 36—40 "	4,78	4,81	5,55	6,76	4,04	4,10	4,66	5,80
E = 41—45 "	4,55	4,58	5,25	6,43	3,82	3,90	4,43	5,50
F = 46—50 "	4,30	4,34	5,00	6,10	3,60	3,70	4,20	5,20
G = 50—55 "	4,08	4,12	4,74	5,77	3,40	3,50	4,00	4,90
H = 56—X "	3,82	3,90	4,48	5,44	3,20	3,30	3,80	4,60

Aus dieser Tabelle ist eine ganze Reihe von Tatsachen abzulesen. Zuerst sieht man, dass bei einer bestimmten Erkrankungsform die zur Daueramenorrhöe nötige Strahlendosis mit dem höheren Alter der Patientin sinkt; sodann dass bei den verschiedenen Erkrankungsformen eine von Me über My^α , My^β bis zu My^γ steigende Strahlendosis zur Erzielung einer Daueramenorrhöe nötig ist; endlich, dass bei nur temporärer Amenorrhöe ceteris paribus niedrigere Strahlendosen als bei Daueramenorrhöe verwendet worden sind.

In Tabelle 2 sind die mit nur temporärer Amenorrhöe beobachteten Fälle in der gleichen Weise verarbeitet worden, und zwar je nachdem die Zeitemenorrhöe eine Dauer von 1—8 oder von 9 bis 32 Monaten aufwies.

Tabelle 2.

Altersklasse	Temporäre Amenorrhöe							
	Dauer 1—8 Monate				Dauer 9—32 Monate			
	Me	My^α	My^β	My^γ	Me	My^α	My^β	My^γ
A = 20—25 Jahre	4,17	4,23	4,74	6,51	5,19	5,17	5,95	7,51
B = 26—30 „	3,97	4,00	4,56	5,77	4,95	5,00	5,68	7,15
C = 31—35 „	3,78	3,83	4,37	5,47	4,70	4,77	5,43	6,83
D = 36—40 „	3,60	3,65	3,95	5,16	4,48	4,55	5,37	6,44
E = 41—45 „	3,40	3,47	3,94	4,89	4,24	4,33	4,92	6,11
F = 46—50 „	3,20	3,28	3,76	4,63	4,00	4,11	4,66	5,77
G = 51—55 „	3,03	3,11	3,56	4,36	3,77	3,89	4,44	5,44
H = 56—X „	2,85	2,94	3,38	4,09	3,55	3,66	4,22	5,11

Tabelle 2 zeigt die gleichen Gesetzmässigkeiten wie Tabelle 1; hinzuzusetzen wäre nur, dass bei einer 1—8 Monate dauernden Amenorrhöe ceteris paribus eine geringere Strahlendosis angewandt worden ist als bei einer 9—32 Monate dauernden Amenorrhöe. Die über 32 Monate dauernden Amenorrhöen sind nach den bis zum Abschluss der Arbeit vorliegenden klinischen Beobachtungen immer als Daueramenorrhöen verlaufen.

Wenn diese beiden Tabellen richtig abgeleitet sind¹⁾, so haben wir in ihnen nicht nur eine wichtige retrospektive Kritik der so bestrahlten Fälle, sondern zugleich — und da setzte ich den

¹⁾ Bei der Schwierigkeit der von Kadisch in seiner Arbeit behandelten rechnerischen Probleme muss ich die Verantwortung für die mathematisch-statistische Seite Professor Friedrich überlassen.

Hebel für meine weiteren Gedankengänge an — auch einen wichtigen Ausblick für die Dosierungstechnik bei der willkürlich zu erreichenden Zeitamenorrhöe.

Wie sie einerseits erkennen lassen, unter welchen Umständen (Alter, Erkrankungsform, Dosis) eine gewünscht starke oder eine ungewünscht schwache Menstrualwirkung (Daueramenorrhöe bzw. nach kürzerer oder längerer Zeit aufgetretenes Blutungsrezidiv) zustande gekommen ist, so musste man auch umgekehrt imstande sein, bei einer an einer klinisch festgestellten Erkrankungsform leidenden Patientin von bekanntem Alter mit der diesen Faktoren zugehörigen Dosis den angestrebten Menstrualerfolg herbeizuführen. Man würde dann mit Hilfe der Tabelle zuerst einmal festzustellen haben, wie hoch bei der betreffenden — um ein Beispiel zu wählen — 52jährigen Patientin mit einem zwischen Symphyse und Nabel stehenden Myom die Strahlendosis zu wählen ist, wenn wir eine Daueramenorrhöe zu erzielen wünschen. Tabelle 1 ergibt für diesen Fall (Kolumne 4, Zahlenreihe 7 von oben) 47,4 e. Diese Dosis von 47,4 e stellt 27% der H. E. D. nach *Krönig* und *Friedrich* dar. Da man an der Freiburger Frauenklinik seiner Zeit in Fällen von gewünschter Daueramenorrhöe bis zu 78 e zu geben pflegte, um des Erfolges absolut sicher zu sein, so würde die Benutzung der Tabelle 1 für den vorliegenden Fall eine Ersparnis von etwa 31 e ergeben, ohne dass man ein Blutungsrezidiv zu fürchten braucht. Dass auch *Seitz-Wintz* im Vergleich zu den Zahlen dieser Tabelle mit ihrer „Kastrationsdosis“ im allgemeinen zu hoch greifen, geht meines Erachtens daraus hervor, dass sie der Kastrationsdosis 34% ihrer H. E. D. gleichsetzen, was 60 e gleichkommen und damit einer unnötigen Überdosierung von 13 e für diesen Fall entsprechen würde.

Wichtiger aber als die Eigenschaft der Tabelle 1, eine für Patientin und Arzt gleich wichtige Strahlensparnis bei gewünschter Daueramenorrhöe zu gestatten, scheint mir die Möglichkeit, aus ihr auch die für eine Zeitamenorrhöe nötige Strahlendosis abzulesen.

Eine Frau von 33 Jahren zum Beispiel, die an einer hämorrhagischen Metropathie leidet und zwecks Schonung ihrer Ovarialfunktionen nur temporär bestrahlt werden soll, würde also nach Tabelle 1 (Kolumne 6, Zahlenreihe 3 von oben) 42,4 e benötigen. Soll die Zeitamenorrhöe in diesem Falle eine Dauer von 1—8 Monaten haben, so ist laut Tabelle 2 (Kolumne 2, Zahlenreihe 3 von oben) 37,8 e zu geben; sollen die Menses dagegen 9—32 Monate ausbleiben, so sind laut Tabelle 2 (Kolumne 6, Zahlenreihe 3 von

oben) 47,0 e zu applizieren. Würden anstatt 47,0 e versehentlich 50,0 e verabfolgt, so würde nach Tabelle 1 (Kolumne 2, Zahlenreihe 3 von oben) eine Daueramenorrhöe erwartet werden müssen.

Nach den von *Flaskamp* mitgeteilten Erfolgen der Erlanger Klinik sind 30% der H. E. D. von *Seitz-Wintz* nötig, um eine temporäre Sterilisation herbeizuführen, was etwa 52,5 e entspräche. Es muss auffallen, dass seitens der Erlanger Klinik demnach eine Einheitsdosis für die Erzielung einer temporären Sterilisation¹⁾ gebraucht zu werden scheint; man würde sich damit über die Bedeutung des Komplexfaktors hinwegsetzen, trotzdem gerade dadurch leicht eine für die gewollte Zeitamenorrhöe zu hohe Dosis resultieren kann. Man würde z. B. nach unseren Tabellen erwarten müssen, dass die gedachte Patientin (33 Jahre, hämorrhagische Metropathie) mit dieser Erlanger Dosis von 52,5 e sicher daueramenorrhöisch würde, da alle Frauen des Freiburger Materiales mit hämorrhagischer Metropathie, die älter als 25 Jahre sind, nach Kolumne 2 der Tabelle 1 mit weniger als 52,5 e eine Daueramenorrhöe bekommen haben. Leider finden sich in *Flaskamps* Arbeit keinerlei zahlenmässige Angaben ob, wie oft und wann die Menses bei seiner Dosierungstechnik wirklich nach einiger Zeit wieder regelmässig aufgetreten sind. Es wäre interessant und ausserordentlich wichtig zu hören, was in der Erlanger Klinik inzwischen darüber beobachtet worden ist. Man übernimmt gerade bei der Zusage einer gewollten Zeitamenorrhöe doch eine grosse Verantwortung gegenüber der Patientin, die sich auf Grund unserer Beratung einer keineswegs indifferenten Behandlung unterzieht, so dass eine ungewollt eintretende Daueramenorrhöe für sie unter Umständen ein sehr unerwünschtes Ereignis darstellen könnte. *Seitz* ist auf Grund seiner praktischen Erfahrungen an der Frankfurter Frauenklinik nach neueren Mitteilungen bereits mit der Dosis auf 26—28% der H. E. D. heruntergegangen um eine Daueramenorrhöe sicher zu vermeiden, trägt damit aber der Bedeutung des Komplexfaktors natürlich keine Rechnung.

Ich habe auf Grund der den Komplexfaktor weitgehend berücksichtigenden Dosierungstabellen von *Kadisch* seit etwa 2 Jahren praktische Erfahrungen gesammelt; an der Hand der bis jetzt bestrahlten 105 Fällen sind Überraschungen im Sinne einer ungewollten Daueramenor-

¹⁾ Den Ausdruck einer temporären Kastration, den *Seitz* und *Flaskamp* mir zuschreiben, lehne ich prinzipiell ab; falls ich ihn irgendwo einmal gebraucht haben sollte, so ist es eine ungewollte und meines Erachtens falsche Bezeichnung gewesen.

rhöe bisher nicht zu verzeichnen. Genauere Zahlen werden demnächst von meinem Assistenten Dr. *Behrendt* mitgeteilt werden. Wenn die temporäre Röntgensterilisation überhaupt erlaubt ist, so wird eine sich auf die individuelle Strahlenempfindlichkeit des Organismus stützende Dosierungstechnik, wie sie in der obigen Tabelle zum Ausdruck kommt, die besten Aussichten auf Erfolg bieten. Wir haben bei unseren Bestrahlungen uns trotzdem aus Vorsicht bisher immer nahe der unteren Grenze gehalten, um eine unerwünschte Überdosierung im Sinne einer nicht gewollten Daueramenorrhöe nach Möglichkeit zu vermeiden.

Ich wende mich nunmehr zu dem 2. Teil meiner Arbeit, den Indikationen und Kontraindikationen, die für die Ausführung der temporären Röntgensterilisation gelten. Ich beginne mit der Besprechung der Indikationen.

Die Verwendungsmöglichkeit der temporären Röntgensterilisation ist, wenn die Dosierungstechnik als einigermaßen zuverlässig anzusehen ist, ausserordentlich gross; die Methode hat meines Erachtens, wenn sie sich auch fernerhin bewährt, sowohl auf rein gynäkologischem Gebiet als auch darüber hinaus eine weitgehende Bedeutung.

Als Hauptindikation kommen für sie die bei jugendlichen Individuen auftretenden Meno- und Metrorrhagien ohne anatomisch nachweisbare Ursache in Betracht. Jeder Gynäkologe kennt diese manchmal jeder Therapie trotzensen Störungen, bei denen oft genug mangels anderer Hilfsmittel sehr radikale Eingriffe ausgeführt werden. Solange wir in solchen Fällen keine bessere Therapie zur Verfügung haben, erscheint mir die temporäre Röntgenbestrahlung die gegebene Methode zu sein. Die Erfahrung zeigt, dass die nach einer vorübergehenden Amenorrhöe wieder auftretenden Menses regelmässig und normal zu sein pflegen. Um die Gefahr einer unbeabsichtigten Daueramenorrhöe zu bannen, kann man bei der Dosierung nahe der als wirksam angenommenen unteren Grenze bleiben.

Fast wichtiger noch sind die Fälle, in denen bei jungen Frauen Myome festgestellt werden. Wir wissen, dass solche schon Ende der zwanziger Jahre vorkommen und oft sehr unangenehme Störungen, besonders Menorrhagien, machen können. Der Arzt befindet sich bei solchen Frauen in einer sehr unangenehmen Lage. Sind symptomatische Massnahmen, Badekuren und andere konservative Methoden erfolglos, so bleibt einem nur die Wahl zwischen einer — wenn überhaupt praktisch durchführbaren — konservierenden Operation und einer „Röntgenkastration“. Dieser Ausdruck übt, besonders in Verbindung mit einigen oft gebrauchten Schlagworten (Matrone, alte

Frau, Empfindungslosigkeit, Gefühl der Frau usw.) im allgemeinen eine so abschreckende Wirkung auf das bedauernswerte Opfer aus, dass der Entschluss zu der angeblich solche Nebenwirkungen vermeidenden Operation dann oft verhältnismässig leicht gefasst wird. Ich glaube aber, dass gerade für diese Fälle die temporäre Röntgensterilisation die Methode der Wahl darstellen muss. Wir wissen aus Erfahrung, dass die — unabsichtlich zu niedrig bestrahlt gewesenen — Blutungsrezidive der Myome nach beendigter Zeitemenorrhöe meist wesentlich gebesserte, wenn nicht völlig normale Menses aufweisen; besonders wichtig ist aber die Feststellung, dass die Myome auch bei — ungewollter — Zeitemenorrhöe schrumpfen und nicht von neuem zu wachsen anfangen, soweit die von anderen in der Literatur niedergelegten und von mir gemachten eigenen Beobachtungen es bis jetzt erkennen lassen. Wenn sich diese Erfahrung auch weiterhin bestätigt, so würde die gewollte Zeitemenorrhöe bei jugendlichen Myomträgerinnen ein geradezu ideales Behandlungsverfahren darstellen. Die Gefahr einer Daueramenorrhöe ist gering, wenn man eine mittlere Bestrahlungsdosis wählt; fürchtet man sie trotzdem, so wäre eine der unteren Grenze nahe liegende Dosis zu wählen, auf die Gefahr hin, dass man dann nur eine Eumenorrhöe oder schlimmsten Falles gar keinen Erfolg erzielt. Es würde einem ja immer noch möglich sein, auf Grund des Ergebnisses dieser ersten, eventuell unzureichenden Bestrahlung nach einiger Zeit eine zweite, entsprechend höher gewählte Dosis zu applizieren.

Ein weiteres Anwendungsgebiet wäre in den Fällen quälender Dysmenorrhöe zu sehen, die ja so oft jeder Behandlung zu trotzen pflegt. Die nach dieser Richtung schon vorhandenen, mit niedrigen Röntgendosen gemachten Erfahrungen sind recht gut, infolge der verstreuten und zum Teil verborgenen Mitteilungen anscheinend aber meist übersehen worden. Wenn andere Verfahren versagen, so ist die temporäre Röntgensterilisation sicher ebenso, wenn nicht mehr berechtigt, als die häufig angewandten radikalen Operationsmethoden.

Eine besonders aussichtsreiche Indikation glaube ich bei vorhandener Tuberkulose annehmen zu dürfen. Soweit ich es übersehe, sind die Beziehungen der Menstruation zur Lungentuberkulose erstmalig von *K. Turban* ausführlich beleuchtet worden. Es ist genugsam bekannt, dass Menorrhagien die Widerstandskraft des infizierten Organismus stark herabsetzen können. Wichtiger noch sind nach *Turban* die bei der Menses so häufigen, starken vasomotorischen Schwankungen, die sich mit den, gleichzeitig Vasomotorengeifte dar-

stellenden, Toxinen der Tuberkulose noch summieren. Die während der Menses auftretenden kongestiven Vorgänge können nach *Riebold* zur Resorption von Giftstoffen führen; sie sind in den Schleimhäuten oft gut sichtbar, auch in den inneren Organen meist physikalisch nachweisbar und finden ihren Ausdruck in Wallungen, Brustschmerzen, Beklemmungsgefühl, Husten, Auswurf, ja Hämoptoe und Fieber. Die Temperatur kann prämenstrual, menstrual und postmenstrual beeinflusst sein. Umgekehrt kann auch die Tuberkulose einen Einfluss auf die Menstruation gewinnen. Neben der gelegentlich spontan bei Tuberkulose beobachteten Amenorrhöe kommen häufig Menorrhagien vor, die ihrerseits — ein *circulus vitiosus* — wieder in der oben angedeuteten Weise charakteristische Wirkungen auf den tuberkulösen Herd haben können. Wenn demnach, wie *Turban* sagt, die Menstruation für viele tuberkulöse Frauen eine Komplikation ihrer Erkrankung bedeutet, so liegt der Gedanke nahe, zur Stärkung der Widerstandskraft und zur Ausschaltung der ungünstigen Menstruationswirkungen die bei tuberkulösen Frauen oft bestehenden Menorrhagien durch eine temporäre Röntgensterilisation zu bekämpfen. Es wäre daher eine dankenswerte Aufgabe für die betreffenden Fachärzte, ihr Krankematerial nach dieser Richtung hin zu prüfen und in den dafür geeignet erscheinenden Fällen einen Versuch mit der zeitweiligen Ausschaltung der Menstruation zu machen. Bei der Lokalisation der Tuberkulose im Beckenbauchfell und an den Genitalorganen der Frau sind ja die heilenden Wirkungen der Röntgenbestrahlung längst nachgewiesen.

Damit wäre ich bei einer weiteren, ebenfalls sehr wichtigen Indikation zur temporären Röntgensterilisation angelangt: den entzündlichen Adnexveränderungen. Wieweit die Heilwirkung der Röntgenstrahlen bei der Adnextuberkulose durch die Ruhigstellung der Genitalorgane infolge Ausschaltung der Ovarialfunktion zu erklären sei, ist noch eine offene Frage, da Heilungen auch dann beobachtet werden, wenn niedrigere, keine Amenorrhöe machende Strahlendosen angewandt werden. Unzweifelhaft für mich feststehend ist dagegen die Heilwirkung der Ovarialausschaltung bei den nicht-tuberkulösen Adnexentzündungen, und zwar hauptsächlich bei denen gonorrhöischer Natur. Für dieses trostlose Kapitel der gynäkologischen Therapie bedeutet die Anwendung der temporären Röntgensterilisation einen Hoffnungsschimmer, dessen Wert sich bei dem von mir aus dieser Indikation bestrahlten Fällen in besonders hellem Licht gezeigt hat.

Wegweiser war mir eine im Jahre 1917 im Felde gemachte Beobachtung an dem mir damals unterstellten Frauenlazarett, in dem sich an die 400 meist gonorrhöisch infizierte und deswegen zwecks Behandlung polizeilich internierte Französinen befanden. Eine unverhältnismässig grosse Zahl dieser Frauen verlor — ich muss annehmen, aus psychisch bedingten Gründen — mit ihrem Eintritt in die Anstalt die Menstruation, um sie, wie Nachbeobachtungen ergaben, dann mit ihrer Entlassung wieder zu bekommen; von diesen amenorrhöisch gewordenen, gonorrhöisch kranken Patientinnen hat keine während ihres meist monatelangen Aufenthaltes eine gonorrhöische Pyosalpinx akquiriert. Wenn man annehmen darf, dass die weibliche Gonorrhöe in etwa 20—30% aller Fälle aszendiert, so muss ein Zusammenhang der bei meinen Patientinnen beobachteten Amenorrhöe mit dem Ausbleiben einer Aszension der Erkrankung bestehen. Man geht wohl nicht fehl, wenn man annimmt, dass die intra Menses auftretende kongestive Schwellung der Genitalschleimhaut eine Disposition für die Ansiedlung des Gonokokkus in den höheren Abschnitten darstellt. Das Fehlen dieser lokalen Kongestion und besonders auch das Fehlen einer Follikelwunde im Ovarium sind demnach in meiner Beobachtungsserie nahezu sicher für das Ausbleiben der als Pyosalpinx und Pyoovarium so sehr gefürchteten Komplikation der Gonorrhöe anzusehen. Demgegenüber sind alle von mir beobachteten gonorrhöischen Pyosalpingen bei Frauen aufgetreten, die ihre Menstruation nicht verloren hatten. Wenn diese Zusammenhänge bestehen, so dürfte die gewollte Zeitamenorrhöe sowohl für die Ausheilung der gonorrhöischen Adnexentzündungen als auch — das wäre eine ganz neue und vielleicht sehr aussichtsreiche Indikation, für die ich seit jener Zeit eingetreten bin — für die Prophylaxe der gonorrhöischen Aszension in Frage kommen.

Ob auch die Graviditätsverhütung als eine Indikation für die temporäre Röntgensterilisation anzusehen ist, erscheint mir sehr zweifelhaft, da für diesen Zweck einfachere und harmlosere Verfahren zur Verfügung stehen; zudem muss hervorgehoben werden, dass die Röntgensterilisation zu Beginn und Ende der Zeitamenorrhöe nicht als absolut sicher anzusehen ist, weil um diese Zeit noch oder schon wieder befruchtungsfähige Eier vorhanden sein können. Immerhin würde die antikonzeptionelle Wirkung der Röntgensterilisation als angenehme Eigenschaft bei denjenigen Patientinnen ins Gewicht fallen, wo die Zeitamenorrhöe aus einem anderen Grunde (Tuberkulose, Herz- und Nierenerkrankungen, schwere Anämie oder allgemeine Erschöpfung infolge Menorrhagien) indiziert ist.

Die Frage, ob auch psychisch-neurologische Störungen im engeren und weiteren Sinn (z. B. Epilepsie, sexuelle Hyperästhesie, menstruelle Psychose, Migräne usw.) ein der temporären Röntgensterilisation zugängliches Anwendungsgebiet darstellen, muss noch zur Diskussion gestellt bleiben.

Da schon jetzt zahlreiche mehr oder weniger schwerwiegende Kontraindikationen dem Gedanken einer temporären Röntgensterilisation entgegengestellt werden, so müssen diese hier, wenn auch nur kurz, Besprechung erfahren.

Allen andern voran steht der Einwand, dass an Stelle der beabsichtigten Zeitamenorrhöe eine ungewünschte Daueramenorrhöe eintreten könnte. Mit der Beantwortung dieser Frage steht und fällt die Berechtigung von manchen, sonst anzuerkennenden Indikationen der Methode. Da nach den oben besprochenen biologischen und pathologisch-anatomischen Grundlagen des Verfahrens die Abstufung der Menstrualwirkung weitgehend von der Höhe der angewandten Strahlendosis abhängt, so ist die Berechtigung der temporären Röntgensterilisation im letzten Punkte von der Möglichkeit einer exakten Abstufung der Dosis abhängig. Nach den bisher vorliegenden klinischen Erfahrungen ist nicht daran zu zweifeln, dass wir mit der iontoquantimetrischen, intravaginalen Messung bei einzeitiger Bestrahlung nicht nur ausreichend genau dosieren, sondern die Dosis auch sehr weitgehend abstufen können. Ob die von uns gebrauchte Dosierungstabelle — deren Verwendung für andere Methoden der Strahlungsmessung von *Kadisch* an anderer Stelle beschrieben wird — wirklich die nach Lebensalter und Erkrankungsform richtige Strahlendosis trifft, muss die Zukunft lehren. Solange das nicht sicher erwiesen ist, mag man im Zweifelsfalle eine etwas niedrigere Dosis wählen, um die Gefahr einer Daueramenorrhöe zu vermeiden. Sollte dabei dann eine unerwünscht schwache Wirkung der Bestrahlung erfolgen, so bleibt es einem ja unbenommen, auf Grund des ersten Versuches mit einer zu niedrigen Dosis nach einiger Zeit einen zweiten Versuch mit einer entsprechend höher gewählten Dosis zu machen. Es werden genug Fälle übrig bleiben, bei denen man in Rücksicht auf die vorhandene Erkrankung und ihre Beschwerden nur die Wahl zwischen einer Röntgenbestrahlung und einer radikalen Operation hat; in diesen Fällen ist die temporäre Röntgensterilisation meines Erachtens unbedingt als das Verfahren der Wahl anzusehen, selbst wenn das Eintreten einer Daueramenorrhöe in Kauf genommen werden muss, da diese, wie z. B. bei der Adnextuberkulose, gegenüber der radikalen

Operation mit ihren Gefahren immer noch als das kleinere Übel angesehen werden kann. Die Gefahr einer ungewünschten Dauersterilisation fällt in diesem Falle auch schon deswegen weniger ins Gewicht, weil die Adnextuberkulose an und für sich eine sehr geringe, meist gar keine Aussicht auf Kindersegen bietet.

Der zweite oft als Gegenindikation gemachte Einwand betrifft die bei jeder, also auch bei der temporären, Amenorrhö auftretenden Ausfallserscheinungen. Wenn von seiten mancher Autoren immer wieder darauf aufmerksam gemacht wird, dass die durch Röntgenstrahlen bedingten Ausfallserscheinungen häufiger und stärker seien als die bei der Exstirpation des Uterus mit Zurücklassung eines Ovarialrestes beobachteten, so steht dem vorläufig immer noch die gegenteilige Ansicht anderer entgegen, so dass man die Frage der Ausfallserscheinungen vorläufig kaum als ausschlaggebend für die Wahl der einen oder der anderen Methode ansehen kann. Auch die oft wiederholte Behauptung, dass die Ausfallserscheinungen bei jüngeren Frauen, bei denen die temporäre Röntgensterilisation doch hauptsächlich in Betracht kommt, besonders heftig aufzutreten pflegen, muss als durchaus unbewiesen angesehen werden. Nach meinen eigenen Erfahrungen, deren rechnerische Verarbeitung durch *Goldberg* vorgenommen wurde, sind die Ausfallserscheinungen bei jugendlichen Individuen nicht häufiger und nicht stärker, bei den Frauen unter 35 Jahren anscheinend sogar schwächer, als bei älteren Patientinnen; bei den von mir nachuntersuchten Freiburger Fällen von temporärer Röntgenamenorrhö waren sie sogar auffällig viel seltener und in manchen Fällen geradezu merkwürdig gering, so dass man unwillkürlich annehmen möchte, die noch unbeschädigt vorhandenen Primärfollikel müssten eine gewisse innere Sekretion ausüben und dadurch den Ausfall der geschädigten grösseren Follikel bis zu einem gewissen Grade paralisieren. Auf jeden Fall spricht für die temporäre Röntgensterilisation die Tatsache, dass die Ausfallserscheinungen vorübergehender Art sind und dass wir es zudem in der Hand haben, sie mit medikamentösen und diätetischen Mitteln zu bekämpfen. Wem nach allen diesen Darlegungen die Ausfallserscheinungen doch noch als Kontraindikation der temporären Röntgensterilisation erscheinen, dem muss auch hier entgegengehalten werden, dass die Ausfallserscheinungen doch gegenüber manchen schweren Störungen als das kleinere Übel gelten müssen.

Als schwerwiegendste Kontraindikation der temporären Strahlensterilisation gilt wohl allgemein die oft angenommene Möglichkeit

einer Keimschädigung. Trotz der zahlreichen bisher vorliegenden Fälle von normaler Entwicklung gesunder, nach vorheriger Strahlenamenorrhöe konzipierter und geborener Kinder werden immer wieder die Ergebnisse von Tierversuchen gegen die Berechtigung des Verfahrens ausgespielt, bei denen an der Nachkommenschaft Hemmungsmissbildungen nach vorhergegangener Bestrahlung beobachtet worden sind. Wenn gelegentlich der Auswertung von Tierexperimenten schon oft genug mit Recht darauf hingewiesen wurde, dass der Mensch kein Meerschweinchen und kein Kaninchen sei, so trifft wohl noch in verstärktem Masse der Satz zu, dass er keinesfalls ein Frosch, ein Seeigel oder ein Schmetterling ist. Tatsache ist, dass es bisher bei Warmblütern niemals gelungen ist, durch Bestrahlung der Eierstöcke vor der Befruchtung Missbildungen hervorzurufen. Dieses vorläufig unanzweifelbare Ergebnis sollte im Verein mit den bisher aus der Literatur gesammelten Fällen¹⁾ von völlig normal geborenen und normal aufgewachsenen Kindern ausreichen, um die Sorge um die Gefahr einer Keimschädigung endgültig zu bannen.

Dass eine Bestrahlung während einer schon bestehenden Gravidität keinenfalls erfolgen darf, und dass nach einer, bei nicht erkannter Schwangerschaft versehentlich vorgenommenen Bestrahlung die baldige Unterbrechung der Gravidität dringend indiziert ist, gehört zu dem seit vielen Jahren anerkannten Besitzstand unseres Wissens.

Nach reiflicher Abwägung des hier erörterten Für und Wider darf wohl behauptet werden, dass wir in der temporären Röntgensterilisation eine Behandlungsmethode besitzen, die bestimmt zu sein scheint, eine Lücke in der Reihe unserer therapeutischen Hilfsmittel auszufüllen. Möge ihr eine erfolgreiche Entwicklung beschieden sein!

¹⁾ Die nach meinem mit *Friedrich* in Berlin 1920 erstatteten Referat bekannt gewordenen Fälle habe ich in den Inaug.-Dissertationen von *Simons* und *Segal* zusammenstellen lassen.

Zitierte Literatur.

- Driessen, L. F.*: Keimschädigung durch Röntgenstrahlen. „Strahlentherapie.“ Bd. XVI.
Eymer: Experimentelles zur Bleifilterbestrahlung. „Strahlentherapie.“ Bd. 8. S. 409.
Flaskamp: Röntgentiefentherapie bei entzündlichen Adnexerkrankungen. Zentralbl. f. Gyn. 1923/3.

- Fränkel, M.*: Die Röntgenstrahlen in der Gynäkologie. Berlin 1911. Richard Schoetz.
- Derselbe*: Die Bedeutung der zellfunktionssteigernden Strahlenwirkung in bezug auf Zeitsterilisation und zur Frage der Schädigung von Nachkommenschaft durch Röntgenstrahlen. „Strahlentherapie.“ Bd. XVI.
- Gauss*: Die temporäre Sterilisation tuberkulöser Frauen durch Röntgenstrahlen. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Gyn. Bd. 14. 1911.
- Derselbe*: Gewollte Abstufung der Sterilisation durch Röntgenstrahlen. Sitzungsberichte der Med. Ges. Freiburg i. Br. 27. II. 23.
- Derselbe*: Kann man planmässig eine temporäre Röntgenamenorrhö erzielen? Zeitschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 87. 1924.
- Gauss und Friedrich*: Die Strahlentherapie der Myome und hämorrhagischer Metropathien. Leipzig 1920 bei Ambrosius Barth.
- Gauss und Lembecke*: Röntgentiefentherapie, ihre theoretischen Grundlagen, ihre praktische Anwendung und ihre klinischen Erfolge an der Freiburger Universitätsfrauenklinik. I. Sonderband der „Strahlentherapie“, Berlin und Wien 1912 bei Urban u. Schwarzenberg. S. 323 ff.
- Goldberg*: Über die Ausfallserscheinungen nach Bestrahlung myom- und metropathiekranker Frauen. Inaug.-Diss. Freiburg 1921.
- Hertwig, O.*: Arch. f. mikrosk. Anat. 77, 2. Abt.
- Kadisch*: Über die Möglichkeit einer gewollten Abstufung bei der Röntgentherapie der Myome und hämorrhagischen Metropathien. Inaug.-Diss. Freiburg 1921.
- Derselbe*: Untersuchungen über die Möglichkeit einer gewollten Abstufung der Röntgenwirkung bei Myomen und hämorrhagischen Metropathien. „Strahlentherapie“ 1924.
- Krönig und Friedrich*: Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlentherapie. III. Sonderband der „Strahlentherapie“ Berlin u. Wien 1918 bei Urban u. Schwarzenberg.
- Mitscherlich*: Bestimmung der Ovarialdosis. Inaug.-Diss. Freiburg 1917.
- Nürnbergger*: Können Strahlenschädigungen der Keimdrüsen zur Entstehung einer kranken oder minderwertigen Nachkommenschaft führen? Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen. S. 389. 1920.
- Reifferscheid*: Die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die tierischen und menschlichen Eierstöcke. „Strahlentherapie.“ Bd. 5.
- Riebold*: Über prämenstruelle Temperatursteigerungen. Deutsch. med. Wochenschr. 1906. 11/12.
- Schiffmann*: Über Ovarialveränderungen nach Radium- und Mesothoriumbestrahlungen. Zentralbl. f. Gyn. S. 760. 1914.
- Segal*: Untersuchungen über die Form der Keimschädigungen nach Strahlenbehandlung. Inaug.-Diss. Würzburg 1924.
- Seitz u. Wintz*: Unsere Methode der Röntgentiefentherapie und ihre Erfolge. V. Sonderband der „Strahlentherapie“, Berlin u. Wien 1920 bei Urban u. Schwarzenberg.
- Seitz*: Röntgen- und Radiumbehandlung. Biologie und Pathologie des Weibes. II. Band. Urban u. Schwarzenberg. 1923.
- Simons*: Zur Frage der temporären Strahlensterilisation. Inaug.-Diss. Würzburg. 1923.

- Trillmich*: Experimenteller Beitrag zur Einleitung des künstlichen Abortus durch Röntgenstrahlen. Inaug.-Diss. Freiburg 1910.
- Turban, K.*: Menstruation und Lungentuberkulose. Verhandl. d. 25. Kongr. f. inn. Med. zu Wien 1908.
- Unterberger*: Experimentelle Schädigungen der Ovarien und ihr Einfluss auf die Nachkommenschaft. Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gyn. Bd. 60. 1922.

Untersuchungen über die Dystopien der weiblichen Blase.

Von

Prof. Dr. C. J. Gauss,

Direktor der Universitäts-Frauenklinik Würzburg.

Die an der weiblichen Blase zu beobachtenden erworbenen Dystopien scheiden sich in zwei Gruppen: Der durch Nachgeben des Stütz- und Halteapparates entstehende Descensus bzw. Prolapsus vesicae und die durch Verdrängung (Tumor, schwangerer Uterus) bedingte Elevatio mit Lateropositio vesicae. Diese dystopischen Veränderungen der Blase werden von *Gauss* durch Vorzeigen normalanatomischer Skizzen, Zystographien und zystoskopischer Bilder eingehend erläutert.

I. Descensus bzw. Prolapsus vesicae.

Der bei der normal gelegenen Blase erhobene anatomische, zystographische und zystoskopische Befund verändert sich wesentlich bei der in den Hiatus urogenitalis herabsinkenden Blase, so dass charakteristische Bilder resultieren, deren Kenntnis die Disposition für alle möglichen mehr oder weniger schweren Störungen, die subjektiven Beschwerden der Patienten und die einzuschlagende Therapie verstehen lassen. Je nachdem, ob die Blase nur einen leichten Descensus (Cystocele), einen teilweisen (Sanduhrblase) oder völligen Prolaps aufweist, ändern sich die durch Zystographie oder Zystoskopie gewonnenen, das Fortschreiten dieser Dystopie deutlich zeigenden Bilder.

II. Elevatio und Lateropositio vesicae.

Wenn ein im kleinen Becken entstehender Tumor die dort normalerweise liegenden Organe mit fortschreitendem Wachstum allmählich verdrängt, so pflegt die Blase, soweit nicht gleichzeitig ein Descensus vesicae vorliegt, dem Druck auszuweichen. Das systematische Studium der dadurch bedingten eigenartigen zystographischen

und zystoskopischen Bilder wird ermöglicht durch die physiologische Verdrängung der Blase in den letzten Wochen der Gravidität. Das Blasenlumen wird zunächst im sagittalen Durchmesser verkürzt; dann entstehen neben dem Andrängen des kindlichen Kopfes Ausbuchtungen der Blase nach rechts und links; je weiter der Kopf sich gegen den Beckeneingang zu vorschiebt, desto mehr steigt die ganze Blase nach vorn oben gegen die Symphyse zu empor und aus dem kleinen Becken heraus; endlich pflegt sie, wenn ihr der nun auch in das kleine Becken selbst vorrückende Kopf noch weiter zusetzt, oberhalb des einen der beiden Ureterostien einen kaminartigen, neben dem kindlichen Kopf gelegenen, schmalen und langen Recessus zu bilden, an dessen Kuppe das vorsichtig nach oben vordringende Zystoskop die frontal zusammengedrückte Luftblase erkennen lässt. Die genaue Kenntnis dieser oft sehr hochgradig ausgebildeten Dystopie der Blase ist ebenso wichtig für die Physiologie und Pathologie des weiblichen uropoëtischen Systems wie auch besonders für die Therapie der durch sie bedingten Erkrankungen (Zystopyelitis, Hydroureter, Hydronephrose).

III. Sitzung, 7. Februar 1924.

Über den Entwicklungsmodus der Amphibienlinse.

Von
Leopold von Ubisch.

Der jetzige Stand des Linsenproblems wird gekennzeichnet durch zwei einander widersprechende Anschauungen. Die ältere von beiden, niedergelegt in *Spemanns* grosser Arbeit von 1912, ist eigentlich nur historisch verständlich als Ergebnis der von zahlreichen Forschern in der Zeit von 1901—1912 geleisteten experimentellen Arbeit. *Spemann* arbeitete an *Rana fusca*, *Rana esculenta* und *Bombinator pachypus* und kommt zu dem Ergebnis, dass „bei all diesen Formen prädestinierte Linsenbildungszellen vorhanden sind, die aber zu ihrer Entwicklung in sehr verschiedenem Masse der Mitwirkung des Augenbechers bedürfen“. *Rana fusca* liefert ohne Augenbecher keine Linse. Bei *Bombinator* kann bestenfalls die Linsenbildung eingeleitet werden. *Rana esculenta* bildet auch ohne Augenbecher Linsen.

Die neuere Auffassung wird von *Werber* vertreten, der Keime von *Fundulus* chemischen Einflüssen unterwarf, mannigfache Missbildungen und in vielen Fällen oft an einem Objekt an den verschiedensten Stellen des Kopfektodermes zahlreiche „freie“ Linsen erzielte.

Die nähere Analyse ergab, dass eine oft sehr weitgehende Auflösung des Gehirns und damit auch des Augenanlagematerials in Zellgruppen und einzelne Zellen stattgefunden hatte („Blastolysis“), die dann im ganzen Kopfbereich zerstreut wurden.

Werber glaubt auf Grund dieser Befunde die Ergebnisse aller früheren Autoren dahin umdeuten zu können, dass, wenn sie freie Linsen erhielten, Retinaelemente durch die verschiedenen Operationsmethoden im Kopfbereich verschleppt seien, und, wenn sie zufällig in unmittelbare Nähe der überall linsenbildungsfähigen Epidermis gerieten, Linsenbildung hervorriefen.

Man muss *Werber* das Verdienst zugestehen, dass er wieder ausgeht von dem Ausgangsproblem der ganzen Frage: Wird bei der normalen Entwicklung die Linse abhängig oder unabhängig vom Augenbecher gebildet? und sie zweifellos richtig beantwortet: abhängig. Er begründet seine These damit, dass ohne Retina-Material niemals freie Linsen entständen, unter dem Einfluss solchen Materials aber alle Teile der Epidermis Linsen bildeten. Tatsächlich ist die alte Frage längst entschieden. Vergleichen wir etwa die normale bei Anwesenheit des Augenbechers stattfindende Linsenbildung bei einem Amphibium mit der Bildung einer freien Linse bei derselben Art, so entdecken wir in den meisten Fällen weitgehende Unterschiede. Im ersteren Falle entsteht die Linsenanlage als eine ziemlich breite, der Rückstülpungsfläche der Augenblase genau entsprechende Platte, im letzteren Falle oft als eine nur aus ganz wenigen Zellen bestehende, kugelförmige Knospe. Und diese Beeinflussung der Linsenbildung durch den Augenbecher ist nicht nur bei Beginn des Vorgangs deutlich, sondern auch weiterhin, wie uns alle die Fälle lehren, bei denen ein aus irgendwelchen Gründen deformiertes Auge eine entsprechend deformierte Linse besitzt.

Andererseits kann ich *Werber* auf dem Weg, der ihn zu seinem Resultat führt, nicht folgen. Wenn wirklich die freien Linsen, wie sie *Menel*, *King*, *Spemann* u. a. beschrieben haben, auf das Vorhandensein erkennbaren oder nicht erkennbaren Retina-Materials zurückzuführen wären, so müssten wir verlangen, dass sie wahllos an den verschiedensten Stellen des Kopfes auftreten, wie es eben *Werber* selbst bei seinen Versuchen beobachtet hat. Aber hier ist der Unterschied zu suchen. Die freien Linsen, auf deren Vorhandensein die oben genannten Autoren ihre Schlüsse aufbauen, sind an einem Tier in den meisten Fällen nur in der Einzahl und an dem Ort vorhanden, an dem die Linse auch bei Anwesenheit des Augenbechers entstanden wäre. Dasselbe gilt für meine unten zu beschreibenden Versuchsergebnisse. Auch sind die Präparate so klar, dass man mit aller wünschenswerten Sicherheit die Anwesenheit blastolysierter Retina-Zellen ausschliessen kann.

Spemanns These dagegen bezieht sich eigentlich gar nicht mehr auf die oben gestellte Grundfrage, sondern das Problem hat sich bei ihm wie folgt verschoben: Kann die Linse bei den verschiedenen Formen ohne den Einfluss des Augenbechers gebildet werden? Die Frage behandelt also nicht mehr die normale, sondern die experimentell abgeänderte Entwicklung.

Da meiner Meinung nach das Grundproblem aber als gelöst zu betrachten ist in dem Sinne, dass die normale Bildung der Linse bei allen untersuchten Formen unter dem Einfluss des Augenbeckers stattfindet, so nehme ich die Fragestellung *Spemanns* erneut auf und füge als zweite Frage hinzu: Falls sich ergibt, dass die Linse auch ohne den Einfluss des Augenbeckers gebildet werden kann, kann es sich dann um einen autonomen Vorgang handeln, oder gibt es ausser dem Augenbecher weitere Faktoren, die die Bildung der Linse auslösen und wie sind diese beschaffen?

Ich habe bei meinen Versuchen den Einfluss der Temperatur auf die Linsenbildung studiert. Die Gedankengänge, die zu diesen Versuchen führten, will ich hier nicht anführen (vgl. *v. Ubisch*, 1922, S. 8, Fussnote 19), sondern nur darauf hinweisen, dass es schon früheren Autoren aufgefallen ist, dass die Tierformen, die eine ausgesprochen determinative Entwicklung durchmachen, bei denen also die einzelnen Teile frühzeitig in hohem Grade voneinander unabhängig sind, die Stadien der Embryonalentwicklung sehr rasch durchlaufen. Es lag nun der Gedanke nahe, den Ablauf der Embryonalentwicklung durch Temperatur zu beeinflussen und damit vielleicht einen Einfluss auf den Entwicklungsmodus zu gewinnen.

Die Resultate meiner Versuche zeigt folgende Tabelle.

Art	Serie	Temperatur ° C.	Zahl der Opera- tionen	Fixiert	Nicht ana- lysierbar	Trotz Opera- tion rechtes Auge vor- handen	Kein rechter Augenbecher vorhanden	
							Keine rechte Linse	Rechte Linse vor- handen
<i>Rana fusca</i>	1	21,5	62	24	6	10	8	—
" "	2	12,2	71	19	5	5	8	1
<i>Bombinator pachypus</i>	1	14,8	29	1	—	—	1	—
" "	2	17,5	40	17	2	2	9	4
" "	3	19,0	31	22	2	17	2	1
" "	4	23,0	41	19	—	14	4	1
" "	5	29,7	29	15	1	—	12	2
" "	6	29,8	30	25	—	—	20	5
" "	7	30,5	13	7	1	4	2	—
" "	8	31,8	22	10	—	3	7	—
" "	9	32,5	12	12	—	8	4	—
<i>Rana esculenta</i>	1	14,5	37	8	1	—	7	—
" "	2	15,0	29	10	2	—	8	—
" "	3	27,9	37	30	2	1	20	7
" "	4	29,5	15	12	1	—	8	3
Summa	—	—	498	231	23	64	120	24

Es wurden 15 Serien angelegt. Von *Rana fusca* eine Kälteserie bei durchschnittlicher Temperatur von $12,2^{\circ}$, eine Wärmeserie bei $21,5^{\circ}$.

Die 9 Serien von *Bombinator pachypus* verteilen sich auf Temperaturstufen von $14,8$ — $32,5^{\circ}$. *Rana esculenta* stellt 2 Kälteserien bei $14,5^{\circ}$ resp. 15° und 2 Wärmeserien bei $27,9^{\circ}$ resp. $29,5^{\circ}$. Operiert wurden im ganzen 498 Keime. Davon überlebten die Operation bis zu einem für die Analyse hinreichend weit fortgeschrittenen Stadium mit verästelten Kiemen 231. Von diesen schieden für die weitere Betrachtung aus: erstens 23 Keime als aus verschiedenen Gründen, meist wegen hochgradiger Abnormität, nicht sicher analysierbar.

Zweitens 64 Keime, die trotz der Operation ein mehr oder minder grosses Auge besitzen. Hierzu müssen einige Worte gesagt werden. Der Experimentator befindet sich nach den bisherigen Erfahrungen bei der Operation stets zwischen Scylla und Charybdis. Entfernt er zu wenig, so bleiben Reste der Augenanlage zurück, und es wird ein Auge gebildet. Das Objekt ist für unsere Zwecke wertlos, denn wir wollen ja eben wissen, wie die Linse sich verhält, wenn kein Augenbecher da ist. Nimmt er zu viel, so ist Gefahr vorhanden, dass die Linsenbildungszellen, die ja dicht ausserhalb der Medullarwülste zu vermuten sind, geschädigt werden. Wird dann kein Auge und keine Linse gebildet, so braucht das nicht auf dem Fehlen des Augenbechereinflusses zu beruhen, sondern es könnte sich um einen durch die Entfernung der Linsenbildungszellen begangenen Versuchsfehler handeln. Im Zweifelsfalle wird der Experimentator die erstere Alternative vorziehen. Nun haben Versuche, die ich erst gegen Ende der vorjährigen Laichperiode anstellen konnte, die Sachlage erheblich verschoben. Ich habe mit der von *Vogt* (1923) ausgearbeiteten Vitalfärbemethode mittelst Nilblausulfat in zirka 80 Versuchen die verschiedenen Bezirke der Medullarwülste und deren Umgebung gefärbt und die Verschiebung der Farbmarken an der sich entwickelnden Larve, bis sie Augen und Kiemenstummel besass, verfolgt. Es ergab sich dabei, dass die Linsenbildungszellen gar nicht da liegen, wo man sie bisher vermutet hatte, das heisst in gleicher Höhe mit den Augenanlagen, sondern erheblich weiter kaudal, etwa neben der Mitte des breiten, vorderen Teils der Medullarplatte. Weitere genaue Versuche zur Lagebestimmung der primären Linsenbildungszellen werden uns wohl auch Klarheit darüber verschaffen, welche der früheren Versuche, die zwecks Feststellung der Linsenbildungspotenz ortsfremder Epidermis angestellt wurden, der Kritik standhalten können.

Für unsere Zwecke bleiben immerhin 144 Keime.

Von den 17 Keimen von *Rana fusca* fehlt in 16 Fällen mit dem Augenbecher auch die Linse. Aber bei dem 17. Objekt ist sie an normaler Stelle vorhanden (bereits veröffentlicht in Verh. Deutsch. Zoolog. Ges. 1923). Es handelt sich um ein Kältetier. Ob das ein Zufall ist oder nicht, lässt sich nicht entscheiden. *Rana fusca* ist ein kälteliebendes Eiszeitrelikt. Vielleicht wurden die Tiere bei allen bisherigen Versuchen bei zu hoher Temperatur gehalten. Auch meine Kälteserie ist noch bei zu hoher Temperatur gegenüber den natürlichen im März herrschenden Bedingungen gezogen. Die Folge könnte eine zu schnelle Entwicklung gewesen sein, die möglicherweise die Linsenbildung unterdrückte. Doch dies bleibt vorläufig Hypothese. Jedenfalls genügt dieser eine positive Fall, um zu zeigen, dass auch *Rana fusca* die Linse unabhängig vom Augenbecher bilden kann.

Gehen wir zu *Bombinator pachypus* über, der bestenfalls die Einleitung zur unabhängigen Linsenbildung leisten können soll.

Serie 1 weist wahrscheinlich wegen der zu niederen Temperatur, *Bombinator* ist gemässigt wärmeliebend, eine zu grosse Sterblichkeit auf, um Schlüsse zu erlauben. In Serie 2—6 treten konstant typische Linsen auf. In den Serien 7—9, bei Temperaturen von 30,5—32,5° bleibt dagegen die Linsenbildung ohne Augenbecher aus. Das sieht nun schon weniger nach einem Zufall aus. Jedenfalls verliert *Bombinator* seine Stellung als Übergangsglied zwischen *Rana esculenta* und *Rana fusca*, die nach dem oben geschilderten Fall von *Rana fusca* ja auch schon keine Gegensätze mehr darstellen.

Von besonderem Interesse ist *Rana esculenta*. Diese soll nach den bisherigen Befunden unabhängige Linsen bilden können. Sie tut das auch in meinen Versuchen durchaus in der typischen Weise.

Aber unabhängige Linsen entstehen nur in den Wärmeserien. In den Kälteserien bleiben sie aus. *Rana esculenta* ist ein typisches obligatorisches Wärmetier, das seinen Laich in gut durchwärmten seichten Wässern absetzt. Wir werden danach etwa sagen können: Alle drei untersuchten Formen besitzen die Fähigkeit ohne Einfluss des Augenbeckers Linsen zu bilden. Diese Fähigkeit kann durch Schädigungen leicht unterdrückt werden. Ein solch schädigender Faktor ist extreme Temperatur.

Damit ist die erste vorher gestellte Frage beantwortet. Es bleibt die zweite, ob die unabhängige Linsenbildung ein autonomer Vorgang ist, oder durch weitere Faktoren beherrscht wird und wie diese eventl. beschaffen sind.

Dass die Einleitung des Vorganges der „unabhängigen“ Linsenbildung autonom vor sich gehe, ist mit ziemlicher Sicherheit auszuschliessen. Selbst Roux, der wohl extremste Anhänger der Lehre von den Selbstdifferenzierungs-Vorgängen sagt: „Alle Selbstdifferenzierung ist durch Auslösung veranlasst.“ Es ist also zweierlei zu verlangen. 1. Die Linsenbildungszellen müssen reaktionsfähig sein und 2. es muss von irgendwoher, etwa von der physiologisch anders gearteten, nicht oder weniger linsenbildungsfähigen, umgebenen Epidermis auf sie ein Reiz ausgeübt werden. Wenn also bei Fehlen des Augenbeckers nur in einem Teil der Fälle unabhängige Linsenbildung eintritt, im anderen Teil nicht, was ist dann geschehen? Ist die Reaktionsfähigkeit der Linsenbildungszellen geschädigt oder der auslösende Faktor beeinträchtigt?

Beides kann der Fall sein.

Wir wollen zunächst annehmen, dass die Linsenbildungszellen beider Seiten eines Tieres durch Aussenfaktoren in gleicher Weise beeinflusst werden. Wenn wir nun sehen, dass bei einer Anzahl der operierten Tiere, denen der rechte Augenbecher fehlt und keine rechte Linse entstanden ist, auf der gegenüberliegenden Seite unter dem Einfluss des dort vorhandenen Augenbeckers eine normale Linse gebildet wurde, so dürfen wir schliessen, dass bei diesem Objekt die Reaktionsfähigkeit der Linsenbildungszellen nicht beeinträchtigt war. Wenn also auf der operierten Seite keine unabhängige Linse entstand, so beruhte das auf der Schädigung des zweiten Auslösungsfaktors, der auf der anderen Seite durch den Augenbecher ersetzt ist.

Man könnte gegen diese Beweisführung allerdings den Einwand machen, dass möglicherweise doch in gewissen Fällen die Linsenbildungszellen auf der operierten Seite mehr geschädigt seien als auf der anderen und das Ausbleiben der unabhängigen Linsenbildung auf der beeinträchtigten Reaktionsfähigkeit beruhe. Ich kann diesen Einwand nicht völlig entkräften. Doch scheint er mir nicht sehr eindrucksvoll, da wir ja wissen, dass man Epidermisstücke transplantieren und sonst ziemlich einschneidend behandeln kann und doch aus ihnen Linsen entstehen. Die Reaktionsfähigkeit auf linsenbildende Reize wird also sicher nicht leicht gestört.

So sind wir dazu geführt worden, dass auch das Verhalten des Auges der nicht operierten Seite für uns von Interesse sein kann, und wir wollen dieses nun betrachten.

Zwar sämtliche Objekte von *Rana fusca* und *Bombinator* zeigen in dieser Beziehung nichts Besonderes. Es ist stets eine dem linken

nicht operierten Ange entsprechende Linse vorhanden. Ganz anders bei *Rana esculenta*.

Normaler Augenbecher vorhanden.

Art	Serie	Temperatur	Normale Linse	Zu kleine Linse	Nur Zellwucherungen	Keine Linse
<i>Rana esculenta</i>	1	14,5°	1	1	—	5
" "	2	15,0°	2	2	1	3
" "	3	27,9°	22	5	1	1
" "	4	29,5°	9	2	—	1

In den beiden Wärme-Serien finden wir noch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle normale Verhältnisse; Auge und entsprechende Linse. Aber es sind schon einzelne Objekte mit zu kleinen oder unvollkommen gebildeten Linsen vorhanden, ja in 2 Fällen fehlt die Linse trotz Vorhandenseins des Augenbechers ganz.

Was bei den Wärmeserien die Ausnahme, das ist bei den Kälteserien die Regel. Hier fehlt in den meisten Fällen die Linse ganz oder ist wenigstens verkümmert. Es wird uns nun nicht mehr überraschend vorkommen, dass diese beiden Serien auf der operierten Seite niemals unabhängige Linsen aufwiesen, wenn meist nicht einmal auf der nicht operierten Seite, auf der ja der Augenbecher vorhanden ist, Linsen entstehen. Es wird ferner kein Zweifel mehr bestehen können, dass die Temperatur hier direkt oder indirekt einen entschiedenen Einfluss ausgeübt hat. Schliesslich können wir uns in diesen Fällen nicht mehr mit der Erklärung helfen, dass der auslösende Faktor geschädigt sei, denn der normale Augenbecher, über dessen Einfluss auf die Linsenbildung ja kein Zweifel besteht, ist vorhanden. Hier ist zweifellos die Reaktionsfähigkeit der Linsenbildungszellen selbst gestört.

Unsere Ergebnisse erlauben also wohl folgende Schlüsse:

1. Die von früheren Forschern aufgestellten Unterschiede bezüglich des Linsenbildungsmodus von *Rana esc.*, *fusca* und *Bombinator pach.* existieren nicht. Sie wurden vorgetäuscht vermutlich durch eine verschiedene, den biologischen Eigentümlichkeiten der Art entsprechende Reaktionsfähigkeit auf äussere Einflüsse, wie Temperatur und Schädigung durch die Operation.

2. Die Bildung der Linse steht bei allen untersuchten Formen unter dem Einfluss des Augenbechers und mindestens eines anderen auslösenden Faktors.

3. Fällt der Auslösungsreiz von seiten des Augenbeckers fort, so können bei allen drei untersuchten Arten „unabhängige“ Linsen entstehen, der andere bisher nicht näher bekannte Faktor genügt zur Auslösung der Linsenbildung.

4. Wird auch dieser Faktor geschädigt, so unterbleibt die Bildung freier Linsen, obgleich die Reaktionsfähigkeit der Linsenbildungszellen noch vorhanden sein kann.

5. Wird unter extremen Verhältnissen auch die Reaktionsfähigkeit der Linsenbildungszellen geschädigt, so können selbst unter dem Einfluss des Augenbeckers je nach dem Grade der eingetretenen Schädigung nur noch unvollkommene oder gar keine Linsen mehr gebildet werden.

Zitierte Literatur.

- Spemann*: Zur Entwicklung des Wirbeltierauges. Zool. Jahrb. Abt. f. Allg. Zool. u. Phys. Bd. 32. 1912.
- v. Ubisch*: Über die Harmonie des tierischen Entwicklungsgeschehens. Die Naturwissenschaften 1922.
- v. Ubisch*: Linsenbildung bei *Rana fusca* trotz Entfernung des Augenbechermaterials. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges. 1923.
- Vogt*: Weitere Versuche mit vitaler Farbmarkierung und farbiger Transplantation zur Analyse der Primitiv-Entwicklung von Triton. Verhandl. d. Anat. Ges. Heidelberg 1923. Erg. H. Anat. Anz. Bd. 57.
- Werber*: Critical notes on the present status of the leus-problem. Biol. Bull. V. 34. 1918.
-

IV. Sitzung, 21. Februar 1924.

Zur Chemie und Pharmakologie der Kawa-Kawa (*Piper methysticum* — Rauschpfeffer).

Von

Dr. phil. et med. K. Schübel,

Privatdozent.

Seit Jahrhunderten kultivieren die Bewohner der Südseeinseln eine Pflanze, Kawa-Kawa, die dort als heilig gilt. Unter genau vorgeschriebenen Zeremonien, unter Gesängen, bestimmten Körperbewegungen, wie Händeklatschen wird die Wurzel der Kawa von gesunden Mädchen oder Knaben unter Anwesenheit grosser Gesellschaften gekaut. Die gut mit Speichel durchmischten Bissen werden in eine bereitgestellte Schale gespuckt, dann das Nationalgetränk daraus bereitet. Dasselbe spielt im religiösen, gesellschaftlichen und politischen Leben eine grosse Rolle. Die Kawawurzel wird im Tempel den Göttern als Opfergabe dargebracht, dem Fremden wird sie zum Beweise der Freundschaft als Gastgeschenk angeboten. Als Abschiedsgruss und letzte Spende wird sie auf den Gräbern der Verstorbenen niedergelegt.

Wegen ihrer stimulierenden und betäubenden Wirkung wurden Mazerate und Extrakte der Kawawurzel von jeher durch Laien, Zauberer und Mediziner gegen viele Krankheiten, besonders gegen Nervenerkrankungen und gegen Gonorrhöe verwendet. In kleinen Gaben wirken solche Auszüge anregend, so dass Hunger, Durst und Strapazen leichter ertragen werden. Die geistigen Leistungen werden gesteigert, die Sinne geschärft, der Appetit angeregt. In grösseren Dosen eingenommen bewirken solche Extrakte zunächst Euphorie, nach 20—30 Minuten Verminderung des Auffassungsvermögens, Bewusstseinsstrübung, endlich Somnolenz, die 2—8 Stunden andauern kann. Bei chronischem Genuss soll ähnlich wie beim Morphin und Kokain Gewöhnung „Kawaismus“ auftreten, der mit

nervösen Störungen, geistiger Schwäche, Augen- und Hauterkrankungen einhergehen soll. Auch bei den Kulturvölkern haben sich verschiedene aus der Kawawurzel gewonnene Präparate Eingang verschafft. Gegen Gonorrhöe werden Blennaphrosin, Gonocin, Gonosan, Urogosan, gegen Neurasthenie, Hysterie, Herzkrankheiten, Arteriosklerose das Neurokardin verwendet.

Nachdem die Kawawurzel in der Kulturgeschichte und in der Heilkunde zu einer beachtenswerten Bedeutung gelangt ist, wurde versucht, dieselbe chemisch und pharmakologisch zu analysieren. Die kristallinen Bestandteile der Kawawurzel, das Methystizin und Yangonin erwiesen sich als unwirksam. Das Kawaharz ist der eigentlich wirksame Bestandteil der Wurzel. Dasselbe bewirkt bei Kalt- und Warmblütern reversible Lähmung und Narkose. Bei Hunden erfolgt nach Applikation von grossen Gaben (10 g) Nausea, vermehrte Sekretion der Speicheldrüsen, Erbrechen, nach 2—3 Stunden Krämpfe und spastische Lähmungen. Am gefensterten, wie am isolierten Froschherzen kommt Pulsverlangsamung, Verlängerung der Diastole, endlich Herzperistaltik und diastolischer Herzstillstand zur Beobachtung. Die Vergiftung ist reversibel. Nach dem Auswaschen wird die Herzkraft ganz erheblich gesteigert. Wahrscheinlich spielt „adsorptive Verdrängung“ hierbei eine Rolle. Die sensiblen Nerven werden durch das Harz gelähmt, die glatte Muskulatur erst erregt, dann gelähmt, die Blutgefässe nicht merklich beeinträchtigt. Die Skelettmuskeln werden, wie sich mit dem *Mossoschen* Ergographen nachweisen liess, durch zentrale Erregung, ähnlich wie durch Koffein, in ihrer Funktion gefördert.

Bisher herrschte grosse Unklarheit über die Bedeutung des ausgiebigen Kauens der Wurzel. Man machte Gärung und Alkoholbildung für die narkotische Wirkung verantwortlich. Es hat sich jetzt aber gezeigt, dass die narkotische Wirkung in erster Linie durch Speichel, dann durch Trypsin, am wenigsten durch Pepsinsalzsäure und Galle gesteigert wird. Auch die Gärfähigkeit wird durch diese Vorbehandlung vergrössert. Zweifellos spielen kolloidchemische Vorgänge, bessere Resorption nach Beseitigung der Kolloide eine Rolle. Durch Extraktion der Wurzel mit Wasser konnte kein Glykosid, wohl aber Oxalsäure gewonnen werden.

Die Trennung des Kawaharzes in α - und β -Harz kann heute nicht mehr aufrecht erhalten werden, denn es hat sich gezeigt, dass beide in ihrer chemischen Zusammensetzung qualitativ und quantitativ nahezu identisch sind. Das Harz ist stickstoffhaltig. Eine Alkaloid ist

nicht enthalten. Durch Oxydation mit verdünnter Salpetersäure konnte in geringer Ausbeute o-Nitrobenzoesäure erhalten werden. Durch Kochen des Harzes mit 50% iger Kalilauge und anschliessende Destillation erhielt ich eine gesättigte Säure. Durch Verseifung mit alkoholischem Kali und folgender Neutralisation mit Schwefelsäure wurde eine braune, feste, amorphe Substanz gewonnen, die sich in die „Kawasäure“ und eine amorphe, harzartige Substanz durch Kristallisation aus Benzol zerlegen liess. Methylalkohol und Piperidin konnten bei der Verseifung nicht aufgefunden werden. Diese Kawasäure ist ungesättigt und besitzt die Zusammensetzung $C_{13}H_{12}O_3$. Sie bewirkt bei Fröschen, Tauben, Meerschweinchen und Katzen gesteigerte Reflexerregbarkeit, bei Warmblütern ausserdem Nausea, gesteigerte Sekretion der Speicheldrüsen, unter Umständen Erbrechen und vermehrte Darmperistaltik. Die Herztätigkeit wird verlangsamt, die Diastole nimmt zu. Endlich kommt es zu diastolischem Herzstillstand, der reversibel ist. Nach dem Auswaschen mit Ringerlösung ist noch Pulsverlangsamung mit starker Zunahme der Kontraktion feststellbar. Der Blutdruck wird bei Kaninchen und Hunden durch kawasaurer Natrium herabgesetzt. Der Äthylester der Kawasäure hat pfefferähnlichen Geschmack und bewirkt Lokalanästhesie. Es besteht enge chemische Verwandtschaft zu den Aminoestern der Benzoesäure und Zimtsäure, besonders aber zum Cinnamylacrylsäureester. Sie alle haben neben lokalanästhetischen, narkotische Eigenschaften.

Neben der Kawasäure konnte durch Vakuumdestillation des nebenher entstandenen Harzes noch eine stickstoffhaltige ölige Substanz gewonnen werden. Dieselbe ist durch starken Pfeffergeschmack, durch narkotische Wirkung und durch erregende Wirkung auf die Sekretion der Speichel- und Verdauungsdrüsen ausgezeichnet. Die Sekretion des Magensaftes wird beim Hunde ganz erheblich gesteigert.

Durch die vorliegenden Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Wirkung des ursprünglichen Kawaharzes im allgemeinen der Wirkung seiner Spaltprodukte wesensgleich ist. Die lokalanästhetische Wirkung ist wohl auf Verbindungen aus der Gruppe der Benzoe- und Zimtsäure zurückzuführen. Es besteht eine chemische und pharmakologische Verwandtschaft mit gewissen synthetisch hergestellten Derivaten der Zimtsäure. Bei der Kawawirkung handelt es sich um die Kombination eines verhältnismässig harmlosen, peripher und zentral angreifenden Narkotikums mit einem gewürzähnlich wirkenden Stoff, durch welche beim gesunden Menschen Euphorie und leichte Narkose, beim Kranken eine wertvolle Heilwirkung gegen gewisse Störungen

des Nervensystems, des Kreislaufs und Stoffwechsels hervorgerufen wird. Das durch gleichzeitige Erregung und Lähmung ganz verschiedenartiger Körperfunktionen besonders verwickelt erscheinende Vergiftungsbild wird nun dem Verständnis nähergerückt.

Über Explantation und Transplantation embryonaler Amphibienherzen.

Von

Dr. Philipp Stöhr jr.,
Privatdozent für Anatomie.

Bekanntlich ist es zuerst *Braus* und *Burrows* gelungen pulsierende schlauchförmige Herzen von Amphibienlarven zu isolieren und einige Wochen in der Kultur am Leben zu erhalten. Einen Fortschritt bedeutet die Arbeit von *Ekman*, der zeigte, dass sogar die noch scheinbar undifferenzierte Herzanlage unter gewissen Bedingungen ausserhalb des Organismus einen pulsierenden Herzschlauch mit seinen vier Abschnitten: Sinus, Atrium, Ventrikel und Bulbus zu entwickeln imstande ist.

Ich habe zunächst *Ekman's* Experimente in grossem Umfange nachgeprüft und in etwa 70 Fällen bei Bombinator und Triton eine Herzanlage, die mit einer Ektodermhülle umgeben war, zur Entwicklung gebracht, und zwei bis drei Wochen in pulsierender Tätigkeit gesehen. Die isolierten, von Unken, die im Stadium der beginnenden Schwanzknospe waren, stammenden Herzen zeigten einen ausserordentlich regelmässigen Puls. Regelmässigkeit im Rhythmus der Pulsation scheint eine dem Herzen, ja der einzelnen Herzmuskelzelle selbst innewohnende, typische Eigenschaft zu sein. Arrhythmien habe ich nur in fünf Fällen beobachtet, wovon zwei vorübergehender Natur waren; in den anderen beiden Fällen handelte es sich um Überleitungsstörungen, derart, dass jeder Herzabschnitt einen eigenen Rhythmus beibehielt. Die von mir gezüchteten Herzen waren sämtlich nervenlos; im übrigen ist ja durch die Untersuchungen von *Carrel*, *Burrows* und *W. H. Lewis* längst entschieden, dass das Nervensystem zum Zustandekommen der Pulsation nicht notwendig ist.

Die Herzen hatten eine Pulszahl von 40—80 Schlägen in der Minute und wechselten diese Zahl oft am gleichen Tage ganz erheblich.

Bei Erwärmung kam eine beträchtliche Erhöhung der Pulsfrequenz zustande, bis zu 120 Schlägen in der Minute. Das Herz arbeitet dann in der von den Bewegungen zitternden, glashellen Ektodermblase mit einer geradezu unheimlichen Intensität, ohne dass irgendwelche Ermüdungserscheinungen oder sonstige Störungen festzustellen wären.

Untersucht man nun die explantierten Herzen auf ihre Form, so habe ich eine typische Herzform niemals erhalten. Ja, es lässt sich kaum ein einziges, allen Explantaten gemeinsames, morphologisches Merkmal feststellen. Es sind immer morphologische Abweichungen von der Norm vorhanden, die nach einem Zuwenig oder Zuviel in der Ausbildung eines Herzabschnittes hinneigen; häufig lassen sich die typischen Krümmungen des Herzrohres schwer oder gar nicht erkennen, ja es fehlen des öfteren ganze Herzabschnitte überhaupt. Manchmal kam es gar nicht zur Ausbildung eines Schlauches, sondern das pulsierende Organ bestand lediglich aus einem soliden Zellstrang.

Trotzdem, ein morphologisch gemeinsames Merkmal bringen die explantierten Herzzellen in der Ektodermkugel stets zustande, nämlich irgendeine Form der Krümmung in dem Herzschlauch, Herzrudiment oder Herzstrang, was sie eben gerade gebildet haben. Man findet an den explantierten Herzgebilden immer irgendwo eine Tendenz zur Krümmung, vor allem im Sinusteil, der niemals fehlt, zuerst peristaltische Kontraktionen beginnt und zuletzt mit einem feinen Flimmern aufhört. Selbst in ganz minimalen Herzfragmenten ist eine gewisse Krümmungstendenz zu beobachten. Vielfach ist die Ansicht die herrschende, dass die Krümmungen des Herzschlauches normalerweise dadurch zustande kämen, dass das wachsende Herzrohr im Perikardialraum des Embryos nicht genügend Platz hätte gerade weiter zu wachsen und daher gezwungen sei, sich in Schleifen zu legen. Diese rein mechanische Vorstellung ist nun nicht richtig. Bei meinen Kulturen hat das embryonale Herz beim Grösserwerden der mit Flüssigkeit mehr und mehr sich füllenden Ektodermblase sehr viel Raum zur Verfügung und es könnte ohne weiteres die Form eines geraden, oder nur ganz wenig gebogenen Schlauches annehmen. Dazu sind aber die Herzzellen gar nicht imstande, sie formen immer eine Krümmung, die nach irgendeiner Richtung zeigt, manchmal gerade zu dem Ausgangspunkt des Herzschlauches an der Leber zurück, so dass eine ösenförmige Gestalt des Herzens zustande kommt.

Daraus lässt sich schliessen: Es liegt im Anlagematerial des Herzens selbst die Potenz eine Krümmung im Bau der Herzform

hervorzurufen; eine typische Krümmung bringt aber das Anlage-material niemals zustande. Es müssen hierbei vielmehr Faktoren entweder von der unmittelbaren Umgebung des Herzens oder von dem Gesamtorganismus aus wirksam sein. Das ist der erste Einwand gegen die Ansicht *Ekman's*, der aus seinen Ergebnissen ohne weiteres den Schluss zog, dass sich das Herz durch Selbstdifferenzierung entwickeln könne. Der zweite besteht darin, dass es *Ekman* gar nicht gelungen ist eine vollständig isolierte Herzanlage sich zu einem schlagenden, typisch gekrümmten Herzen entwickeln zu lassen, sondern er entnahm gleichzeitig mit der Herzanlage eine unbestimmbare Masse von Entomesodermzellen und umgab das Ganze noch mit einer schützenden Ektodermhülle. In einer derartigen Blase kommt aber nicht nur das Herz, sondern, wie ich aus meinen histologischen Präparaten ersehen habe, auch ein Teil der Leber, des Pankreas, der Gallenblase und des Darmes zur Entwicklung. In einem solchen explantierten Organ-komplex herrscht in der Gestaltung und Umgestaltung seiner Anlagen eine ganz erstaunliche Ordnung, gerade wie in einem Organismus. Nun gehören nach *Roux* zum Gesamtentwicklungsvermögen einer Anlage nicht nur ihr typisches Entwicklungsgeschehen durch Selbstdifferenzierung oder durch abhängige Differenzierung, sondern auch ihre Differenzierungsleistungen in bezug auf andere Teile. Gerade diese letzteren Faktoren sind aber in dem gezüchteten Organkomplex ganz sicher in erheblichem Masse vorhanden, wobei man vor allem den Schutz des Ektoderms nicht zu gering achten darf für den Verlauf der Gestaltungsvorgänge, die in seinem Innern vor sich gehen. Aus all dem geht somit hervor, dass wir bis jetzt noch nicht berechtigt sind von einem Selbstdifferenzierungsvermögen der Herzanlage zu sprechen.

Vielmehr ist nach meinen bisherigen Beobachtungen anzunehmen, dass eine Reihe von Aussenfaktoren an der typischen Entwicklung der Herzanlage in erheblichem Masse beteiligt sind. Zur Beantwortung der Frage: Wann und durch welche Faktoren wird die Entwicklungsbahn des Herzens festgelegt?, habe ich die autoplastische wie die heteroplastische Transplantation verwendet, die Herzanlage somit in ortsfremde Umgebung gebracht, eine Methode, die ja für die Extremitäten schon lange von *Braus* und *Harrison* zuerst angewendet worden ist.

Es gelingt nun bei Anuren im Stadium der beginnenden Schwanzknospe, und noch früher, die Herzanlage ohne besondere Schwierigkeit zu transplantieren. Hierbei ist der Ort, wo man implantiert, für

das Zustandekommen eines pulsierenden Herzens gleichgültig. Ich habe sowohl am Kopf, wie an sämtlichen übrigen Regionen des Embryos Herzanlagen eingepflanzt und dieselben zur Pulsation gebracht. Es scheint aber von Bedeutung zu sein, in welcher Orientierung zu den Ebenen des Körpers man die Herzanlage implantiert. Reimplantation der Herzanlage an Ort und Stelle nach Drehung um 180° ergab in sämtlichen zehn Fällen, wo ich sie angewendet habe, regelmässige Ödembildung und bewirkte so den Tod des Tieres. Trotzdem lag, wie die histologische Untersuchung ergab, der arterielle Teil an normaler Stelle, es musste also eine völlige Umdifferenzierung der Herzanlage stattgefunden haben.

Die Form der transplantierten Herzen war ebenso wie diejenige der explantierten Herzen niemals typisch; die Ausbildung der einzelnen Abschnitte war ausserordentlich variabel, ja es fehlten nicht zu selten einige Herzabschnitte überhaupt. Die Herzabschnitte sind morphologisch häufig sehr schwer zu erkennen. Am leichtesten gelingt es in älteren Stadien noch den Ventrikel infolge des auftretenden Trabekelwerkes festzustellen; ebenso ist die Spiralfalte im Conus arteriosus immer kenntlich. Das leicht zu beobachtende klappenbildende Gewebe gibt häufig einen Richtweiser für die Orientierung der einzelnen Herzabschnitte. Da ich bei meinen Operationen aus technischen Gründen stets eine Menge benachbarter Entomesodermzellen zugleich mit der Herzanlage verpflanzt habe, so entwickelt sich in dem Implantat auch regelmässig ein Stück Leber. Derjenige Teil des Herzens, der mit der Leber verbunden ist, ist zweifellos immer der Sinus. Dennoch habe ich einige unverständliche Herzformen beobachtet, wenn z. B. Klappengewebe an atypischer Stelle gebildet wurde.

Wachstum und Form des transplantierten Herzens oder besser des Herzens überhaupt sind sehr wahrscheinlich von seiner Arbeit am Blutstrom abhängig. Eine Herzanlage, die keinerlei Anschluss an den Blutkreislauf des Wirtstieres findet, bleibt an Grösse weit hinter derjenigen des Wirtsherzens zurück. Steht die implantierte Herzanlage nur durch ein einziges Gefäss mit dem Blutkreislauf des Wirtstieres in Verbindung, so muss sie das Blut immer hin- und herpumpen. Bei dieser zwecklosen Arbeit kann das Herz beinahe ebenso gross wie das Wirtsherz werden. Ein Bestreben des implantierten Herzens zu einem kontinuierlichen Blutstrom zu kommen, wird dadurch bemerkbar, dass am blinden Ende des Herzens Gefässe aussprossen. Finden dieselben aber keinen Anschluss an den allgemeinen Kreislauf, so wird vielmehr das Herz samt den umgebenden

Gefässen mit Erythrozyten gänzlich vollgestopft. Da trotz angestrengtester Arbeit der Herzmuskulatur die Blutmasse kaum mehr bewegt werden kann, so ist eine bindegewebige Organisation derselben die Folge. Ist hingegen das implantierte Herz mit beiden Enden mit dem allgemeinen Kreislauf verbunden, so ist ein gleichgerichteter Blutstrom möglich. In diesem Fall kann die Grösse des Wirtsherzens erreicht werden, die Gestalt der einzelnen Abschnitte kann am leichtesten studiert werden, wenn auch hier von einer vollkommen typischen Herzform noch keine Rede ist.

Hieraus folgt mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass das embryonale Herz sich an dem Blutstrom in seine Form und in seine Grösse hineinarbeiten muss. Die Möglichkeit der abhängigen Entwicklung des Herzens wird hierdurch neuerdings verstärkt. Eine transplantierte Extremitätenanlage ergibt immer eine typische Extremitätenform, eine transplantierte Herzanlage aber keine typische Herzform. Wenigstens habe ich bis jetzt noch keine solche gesehen. Wie weit bei der Formbildung die Orientierung der eingepflanzten Herzanlage zu den Ebenen des Wirbeltieres eine Rolle spielt, konnte ich bis jetzt noch nicht feststellen. Sicher ist sie aber von Einfluss und ich gedenke später genauer hierüber zu berichten.

Der Puls des implantierten Herzens ist von dem des Wirtsherzens in allen Fällen unabhängig. Die Pulszahl beider Herzen kann in der Minute um 20—30 Schläge differieren. Manchmal scheint ein Synchronismus im Puls beider Herzen zu bestehen. Das dauert aber nur wenige Minuten und bald wird die absolute Selbständigkeit in der Arbeitsweise der Herzen wieder deutlich. Der Organismus verfügt jedenfalls über kein Mittel um einen gleichen Rhythmus im Puls zweier Herzen zustande zu bringen. Gewisse regulatorische Vorgänge sind aber dennoch unverkennbar. Bei Temperaturerhöhung schlagen beide Herzen wohl infolge der bewirkten Stoffwechselsteigerung erheblich rascher. Verpflanzt man ferner eine ältere Herzanlage auf ein jüngeres Wirtstier, so beginnt das Implantat viel eher seine Pulsation auszuführen wie das Wirtstier. Trotzdem ist nach einigen Tagen in der Pulszahl genau das gleiche Verhalten festzustellen, wie wenn man die Herzanlage gleichalter Embryonen verpflanzt hätte, wenn auch das Implantat die Zahl des Wirtsherzens um 10—20 Schläge in der Minute übertrifft. Dass der Puls beider Herzen stets regelmässig ist, war nach den mit der Explantation gemachten Erfahrungen zu erwarten. Die Pulszahl ist von der Herzgrösse unabhängig.

Die Frage: Gewinnt das implantierte Herz Anschluss an den Kreislauf des Wirtstieres und wie wird dieser dadurch beeinflusst? ist weiterhin von grosser physiologischer Bedeutung. Dass das Implantat den allgemeinen Kreislauf beeinflusst, kann man nach einigen Tagen schon unter der binokularen Lupe erkennen. Ist das Herz etwa in der Nähe einer hinteren Extremität implantiert, so zeigen die dahinter in der Nähe gelegenen Segmentalarterien sehr häufig den Puls des implantierten Herzens, liegt das eingepflanzte Herz auf der rechten Kopfhälfte, so kann die gleichseitige Kiemenanlage ebenfalls den Puls des Implantates aufweisen.

Zwei Herzen in einem einzigen Kreislauf treten sicherlich gleich von Anfang an einander als Feinde gegenüber und kämpfen um das, was sie am notwendigsten zu ihrer Entwicklung brauchen, nämlich um das Blut. Gewöhnlich bleibt in diesem Kampfe infolge der günstigen Bedingungen das Wirtsherz Sieger und das Implantat wird hierdurch zum Kleinbleiben, unter Umständen sogar zum Untergange verurteilt. Es kann aber auch einmal der Fall sein, dass das implantierte Herz die Oberhand gewinnt und dem Wirtsherzen allmählich den grössten Teil seines Blutes entzieht, so dass dieses schliesslich trotz intensiver Arbeit fast leer schlägt. Es sieht dann ganz hell aus, während das implantierte Herz sich dunkelrot bei jeder Diastole mit Blut füllt.

Dies kann jedoch noch eine weitere Veränderung im Gesamtorganismus nach sich ziehen. Bekanntlich entwickelt sich vor dem Perikard normalerweise ein schwarzer, aus grossen verästelten Zellen bestehender Pigmentwall. Wenn das Herz des Wirtstieres nun keine genügende Blutzufuhr erhält, so wird diese Pigmentschicht gar nicht ausgebildet, sondern nur durch einige wenige Zellen gerade noch angedeutet, während das kräftig schlagende, blutgefüllte implantierte Herz sich mit einem dichten Pigmentwall umgibt. Ferner sind am Schwanz normalerweise zwei dunkle, nach hinten konvergierende Pigmentstreifen zu beiden Seiten zu beobachten. Häufig findet man bei Veränderungen im Blutkreislauf die Zahl dieser Pigmentzellen ganz erheblich vermindert, vor allem dann, wenn das implantierte Herz weit nach hinten gelagert ist. Doch lässt sich nicht nur eine Verminderung, sondern auch eine gewisse Unregelmässigkeit in der Anordnung der Pigmentzellen im Gesamtorganismus erkennen. So sind dieselben oft da angehäuft, wo sie gewöhnlich fehlen und andererseits sind häufig grössere Regionen von Pigment völlig entblösst, die sonst grössere Mengen von Pigmentzellen aufweisen. Im allgemeinen

sind die operierten Larven heller wie die gleichaltrigen Kontrollarven, werden jedoch mit der Zeit dunkler und können schliesslich an ihrer Farbe von normalen Tieren nicht mehr unterschieden werden.

Ferner bleiben die operierten Larven im Wachstum anfänglich hinter den Kontrolltieren zurück. Dies beruht sicher auf Störungen im Blutkreislauf, kann aber ausserdem noch seine Ursache in Schwierigkeiten bei der Darmbildung und der davon abhängigen Nahrungsverwertung haben.

Am Gesamtorganismus gehen noch weitere eingreifende Veränderungen vor sich. Die ersten Tage nach der Operation pflegt das Implantat sich wie ein Bruchsack von seiner Umgebung hervorzuwölben. Bei fortschreitender Entwicklung wird es jedoch mehr und mehr in den Aussenkontur des Wirtstieres einbezogen, abgesehen von Herzen, die in Höhe der Schwanzwurzel zu liegen kommen. Ferner lässt sich eine mehr oder weniger bedeutende Asymmetrie am Körper der Larve feststellen, und zwar wird diejenige Seite, wo sich das implantierte Herz befindet, schwächer entwickelt. Diese Asymmetrie hat zweifellos darin ihren Hauptgrund, dass das Herzgewebe eine viel grössere „Lebensenergie“ aufweist, wie alle anderen Gewebe. Es verwendet, wie schon bei den Explantationen zu erkennen war, rücksichtslos seine dotterreiche Umgebung zu seinem Aufbau. Da es fernerhin zur Ausführung seiner Pulsationen einen freien Spielraum benötigt, so lässt es die Umgebung gar nicht zur Weiterentwicklung kommen oder drängt sie ohne weiteres beiseite, verhindert überdies auch jede Regeneration, ein Vorgang, der bei Transplantation auf den Kopf besonders deutlich in Erscheinung tritt.

Trotzdem werden anfängliche Asymmetrien bei 6—8 Wochen alten Larven mehr und mehr ausgeglichen. Das Bestreben des Organismus eine verlorene Symmetrie herzustellen, kann man besonders schön bei der Verlagerung des Herzens beobachten. Ich habe das Herz gewöhnlich auf die laterale rechte Bauchseite implantiert. Trotzdem findet man es aber in älteren Stadien sehr häufig in der Mitte oder nahe der Medianebene liegen. Wahrscheinlich wird das implantierte Herz durch den Zug des Darmes, an welchen es meistens fixiert ist, medianwärts gelagert, wenn es nicht gleichzeitig mit dem Ektoderm verbunden sein sollte. Die Schwere des seitlich implantierten Herzens kann ebenfalls bei der Verlagerung nach der Mitte hin eine Rolle spielen. Auch bei der Bildung des Kopfskeletts sind trotz der störenden Anwesenheit eines pulsierenden Herzens ganz ausserordentliche regulatorische Vorgänge zu beobachten.

Besondere Erwähnung verdient die mit allen Herztransplantationen verbundene Veränderung des Bauchsitus — Operationen am Kopf ausgenommen. Der Darm ist stets in gänzlich atypischer und meist schwierig zu deutender Weise gelagert. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung nicht darin, dass das implantierte Herz den Darm durch seine Pulsationen einfach auf die gegenüberliegende Seite hinüberdrängt, sondern es sind noch andere Ursachen vorhanden.

Bei der Operation habe ich vor dem Einpflanzen des Herzens in der Regel eine Menge Dotterzellen entfernt, um das Implantat auf diese Weise besser fixieren zu können. Ich habe also dem Embryo einen Teil seines darmbildenden Materiales hinweggenommen. Hingegen habe ich aus technischen Gründen bei der Implantation neben der Herzanlage hinwiederum eine Menge Dotterzellen in den Embryo hineingebracht, habe also dem Organismus neues, ortfremdes, darmbildendes Gewebe zugeführt. Es bestehen nun drei Möglichkeiten: 1. Der Organismus verwendet das implantierte Dottermaterial wie wenn es sein eigenes wäre und bildet einen einheitlichen, typischen Darm; 2. das Implantat formt seinen eigenen Darm, der seine Eigenkrümmung beibehält und an einem, oder auch an beiden Enden blind geschlossen ist; 3. Implantat und darmbildende Zellen des Wirtstieres schliessen einen Kompromiss und stellen ein einheitliches, durchgängiges Darmrohr her. Da schon nach *Spemanns* Resultaten jedem Darmstück eine eigene Krümmungstendenz innewohnt, so sind in diesem Falle Störungen des Darmsitus mit Sicherheit zu erwarten.

Wie die histologische Untersuchung beweist, kommt die dritte Möglichkeit zur Anwendung; Implantat und Wirtszellen bilden gemeinsam ein einheitliches, durchgängiges Darmrohr, welches infolge der Eigenkrümmung seiner einzelnen Bestandteile eine mannigfache und teilweise sehr schwer analysierbare Schlingenbildung aufweist. Besonders elegant lässt sich dies am Kopf zeigen, wo implantiertes Dottermaterial zur Bildung der Mundhöhle verwendet werden kann. Die implantierten Zellen entwickeln ein regelrechtes Darmepithel, formen manchmal eigenartige Divertikelbildungen; trotzdem geht die Symmetrie der Mundhöhle nicht ganz verloren.

Wie aus den Explantationen zu erwarten war, entstehen aus dem Implantat ausser Herz und Darm meistens noch Teile von Leber und Pankreas, manchmal eine vollständige Gallenblase.

Bis jetzt habe ich die operierten Tiere bis zum Beginn der Metamorphose gebracht. Ist eine Herzanlage an Stelle einer Extremität implantiert, so kommt letztere nicht zur Entwicklung.

Vorliegende Arbeit bildet im Grunde nur ein Programm. Eine genauere Inangriffnahme der darin enthaltenen Probleme wird später erfolgen, soweit mir dies eben möglich ist.

Aussprache:

Herr *Lubosch* hebt hervor, dass die Selbstdifferenzierung wohl nicht vollständig ausgeschlossen werden könne, da die junge explan- tierte Herzanlage doch die Gliederung in die drei typischen Herz- abschnitte (Sinus, Vorhof, Ventrikel) zeige. Dies ist ein sehr wichtiges Ergebnis, ebenso wie das andere, dass ein **normales** Herz aus dieser Anlage eben nur innerhalb eines normalen Körpers entstehen könne. *L.* fragt weiterhin, ob sich wesentliche Unterschiede zwischen der homöo- plastischen und der autoplastischen Überpflanzung ergeben hätten, wie es nach einer Bemerkung des Vortragenden der Fall zu sein scheine.

Experimentelle und klinische Versuche über Pulpabehandlung.

Von

Dr. Hans Müller,

Privatdozent.

Einleitend wird die Lehre von der Fokalinfection erklärt und bewertet. Sodann eingehend das Wesen der Wurzelbehandlung dar- gelegt und die wissenschaftlich ungelösten Punkte gestreift.

Die Fragestellung lautet: Kann die Kanalpulpa in bestimmten Fällen nicht am Leben bleiben? Es werden Tierversuche referiert und projiziert. Die Überkappung der Kanalpulpa erfolgte mit Peru- balsam-Jodoformpaste. Die mikroskopischen Präparate ergaben nega- tiven Befund. Am Menschen ergab der Versuch eine stark bis ins apikale Verzweigungsgebiet degenerierte Pulpa. Es kann deshalb die Überkappung der lebenden Kanalpulpa nur bei sehr weiten For- apicale empfohlen werden, wenn Arsen und Exstirpation unangebracht sind. Sonst wird nach gleichlaufenden Versuchen an Hund und Mensch empfohlen, die lebende Kanalpulpa mit Peru-Jodoform-Chlorphenolpaste zu überkappen. Die Pulpa bleibt dann ebenfalls im apikalen Ver-

zweigungsgebiet am Leben und lässt zur biologischen (bindegewebig, zementös) Abfropfung tüchtiges Gewebe zurück.

Herr *König*: Die Anwendung der hochkonzentrierten Lokalanästhetika scheint nicht ganz unbedenklich; eine Resorption ist durchaus möglich und die Empfindlichkeit gegen Gifte bekanntlich individuell sehr verschieden.

VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT

ZU

N. F. BAND 49.

WÜRZBURG.

Nr. 2.

VERERBUNGSVERSUCHE MIT BUNTBLÄTTRIGEN PELARGONIEN

VON

KONRAD L. NOACK

WÜRZBURG.

VERLAG DER PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT.

DRUCK UND KOMMISSIONSVERLAG DER UNIVERSITÄTSDRUCKEREI H. STÜRTZ A. G.

1924.

DIE HEFTE SIND EINZELN IM BUCHHANDEL KÄUFLICH

Vererbungsversuche mit buntblättrigen Pelargonien.

Von

Konrad L. Noack.

Mit 6 Abbildungen im Text.

Die Untersuchungen, die *Baur* 1909 mit weissrandigen Pelargonien angestellt hat, haben seinerzeit zu ganz bestimmten Vorstellungen über den Bau dieser Weissrandpflanzen und die Vererbungsweise ihrer Farbstoffcharaktere geführt. Nachdem sich die Auffassung von der Periklinalchimären-Natur solcher Pelargonien als irrig erwiesen hatte (*Noack* 1922), waren auch einzelne Voraussetzungen für die Deutung der Vererbungsversuche fraglich geworden (vgl. hierzu auch *Correns* 1922), und es erschien wünschenswert diese Versuche auf breiterer Grundlage zu wiederholen. Im folgenden soll über die Resultate einiger Vererbungsversuche mit solchen buntblättrigen Pelargonien berichtet werden, die ich in den Jahren 1920—1923 angestellt habe.

I. Methodisches.

Die Versuche wurden durchweg im Gewächshaus ausgeführt, und die Pflanzen standen dauernd unter Kontrolle. Ein Kastrieren war in den meisten Fällen nicht notwendig, da die zu den Kreuzungen benutzten Pelargonien fast alle so stark proterandrisch waren, dass eine spontane Selbstbestäubung nicht in Frage kam. Zudem erlaubten diese Verhältnisse ad libitum die Verwendung von Pollen und Gynaecium ein und derselben Blüte. Nur beim Status aureodermis und bei gewissen Bastardpflanzen wurde spontane Selbstbestäubung gelegentlich beobachtet und in solchen Fällen wurden die Blüten rechtzeitig kastriert, wenn sie zu Kreuzungen verwandt werden sollten. Von einem Einbeuteln der Infloreszenzen konnte Abstand genommen werden,

da die wenigen Insekten, die sich gelegentlich in das Gewächshaus verirrt, erfahrungsgemäss nie eine Bestäubung herbeiführten. Die Bestäubung geschah mittels einer Pinzette, welche jeweils mit Alkohol sorgfältig steril gehalten wurde, und die mit Pollen belegten Blüten wurden mit farbigen Fäden markiert. Der Samenansatz war im allgemeinen nicht sehr gut und zeigte sich bei den einzelnen Stammpflanzen und Kreuzungen sehr verschieden. Von den theoretisch zu erwartenden fünf Samen eines jeden Fruchtknotens kamen in den besten Fällen nur 4, in den schlechtesten im Durchschnitt nur 1,3 zur Reife, meist bewegte sich der Durchschnitt um 2,5 herum. Sehr häufig blieb jede Befruchtung aus, oder die Fruchtschnäbel wuchsen zwar zu Anfang stark heran, stellten ihr Wachstum dann aber auf den verschiedensten Entwicklungsstadien ein und die jungen Embryonen starben vorzeitig ab.

Die genau kontrollierten Keimungsprozente waren im allgemeinen sehr gut, doch kam es bisweilen vor, dass zahlreiche Samen oder ganze Versuche aus unbekanntem Gründen schon während des Anquellens der Samen im Wasser durch Fäulnis zugrunde gingen. Ein Zusammenhang zwischen dieser Erscheinung und der Art der Kreuzung war nicht festzustellen.

II. Der Status aureodermis.

a) Allgemeines.

Unter dem Namen „Mrs. Pollok“ wird in Gärten häufig eine Form von *Pelargonium zonale* kultiviert, deren Blätter einen eigenartig hellgelbgrünen, aurea-farbenen Rand besitzen. Die zu den Versuchen benutzten Stammpflanzen P 18 und P 19 stammten aus dem Botanischen Garten in Tübingen und stimmten in ihrem morphologischen und erblichen Verhalten völlig miteinander überein. Die anatomische Untersuchung ergab¹⁾, dass es sich um typische Mantelchimären handelt, die in ihrem Aufbau völlig den bekannten „Weissrand“-*Pelargonien* entsprechen²⁾. Ein normalgrüner Gewebekern wird allseits von einem Mantel aurea-farbenen Gewebes eingehüllt, dessen Zellen gelbgrüne Plastiden führen, welche etwas kleiner sind als diejenigen typischer grüner Zellen. Auf den Grenzen zwischen grünen und aurea-farbenen Gewebepartien stossen die verschiedenartigen Zellen

¹⁾ Vgl. Noack 1922, S. 511.

²⁾ Der Einfachheit halber ist im folgenden häufig die Bezeichnung „weissrandig“ bzw. „aurearandig“ verwandt worden, wenn es sich um den *St. albotoxicatus* bzw. *aureodermis* handelt.

durchweg unmittelbar aneinander, „Übergangszellen“ mit beiderlei Chromatophoren kommen nicht vor. Dagegen finden sich an diesen Grenzen auch hier allenthalben die von den Weissrandpelargonien her bekannten Überlagerungen verschiedenfarbiger Zellschichten, die zu allerhand Abstufungen in der Farbtönung führen. Unregelmässigkeiten in der Anordnung der zweierlei Gewebepartien kommen noch viel häufiger vor wie bei dem Status albotunicatus und die Breite des aureafarbigen Blattrandes wechselt durchweg sehr stark. Nicht selten finden sich im Blattrand, namentlich an den Spitzen gröberer Blättzähne, völlig isolierte Flecken von normal-grüner Farbe. Die Pflanzen treiben bisweilen rein grüne Rückschlagäste und in seltenen Fällen treten auch rein aureafarbige auf. Ein grüner Rückschlag wurde unter der Bezeichnung P 18 a, ein aurea-farbiger P 18 b, als Stecklinge weitergezogen.

Was den Farbstoffgehalt der einzelnen Blattpartien anbetrifft, so zeigen die aurea-farbigen Gewebepartien eine stärkere Abnahme der grünen Anteile als der gelben im Vergleich zu normal grünen Pflanzen. Die Extrakte und die Trennung der gelben und grünen Farbstoffe wurden nach der Methode von *Willstaetter* und *Stoll* (1918) ausgeführt, die kolorimetrische Bestimmung geschah mit einem Dubosqueschen Kolorimeter. Die aurea-farbigen Gewebeteile führen im Durchschnitt etwa 30% der grünen und 80% der gelben Farbstoffe typisch grüner Pflanzen. Der Farbstoffgehalt wechselt jedoch stark mit der Beleuchtung. In schwachem Licht nehmen die Chlorophylle nicht so stark ab und die Carotinoide im Verhältnis stärker. So fand ich bei Exemplaren, die im Winter unter recht mässigen Beleuchtungsverhältnissen gestanden hatten, in aurea-farbigem Gewebe etwa 40% grüne und 55% gelbe Farbstoffe gegenüber unter den gleichen Bedingungen gehaltenen grünen Pflanzen. Die Folge davon ist, dass in solchen Fällen die gelbgrünen Pflanzenteile nicht den leuchtend goldenen Ton aufweisen, der zu der Bezeichnung „aurea“ geführt hat, sondern dass sie sich im Charakter mehr den Chlorina-Sippen nähern, bei denen beide Farbanteile in gleichem Mass reduziert erscheinen. Und umgekehrt findet man an sehr hellen Standorten bisweilen Exemplare, die nur 27% der grünen Farbanteile normaler Pflanzen führen, dagegen einen Gehalt an Carotinoiden besitzen, der dem der Typica-Pflanzen entspricht oder ihn sogar um eine Kleinigkeit übertrifft. Hier tritt dann die leuchtende Aurea-Farbe ganz besonders auffällig zutage. Ein solcher Wechsel im Farbton in Abhängigkeit von den Beleuchtungsbedingungen scheint sich bei allen derartigen hell- oder gelbgrünen Formen in besonderem Masse geltend zu machen (vgl. *Correns* 1918).

Wir haben es hier also nicht mit chlorina-farbigem Gewebe zu tun, wie ich zu Anfang irrtümlicherweise annahm (1922, S. 511), sondern mit einer aurea-farbigen Sippe im Sinne von *Correns* (1918, S. 238), und die Vererbungsversuche zeigen, dass auch genetisch eine völlige Übereinstimmung besteht mit der von *Baur* gefundenen homozygotisch nicht lebensfähigen Aurea-Sippe von *Antirrhinum majus* (1907, 1909). Im folgenden werden wir sehen, dass ein homozygotisch grüner Gewebekern von einem heterozygotischen Aurea-Mantel umgeben wird, und diese Pflanzen stellen demnach entsprechend der von *Correns* (1919b) eingeführten Bezeichnungsweise einen Status aureodermis dar¹⁾.

b) Verhalten bei Selbstbestäubung.

Bei den beiden Aureodermis-Stammpflanzen P 18 und P 19 setzten etwa 70% der bestäubten Blüten an und diese gaben im Durchschnitt etwa 2,5 Samen, welche zu über 90% keimten. Die in den Jahren 1920—1923 ausgeführten Versuche ergaben das in Tab. 1 angegebene Resultat.

Tabelle 1. Selbstbestäubung von Aureodermis-Pflanzen.

Versuchs-Nr.	Pflanze	Zahl der Keimlinge	grün	aurea	farblos
2016	P 18	12	4	8	0
2017	P 19	17	4	13	0
2129	P 19	128	51	74	3
2223	P 19	16	2	14	0
2225	P 19	3	0	3	0
2339	P 19	27	9	17	1
		203	70	129	4

¹⁾ *Correns* ist hier in der Durchführung seiner Nomenklatur nicht ganz konsequent und nennt die entsprechenden Formen von *Arabis albida* „chloritidermis“ (bzw. chlorodermis), obwohl sie nach ihrem genetischen Verhalten eigentlich mit „pseudochloritidermis“ (bzw. pseudochlorodermis) bezeichnet werden müssten. Der Einfachheit halber sei deshalb auch hier der Name aureodermis statt pseudoaureodermis gewählt. Aus der Farbbezeichnung aurea geht zudem ja schon hervor, dass es sich hier um eine mendelnde Eigenschaft in heterozygotischem Zustand handelt, gemäss den *Correns*schen Pseudo . . . dermis-Sippen, und nicht um die Übertragung eines Krankheitszustandes lediglich durch die Eizelle, wie er für die Leukodermis-Sippen charakteristisch ist. (Siehe *Correns* 1919b, S. 842, Anm.)

Es traten bei Selbstbestäubung nur homogen gefärbte Nachkommen auf, irgendwelche Schecken fehlten völlig, und zwar fand sich eine Spaltung in 64,82% reinaurea-farbige und 35,18% reingrüne Keimlinge. Das entspricht ziemlich genau dem Verhältnis 2:1. Theoretisch zu erwarten wären 66,67% aurea- und 33,33% grüne Pflanzen. Der mittlere Fehler $m = 3,39$. Daraus lässt sich schliessen, dass der aurea-farbige Mantel heterozygotisch ist und dass die gelben Homozygoten nicht lebensfähig sind, bzw. meist schon auf einem frühen Stadium der Embryoentwicklung absterben. Nur selten werden keimfähige Samen solcher Homozygoten gebildet und die daraus hervorgehenden Keimlinge sind anfangs hellgelb, bleichen nach einigen Tagen zu reinem Weiss aus und gehen vor der Entfaltung der ersten Laubblätter wegen ihres Chlorophyllmangels zugrunde.

c) Kreuzungen mit grünen Pflanzen.

Die Kreuzungen der Aureodermis-Pflanzen mit normal grünen bestätigen diese Vermutung und liefern nach dem Schema der monohybriden Rückkreuzung 50% grüne, weiterhin konstante, und 50% aureafarbige, weiterhin in der gleichen Weise wie die Ausgangspflanzen spaltende Nachkommen.

Die Resultate dieser Kreuzungen sind in Tabelle II zusammengestellt. Als Pollenlieferant wurden drei normal-grüne, in dieser Eigenschaft konstante, Stammpflanzen verwandt, P 1, P 16 und P 17, sämtlich aus dem Botanischen Garten Tübingen stammend.

Tabelle II. Kreuzungen aureodermis \times grün.

Versuchs-Nr.	Kreuzung	Zahl der Keimlinge	grün	aurea	farblos
2013	P 18 \times P 1	39	21	18	—
2106	P 18 \times P 16	44	19	25	—
2115	P 18 \times P 17	19	10	9	—
2116	P 19 \times P 1	21	13	8	—
2117	P 19 \times P 16	46	23	23	—
2114	P 19 \times P 17	16	8	8	—
		185	94	91	—

Von den so bestäubten Blüten setzten etwa 75% an, und im Durchschnitt lieferte jedes Gynaeceum 3,6 Samen, die zu 98% keimten. Die Tabelle zeigt, dass das zu erwartende Verhältnis 1:1 fast genau erhalten wurde. Es traten 50,81% grüne und 49,19% Aurea-Keimlinge auf, $m = 3,67$.

Bei der reziproken Kreuzung grün \times aureodermis fanden sich die gleichen Verhältnisse. Hier war aber der Samenansatz sehr gering, von den wenigen so bestäubten Blüten setzten nur 29% an und diese Früchte lieferten im Durchschnitt nur 1,8 Samen, welche zudem auch noch schlecht keimten. Die wenigen erhaltenen Keimlinge zeigten, dass auch hier eine Spaltung in etwa 50% grüne und 50% aureafarbige Nachkommen stattfindet.

Der Unterschied im Samenansatz dieser beiden reziproken Kreuzungen ist auffällig und zeigte sich in gleicher Weise bei den gegenseitigen Kreuzungen grüner und aureafarbiger Rückschläge (vgl. S. 52). Worauf diese Erscheinung beruht vermag ich nicht zu sagen.

Die durch Selbstbestäubung und Kreuzung mit grünen Pflanzen erhaltenen grünen F_1 -Pflanzen müssen Homozygoten und weiterhin konstant sein. Dementsprechend gaben 5 solcher Pflanzen geselbstet in 7 Versuchen 204 reingrüne Keimlinge, und 3 dieser F_2 -Pflanzen brachten in 4 Versuchen 80 reingrüne Nachkommen. Die aureafarbigen hingegen müssen in der gleichen Weise weiter spalten, wie es bei den Aureodermis-Ausgangspflanzen beobachtet war. Der Ausfall der entsprechenden F_2 - und F_3 -Generationen ist in Tabelle III und IV zusammengestellt.

Tabelle III. Selbstbestäubung der Aurea- F_1 .

Versuchs-Nr.	Elternpflanze	Zahl der Keimlinge	grün	aurea	farblos
2132	2013,3	13	3	10	0
2227	2013,3	3	0	2	1
2308	2013,3	82	26	45	11
2133	2013,4	11	4	7	0
2134	2013,5 \times 6	23	5	17	1
2135	2013,6	5	1	4	0
2350	2013,6	4	2	2	0
2341	2106,2	56	10	36	10
2402	2117,1	17	1	13	3
2226	2117,2	40	9	23	8
2309	2117,2	73	17	43	13
		327	78	202	47
	m 2,67		27,5%	72,5%	

Die in den beiden Tabellen aufgeführten Zahlen entsprechen nicht ganz den Erwartungen. Dass eine Spaltung eintritt, ist ohne weiteres zu sehen, ebenso, dass die farblosen Homozygoten ent-

Tabelle IV. Selbstbestäubung der Aurea-F₂.

Versuchs-Nr.	Elternpflanze	Zahl der Keimlinge	grün	aurea	farblos
2401	2132,1	24	4	20	—
2404	2226,11	41	11	30	—
2405	2226,14	12	3	9	—
2406	2227,2	12	5	7	—
		89	23	66	—
	m 4,64		26,0%	74,0%	

sprechend unseren bisherigen Erfahrungen in sehr wechselndem Ausmass zu keimfähigen Samen und somit zu auszählbaren Keimlingen führen. Das Verhältnis der Aurea-Keimlinge zu den grünen beträgt jedoch nicht 2:1, sondern nähert sich stark dem Verhältnis 3:1. Der mittlere Fehler in Tab. III (ebenso wie die angegebenen Prozentzahlen nur auf die Zahlen der grünen und aureafarbigen Keimlinge bezogen) beträgt 2,67%, in Tab. IV 4,64%. Im ersteren Fall liegen die Zahlen noch innerhalb des dreifachen, im zweiten innerhalb des doppelten Fehlers. Die Gründe, warum in beiden Versuchsreihen zu wenig grüne Pflanzen gefunden wurden, sind nicht bekannt. Offenbar ist die heterozygotische Kombination dieser Bastarde lebensfähiger als die homozygotisch grüne. Der auf S. 50 u. 52 erwähnte verschiedenartige Samenansatz der reziproken Kreuzungen aureodermis- bzw. aurea-farbig \times grün steht vielleicht mit dieser Erscheinung in irgendwelchem Zusammenhang. Die monohybride Vererbung des Aurea-Charakters ist trotzdem wohl nicht zu bezweifeln, zudem bringt das Verhalten der Rückschläge hierfür eine weitere Bestätigung.

d) Verhalten der Rückschlagäste.

Es war zu erwarten, dass die aureafarbigen Rückschläge die gleiche genotypische Konstitution besitzen, wie der gelbgrüne Mantel der Aureodermis-Pflanzen. Um dies zu prüfen, wurden Blüten des unter der Nr. P 18b als Steckling weitergezogenen Aurea-Rückschlags geselbstet. Die so behandelten Blüten setzten sämtlich an, lieferten aber im Durchschnitt nur 1,5 keimfähige Samen. Bei der Ernte erwies sich eine grosse Zahl von Samen als taub und die keimfähigen waren schlecht ausgebildet, mager und runzelig. Sie keimten zu 98% und lieferten das in Tabelle V wiedergegebene Resultat.

Tabelle V. Selbstbestäubung von Aurea-Rückschlägen.

Versuchs-Nr.	Elternpflanze	Zahl der Keimlinge	grün	aurea	farblos
2125	P 18 b	44	15	24	5

Es wurden somit 61,54% aureafarbige und 38,46% grüne Nachkommen erhalten. Das Resultat stimmt mit dem theoretisch zu erwartenden Verhältnis 2:1 genügend überein, der mittlere Fehler beträgt $m = 7,77$.

Um über die genotypische Konstitution des grünen Gewebekerns Aufschluss zu erhalten, wurden Selbstbestäubungen mit dem grünen Rückschlag P 18a angestellt. 92% der bestäubten Blüten setzten an und lieferten im Durchschnitt 1,6 Samen, die sämtlich keimten und 100 grüne Keimpflanzen lieferten. Der grüne Gewebekern erwies sich somit als homozygotisch grün. Über eine Besonderheit, die bei diesen Keimpflanzen zu beobachten war, vgl. S. 53–54.

Ferner wurden zur Kontrolle der erhaltenen Resultate die beiden Rückschläge in beiden Richtungen miteinander gekreuzt und auch diese Versuche bestätigten die bisherigen Resultate. Bei der Kreuzung grüner Rückschlag \times Aurea-Rückschlag setzten die Blüten zu einem hohen Prozentsatz (96%) an, lieferten jedoch im Durchschnitt nur 1,6 Samen pro Blüte, die alle keimten. Die reziproken Kreuzungen setzten zu 100% an und gaben viel mehr keimfähige Samen, im Durchschnitt 3,3 pro Blüte, von denen 98% keimten. Auch hier wieder ist zu bemerken, dass die Kreuzung aurea \times grün einen höheren Ertrag lieferte als die umgekehrte Kombination, und dass die geernteten Samen einer wesentlich kräftigeren Eindruck machten. Das bestätigte ferner eine Kreuzung von P 18b \times P 16 (normalgrün), die zu 80% ansetzte und 3,5 kräftige Samen pro Blüte brachte. Die Resultate dieser drei Kreuzungen sind in Tabelle V zusammengestellt und zeigen das typische Schema monohybrider Rückkreuzung.

Tabelle VI. Kreuzungen mit Rückschlägen.

Versuchs-Nr.	Elternpflanzen	Zahl der Keimlinge	grün	aurea	farblos
2126	P 18a \times P 18 b	91	42	49	—
2222	P 18a \times P 18 b	15	12	3	—
2127	P 18b \times P 18 a	77	41	36	—
2128	P 18b \times P 16	14	7	7	—
		197	102	95	—

Es ergaben sich bei diesen Kreuzungen zusammen 51,8% grüne und 48,2% Aurea-Nachkommen, $m = 3,56$.

Damit kann die genetische Konstitution des grünen Gewebekerns als grüne Homozygote und des aureafarbigen Gewebes als gelbgrüne Heterozygote als erwiesen gelten.

Fassen wir die Resultate über das genetische Verhalten der Aureodermis-Pflanzen kurz zusammen, so lassen sich daraus folgende Schlüsse ziehen.

Die Aureodermis-Pflanzen sind Mantelchimären mit einem grünen Gewebekern, der von einer mehr oder weniger stark entwickelten Haut aureafarbiger Zellen umgeben ist.

Der grüne Kern und die grünen Rückschlagsäste sind homozygotisch grün.

Der aureafarbige Mantel sowie die aureafarbigen Rückschläge sind dagegen heterozygotisch und spalten bei Selbstbestäubung auf in $1/4$ weissgelbe Homozygoten, $2/4$ aureafarbige Heterozygoten und $1/4$ grüne Homozygoten. Die weissgelben Homozygoten sterben meist schon in frühem Embryonalstadium ab. Führt diese Kombination gelegentlich zu keimfähigen Samen, so gehen aus ihnen weissgelbe Keimlinge hervor, die frühzeitig Hungers sterben. Die grünen Homozygoten und Aurea-Heterozygoten sind homogen gefärbt, es treten unter diesen Keimlingen weder Schecken noch der Mutterpflanze entsprechende Aureodermis-Exemplare auf.

Die Kreuzungen mit grünen Pflanzen und diejenigen der Rückschläge bestätigen diese Auffassung von der Zusammensetzung der verschiedenfarbigen Gewebepartien der Aureodermis-Pflanzen.

Da es sich bei den Aureodermis-Pflanzen nicht um Periklinalchimären im Sinne *Baur's* sondern um Mantelchimären handelt, muss auch hier angenommen werden, dass in den Vegetationspunkten der Sprosse in allen Zellen die Möglichkeit zur Bildung grüner und aureafarbiger Zellen vorhanden ist, und dass die Entscheidung, welche Partien an den ausgewachsenen Organen die eine bzw. die andere Farbe tragen sollen, erst später getroffen wird. Da diese Mantelchimären im äusseren Aussehen mit den albotunicaten Pelargonien weitgehend übereinstimmen, so wird die kritische Phase, in welcher die Entscheidung über den zukünftigen Charakter der einzelnen Zellen fällt, wohl auch hier beim Übergang der Zellen vom meristematischen in den halbmeristematischen Zustand zu suchen sein. Der Frage, wie man sich ein Bild von diesen Vorgängen machen kann, soll erst

im V. Kapitel im Anschluss an die Auswertung der Versuche mit Weissrandpelargonien näher getreten werden.

Hier seien zunächst noch einige Einzelbeobachtungen mitgeteilt, die sich im Laufe der besprochenen Versuche ergeben haben, und deren Kenntnis für die späteren theoretischen Ausführungen notwendig ist.

In einer früheren Arbeit teilte ich schon die Beobachtung mit (1922, S. 511), dass an dem Aurea-Rückschlag bisweilen Blätter auftreten, die irgendwo am Rande einen kleinen Fleck normalgrüner Färbung aufweisen. Diese Beobachtung liess sich inzwischen verschiedentlich wiederholen. Es scheint, dass sich mit dem Altern dieser Stecklingspflanze die Neigung zur Bildung solcher isolierter grüner Flecken etwas vergrössert hat. Sie waren in der Folgezeit nicht nur weniger selten, sondern zeigten auch jedesmal grössere Ausmasse. Im letzten beobachteten Fall trat ein ziemlich breiter Sektor der Blattfläche von dunkelgrüner Färbung auf, dessen Spitze bis zum Stielansatz reichte. Leider liessen sich diese Beobachtungen nicht weiter fortführen, da die Pflanze im Frühjahr 1923 zugrunde ging und seitdem kein neuer Aurea-Rückschlag an den Stammpflanzen aufgetreten ist. Solche Umschläge im Farbton lassen sich ebensowenig wie die gelegentlich auftretenden isolierten grünen Flecken im gelbgrünen Rand der Aureodermis-Pflanzen mit *Baur's* Auffassung von der Periklinalchimärenatur dieser Varietät in Einklang bringen, sie sprechen vielmehr für eine weitgehende Labilität der Farbstoffgene in den meristematischen Zellen dieser Pflanzen. So trat auch unter den Keimlingen des Versuches 2222, Bastarden zwischen den beiden Rückschlägen P 18a \times P 18b, ein Aurea-Individuum auf, dessen erstes Laubblatt oberseits einen normalgrünen Fleck aufwies. Die Pflanze wuchs im übrigen rein aureafarbig weiter und eine Wiederholung der Erscheinung konnte bis jetzt nicht beobachtet werden.

Auf eine grosse Labilität im Genotypus solcher Pflanzen deutet auch eine Erscheinung hin, die sich fast stets beobachten liess bei Selbstbestäubung von Aureodermis-Pflanzen, deren Rückschlägen und entsprechenden Kreuzungen untereinander, besonders auffällig in den Versuchen 2124 (P 18a \times P 18a), 2125 (P 18b \times P 18b), 2126 (P 18a \times P 18b), 2127 (P 18b \times P 18a) und 2129 (P 19 \times P 19). Von den grünen Individuen, die in diesen Kreuzungen auftraten, war ein Teil reingrün. Ein grosser Prozentsatz zeigte jedoch an den ersten (1—3) Laubblättern eine sehr eigenartige Scheckung. Gelbgrüne Partien, fast so hell wie die Farbe der Aurea-Keimlinge, fanden sich häufig

an den Spitzen der Blattzähne und gingen kontinuierlich in das Grün der Spreite über, oder waren unregelmässig über die ganze Spreite verteilt. Stets war die Scheckung nur schwach angedeutet, die hellen Flecken verhältnismässig klein und die ganze Erscheinung von den bei *Albotunicata*-Bastarden auftretenden Schecken grundsätzlich durch den allmählichen Übergang in reines Grün scharf unterschieden. Manche Pflanzen zeigten diese Scheckung sehr deutlich, andere nur so schwach, dass sie von normalgrünen Pflanzen kaum zu unterscheiden waren. Ein Auszählen war daher nicht möglich, es war nur soviel mit Sicherheit zu erkennen, dass die Zahl dieser Individuen in den einzelnen Versuchen sehr verschieden war, ohne dass sich ein Zusammenhang mit der Art der Kreuzung feststellen liess. Vom 4. oder 5. Laubblatt an waren diese hellen Partien stets gänzlich verschwunden und sind späterhin auch nicht wieder aufgetreten. Solche zu Anfang gescheckten Pflanzen gaben bei Selbstbestäubung nur reingrüne Nachkommen, wie diejenigen Exemplare, die von Anfang an reingrün gewesen waren und keinerlei Scheckung hatten erkennen lassen.

III. Der Status *albotunicatus*.

a) Allgemeines.

Es gibt eine ganze Reihe verschiedene Rassen von sogenannten Weissrandpelargonien, die in den Gärtnereien unter den verschiedensten Namen gezogen werden. Wohl durchweg handelt es sich bei diesen Formen um Mantelchimären¹⁾ und die Unterschiede beschränken sich in der Hauptsache auf Blütenform und -farbe, die Art der Panaschüre ist offenbar bei allen die gleiche. Ein Teil ist zu Vererbungsversuchen nicht zu brauchen, da sie gefüllt blühen oder aus anderen Gründen steril sind. Ich benutzte in der Hauptsache 6 Stammpflanzen, P 3 — P 8, die aus dem botanischen Garten in Tübingen stammten und unter dem Namen „Mädchen aus der Fremde“ gezogen wurden (vgl. 1922 S. 464), und später noch zwei weitere, P 32 und P 33, „scarlet gem“ genannt, von der Firma Haage & Schmidt in Erfurt. Sie zeigten in der Art der Panaschüre kaum irgendwelche Unterschiede, so dass eine Unterscheidung der verschiedenen Stammpflanzen auf Grund ihrer Buntblättrigkeit nicht möglich war. Nach den er-

¹⁾ Es ist mir bis jetzt keine weissrandige Form von *Pelargonium zonale* zu Gesicht gekommen, die nicht eine Mantelchimäre gewesen wäre, doch ist damit nicht gesagt, dass es nicht auch derartige Varietäten mit anderem anatomischen Bau gäbe, zumal weissbunte Formen bekannt sind, bei denen die farblosen Gewebepartien nicht lediglich auf den Blattrand beschränkt sind.

haltenen Resultaten wäre es vielleicht wünschenswert gewesen, noch einige derartige Typen von anderer Herkunft mit in die Untersuchungen einzubeziehen, da aber der Ausfall der Kreuzungen nicht vorausszusehen war, begnügte ich mich mit diesen mir zur Verfügung stehenden Stamm-pflanzen, um die Kulturen nicht zu umfangreich werden zu lassen, und die Versuche geben auch ohnedies eine eindeutige Antwort auf unsere Fragen.

Von den reingrünen Stamm-pflanzen erhielt ich 4 rotblühende, P 1, 2, 11 und 16, aus dem botanischen Garten Tübingen, und eine mit weissen Blüten und etwas hellerem Laub, P 23, von der Firma Pfister in Stuttgart.

b) Selbstbestäubungen und Kreuzungen mit Grün.

Die ersten Versuche galten einer Nachprüfung der *Baurschen* Resultate. Von den albomaculaten Stamm-pflanzen setzten die 6 Exemplare P 3—8 bei Selbstbestäubung und gegenseitiger Kreuzung zwar ziemlich gut an (unter 175 Bestäubungen 89 Fruchtsätze), die Früchte gelangten aber entweder nicht zur vollen Ausbildung, oder die Samen waren alle taub. Mehr Glück hatte ich mit P 32 und P 33, welche selbstbestäubt, untereinander oder mit P 4 gekreuzt, 8 reinweisse bald absterbende Keimlinge ergaben. Das stimmt mit *Baurs* Befunden überein. Bei den beiden reziproken Kreuzungen albotunicat \times grün jedoch erhielt ich stets andere Resultate. In Tabelle VII und VIII sind die ersten Versuche dieser Art aufgeführt.

Tabelle VII. Kreuzungen albotunicat \times grün.

Versuchs-Nr.	Elternpflanzen	Zahl der Keimlinge	grün	bunt	weiss
2001	P 1 \times P 4	8	8	—	—
2021	P 1 \times P 4	55	55	—	—
2218	P 1 \times P 4	7	7	—	—
2003	P 1 \times P 6	9	9	—	—
2008	P 2 \times P 3	47	46	1	—
2020	P 11 \times P 5	26	26	—	—
2011	P 16 \times P 4	23	21	2	—
		175	172	3	—

Es traten in beiden Richtungen überhaupt keine reinweissen Sämlinge auf. Die bunten Keimlinge waren im Grad der Scheckung äusserst verschieden, schwankend von fast reingrünen Pflänzchen bis

Tabelle VIII. Kreuzungen albotunicat \times grün.

Versuchs-Nr.	Elternpflanzen	Zahl der Keimlinge	grün	bunt	weiss
2212	P 3 \times P 1	7	1	6	—
2009	P 3 \times P 2	14	6	8	—
2018	P 4 \times P 1	6	3	3	—
2213	P 4 \times P 11	6	5	1	—
2010	P 4 \times P 16	18	6	12	—
2214	P 5 \times P 1	3	1	2	—
2019	P 5 \times P 11	8	4	4	—
2220	P 5 \times P 16	6	1	5	—
2219	P 7 \times P 23	2	—	2	—
		70	27	43	—

zu stark bunten, deren Gewebe etwa zu $\frac{3}{4}$ weiss und zu $\frac{1}{4}$ grün war. Im übrigen entsprachen diese Schecken völlig in ihrem Aussehen den von *Baur* beschriebenen und abgebildeten. Die Zahlen der einzelnen Versuche sind z. T. nur recht klein; so viel geht aber aus den beiden Tabellen mit Sicherheit hervor, dass sich die von mir benutzten Stammpflanzen etwas anders verhielten als die *Baur*schen. Die Kreuzung grün \times albotunicat gab neben zahlreichen (172) grünen Pflanzen nur verschwindend wenige schwach gescheckte Exemplare ($3 = 1,7\%$), während die umgekehrte Kreuzung unter 70 Keimlingen neben 27 grünen 43 ($= 61,5\%$) zum Teil stark bunte brachte. *Baur* dagegen fand bei der Kreuzung grün \times weiss bzw. weissrand im Verhältnis mehr bunte Keimlinge, nämlich $12,1\%$ und dazu sogar 4 reinweisse, bei der reziproken Kreuzung nur 26% bunte Keimlinge und gar keine reinweissen. Stellt man die Resultate in Form einer Tabelle einander gegenüber, so ergibt sich folgendes Bild (Tab. IX):

Tabelle IX.

Art der Kreuzung	Resultate	Zahl der Keimlinge	grün %	bunt %	weiss %
grün \times weiss bzw. Weissrand	<i>Baur</i>	206	86,0	12,1	1,9
	eigene	175	98,3	1,7	0
weiss bzw. Weissrand \times grün	<i>Baur</i>	84	72,6	27,4	0
	eigene	70	38,5	61,5	0

Es wurden nun zunächst Versuche angestellt, die das Verhalten dieser Bastardpflanzen in der F_2 darlegen sollten. Die marmorierten Keimlinge entsprachen in ihrem weiteren Verhalten völlig den bisher darüber gemachten Angaben (*Baur* 1909, *Noack* 1922). Nachdem sie mehr oder weniger lange bunte Laubblätter getrieben hatten, wurden sie fast durchweg reingrün, wenige trieben nur noch reinweisse Blätter und starben dann bald ab. Die auf diese Weise grün gewordenen Bastardpflanzen blieben in bezug auf die Hauptachse und die späteren Seitensprosse reingrün, abgesehen von einigen Ausnahmefällen, wo nach längerer Zeit vereinzelt völlig isolierte weisse Flecken auftraten. Aus den basalen Achselknospen, die einst von bunten Blättern gestützt worden waren, trieben, oft erst nach langer Ruhepause, Seitensprosse aus, die sehr häufig in der verschiedensten Weise panaschiert waren: reinweisse, solche mit grünem Achsenkern, aber reinweissen Blättern, sektorialbunte, albotunicate mit sehr wechselndem Ausmass des grünen Gewebekerns, und invers panaschierte, albonucleate Formen.

Verschiedene solcher F_1 -Pflanzen wurden auf ihr Verhalten bei Selbstbestäubung geprüft, und zwar neben Exemplaren, die von Anfang an grün gewesen waren, auch solche, die mehr oder weniger lange bunte Blätter hervorgebracht hatten. Stets traten, entsprechend den Angaben von *Baur* (1909), nur reingrüne Keimlinge auf und es wurde niemals auch nur die geringste Spur von bunt gefunden, einerlei in welcher Richtung die Ausgangskreuzung angestellt worden war. 9 solcher Pflanzen aus den verschiedensten Kreuzungen gaben zusammen 392 reingrüne Nachkommen.

Weisse oder albotunicate Basalsprosse lieferten, soweit sie zur Blüte kamen bei Selbstbestäubung entsprechend der Mehrzahl der weissrandigen Stammpflanzen keine keimfähigen Samen.

Im Gegensatz hierzu gaben zwei aus Achselknospen entstandene und als Stecklinge weitergezogene albonucleate Pflanzen in den Versuchen 2310 und 2358 nur reingrüne Nachkommen, in ersterer Aussaat 20, in der zweiten 57.

Des weiteren wurden grüne Bastarde in beiden Richtungen rückgekreuzt mit ihrem weissrandigen Elter. Der Ausfall dieser Versuche war geradeso, als ob der Weissrandelter mit einer beliebigen grünen Pflanze gekreuzt worden wäre, d. h. Bastard \times albotunicat ergab neben vielen reingrünen Nachkommen (221) wenige schwache Schecken (4), die umgekehrte Kreuzung neben 5 grünen 5 mehr oder weniger stark gescheckte Keimlinge. Diese Resultate sind in Tabelle X wiedergegeben.

Tabelle X. Rückkreuzungen der Bastarde.

Versuchs-Nr.	Elternpflanzen	Aussehen der Eltern	Zahl der Keimlinge	grün	bunt
2201	2001,1 × P 4	Bastard × albotunic.	47	46	1
2202	2001,1 × P 4	Bastard × reinweiss	6	6	—
2203	2001,2 × P 4	Bastard × albotunic.	20	19	1
2204	2003,1 × P 6	Bastard × albotunic.	79	78	1
2205	2003,2 × P 6	Bastard × albotunic.	44	44	—
2207	2010,1 × P 4	Bastard × albotunic.	29	28	1
2206	P 6 × 2003,2	albotunic. × Bastard	7	5	2
2208	P 4 × 2010,1	albotunic. × Bastard	3	—	3

e) Das Verhalten der grünen Rückschlagäste.

Zur Ergänzung der bisherigen Befunde wurden dann weiterhin Selbstbestäubungen von grünen Rückschlägen vorgenommen. Deren waren je einer von den Stammpflanzen P 3, P 5 und P 8 unter der Bezeichnung P 3 a, bzw. P 5 a und P 8 a als Stecklinge weitergezogen worden. Die Pflanzen P 5 a und P 8 a ergaben in diesen Versuchen 45 bzw. 28 rein grüne Sämlinge. Bei P 3 a traten in Versuch 2215 jedoch neben 34 grünen Nachkommen 3 auf, die zwar ausserordentlich schwach aber deutlich bunt waren. Bei allen dreien handelte es sich um kleine sehr schmale farblose Randpartien an der Oberseite der Kotyledonen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die beiden obersten Zellagen der Keimblätter in einer Breite von 10—15 Zellen kleine reinweisse Plastiden führten. An der Grenze zwischen weissem und grünem Gewebe fanden sich einzelne Zellen, die neben farblosen Chromatophoren in wechselnder Zahl schwach grün gefärbte enthielten. Diese waren etwas grösser als die farblosen, aber immer noch bedeutend kleiner als die tiefgrünen Plastiden reingrüner Zellen und führten im Gegensatz zu letzteren keine Stärkeeinschlüsse. Die Grenze zwischen normalgrünem und farblosem Gewebe war jedoch trotz dieser Übergangszellen völlig scharf und makroskopisch wie mikroskopisch stark in die Augen fallend¹⁾. Dieses Vorkommen zeigt, dass auch in grünen Rückschlägen unter Umständen die Fähigkeit zur Bildung farblosen Gewebes noch nicht völlig erloschen zu sein braucht. Es sei noch kurz erwähnt, dass Kreuzungen der grünen Rückschläge mit Weissrand-Pflanzen in beiden Richtungen dieselben Ergebnisse brachten wie diejenigen normalgrüner Pflanzen mit dem *St. albotunicatus*.

¹⁾ Über das Vorkommen solcher Übergangszellen. Vgl. auch S. 76.

c) Weitere Kreuzungsversuche.

Die Ergebnisse der in Tab. VIII wiedergegebenen Kreuzungen zwischen albotunicaten und grünen Pflanzen hatten die Vermutung aufkommen lassen, dass sich die einzelnen Stammpflanzen in ihrer Fähigkeit zur Bildung gescheckter Keimlinge nicht gleich verhalten (vgl. beispielsweise die Versuche 2212 und 2213). Es lag die Vermutung nahe, dass sich durch Herausarbeiten solcher Unterschiede der bis jetzt noch sehr geringe Einblick in das Wesen der ganzen vorliegenden Erscheinungen vertiefen liesse. Zu diesem Zweck wurden im Sommer 1923 in grösserem Umfange Kreuzungen in möglichst vielen Kombinationen zwischen den einzelnen Stammpflanzen ausgeführt. Dabei wurde Wert darauf gelegt, grössere Zahlen als bisher zu erhalten, um zu vergleichbaren Werten zu gelangen. An grünen Pflanzen wurden verwendet P 2, 11, 16 und 23, an Weissrand-Pflanzen P 3, 4, 5, 7, 8, 32 und 33. Zwischen diesen Stammpflanzen sind in beiden Richtungen 56 Kombinationen möglich, die jedoch nicht sämtlich in einem Sommer verwirklicht werden konnten. Eine Auswahl derjenigen Kombinationen zu treffen, die am ehesten ein klares Bild der Verhältnisse wiedergegeben hätten, war ebenfalls nicht durchführbar, da diejenigen Exemplare gekreuzt werden mussten, die zufällig zu gleicher Zeit blühten, und da bereits begonnene Kreuzungen nicht abgebrochen werden durften, um wichtige neue zu beginnen, ehe nicht einigermaßen die Gewähr bestand, eine genügend zahlreiche Nachkommenschaft aus der begonnenen Kombination zu erhalten. Der Samenansatz war bei den einzelnen Kreuzungen sehr wechselnd, ein Zusammenhang zwischen dem Samenansatz und der Zahl der in der Nachkommenschaft der verschiedenen Kreuzungen auftretenden Schecken liess sich jedoch nicht feststellen. In den folgenden Tab. XI und XII sind alle Kombinationen aufgeführt, die zu verwertbaren Zahlen geführt haben, obwohl bei der Auswertung einzelne wegen des Fehlens entsprechender Vergleichskreuzungen nur in geringem Umfang herangezogen werden konnten.

Um den Ausfall der verschiedenen Kreuzungen bewerten zu können, war es nötig einen Modus zu finden, nach dem der Grad der Scheckung der einzelnen Aussaaten beurteilt werden kann. Der Prozentsatz der in der Nachkommenschaft einer bestimmten Kombination auftretenden Schecken ist hierzu nicht brauchbar, denn es kommt häufig vor, dass zwei zum Vergleich stehende Aussaaten wohl ungefähr die gleiche Prozentzahl an bunten Pflanzen aufweisen, dass aber bei der einen die Stärke der Panaschüre ungleich höher steht als bei der anderen.

ein Verhalten, welches oft schon äusserlich stark in die Augen springt. Solche Kulturen auf Grund gleicher Prozentzahlen einander gleichzusetzen, erschien untunlich. Nach einigen Versuchen wurde folgende Art der Bewertung der Panaschüre der einzelnen Aussaaten als den tatsächlichen Verhältnissen am meisten entsprechend gewählt.

Die in verschiedenem Ausmass panaschierten Keimlinge wurden auf 8 Klassen verteilt, beginnend mit reinweissen bis zu reingrünen Individuen¹⁾.

Die Klassen wurden folgendermassen charakterisiert:

I. Klasse. Reinweiss. Der ganze Keimling farblos, ohne jede Spur grünen Gewebes. (Stets mit dem Mikroskop geprüft.)

II. Klasse. Sehr stark bunt. Die Hälfte und mehr der Gesamtfläche beider Kotyledonen farblos, mit oder ohne mattgrüne Flecken.

III. Klasse. Stark bunt. Zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ der Gesamtfläche farblos, mit oder ohne mattgrüne Flecken.

IV. Klasse. Mittelbunt. Farblose Partien bis zu $\frac{1}{4}$ der Gesamtfläche, oder wenig farblose und sehr viel mattgrüne Flecken in allen Abstufungen.

V. Klasse. Mässig bunt. Wenig kleine farblose und mässig-grosse mattgrüne Flecken, oder umgekehrt.

VI. Klasse. Schwach bunt. Mässig-grosse mattgrüne Partien, oder wenig kleine farblose Flecken, oder wenig sehr kleine farblose und wenig kleine grüne Areale.

VII. Klasse. Sehr schwach bunt. Sehr wenig kleine mattgrüne Flecken, oder äusserst schmale farblose Randpartien, oder beides zusammen. Scheckung oft nur bei aufmerksamer Beobachtung zu bemerken.

VIII. Klasse. Reingrün. Ohne jede Spur farblosen Gewebes.

Ein ungefähres Bild vom Aussehen der Kotyledonen der verschiedenen Klassen gibt Fig. 1, in welcher für die Klassen II—VII je zwei Keimblattpaare abgebildet sind. Die nebeneinander stehenden Blätter stammen jeweils von einem Individuum.

¹⁾ Die Auszählung erfolgte lediglich nach dem Grad der Scheckung der Kotyledonen. Der Habitus der ersten Laubblätter ist äusserst irreführend, da oft kräftig bunte Keimpflanzen reingrüne Laubblätter bilden und andererseits bisweilen sehr schwach bunte Individuen starkbunte oder sogar reinweisse Laubblätter hervorbringen. Ein gewisser Fehler wird damit wohl in die Bewertung der Schecken eingeführt, er gleicht sich aber in praxi völlig aus und fällt erfahrungsgemäss nicht ins Gewicht.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden die Keimlinge ausgezählt und auf die 8 Klassen verteilt. Alsdann wurde berechnet, wieviel Prozent der Gesamtzahl an Keimlingen einer Aussaat auf die einzelnen Klassen entfallen, und diese Prozentzahlen wurden weiterhin mit einem Faktor multipliziert, welcher ungefähr dem Bruchteil entspricht, den

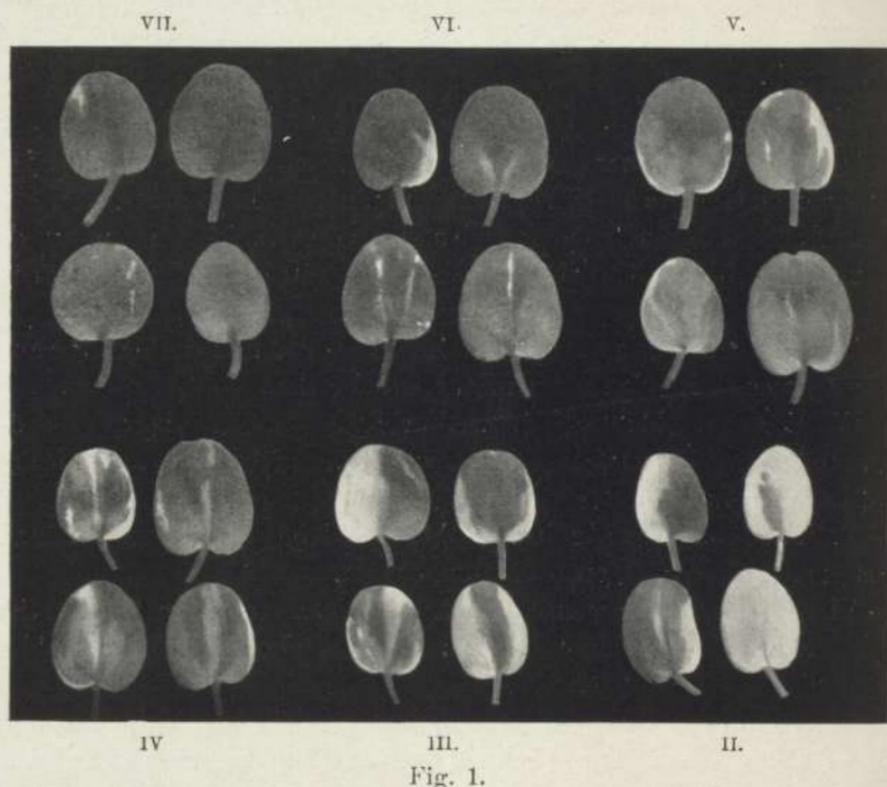


Fig. 1.

die Masse des farblosen Gewebes der Keimlinge einer Klasse gegenüber den grünen Partien ausmacht. So erhielt jede Klasse ihren Faktor. In Klasse I ist der ganze Keimling farblos, der Faktor beträgt hier somit 1. Klasse II enthält die Keimlinge, welche mindestens zur Hälfte aus farblosem Gewebe bestehen, Faktor $1/2$. Dementsprechend wurde für Klasse III und IV angenommen, dass hier die einzelnen Individuen ungefähr zu $1/3$ bzw. $1/4$ aus farblosem Gewebe aufgebaut sind, und für Klasse V, VI und VII wurde die Masse der farblosen Zellen auf $1/8$, $1/20$ bzw. $1/100$ geschätzt. Die VIII. Klasse schliesslich enthält reingrüne Keimlinge ohne jedes weisse Gewebe und hier wurde entsprechend der Faktor 0 in Anwendung gebracht. Durch Multiplikation der Individuen-Prozentzahlen der einzelnen Klassen mit dem

entsprechenden Faktor wurden Zahlen erhalten, welche annäherungsweise angeben, wieviel Prozent des grünen und weissen Gesamtgewebes der Aussaat die farblosen Teile einer Klasse ausmachen, und durch Addition dieser Scheckungszahlen der einzelnen Klassen erhalten wir einen Wert, der ungefähr dem Prozentgehalt sämtlicher Keimlinge einer Aussaat an farblosem Gewebe entspricht, und den ich den Scheckungswert (Sch.-W.) einer Aussaat nenne. Ein Beispiel mag die vorstehenden Auseinandersetzungen verdeutlichen.

Versuch 2321 vom 8. VII. 1923. P4 × P23, albotunicat × grün.

	Klassenfaktor	Zahl der Keimlinge	Zahl der Keimlinge in %	Scheckungszahlen
I. Reinweiss	1	0	0,0	0,00
II. Sehr stark bunt	1/2	6	6,4	3,20
III. Stark bunt	1/3	3	3,2	1,07
IV. Mittelbunt	1/4	17	18,1	4,53
V. Mässig bunt	1/8	12	12,8	1,60
VI. Schwach bunt	1/20	7	7,4	0,37
VII. Sehr schwach bunt	1/100	9	9,6	0,10
VIII. Reingrün	0	40	42,6	0,00
		Sa. 94		Sch.-W. 10,87

In der ersten Kolumne ist der jeweilige Klassenfaktor enthalten, in der zweiten die Anzahl der auf die einzelnen Klassen entfallenden Keimlinge. Die dritte gibt an, wieviel Prozent der sämtlichen Keimlinge der Aussaat auf die einzelnen Klassen entfallen, und in der letzten schliesslich finden sich die Scheckungszahlen der einzelnen Klassen, erhalten durch Multiplikation der Prozentzahlen mit dem jeweiligen Klassenfaktor. Am Schlusse der letzten Kolumne findet sich dann fettgedruckt der Scheckungswert der Aussaat, die Summe der Scheckungszahlen der einzelnen Klassen, als Ausdruck für den Grad der Panaschüre der ganzen Aussaat.

Die vorstehend beschriebene Methode kann auf übergrosse Genauigkeit natürlich keinen Anspruch machen, doch war eine präzisere Schätzung bei den über 1600 Keimlingen nicht durchführbar. Aber auch durch eine solche würde das Gesamtbild nicht verändert werden und etwaige Ungenauigkeiten, die sich bei der relativ rohen Einschätzung der einzelnen Keimlinge ergeben, gleichen sich im grossen und ganzen immer wieder aus. Die so erhaltenen Zahlen dürfen somit ohne weiteres zu einem Vergleich des Ausfalls der einzelnen Kreuzungen verwendet werden.

Tabelle XI. Kreuzungen albotunicat \times grün.

Vers.-Nr.	Kreuzung	Zahl der Keimlinge	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	bunt	grün	Sch.-W.	
												%	%	
2316	P 3 \times P 2	72	1	5	3	10	10	6	6	31	57,9	43,1	11,96	9,80
2317	P 3 \times P 16	51	0	1	4	3	2	7	8	26	42,8	51,2	6,32	
2327	P 3 \times P 23	21	1	0	2	3	1	4	6	4	81,0	19,0	11,13	
2318	P 4 \times P 2	103	2	3	9	6	5	11	12	55	46,6	53,4	8,87	8,88
2319	P 4 \times P 11	93	0	2	4	10	8	13	15	41	55,9	44,1	7,03	
2320	P 4 \times P 16	95	0	0	8	12	15	13	11	36	62,0	38,0	8,74	
2321	P 4 \times P 23	94	0	6	3	17	12	7	9	40	57,4	52,6	10,87	
2324	P 5 \times P 2	33	0	0	3	2	3	6	2	17	48,5	51,5	4,65	9,09
2352	P 5 \times P 16	39	2	0	4	4	6	3	4	16	58,9	41,1	13,52	
2325	P 7 \times P 2	43	0	1	1	1	8	3	8	21	51,0	49,0	5,37	6,43
2328	P 7 \times P 11	20	0	1	0	4	3	1	2	9	54,9	45,1	7,48	
2326	P 8 \times P 2	49	1	1	2	5	4	10	7	19	61,2	68,8	9,17	9,17
2355	P 32 \times P 16	17	7	8	1	0	1	0	0	0	100,0	0	67,36	67,03
2356	P 32 \times P 23	27	12	10	3	0	0	0	0	2	92,6	7,4	66,70	
2357	P 33 \times P 23	23	1	0	1	3	0	0	3	15	34,8	65,2	9,25	9,25

Tabelle XII. Kreuzungen grün \times albotunicat.

Vers.-Nr.	Kreuzung	Zahl der Keimlinge	I-III	IV	V	VI	VII	VIII	bunt	grün	Sch.-W.	
										%	%	
2313	P 2 \times P 3	177	0	0	0	0	5	172	2,8	97,2	0,03	0,030
2331	P 2 \times P 4	35	0	0	0	0	1	34	2,7	97,1	0,03	
2333	P 11 \times P 3	48	0	0	0	0	0	48	0	100,0	0	0,013
2314	P 11 \times P 4	141	0	0	0	0	1	140	0,7	99,3	0,007	
2334	P 11 \times P 8	52	0	0	0	0	1	51	1,9	98,1	0,019	
2335	P 11 \times P 32	15	0	0	0	0	0	15	0	100,0	0	
2336	P 16 \times P 4	35	0	0	0	0	0	35	0	100,0	0	0,003
2353	P 16 \times P 5	46	0	0	0	0	0	46	0	100,0	0	
2337	P 16 \times P 7	70	0	0	0	0	1	69	1,4	98,6	0,01	
2315	P 23 \times P 4	89	0	0	0	0	5	84	5,6	94,4	0,06	0,560
2338	P 23 \times P 8	68	0	0	2	2	5	59	13,2	86,8	0,58	
2354	P 23 \times P 32	78	1	1	1	2	2	71	8,8	91,2	1,05	

In den Tabellen XI und XII sind die Resultate der verschiedenen Kombinationen zusammengestellt, in der ersten die Kreuzungen weissrand \times grün und in der letzteren die umgekehrten Kreuzungen.

In den beiden Tabellen ist für jede Kreuzung die Zahl der auf die einzelnen Klassen entfallenden Keimlinge aufgeführt, der Scheckungswert einer jeden Kombination findet sich in der letzten Kolumne. Diese letzteren Werte zeigen starke Verschiedenheiten und ein näherer Vergleich lässt erkennen, dass sich die einzelnen Stammpflanzen in ihrer Fähigkeit zur Produktion bunter Keimlinge ganz charakteristisch verhalten.

Im folgenden ist für solche Pflanzen, die in ihrer Nachkommenschaft viele Schecken aufweisen, der Ausdruck „stark“ angewandt, und zwar sowohl für albotunicate wie für grüne Stammeltern, und entsprechend werden solche, die nur relativ wenige bunte Nachkommen hervorbringen, „schwach“ genannt. Zur Erleichterung des Überblicks ist von den Scheckungswerten all der Kreuzungen, die eine gemeinsame Mutterpflanze aufweisen, hinter den Tabellen der Durchschnitt angegeben worden.

Bei Betrachtung der Tabelle XI zeigt sich, dass die P 32 von allen albotunicaten Pflanzen bei weitem die stärkste ist, sie gibt als Mutter die höchsten Durchschnittswerte und sowohl mit P 16 als mit P 32 die absolut höchsten Einzel-Scheckungswerte, 67,36 und 66,70. Des weiteren erweist sich P 4 als relativ schwach mit einem Durchschnitt von 8,88. Zwischen beiden steht P 3 mit 9,80 im Mittel. Die übrigen albotunicaten Stammpflanzen P 5, P 7, P 8 und P 33 lassen sich wegen der geringen Zahl der vorhandenen Kreuzungen vorderhand nicht einreihen. Daraus ergibt sich für die drei Weissrand-Pflanzen, von denen die zahlreichsten Kreuzungen vorliegen, in Richtung von stark nach schwach die Reihenfolge $32 > 3 > 4$.

Eine ähnliche Reihenfolge lässt sich unter den grünen Stammpflanzen aus der Tabelle XII herauslesen. Auch hier wieder fällt eine Pflanze, P 23, durch ihre besonders hohen Scheckungswerte in der Nachkommenschaft auf. Sie zeigt wiederum sowohl das höchste Mittel für die drei vorliegenden Kreuzungen, mit 0,56, und auch die Einzelwerte sind sämtlich höher als bei allen anderen Mutterpflanzen. P 23 ist somit an den Anfang der Reihe zu stellen. Die hinter der Tabelle angeführten Mittelwerte lassen erkennen, dass an zweiter Stelle P 2, an dritter P 11 folgt. Am schwächsten scheint P 16 zu sein mit dem geringsten Mittelwert von 0,003, doch war eine sichere Einreihung dieser Pflanze nicht möglich, da sie sich, wie wir noch sehen

werden, in den einzelnen Kombinationen nicht als ganz einheitlich erwiesen hat. Als Reihenfolge der grünen Stammpflanzen können wir somit festhalten: $P\ 23 > P\ 2 > P\ 11$.

Bei der Beurteilung der Kreuzungen, in denen die grünen Pflanzen die Mutter lieferten, muss etwas vorsichtig vorgegangen werden. Die Prozentzahl der Schecken in den einzelnen Kombinationen ist (abgesehen von $P\ 23$) sehr gering und die Fehlergrenze steigt damit stark bei abnehmender Keimlingzahl einer Aussaat. Bei den beiden Kreuzungen $P\ 11 \times P\ 32$ mit 15 Individuen und $P\ 11 \times P\ 3$ mit 48 Individuen wären in einem grösseren Zahlenmaterial vielleicht einzelne schwachbunte Nachkommen aufgetreten. Das hätte sich dann sofort in den einzelnen Scheckungswerten stark bemerkbar gemacht und auch das Mittel dieser Werte wäre entsprechend anders ausgefallen. Dass trotzdem die Werte der Kombinationen, bei denen die drei wichtigsten grünen Stammpflanzen als Mutter verwandt wurden, so einheitlich ausgefallen sind, dürfte für die Richtigkeit der Gruppierung der einzelnen Stammpflanzen stark ins Gewicht fallen.

Diese Anordnung der albotunicaten und grünen Stammpflanzen lässt sich nun durch den Vergleich der Einzeldaten gut beweisen. Wir haben einander gegenüber zu stellen die beiden Reihen:

P 32	P 23
∨	∨
P 3	P 2
∨	∨
P 4	P 11

Dann muss die Kombination $P\ 32 \times P\ 23$ einen höheren Scheckungswert ergeben als $P\ 3 \times P\ 2$, und diese wieder einen höheren als $P\ 4 \times P\ 11$, und das zeigt sich in der Tat wie aus Gruppe 1 der Tabelle XIII zu ersehen ist. Ferner muss $P\ 4$ kombiniert mit $P\ 23$ stärkere Panaschüre hervorrufen als mit $P\ 2$ und $P\ 11$ (Gr. 4, Tab. XIII). Das gleiche muss gefordert werden für $P\ 3$ und $P\ 32$, für letztere (Gr. 2) fehlen aber entsprechende Vergleichskreuzungen ganz und für erstere liegen nur zwei vor (Gr. 3). Hier wäre eigentlich das umgekehrte zu erwarten. Die beiden Scheckungswerte differieren jedoch nur wenig von einander und der höhere Wert für die Kreuzung $P\ 3 \times P\ 2$ dürfte wohl Zufall sein, zumal die Nachkommenschaft hier nur aus 21 Keimlingen bestand. Weiterhin können wir die Resultate miteinander vergleichen, die die verschiedenen albotunicaten Pflanzen jeweils mit dem gleichen grünen Pollenlieferant aufweisen. Für $P\ 23$ (Gr. 5) finden sich hierzu alle Kreuzungen vor.

Tabelle XIII

1.		
P 32 × P 23 = 66,70 P 3 × P 2 = 11,96 P 4 × P 11 = 7,03		
2.	3.	4.
P 32 × P 23 = — P 32 × P 2 = — P 32 × P 11 = 66,70	P 3 × P 23 = 11,13 P 3 × P 2 = 11,96 P 3 × P 11 = —	P 4 × P 23 = 10,87 P 4 × P 2 = 8,87 P 4 × P 11 = 7,03
5.	6.	7.
P 32 × P 23 = 66,70 P 3 × P 23 = 11,13 P 4 × P 23 = 10,87	P 32 × P 2 = — P 3 × P 2 = 11,96 P 4 × P 2 = 8,87	P 32 × P 11 = — P 3 × P 11 = — P 4 × P 11 = 7,03

für P 2 (Gr. 6) nur zwei und für P 11 (Gr. 7) nur eine, die infolgedessen aus Mangel an einer Vergleichskombination nicht herangezogen werden kann. Der Vergleich der Resultate bestätigt die für die Weissrand-Pflanzen aufgestellte Reihenfolge.

Die gleiche Aufstellung können wir nun auch für die reziproken Kreuzungen machen, soweit die dazu notwendigen Kombinationen vorhanden sind. Auch hier wieder muss die Kombination P 23 × P 32 einen höheren Scheckungswert ergeben als P 2 × P 3 und diese wiederum einen höheren als P 11 × P 4 (Tab. XIV, Gr. 1). Vergleichen wir dann ferner die einzelnen Mütter in ihren Kombinationen mit den verschiedenen albotunicaten Vätern, so ergibt sich die in Tabelle XIV,

Tabelle XIV.

1.		
P 23 × P 32 = 1,05 P 2 × P 3 = 0,03 P 11 × P 4 = 0,007		
2.	3.	4.
P 23 × P 32 = 1,05 P 23 × P 3 = — P 23 × P 4 = 0,06	P 2 × P 32 = — P 2 × P 3 = 0,03 P 2 × P 4 = 0,03	P 11 × P 32 = 0,00 P 11 × P 3 = 0,00 P 11 × P 4 = 0,007
5.	6.	7.
P 23 × P 32 = 1,05 P 2 × P 32 = — P 11 × P 32 = 0,00	P 23 × P 3 = — P 2 × P 3 = 0,03 P 11 × P 3 = 0,00	P 23 × P 4 = 0,06 P 2 × P 4 = 0,03 P 11 × P 4 = 0,007

Gruppe 2, 3 und 4 festgelegte Zusammenstellung. In Gruppe 3 hätte die Kreuzung $P 2 \times P 4$ einen etwas niedrigeren Wert erwarten lassen als diejenige $P 2 \times P 3$. Sie lieferte aber nur 35 Keimlinge gegenüber 177 der anderen und bei den weiten Fehlergrenzen dieser Art von Kombinationen kann ein solcher Unterschied in der Zahl der Keimlinge sehr ins Gewicht fallen. Das gleiche gilt für die Kreuzungen von $P 11$ (Gr. 4), wo die beiden ersten nur 15 bzw. 48 reingrüne Keimlinge brachten, die letzte aber unter 141 einen sehr schwachbunten. Auch hier hätte vermutlich eine größere Nachkommenschaft der beiden ersten Kombinationen das Resultat den Erwartungen besser angepasst.

Schliesslich folgt noch die Zusammenstellung der grünen Mütter jeweils mit dem gleichen Vater (Gr. 5, 6 u. 7). Hier stimmen alle Resultate mit den Erwartungen überein.

Betrachten wir noch kurz diejenigen Stammpflanzen, deren endgültige Einordnung in die Stärke-Reihen nicht möglich gewesen ist. Für die albotunicaten Pflanzen $P 5$, $P 7$, $P 8$ und $P 33$ fehlen die nötigen vergleichbaren Kombinationen, so dass ein endgültiges Urteil über sie nicht gefällt werden kann. Es kann höchstens der Ausfall einzelner Kreuzungen auf die Übereinstimmung mit den oben wiedergegebenen Gesetzmässigkeiten geprüft werden. So zeigt sich, dass sich $P 23$ und $P 11$ gegenüber $P 8$ als Vater den Erwartungen entsprechend verhalten (Tab. XV, Gr. 1). Ferner ist $P 8$ offenbar stärker als $P 4$, das zeigt sich aus den in den Gruppen 2, 3 und 4 der Tabelle XV wiedergegebenen Kombinationen. Im übrigen lässt sich $P 8$ ebenso wenig verwerten wie $P 5$, $P 7$ und $P 33$.

Tabelle XV.

	1.	
	$P 23 \times P 8 = 0,58$ $P 11 \times P 8 = 0,019$	
2.	3.	4.
$P 23 \times P 8 = 0,58$ $P 23 \times P 4 = 0,06$	$P 11 \times P 8 = 0,019$ $P 11 \times P 4 = 0,007$	$P 8 \times P 2 = 9,17$ $P 4 \times P 2 = 8,87$
5.	6.	7.
$P 7 \times P 2 = 5,37$ $P 7 \times P 11 = 7,48$	$P 32 \times P 16 = 67,36$ $P 3 \times P 16 = 6,32$ $P 4 \times P 16 = 8,74$	$P 32 \times P 23 = 66,70$ $P 32 \times P 16 = 67,36$

Die zwei miteinander vergleichbaren Kombinationen von P 7 (Gr. 5), nämlich $P 7 \times P 2$ und $P 7 \times P 11$ stimmen mit den bisherigen Resultaten nicht überein. Hier erweist sich entgegen den sonstigen Erfahrungen P 11 stärker als P 2, was vielleicht an dem geringen Zahlenmaterial der letzteren Kombination liegt (nur 20 Keimlinge).

Schliesslich liegen noch für die grüne P 16 eine Reihe von Kreuzungen vor, ihr Ausfall verhält sich jedoch nicht einheitlich. Ein Teil dieser Kombinationen ist deswegen nicht verwendbar, weil auch für den anderen Elter nicht genügend Daten vorliegen, so für P 5 und P 7, und in der einzigen brauchbaren Reihe ist der Scheckungswert gegenüber P 4 stärker ausgefallen als gegenüber P 3 (Gr. 6). Worauf diese Unstimmigkeit beruht, kann ich nicht angeben. Dass die Kreuzung $P 32 \times P 16$ etwas stärker ausgefallen ist als $P 32 \times P 23$ (Gr. 7), obwohl die anderen Daten dafür sprechen, dass P 16 schwächer ist als P 23, mag daran liegen, dass das Zahlenmaterial für die erste Kreuzung nur klein ist, es lagen hier nur 17 Keimlinge vor. Ebenso kann der niedere Durchschnittswert für alle Kombinationen mit P 16 als Mutter in Tabelle XII durch die relativ geringen Sämlingszahlen verursacht sein.

Überblicken wir das ganze, so lässt sich feststellen, dass die angenommene Gruppierung der drei albotunicaten und der drei grünen Pflanzen, für die das grösste Beobachtungsmaterial vorliegt, durch den Vergleich der Einzeldaten völlig bestätigt wird. Ich lege Wert darauf festzustellen, dass die Berechnung der Scheckungswerte der einzelnen Kombinationen erst nach Abschluss sämtlicher Aussaaten erfolgte, um jeder Voreingenommenheit beim Auszählen der Keimlinge vorzubeugen. Die auf Grund dieser Werte erfolgte Gruppierung der Stammpflanzen stimmte, wie nachträglich festgestellt wurde, überein mit der Einschätzung der Valenz dieser Pflanzen, welche in den vorausgehenden Jahren auf Grund des geringen damals vorliegenden Zahlenmaterials und ohne Berechnung der Scheckungswerte für die einzelnen Kombinationen erfolgt war, und welche die Veranlassung gegeben hatte, durch Ausführung einer grösseren Zahl von Kreuzungskombinationen im Sommer 1923 diesem vermuteten unterschiedlichen Verhalten der vorliegenden Stammpflanzen näher auf den Grund zu gehen.

Wenn man auch im einzelnen auf die Gruppierung der verschiedenen Stammpflanzen nach ihrer Valenz nicht allzuviel Gewicht legen will, so geht aus den angeführten Versuchen doch das eine mit Sicherheit hervor, dass sich sowohl die albotunicaten wie die grünen Pflanzen in ihrer Fähigkeit zur Produktion gescheckter bzw. farbloser Keimlinge äusserst

verschieden verhalten. Jeder dieser Pflanzen kommt eine ihr eigentümliche charakteristische Valenz zu, so dass die stärksten Weissrand-Pflanzen mit den stärksten grünen gekreuzt in ihrer Nachkommenschaft den grössten Scheckungswert, die schwächsten Weissrand-Pflanzen mit den schwächsten grünen den geringsten Scheckungswert liefern.

Fassen wir die wichtigsten Ergebnisse der Versuche mit Weissrand-Pflanzen zusammen, so ergibt sich folgendes:

Albotunicata-Pflanzen geselbstet ergeben nur weisse nicht lebensfähige Keimlinge.

Die reziproken Kreuzungen mit Grün fallen verschieden aus, Weissrand als Mutter ergibt neben grünen Nachkommen einen mehr oder weniger hohen Prozentsatz von Schecken, bisweilen auch einzelne reinweisse Pflanzen, Grün hingegen als Mutter bringt sehr viele rein-grüne Keimlinge und daneben einige wenige schwache Schecken.

Der Grad der Scheckung in der Nachkommenschaft der verschiedenen Kreuzungen ist verschieden je nach der Valenz der betreffenden Elternpflanze.

In den von Anfang an grünen Bastardpflanzen und solchen, die nach anfänglicher Panaschüre grün geworden sind, ist die Krankheit erloschen, sie geben geselbstet nur noch reingrüne Nachkommen und verhalten sich bei Rückkreuzung mit Weissrand-Eltern wie normal-grüne Ausgangspflanzen.

e) Kreuzungen zwischen dem *St. albotunicatus* und dem *St. aureodermis*.

Hier sind nur einige orientierende Versuche angestellt worden, aus denen hervorgeht, dass sich der Grünfaktor der Weissrand-Pflanzen gegenüber den Aurea-Heterozygoten ebenso verhält wie bei normal-grünen Pflanzen. Es tritt in F_1 Spaltung in 50% grüne und 50% aureafarbige Keimlinge auf, die unabhängig von diesen Farbstoffcharakteren eine je nach der Art der Kreuzung verschiedene Weiss-Scheckung zeigen können, welche derjenigen der *Albotunicata* \times Grün-Bastarde völlig entspricht.

IV. Der Status *evanidotunicatus*.

Eine weitere Mantelchimäre, P 34, über die aber bis jetzt nur wenige Daten vorliegen, verdanke ich der Güte von Herrn Dr. *F. v. Wettstein*. Die Rasse führt den Namen „Perugino“ und besteht aus einem

grünen Gewebekern und einer Hülle, die an jugendlichen Organen hellgelbgrün, ungefähr chlorinafarbig ist, dann aber bald zu einem hellen Gelblichweiss ausblasst. Im anatomischen Aufbau entspricht die Pflanze völlig dem *St. aureodermis* und *albotunicatus*, so dass auf eine weitere Beschreibung verzichtet werden kann. Geselbstet setzte sie gut an und ergab in 2 Versuchen 2311 und 2413 16 bzw. 17 homogen hellgelbgrüne Keimlinge, die allmählich ausbleichten und nach 10—14 Tagen vor Entfaltung der ersten Laubblätter aus Nahrungsmangel zugrunde gingen. Die Kreuzung *evanidotunicatus* × grün

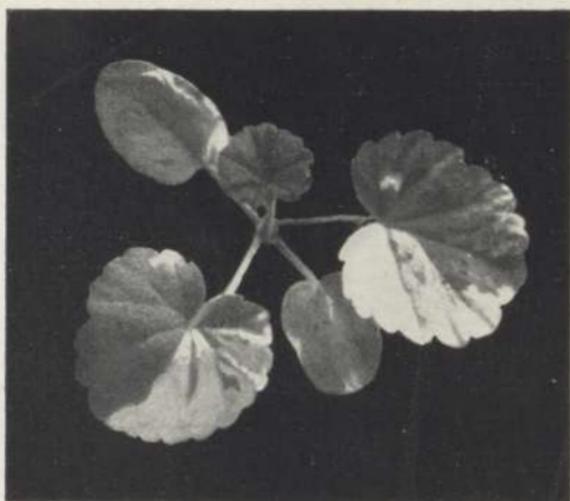


Fig. 2.

brachte in Versuch 2312 2 reingrüne, 2 schwachbunte, und 4 starkbunte Nachkommen, die grünes und ausblassendes Gewebe in der gleichen Anordnung führten wie die Schecken des *St. albotunicatus*. Auch weiterhin verhielten sich diese bunten Keimlinge den weissbunten Schecken sehr ähnlich, nur ist hier die Panaschüre nicht so ausgeprägt sektorial, sondern neigt stärker zur marmorierten Buntblättrigkeit, doch fällt auch hier eine mehr oder weniger sektorale Anordnung der verschiedenfarbigen Gewebe stark ins Auge. Fig. 2 gibt eine Vorstellung vom Aussehen solcher Schecken. Die reziproke Kreuzung grün × *evanidotunicatus* brachte bisher nur 2 Keimlinge, die, wohl zufällig, beide reingrün waren.

Dagegen liegt eine ziemlich grosse Nachkommenschaft vor aus einer Kreuzung P 19 × P 34, *aureodermis* × *evanidotunicatus*, die den vorigen wegen seiner geringen Keimlingszahl unbrauchbaren Versuch

sehr gut ergänzt. Die 38 so erhaltenen Samen gaben in Versuch 2340 folgende Phänotypen:

reingrün	grünblass gescheckt	reinaurea	aureablass gescheckt	reinblass
3	17	5	12	1

Es fanden sich 20 grüne bzw. auf grünem Grund blassgescheckte, und 17 aureafarbige bzw. auf aureafarbigem Grund blassgescheckte Keimlinge. Daraus geht hervor, dass sich das Grün des *St. evanidotunicatus* gegenüber dem Aurea-Heterozygoten genau so verhält wie normalgrüne und Albotunicata-Pflanzen, es tritt nach dem monohybriden Rückkreuzungsschema eine Spaltung in 50% grüne und 50% aureafarbige Nachkommen auf. Der grüne Gewebekern ist somit normal und homozygotisch. Unabhängig von diesen Farbstoffcharakteren finden wir auch hier eine Übertragung des blassgrünen Charakters der Mantelpartien auf die Nachkommen, die den bei weissrandigen Pflanzen gefundenen Verhältnissen sehr ähnelt, hier aber (die *Evanidotunicata*-Pflanze hatte den Pollen geliefert) zu einer sehr viel grösseren Zahl von Schecken führt, als die entsprechenden Kreuzungen des *St. albotunicatus*. Unter den 38 Nachkommen finden sich nur 8 ohne blassgrün gegenüber 29 Schecken und einer reinblassgrünen nicht lebensfähigen Pflanze. Über das weitere Verhalten dieser Bastarde kann noch nichts ausgesagt werden, die Versuche werden fortgesetzt.

Die Kreuzungen zeigen aber schon jetzt einen hohen Grad der Übereinstimmung mit dem *St. albotunicatus*, der grüne Gewebekern ist homozygotisch grün und der blassgrüne Charakter der Hülle wird sowohl durch die Eizelle wie durch den Pollen auf die Nachkommen übertragen und führt zu gescheckten Bastarden, die denen der Weissrand-Bastarde völlig entsprechen, ohne dass bei dieser Übertragung irgendwelche *Mendel*zahlen festzustellen wären. Entsprechend dieser Übereinstimmung hat der Zustand der Ausgangspflanze den Namen *St. evanidotunicatus* erhalten.

V. Auswertung der Ergebnisse.

Aus den Ergebnissen der Kreuzungsversuche lassen sich nun eine Reihe wichtiger Schlüsse auf das Zustandekommen der verschiedenen Arten der Buntblättrigkeit bei Pelargonien ziehen.

Was zunächst den *St. aureodermis* betrifft, so zeigen die Versuche und die verschiedenen anderen Beobachtungen, dass in den Zellen des Sprossscheitels dieser Pflanzen ein Farbstoffgen sich in einem indifferenten labilen Zustand befindet und erst ein später einsetzender

Determinationsprozess entscheidet, welche Zellen homozygotisch und welche heterozygotisch werden. Ist diese Entscheidung einmal gefallen, so ist der Zustand der Zellen damit fixiert. Aus noch unbekanntem Gründen werden dabei die peripheren Partien vorzugsweise heterozygotisch und somit aureafarbig, die zentralen homozygotisch und grün. Wie schon auf S. 53 angedeutet, ist die kritische Phase in Analogie zu den Verhältnissen bei den Weissrand-Pelargonien beim Übergang der Zellen aus dem vollmeristematischen in den halbmeristematischen Zustand zu suchen. Die Sexualzellen sind nach allem was wir über ihre Bildung wissen, offenbar dem typisch meristematischen Zustand der Sprossscheitelzellen schon so weit entrückt, dass in ihnen der ihrer peripheren Lage entsprechende Zustand bereits weitgehend manifest geworden ist. Daher erhalten wir bei Selbstbestäubung und bei Kreuzungen homogen gefärbte Nachkommen, die in ihren Zahlenverhältnissen den *Mendelschen* Regeln folgen. Die gelegentlich beobachteten Besonderheiten zeigen, dass Spuren der ursprünglich vorhandenen Umschlagfähigkeit auch in den Gameten bisweilen noch erhalten geblieben sein können. Solche labilen Gene sind schon des öfteren bei Buntblättrigkeit festgestellt worden, so beispielsweise bei *Mirabilis Jalapa variegata* (*Correns* 1910 und *Baur* 1922). Ferner dürften dem *St. aureoderms* ganz entsprechende Verhältnisse vorliegen bei allen Mantelchimären, deren periphere Partien sich genotypisch vom Gewebekern unterscheiden, wie *Arabis albida pseudo-leucoderms* (*Correns* 1916) und *Antirrhinum* (*Baur* 1923).

Weitaus komplizierter liegen die Dinge nun bei den Weissrand-Pelargonien und die folgenden Überlegungen gelten *mutatis mutandis* in gleicher Weise auch für den *St. evanidotunicatus*.

Für die Entstehung der mosaikartig gefärbten Kotyledonen der Bastarde des *St. albotunicatus* hat *Baur* 1909 die Theorie aufgestellt, dass es sich hier um vegetative Aufspaltung zweier selbständiger Plastidensorten handle. Die Gameten der Weissrand-Pflanzen enthalten nur kranke, nicht ergrünungsfähige Chromatophoren, die der normalgrünen Individuen nur gesunde grüne. Bei Kreuzung dieser beiden Rassen treten mit dem Pollenkern auch einige väterliche Plastiden in die Eizelle über, die hierdurch mit zwei Sorten dieser Zellorgane ausgestattet wird. Bei den zur Embryobildung führenden Zellteilungen findet nun nach den Zufallsgesetzen eine Verteilung der beiderlei Chromatophoren auf die Tochterzellen statt, die ungefähr mit beendeter Keimbildung zu einer vegetativen Trennung der beiden Sorten auf die einzelnen Zellen führt, so dass sich nunmehr nur Zellen

mit einer der beiden Plastidenarten finden. Das Aussehen der Laubblätter richtet sich dann nach der Art der Verteilung der definitiv charakterisierten Zellen im Vegetationspunkt, und so entstehen reinweisse, reingrüne oder in der verschiedensten Weise sektorial panschierte Sprosse.

Ganz abgesehen von der Frage, ob bei der Befruchtung der ♂ Kern Zytoplasma bzw. Plastiden aus dem Pollenschlauch mit in die Eizellen bringt, ist, wie ich 1922 zeigte, das Zustandekommen der bunten Keimlinge durch vegetative Aufspaltung von zweierlei Plastiden infolge sogenannter inäqualer Zellteilungen nicht möglich, und dasselbe gilt für die Annahme zweier genetisch selbständiger Sorten von Zytoplasma. Zu dem gleichen Schluss ist auf ganz anderem Wege inzwischen *Correns* (1922) gelangt, der an Hand seiner Untersuchungen über die Verteilung der verschiedenartig gefärbten Samen (bzw. der aus diesen hervorgehenden Keimlinge) auf den Blütenböden von albomaculaten *Senecio*- und *Taraxacum*rasseu zeigte, dass das Zustandekommen des Mosaiks farblosen und grünen Gewebes durch vegetatives Aufspalten und inäquale Zellteilungen sich nicht erklären lässt, und diese wohlbegründeten Folgerungen gelten, wie *Correns* ausdrücklich hervorhebt, auch für die gescheckten Keimlinge unserer Pelargonien, wie überhaupt für alle Fälle bunten Mosaiks. Auch *Correns* kommt zu dem Schluss, dass in den meristematischen Zellen des Sprossscheitels solcher Schecken ein primärer indifferenten Zustand angenommen werden muss, in dem beide Möglichkeiten, für Grün und für Farblos, in gleicher Weise vereint sind.

Es kommt für das Zustandekommen des Mosaiks bzw. als Sitz der ganzen Erscheinung in Frage der Zellkern, die Plastiden und das Zytoplasma.

Dass die Veranlagung für die Bildung farbloser und grüner Zellen nicht gemäss unseren sonstigen genetischen Anschauungen im Zellkern, also auf faktorieller Grundlage beruhend, gesucht werden kann, leuchtet ohne weiteres ein. Das Fehlen jeglicher den *Mendelschen* Gesetzen auch nur einigermaßen entsprechenden Erscheinungen in F_1 und F_2 der Selbstbestäubungen und Kreuzungen zeigt, dass hier grundsätzlich andere Verhältnisse vorliegen müssen. Auch unter der Annahme polymerer Faktoren oder perlabiler Gene im Sinne von *Stomps* (1917 und 1920) lassen sich die beobachteten Erscheinungen nicht erklären.

Danach liegt es nahe, die Lokalisation der Panaschüre in den Plastiden bzw. dem Zytoplasma zu suchen. Sind die Plastiden allein

verantwortlich zu machen, so kann das Mosaik nur zustande kommen durch zwei unabhängige genetisch selbständige Sorten, durch gesunde grüne und kranke farblose Chromatophoren, die die Fähigkeit zum Ergrünen verloren haben. Dass diese Möglichkeit nicht in Frage kommt, haben wir schon Seite 74 gesehen. Insbesondere zeigte *Correns*, dass das Zustandekommen reinweisser und reingrüner Zellen durch die Tätigkeit inäqualer Zellteilungen desto mehr an Wahrscheinlichkeit verliert, je zahlreicher die Plastiden der befruchteten Eizelle sind. Da die Eizellen der Pelargonien eine sehr grosse Zahl von Chromatophoren enthalten¹⁾, und demgegenüber bei einem eventuellen Plastidenübertritt mit dem Kern nur einige prozentual wenig ins Gewicht fallende fremde hinzukommen können, so sinkt damit die Möglichkeit des Abspaltens reinweisser und reingrüner Zellen bei der Weiterentwicklung der Eizelle so beträchtlich, dass praktisch das Auftreten solcher Zellpartien im Keimling kaum mehr in Frage kommt.

Gegen die ausschlaggebende Bedeutung eines Plastidenübertritts bei der Befruchtung für das Zustandekommen der gescheckten Bastarde spricht ferner folgende Erwägung. Aus Tabelle XI ist zu ersehen, dass in den meisten Fällen der Prozentsatz an Schecken in der Nachkommenschaft der Kreuzung weissrand \times grün sich zwischen 40 und 60% bewegt. Die wenigen mit dem Pollenkern in die Eizelle übertretenden gesunden Plastiden bewirken somit das Zustandekommen von etwa 50% reingrünen Keimlingen. Danach müssten die gesunden Plastiden gegenüber den kranken eine wesentlich grössere Teilungsgeschwindigkeit besitzen, bzw. müssten sonst irgendwie vor den kranken bevorzugt sein. Wenn sich diese wenigen gesunden Plastiden gegenüber den zahllosen kranken der Eizelle schon in so hohem Masse durchsetzen können, dann ist das Auftreten von Schecken in der reziproken Kreuzung überhaupt nicht zu verstehen. Hier kommen in eine Eizelle mit einer Unmenge gesunder Chromatophoren einige wenige kranke und die Überzahl der gesunden sollte in Analogie zu der umgekehrten Kreuzung von so überwältigendem Einfluss sein, dass die paar kranken Chromatophoren dagegen gar nicht aufkommen könnten. Trotzdem ist, wie Tabelle XII zeigt, die Zahl der in der reziproken Kreuzung auftretenden Schecken oft gar nicht unbedeutend. Denselben Einwand hat *Correns* (1922, S. 481) schon gegenüber den anders lautenden Daten von *Baur* erhoben.

Auch die Tatsachen, dass in Abhängigkeit von den verwandten grünen und weissen Stammpflanzen in bestimmten Kreuzungen mehr

¹⁾ Vgl. hierzu *Noack* 1920, Tafel II, Fig. 29 u. 30.

Schecken auftreten als in anderen, lassen sich mit dieser Annahme nicht in Übereinstimmung bringen.

Noch ein weiteres Argument lässt sich anführen, welches gegen die ausschlaggebende Bedeutung des Übertritts ♂ Plasmas in die Eizelle für das Zustandekommen bunter Sämlinge spricht. *Baur* vertritt (1922) im Anschluss an die Erörterungen von *Winge* (1919) eine Erklärung für die verschiedenen Arten der Vererbung und eine Einteilung der Buntblättrigkeit je nach der Möglichkeit des Plastidenübertritts bei den einzelnen Pflanzenarten, und sagt dann weiter S. 247: „Die ganze Theorie steht und fällt damit, ob sich zeigt, dass bei ein und derselben Pflanze nicht vielleicht eine Buntblättrigkeit nach Modus I (nur durch die Mutter) und eine andere nach Modus II (durch Eizelle und männliche Geschlechtszelle) vererbt wird.“ Ein derartiger Fall liegt ganz offenbar bei *Oenothera biennis* bzw. deren Bastarden vor. *Stomps* beschreibt hier (1920) eine Weissbunt-Scheckung, die gänzlich der Albomaculatio von *Correns* entspricht. Wenn auch die Kreuzung Grün \times Albomaculat nicht hergestellt wurde, so ist doch nach dem Ausfall der übrigen Versuche und nach der eigenen Ansicht von *Stomps* (S. 268) nicht daran zu zweifeln, dass diese Art der Scheckung nur durch die Eizelle und nicht durch den Pollen weitergegeben wird. Demgegenüber berichtet *Renner* (1922) von Scheckung in Biennis-Kreuzungen, die auch durch den Pollen weitergegeben wird, und versucht das Verhalten der Kreuzungen mit dem Vorhandensein verschiedener Plastidensorten und Chromatophorenübertritt in die Eizelle zu erklären. In beiden Fällen handelt es sich um sogenannte plasmatische Vererbung und ihr Vorkommen bei ein und derselben Pflanzenart zeigt, dass ein eventueller Plastidenübertritt für den Charakter der Nachkommenschaft nicht massgebend sein kann.

Das Fehlen von Zellen mit beiderlei Sorten von Chromatophoren ist schon verschiedentlich der *Baur*schen Auffassung entgegengehalten worden, und mit Recht weist *Correns* darauf hin, dass scheinbar gegenteilige Angaben, wie die von *Gregory* (1915) nicht für sondern gegen die Erklärung des Zustandekommens der gescheckten Pflanzen durch vegetatives Aufspalten von zwei Plastidensorten sprechen. Ganz analoge Beobachtungen konnte ich an Pelargonien machen. Auf S. 59 wurde schon das Vorkommen von Übergangszellen bei den schwachen Schecken des Versuchs 2215 erwähnt. Solche Zellen fand ich noch verschiedentlich in bunten Kotyledonen in der Nähe der Grenze zwischen grünen und weissen Gewebepartien, ferner gelegent-

lich in den ersten sektorialbunten Laubblättern an den Serraturspitzen reinweisser Keile. Bestünde die Plastidentheorie zu Recht, so müssten kleine farblose und normalgrosse dunkelgrüne Plastiden in einer Zelle vereinigt sein, und derartige Fälle sind weder von anderen Autoren, noch von mir je beobachtet worden. Bei den beschriebenen Vorkommnissen handelt es sich ganz offensichtlich um einen vorübergehenden Entwicklungszustand, der nicht von Dauer sein kann. In farblosen Organen älterer Keimpflanzen oder der albotunicaten Stammpflanzen habe ich diese Sorte von Zellen bisher nie feststellen können.

Was für zweierlei Plastidensorten gilt, lässt sich in gleicher Weise auf die Annahme zweier bis zu einem gewissen Grad selbständiger Zytoplasmasorten und deren vegetative Aufspaltung durch inäquale Zellteilungen anwenden, wie das von *Correns* und mir bereits eingehend auseinandergesetzt worden ist.

Damit kommen wir wiederum zu dem Schluss, dass in den Zellen des Sprossscheitels der Bastardkeimpflanzen ein indifferenten Zustand enthalten sein muss, der später zu einer Entscheidung nach Weiss oder Grün führt.

Dass dieser Zustand sehr wesentlich im Plasma lokalisiert ist, das ergibt sich aus der Tatsache, dass die beiden reziproken Kreuzungen zwischen Weissrand und Grün so grundsätzlich verschieden ausfallen. Es ist ein starker Einfluss des Eiplasmas festzustellen, aus kranken Eizellen gehen bedeutend mehr Schecken hervor als aus gesunden. Das Plasma allein kann aber für das Zustandekommen des ganzen Erscheinungskomplexes nicht verantwortlich gemacht werden. Wäre dies der Fall und träte bei der Befruchtung der männliche Kern ohne jedes väterliche Plasma in das Ei, so wäre die Übertragung durch den Pollen nicht möglich. Aber gesetzt auch den Fall, es käme bei der Befruchtung andersartiges Plasma mit in die Eizelle, so wäre es auch hier wieder unverständlich, warum bei der Kombination Weissrand \times Grün die geringe Menge aus dem Pollenschlauch stammenden gesunden Plasmas eine so starke Wirkung äussert, dass etwa 50% der Bastardkeimlinge, bzw. etwa 90% des gesamten Bastardgewebes, rein grün wird, ohne dass bei der reziproken Kreuzung die weitüberwiegende Menge gesunden Plasmas das Auftreten jeglicher Schecken überhaupt unmöglich macht. Auch die Tatsache, dass bei ein und derselben Pflanzenspezies zwei Arten von Panaschüre vorkommen (der *St. albotunicatus* und der *St. evanidonicatus*), die sich in der Prozentzahl der Schecken bei den jeweiligen

reziproken Kreuzungen mit Grün so auffallend verschieden zeigen (vgl. S. 72), lässt sich durch reine Plasmawirkung nicht erklären, und das gleiche gilt für das Vorhandensein der Valenzunterschiede zwischen den einzelnen Stammpflanzen des *St. albotunicatus*.

Danach ist anzunehmen, dass auch dem Zellkern eine gewisse Bedeutung für das Zustandekommen der Panaschüre bei den Weissrand-Pelargonien zukommt.

Auf die Möglichkeit der Beteiligung des Kerns deutet schon die Tatsache hin, dass gewisse Arten von Mosaikbildung auf mendelnden im Kern lokalisierten Grundunterschieden beruhen, und dass es den albotunicaten Pelargonien im Aufbau völlig entsprechende Formen bei anderen Pflanzenarten gibt, wo die Farbunterschiede fraglos durch genotypische im Kern lokalisierte Verschiedenheiten bedingt sind. Hier sind vor allen Dingen die verschiedenen Mantelchimären bei *Arabis* und *Glechoma* von *Correns* (1909) zu erwähnen und ferner gehört der *St. aureoderms* bei unseren Pelargonien hierher.

Plasma und Kern müssen somit beide einen Anteil an dem Zustandekommen der ganzen Erscheinungskomplexe besitzen.

Diese Erkenntnis hat nun auf Grund des vorhandenen Tatsachenmaterials zu bestimmten Vorstellungen über das Wesen der Buntblättrigkeit bei den Pelargonien geführt, die als Arbeitshypothese für den ganzen Komplex der Panaschüre von Bedeutung sein dürften. Zunächst ist auch hier wieder prinzipiell zu unterscheiden zwischen der Übertragung der Buntblättrigkeit auf die Nachkommenschaft und der Auswirkung des durch die Befruchtung geschaffenen zellphysiologischen Zustandes auf das äussere Aussehen dieser Nachkommen.

An der Übertragung ist im wesentlichen nur der Kern beteiligt, und diese Wirkung des Kerns ist, wie oben auseinandergesetzt, nur an seiner später in Erscheinung tretenden Auswirkung zu erkennen. Ob mit dem Übertritt eines fremden Kerns bei solchen Bastardierungen auch eine Überführung väterlichen Plasmas stattfindet, ist zunächst unwesentlich. Die geringen Mengen von Zytoplasma, die hierbei eventuell in Frage kommen, spielen jedenfalls keine oder doch nur eine untergeordnete Rolle für das Aussehen der Nachkommenschaft. Festzuhalten ist, dass bei der Kreuzung verschiedenartiger Pelargonien der ♂ Kern eine Zustandsänderung im Plasma der Eizelle hervorruft. Wir haben dann beispielsweise bei der Kombination Weissrand \times Grün in der befruchteten Eizelle einen kranken mütterlichen Kern in krankem Plasma und einen gesunden väterlichen Kern (evtl. mit geringen Mengen gesunden Plasmas). Dieser Zustand kann

nicht von Dauer sein, es entspinnt sich zwischen den verschiedenartigen Teilen eine Konkurrenz, die sich in verschiedenem Aussehen der Bastardkeimlinge bzw. deren Gewebeteile äussert. Es kann der gesunde Kernanteil das kranke Plasma und den kranken Kern gesund machen, oder seinerseits durch diese gewissermassen angesteckt werden. Und umgekehrt kann ein kranker Kernanteil in einer gesunden Eizelle die gleichen Änderungen bewirken oder erleiden. Solche Verschiebungen führen dann zu grünen bzw. farblosen Geweben in den Keimlingen. Dass dieser Regenerations- bzw. Ansteckungsprozess sich nicht zwischen den beiden Kernanteilen allein abspielt, geht daraus hervor, dass das Plasma der Eizelle für den Phänotypus der Nachkommenschaft von Bedeutung ist, oder mit anderen Worten, es ist nicht gleichgültig für den Erfolg, ob sich der Umwandlungsprozess in krankem oder in gesundem Plasma abspielt. Kern und Plasma der Eizelle sind also gemeinsam beteiligt an der Beeinflussung des Eindringlings.

Bei der Kombination kranke Eizelle \times gesundem Pollen wird natürlich der kranke Zustand ein gewisses Übergewicht haben gegenüber dem gesunden, und das führt zu einem relativ hohen Gehalt an farblosem Gewebe in der Nachkommenschaft, umgekehrt ergibt die Kreuzung Grün \times Weiss eine stark grüne Deszendenz entsprechend dem Vorherrschen gesunder Zellbestandteile in der befruchteten Eizelle dieser Kombination.

Dieser Kampf zwischen den verschiedenen Bestandteilen in der Eizelle und in deren Deszendenten muss nun bald zu einem gewissen Gleichgewichtszustand im embryonalen Gewebe führen, bei dem alle Teile gleichmässig ein indifferentes Stadium erreichen, und dieser Gleichgewichtszustand kann sich unter Umständen im Meristem der Vegetationspunkte lange erhalten. Beim Altern der Zellen wird er aus noch unbekanntem Gründen in einen oder anderen Sinn verschoben und führt so von einem gewissen Stadium der Zellontogenie ab zu kranken oder gesunden Zellen, bzw. farblosen und grünen Zellkomplexen, deren Zustand dadurch nunmehr irreversibel fixiert ist. Aber auch im Meristem kann der indifferente Zustand allmählich eine Verschiebung in Gesund oder Krank erfahren, und führt dann zu vorzugsweise oder rein grünen bzw. weissen Organen und Pflanzen.

Verschiebt sich der indifferente Zustand allmählich nach der kranken Seite, so schreitet dieser Prozess wohl dauernd weiter und es entstehen weisse Seitensprosse, bei denen ein regelrechter Umschlag

in grün bei unserem Objekt wohl nicht mehr vorkommen kann, wenigstens konnte bisher an solchen Sprossen nie ein Auftreten normalgrüner Zellen beobachtet werden. Mit dieser allmählichen Verschiebung in Richtung eines definitiven Krankheitszustands im Meristem steht im Einklang, dass solche weisse Sprosse bei Bastarden in der ersten Zeit etwas mehr gelblich im Farbton sind als späterhin, wo sie völlig reinweisse Blätter erzeugen.

Andererseits führt eine Änderung des indifferenten Zustands im Meristem nach der gesunden Seite hin zu reingrünen Sprossen, und auch hier dauert es lange, bis die allmähliche Verschiebung eine völlige Gesundung des gesamten physiologischen Systems der Meristemzellen bewirkt hat. Das ist erkenntlich an dem gelegentlichen Auftreten kleiner reinweisser Zellkomplexe an Bastardpflanzen, die schon lange nur grüne Organe hervorgebracht hatten, und an dem seltenen Auftreten sehr schwacher Schecken bei Selbstbestäubung grüner Rückschlagäste. Im allgemeinen dürfte die Gesundung der Zellen des Sprossscheitels vollkommen geworden sein zu der Zeit, wenn die Pflanzen zu blühen beginnen, und das ganz besonders bei Bastardpflanzen, die ja infolge der Einführung gesunder Kernanteile durch die Kreuzung den grünen Rückschlägen von *Albotunicata*-Pflanzen gegenüber in einem gewissen Vorteil sind. Daher finden sich in der Nachkommenschaft geselbsteter Bastarde nie bunte Keimlinge.

Dass in solchen grünen bzw. grün gewordenen Bastarden der Zellmechanismus noch lange vom normalen Zustand abweichen kann, geht ferner aus gelegentlichen Beobachtungen in den letzten beiden Wintern hervor. Einzelne Pflanzen, die unter ungünstigen Temperatur- und Beleuchtungsverhältnissen gestanden hatten, zeigten gegen das Frühjahr zu an den Serraturspitzen der Blattränder ein eigentümliches gegen die grüne Spreite zu nicht scharf abgesetztes Ausbleichen, das oft fast zu reinem Weiss führte, ja einmal wurde sogar ein Exemplar beobachtet, dessen Blätter auf der ganzen Fläche so ausgebleicht waren, dass fast nur noch die Nerven grün gefärbt blieben. Und umgekehrt fanden sich unter ähnlichen Bedingungen verschiedentlich an Bastarden Rückschläge mit sonst reinweissen Blättern, bei denen die Serraturspitzen diffus grün gefärbt waren. In beiden Fällen nahmen die Pflanzen späterhin wieder ihr gewohntes Aussehen an. Welcherlei Bedingungen für das Auftreten solcher Erscheinungen massgebend waren, konnte im einzelnen nicht festgestellt werden.

Bisweilen bleibt der indifferente Zustand aber auch dauernd erhalten und führt dann aus vorderhand unbekanntem Gründen statt

zu der bisherigen mehr oder weniger sektorialen Anordnung der verschiedenfarbigen Gewebe zu Mantelchimären, die je nach den Bedingungen mehrweniger ausgedehnte grüne Partien im Zentrum und weisse Mantelteile aufweisen, oder aber es entstehen albonukleate Sprosse, invers panaschierte Chimären. Diese albonukleaten Mantelchimären zeigen im Gegensatz zu den albotunikaten eine gewisse Neigung, mit der Zeit in völlig grüne Gewächse überzugehen, eine Tatsache, auf die schon *Bateson* (1921) hingewiesen hat, und die ich selbst des öfteren beobachten konnte.

Was die Sexualzellen solcher Mantelchimären betrifft, so sind sie, wie bereits S. 73 ausgeführt wurde, in reifem Zustand offenbar dem typisch meristematischen Zustand der Sprossscheitelzellen schon soweit entrückt, dass in ihnen der ihrer peripheren Lage und Entstehungsweise entsprechende Zustand bereits manifest geworden ist, und so liefern Weissrand-Mantelchimären bei Selbstbestäubung nur weisse, invers panaschierte hingegen nur grüne Nachkommen. Benutzen wir solche Sexualzellen wiederum zu entsprechenden Kreuzungen, so wird dadurch von neuem ein indifferenten Zustand geschaffen und das ganze Spiel beginnt von vorne.

Über die zellchemischen Vorgänge, die hierbei eine Rolle spielen, wissen wir damit natürlich noch gar nichts und es ist lediglich möglich, rein bildlich zu einem Begriff zu gelangen, wie wir uns etwa die Wechselwirkung zwischen Kern und Plasma vorstellen können. So wäre z. B. denkbar, dass die Produktion gewisser Enzyme seitens des gesunden Kerns, die dem Plasma die Möglichkeit geben, die Chromatophoren ergrünen zu lassen, im kranken Kern eine Alteration erfahren hat, die nicht nur dem Plasma die Fähigkeit der Chlorophyllbildung nimmt, sondern es überhaupt in seinem Stoffwechselgetriebe anormal beeinflusst. Die Folge davon ist, dass das kranke Plasma den kranken Kern nicht in normaler Weise ernähren kann, und damit ist eine Regeneration solange ausgeschlossen, bis durch Kreuzung ein gesunder Kernanteil in das kranke System hineingebracht wird. Dieser gesunde Kernanteil vermag nun in manchen Fällen, soweit seine Reservestoffe das gestatten, dem kranken Plasma seinen normalen Stoffwechselbetrieb bis zu einem gewissen Grad wieder zu ermöglichen und damit ist dann weiterhin auch die Möglichkeit gegeben, dass der kranke Kernanteil von dem gesund gewordenen Plasma nun wieder entsprechend ernährt und seinerseits so allmählich regeneriert werden kann. Dass in den farblosen Zellen panaschiertes Gewächse in der Tat starke Verschiebungen der normalen Stoff-

wechselforgänge festzustellen sind, geht aus den Untersuchungen von *Pantanelli*¹⁾ (1905) und *Breslawez* (1922) hervor, die in farblosen Gewebeteilen gegenüber grünen Partien abweichende osmotische Verhältnisse, anderen Stickstoffgehalt und Änderungen im Gehalt an Fermenten, namentlich an oxydierenden Enzymen, feststellten. Ferner zeigen dies Versuche von *Ciamician* und *Ravenna* (1921), welche bei Bohnen durch Injektion von Alkaloiden und Alkaloidgaben durch die Wurzeln Panaschüre hervorrufen konnten.

Solchen Störungen in den Stoffwechselbeziehungen zwischen Kern und Plasma scheint ganz allgemein eine wesentliche Bedeutung für das Zustandekommen mancher Arten von Buntblättrigkeit zuzukommen. Das lässt sich aus den Fällen schliessen, wo bei Kreuzung zweier in ihren Chlorophyllcharakteren konstanter Rassen oder Arten regelmässig in der Nachkommenschaft eine mehr oder weniger ausgesprochene Panaschüre auftritt. *Dahlgren* (1923) kreuzte *Geranium bohemicum* mit ihrer Mutante *Geranium bohemicum deprehensum* und fand, dass die sämtlichen Nachkommen weissbunt gescheckt waren und sich dann weiterhin ganz ähnlich verhielten, wie die gescheckten Pelargonien-Sämlinge. Ferner ist hier zu erwähnen, dass bestimmte Oenotheren-Arten untereinander gekreuzt regelmässig einen mehr oder weniger hohen Prozentsatz an Schecken oder blassgefärbten nicht lebensfähigen Nachkommen ergeben, während die reziproken Kreuzungen diese Erscheinung oft nicht zeigen. Eine Reihe solcher Fälle führt *de Vries* (1913) an und *Renner* (1922) hat einige davon eingehender studiert. *Renner* deutet das Zustandekommen der beobachteten Erscheinungen damit, dass die Plastiden gewisser Arten sich mit bestimmten Kernkombinationen nicht vertragen und infolgedessen ihre Fähigkeit zum Ergrünen verlieren. Auch hier wird das Zustandekommen der Schecken mit Plastidenübertritt bei der Befruchtung und vegetativer Aufspaltung zu erklären versucht. Offenbar handelt es sich bei allen diesen Fällen um Störungen in den Stoffwechselforgängen nach Kreuzung gewisser Arten und Rassen, wobei das Resultat je nach der Richtung der Kreuzung, d. h. je nach der Kombination der verschiedenen Zellbestandteile verschieden ist. Diese Störungen werden mehr oder weniger leicht überwunden und können so zu bunten Nachkommen führen. Selbständige Plastidensorten und Plastidenübertritt bei der Befruchtung können auch hier zur Erklärung der Tatsachen nicht herangezogen werden.

¹⁾ Hier auch eine Reihe älterer Literaturangaben über ähnliche Befunde.

Die Kreuzungsversuche mit dem *St. albotunicatus* und dem *St. evanidotunicatus* zeigen, dass es sich hier nicht um eine echte Vererbung für eine bestimmte Sippe charakteristischer im Kern lokalisierter Anlagen handelt, sondern lediglich um die Übertragung eines reversiblen Krankheitszustandes von Kern und Plasma auf die direkten Nachkommen, und zwar ist es im wesentlichen der Kern, der diese Übertragung bewirkt, das Plasma spielt dabei nur insofern eine Rolle, als der jeweilige Zustand des Eiplasmas stark beteiligt ist am Ausfall des Phänotypus der Nachkommenschaft. Ob der Kern bei der Befruchtung väterliches Plasma mitbringt, ist dabei ziemlich gleichgültig, geschieht dies tatsächlich, so hat die geringe Menge so übertragenen Plasmas, wie die Versuche zeigen, für den Habitus der Nachkommenschaft nur eine untergeordnete Bedeutung.

Diese Erkenntnis wirft ein gewisses Licht auch auf die anderen bisher bekannt gewordenen Fälle von Panaschüre, die nicht den *Mendelschen* Gesetzen gehorchen. Es liegt nahe anzunehmen, dass es sich auch hier lediglich um die Übertragung eines Krankheitszustandes handelt und nicht um Vererbung im eigentlichen Sinn. Die bei den einzelnen Typen so ausserordentlich verschiedene Art und Weise des Verhaltens der Nachkommenschaft, lässt den Gedanken aufkommen, dass wir es hier im Prinzip immer mit gleichen oder ähnlichen Erscheinungen zu tun haben, die lediglich graduell voneinander verschieden sind, je nachdem, ob Kern und Plasma oder nur eines von beiden krank sind und je nach dem Grad der Krankheit.

So berichtet *Stomps* (1920) über eine Mantelchimäre von *Oenothera biennis* und *Correns* (1920) über eine weissrandige *Veronica gentianoides* (keine Mantelchimäre), die beide ihre Panaschüre überhaupt nicht auf die Nachkommen übertragen. Daran schliessen sich die Fälle von Buntblättrigkeit, wo die Krankheit nur durch die Mutter weitergegeben wird, und bei denen entweder nur farblose Keimlinge auftreten (st. leucodermis, *Correns* 1919b), oder neben farblosen auch grüne und gescheckte in sehr wechselnden Verhältnissen (*Mirabilis* u. a., *Correns* 1909; *Antirrhinum*, *Baur* 1911; *Primula*, *Gregory* 1915 u. a.), ferner solche, wo bei rein mütterlicher Weitergabe stets nur Schecken auftreten (*Humulus*, *Winge* 1919). Und weiter das Beispiel von *Capsicus* (*Ikeno* 1916), das die Möglichkeit einer Übertragung auch durch den Pollen zeigt, ohne dass dabei Mendelverhältnisse zutage träten. Hier spielt sicher der Kern eine wesentliche Rolle. Es wäre denkbar, dass die Funktionsstörungen, die in den ersten Fällen sich nur im

Plasma zeigen, allmählich den Kern in Mitleidenschaft ziehen und dass die Krankheit des Kerns schliesslich einen solchen Grad erreicht, dass sie nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Damit wäre dann der Zustand im Kern endgültig fixiert, und nunmehr lassen sich bei der Übertragung der Krankheit mehr oder weniger genaue Mendelzahlen feststellen, d. h. die Krankheit, die vorher nur übertragen wurde, ist jetzt erblich fixiert und in den Genotypus der Sippe aufgenommen. Fälle, die den *Mendelschen* Regeln folgen, aber deutlich Abweichungen zeigen, sind ja ebenfalls bekannt, so die Albovariabilis-Sippe von *Capsella*, bei der ja schon *Correns* (1909) von einem reversibel kranken Gen spricht. Hier wären wohl auch die Typen zu erwähnen, die sich durch eine mehr oder weniger starke Labilität ihrer Farbstoffgene auszeichnen und die von einem indifferenten Zustand im Meristem aus zu Mantelchimären führen, wie unser *Pelargonium aureodermis* oder die Weissrandformen von *Antirrhinum* bei *Baur* (1923) und der *St. pseudoleucodermis* bei *Arabis* (*Correns* 1919). Den Beschluss der Entwicklungsreihe bilden dann solche Formen wie die *Lunaria albomarginata* (*Correns* 1909) und die *Albomarmorata*- und *Albopulverea*-Sippen von *Tropaeolum* und *Ipomoea* (*Correns* 1920), sowie von *Plantago* (*Ikeno* 1917), bei denen die Scheckung nach dem einfachen monohybriden Schema vererbt wird.

Hiermit begeben wir uns jedoch auf ein äusserst hypothetisches Gebiet und ob wirklich in der angedeuteten Richtung Zusammenhänge bestehen, müssen künftige Untersuchungen zeigen. Auf einen Punkt möchte ich jedoch noch aufmerksam machen. Alle bisher bekannt gewordenen Fälle zweifelloser Vererbung durch das Zytoplasma beziehen sich auf Panaschüre. Die vorstehenden Erörterungen machen es wahrscheinlich, dass es sich hier überall um Krankheitserscheinungen handelt, bei denen nicht Vererbung im eigentlichen Sinn, sondern nur Übertragung eines reversiblen Zustandes vorliegt. Es liegt mir fern, die Möglichkeit der Vererbung genotypischer Charaktere durch das Plasma prinzipiell abstreiten zu wollen, erweist sich aber die hier wiedergegebene Auffassung dieser Fälle als reversible Krankheitszustände als richtig, so verlieren wir damit die letzten positiven Daten für eine Beteiligung des Zytoplasmas an echten Vererbungsvorgängen.

Die Kreuzungsversuche mit Weissrand-Pelargonien hatten zu dem Schluss geführt, dass im Vegetationspunkt der gescheckten Bastarde ein indifferenter Krankheitszustand besteht, der sich bei grün werdenden Exemplaren allmählich nach der definitiv gesunden, bei weiss werdenden

nach der definitiv kranken Seite verschiebt, während beim Zustandekommen von Mantelchimären ein indifferenten Gleichgewichtszustand dauernd erhalten bleibt. Es wäre nun a priori vielleicht denkbar, dass sich auch bei den letzteren in einzelnen selbständigen Zellschichten des Sprossscheitels verschiedene definitive Zustände herausgebildet hätten, und dass aus solchen Vegetationspunkten je nach der Art der Überlagerung der einzelnen Schichten die verschiedenen Chimären zustande kämen. Wir hätten es dann bei diesen Individuen mit Periklinalchimären im Sinne *Baurs* zu tun. Es muss jedoch auch für diese Formen in sämtlichen Zellen des Sprossscheitels ein indifferenten Zustand angenommen werden, der erst späterhin zu einer Entscheidung in grüne und farblose Gewebsanteile führt, da, wie ich 1922 zeigte, die Anordnung der verschiedenfarbigen Gewebepartien bei unseren Pelargonien nicht durch Wachstum nach Art einer diplochlamyden Periklinalchimäre zustande kommen kann.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die sich auf ein sehr grosses anatomisches Material und auf eine Reihe von Beobachtungen stützen, welche mit der Theorie der Periklinalchimären schlechterdings nicht in Übereinstimmung zu bringen sind, haben von seiten *Baurs* eine auffallend scharfe Kritik erfahren (1923). Dass meine Befunde zu der bisher allgemein verbreiteten Ansicht über die Entwicklung der einzelnen Blattpartien aus den verschiedenen Schichten des Sprossscheitels im Widerspruch stehen, ist kein Beweis gegen den Ausfall meiner Untersuchungen. Die Verallgemeinerung *Baurs*, dass es nach seinen Erfahrungen überhaupt unmöglich sei, einwandfrei festzustellen, aus welchen Schichten des Vegetationspunktes sich die einzelnen Teile des Blattes herleiten, ist sicher verfrüht, denn nach meinen Erfahrungen, die sich nicht nur auf die Objekte der in Frage stehenden Arbeit erstrecken, ist eine derartige Entscheidung in einer Reihe von Fällen sehr wohl möglich. Wenn *Baur* auf Grund seiner Beobachtungen zu dem Ergebnis gekommen ist, dass bei Pelargonium mehr als eine subepidermale Schicht des Scheitels am Aufbau des Mesophylls beteiligt ist, so dürfte dieser Irrtum darauf beruhen, dass gerade das Studium der allerersten Stadien der Blatthöckerentstehung am Sprossscheitel weitaus am kompliziertesten ist. Demgegenüber habe ich die ganze Ontogenie des Blattes in meine Untersuchungen einbezogen, und die Resultate, die in den verschiedenen Altersstadien und bei den verschiedenen Schnittrichtungen erhalten wurden, stimmen derart vollkommen miteinander überein, und geben ein so abgeschlossenes Bild der zum Aufbau der Spreite führenden Zellteilungsvorgänge,

dass von voreiligen Schlüssen und falschen Ergebnissen doch wohl ohne weiteres nicht gut die Rede sein kann. Diese gute Übereinstimmung der Befunde im Laufe der gesamten Blattentwicklung wird jedoch von *Baur* nicht erwähnt, ebensowenig die Ergebnisse der Untersuchung bunter Bastardkeimpflanzen, aus welchen hervorgeht, dass auch hier eine sektorale Anordnung definitiv charakterisierter Zellen am Vegetationspunkt für die Anordnung der weissen und grünen Gewebepartien an den fertigen Organen gar nicht in Frage kommen kann. Das Hauptargument, das *Baur* für die Richtigkeit seiner Periklinalchimärentheorie ins Feld führt, ist die gute Übereinstimmung derselben mit den Vererbungsexperimenten. Diese Anschauung basiert ihrerseits auf einer zweiten Hypothese, auf dem Vorhandensein zweier selbständiger Sorten von Plastiden. Dass aber eine Erklärung der vorliegenden Verhältnisse auf Grund von kranken und gesunden Chromatophoren nicht möglich ist, ergibt sich, wie wir sahen, zweifellos aus *Correns'* und meinen Erörterungen.

Zur Stütze meiner Auffassung, dass auch in den Meristemzellen der Mantelchimären eine definitive Entscheidung über das künftige Aussehen der Zellen noch nicht gefallen ist, seien noch einige Beobachtungen angeführt. In Ergänzung zu meinen früheren Befunden wurde versucht, über die Zellteilungsvorgänge, die zur Bildung der Achselknospen führen, einigen Aufschluss zu erhalten. Hierzu wurden Achsenstücke von Weissrand-Pelargonien mit dem Ansatz junger Blattstiele so zurechtgeschnitten, dass es nach dem Einbetten nicht schwer war, die Schnittführung parallel zu der durch Blattstiel und Achse führenden Medianebene zu orientieren. Die Resultate, die auf Grund zahlreicher Schnittserien erhalten wurden, gaben ein durchaus einheitliches Bild der zu Achselknospenentwicklung führenden Zellteilungsvorgänge. Da sie im wesentlichen nichts Neues gegenüber meinen früheren Untersuchungen bringen, so will ich diese Befunde nur kurz mitteilen und nur mit wenigen Abbildungen belegen.

In den jüngsten Stadien, zu einer Zeit, wo die Gliederung der Blattspreite schon völlig abgeschlossen ist, findet sich an der Stelle, wo die Achselknospe in die Erscheinung treten wird, lediglich eine Partie meristematischer Zellen, die sich von den umliegenden durch ihren starken Plasmagehalt auszeichnen. Sie sind meist kleiner als die in ihrer Differenzierung schon ziemlich weit vorgeschrittenen Nachbarzellen, fügen sich aber deren Schichtenbildung völlig ein. Das erste Anzeichen beginnender Weiterentwicklung ist daran zu erkennen, dass in der zweiten subepidermalen Schicht und tiefer tangen-

tiale Wände auftreten, wie das in Figur 3 und 4 zu sehen ist. Gleichzeitig beginnt die junge Knospenanlage sich emporzuwölben.

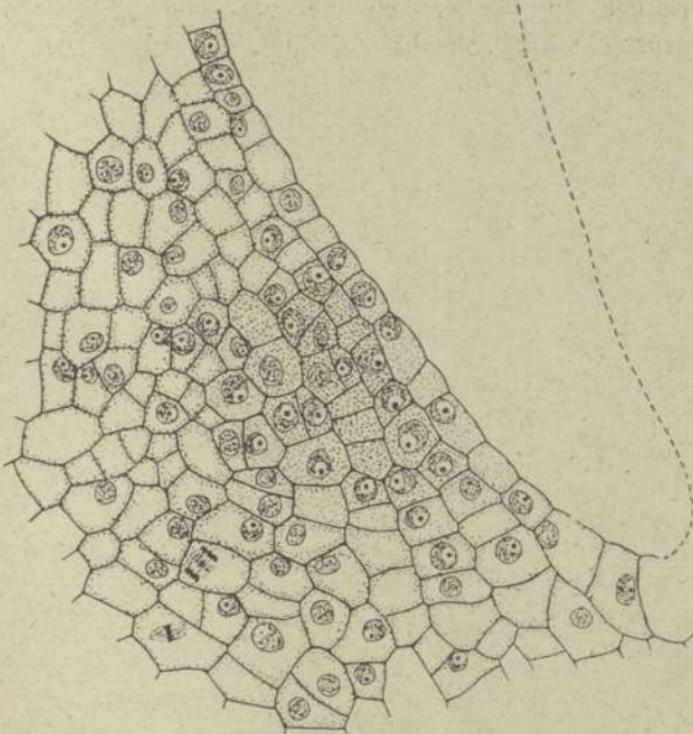


Fig. 3.

Diese Teilungen nehmen an Zahl zu und zwar hauptsächlich in der dritten subepidermalen Zelllage und den tiefer liegenden Gewebepartien, die eine saubere Schichtung nicht mehr erkennen lassen. Die subepidermale Lage selbst bleibt vorderhand frei von tangentialen Teilungen. Durch diese Zellvermehrungen im Innern der Knospenanlage entsteht ein kleiner Höcker, der infolge der lebhaften Teilungen im Innern eine Anordnung der Zellen in distinkte Lagen unterhalb der subepidermalen Schicht bald nicht mehr erkennen lässt. Sehr früh treten nun am Rande

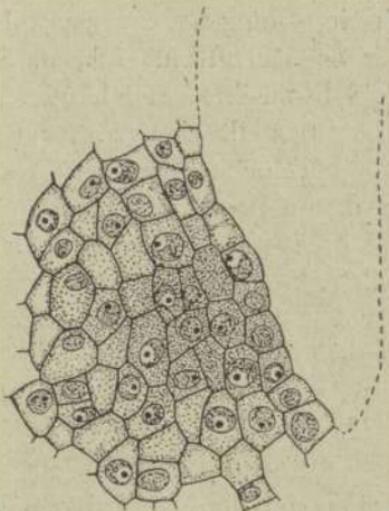


Fig. 4.

des Höckers in der subepidermalen Lage tangentielle Wände auf, die zu Verdoppelungen in dieser Schicht und zum Emporwölben der ersten Blattanlagen führen. Und von nun an entsprechen die Teilungsvorgänge in der jungen Achselknospe völlig denen, die sich am Sprossscheitel beobachten liessen, die subepidermale Schicht

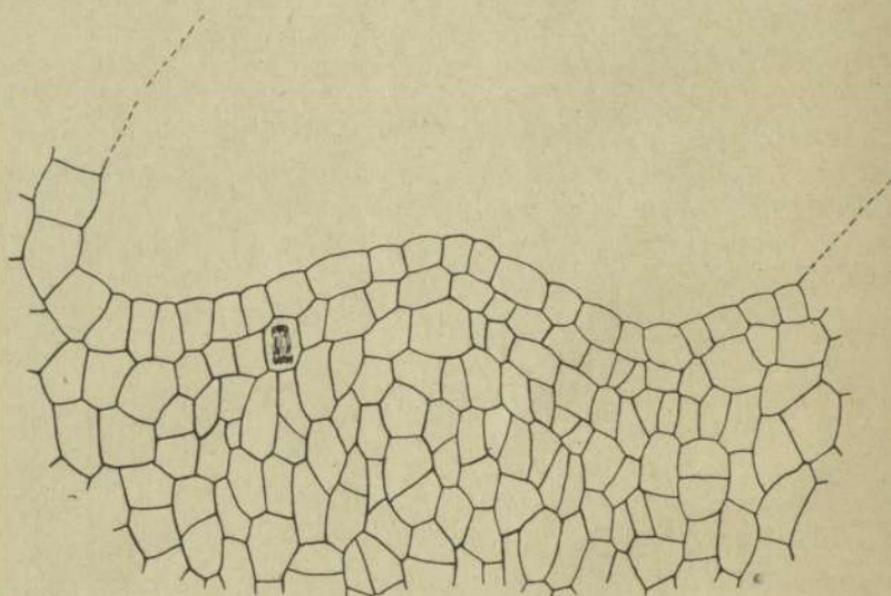


Fig. 5.

erfährt etwas unterhalb des Gipfels des Sprossscheitels zahlreiche Verdoppelungen, die zur Bildung der Blattanlagen und zum Aufbau der primären Rinde führen. Solche Verdoppelungen wurden in grosser Zahl beobachtet und häufig fanden sich auch entsprechende Mitosen. Figur 5 stellt einen Fall dar, wo in der subepidermalen Schicht seitlich der Höckerspitze gerade die erste Verdoppelungsteilung eingeleitet wird. In Figur 6 finden wir ein etwas älteres Stadium, bei dem bereits die Anlage des ersten Laubblattes stark in die Erscheinung tritt. Am linken Hang des Scheitels sind einige tangentielle Wände in der Subepidermalen zu erkennen und in dem jungen Blatthöcker zeigen mehrere Verdoppelungen verschiedenen Alters wie auch hier die junge Blattanlage aus der subepidermalen Schicht des Vegetationspunktes hervorgewölbt wird. In beiden Fällen handelt es sich um Medianschnitte durch die Achselknospe. Die zahlreichen späteren Stadien, die sich in meinen Präparaten finden, bringen gegenüber den Vorgängen der Blattentwicklung am Sprossvegetationspunkt nichts Neues, überall wurden die

gleichen Erscheinungen beobachtet wie dort und zahlreiche Mitosen zeigen, dass auch hier die gesamte Masse des wachsenden Blatthöckers durch das seinerzeit eingehend beschriebene Spitzenwachstum gebildet wird.

Hieraus ist zu ersehen, dass zwar an der Entstehung der ersten Anlage der Achselknospe die zweite und die tieferen Zellagen allein beteiligt sind, dass aber sehr bald in der subepidermalen Schicht selbst, seitlich am jungen Scheitel, Verdoppelungen auftreten, die genau in der gleichen Weise zur Bildung der Blattanlagen und der primären Rinde führen, wie das bereits für die Bildungsvorgänge am Sprossscheitel festgestellt werden konnte.

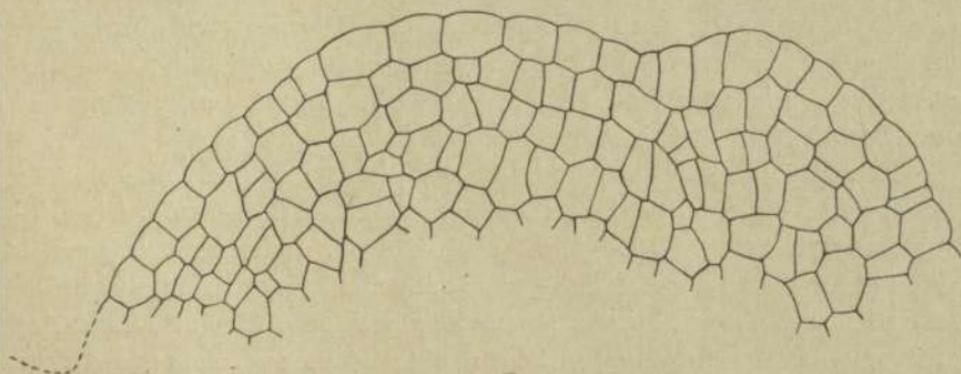


Fig. 6.

An diese Befunde reihen sich nun eine Anzahl Beobachtungen, die ihrerseits die definitive Charakterisierung der einzelnen Schichten im Sprossscheitel ausschliessen. Ob es sich dabei um Krankheitszustände des Plasmas, oder um stark labile im Kern lokalisierte Erbanlagen handelt, ist dabei gleichgültig. Auf das Auftreten der grünen Partien im gelbgrünen Rand der Aureodermispflanzen ist schon S. 47 hingewiesen worden, ebenso auf den Umschlag in Grün, der bisweilen bei Aurea-Rückschlägen zu beobachten ist. Dass auch in grünen Rückschlägen das Vermögen zur Bildung andersartiger Zellen zum mindesten anfangs noch nicht erloschen ist, zeigen die besprochenen diffusen Schecken der Aureodermis-Sippe und das Auftreten schwach bunter Nachkommen bei Selbstbestäubung grüner Rückschläge der *Albotunicata*-Pflanzen.

Ebenso gehören hierher die Fälle, bei denen an albotunicaten Stammpflanzen basal Seitensprosse auftraten, die zu Anfang äusserlich sektorial bunte Blätter trugen, dann aber rein grün wurden.

Solche Achselsprosse stimmen im Aussehen völlig überein mit den scheinbaren Sektorialchimären bunter Bastardkeimlinge.

Ferner ist hier die Art und Weise zu erwähnen, wie invers panaschierte, albonucleate Mantelchimären in meinen Kulturen aufgetreten sind. Bisweilen erschienen sie an bunten Sämlingen unvermittelt in der Achsel von Laubblättern, die in der verschiedensten Weise sektorial bunt waren, in anderen Fällen waren diese Stützblätter selbst schon ganz oder teilweise albonucleat. Verschiedentlich nahmen die Hauptachsen solcher bunter Keimlinge selbst, mehr oder weniger plötzlich, invers panaschierten Charakter an, ohne dass dabei Erscheinungen zu beobachten gewesen wären, die auf eine Verschiebung definitiv charakterisierter Schichten im Sprossscheitel zu schliessen erlaubt hätten. Das Auftreten albonukleärer Sprosse und Sprosstiele an albotunicaten Pflanzen habe ich bisher nicht beobachtet; dass dies aber gelegentlich auch bei Pelargonien vorkommt, zeigen die Angaben von *Baur* (1909) und *Dahlgren* (1921).

Diese invers panaschierten Pflanzen bieten nun noch eine weitere Besonderheit, die mit der Periklinalchimärentheorie nicht in Übereinstimmung zu bringen ist. Die Achsen solcher Individuen erscheinen oft, abgesehen von unregelmässigen schmalen grünen Streifen, äusserlich völlig farblos, obwohl auch sie dem sehr breiten tiefgrünen Rand der Blätter entsprechend einen kräftigen mindestens zwei Zelllagen dicken Mantel von normalgrünem Gewebe aufweisen müssen, ein Verhalten, das auch schon *Bateson* (1919) beobachten konnte. Stellt man Querschnitte durch solche Sprosse her, so ist festzustellen, dass sämtliche Zellen der subepidermalen Schicht kleine ganz schwach grün gefärbte Plastiden enthalten, die an Grösse und Intensität der Färbung weit hinter denen normalgrüner Zellen zurückstehen. Das übrige zentrale Gewebe ist völlig farblos. Nur an den wenigen Stellen, wo schon äusserlich schmale und wechselnde grüne Striche zu erkennen sind, enthalten die Zellen der äusseren Rindenschichten grosse dunkelgrüne Chlorophyllkörner und hier haben auch diejenigen der ersten subepidermalen Zelle in plötzlichem Gegensatz zu den Nachbarzellen grosse normal ausgebildete Chloroplasten. Die bunten Mantelpartien der Blattspreite führen ebensolche gut ausgebildeten Plastiden. Wenn alle diese Teile sich aus einer definitiv charakterisierten subepidermalen Schicht des Sprossscheitels entwickeln, so ist nicht einzusehen, warum die Deszendenten in den äusseren Partien der Blattlamina alle ohne Unterschied normale Chloroplasten führen, während die subepidermale Schicht in der Sprossachse derart kleine und schwach gefärbte Plastiden enthält, zumal das Vor-

kommen dunkelgrüner schmaler Streifen deutlich zeigt, dass unter Umständen auch in diesen Zellen die Chromatophoren typische Ausbildung erfahren können.

Die eigenartigen Zellen der subepidermalen Schicht solcher Achsen erinnern sehr stark an die auf S. 49 beschriebenen Übergangszellen und lassen deutlich erkennen, dass wir es auch hier mit einem veränderlichen Krankheitszustand zu tun haben und nicht mit selbständigen Schichten definitiv charakterisierter Zellen.

Alle diese Beobachtungen stimmen nicht mit der Periklinalchimärentheorie überein und bestätigen den Schluss, dass auch bei den Mantelchimären in den Zellen des Sprossscheitels beide Farbcharaktere gemeinsam in indifferentem Zustand enthalten sind.

Zusammenfassung einiger Ergebnisse.

Über die Resultate der Kreuzungsversuche vergleiche die Zusammenfassungen auf S. 53 und 70.

In den Sprossscheitelzellen der Aureodermis-Pflanzen befindet sich ein Farbstoffgen in labilem indifferentem Zustand und erst beim Übergang der einzelnen Zellen vom meristematischen zum halbmeristematischen Charakter wird der labile Zustand des Gens nach der einen oder anderen Seite fixiert. In den Sexualzellen ist dieser Determinationsprozess schon soweit fortgeschritten, dass ein Umschlagen des Gens im allgemeinen nicht mehr in Frage kommt, und daher sind die Nachkommen der Aureodermis-Pflanzen einfarbig und folgen in ihren Zahlenverhältnissen den *Mendelschen* Regeln.

Die Versuche mit dem St. *albotunicatus* und *evanidotunicatus* zeigen, dass das Zustandekommen der Schecken nicht durch die Annahme zweierlei Sorten von Plastiden und Plastidenübertritt bei der Befruchtung erklärt werden kann. Kern und Plasma sind an dem Zustandekommen der Erscheinung in gleicher Weise beteiligt. Es handelt sich um einen indifferenten reversiblen Krankheitszustand beider Zellbestandteile, der im Laufe der Zellontogenie zu einem irreversibel kranken oder gesunden Zustand der einzelnen Gewebelemente führt. Der indifferente Zustand im Meristem kann sich mit der Zeit völlig nach der kranken oder der gesunden Seite verschieben, und so entstehen reinweise bzw. reingrüne Sprosse, oder er kann dauernd erhalten bleiben und führt dann zu Mantelchimären der verschiedensten Art.

Die Sexualzellen dieser Mantelchimären sind dem indifferenten Zustand des Sprossscheitel-Meristems bereits weitgehend entrückt

und haben denjenigen Charakter angenommen, der den Mantelpartien der verschiedenen Chimärenarten entspricht. Sie geben daher bei Selbstbestäubung nur Nachkommen ihresgleichen, bei entsprechenden Kreuzungen jedoch wird durch Zusammentreffen gesunder und kranker Gameten wieder ein indifferenten Zustand geschaffen, der sich nun wiederum im Auftreten von Schecken äussert. Es liegt somit kein Fall von echter Vererbung vor, vielmehr handelt es sich lediglich um die Weitergabe eines reversiblen Krankheitszustandes.

Diese Erkenntnis erlaubt Schlüsse auf das Wesen anderer Arten nichtmendelnder Buntblättrigkeit, die vermutlich alle auf ähnlichen nur graduell von den vorliegenden Fällen verschiedenen Krankheitserscheinungen beruhen.

Die Drucklegung der Arbeit geschah mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften in Würzburg, wofür ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen möchte.

Würzburg, im März 1924.

Literaturverzeichnis.

- Bateson, W.*: Studies in Variagation I. Journal of Genetics, Bd. 8. 1919.
- Derselbe*: Root-Cuttings and Chimaeras II. Ebenda. Bd. 11. 1921.
- Baur, E.*: Untersuchungen über die Erblchkeitsverhältnisse einer nur in Bastardform lebensfähigen Sippe von *Antirrhinum majus*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 25. 1907.
- Derselbe*: Die Aurea-Sippen von *Antirrhinum majus*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungsl. Bd. 1. 1909.
- Derselbe*: Das Wesen und die Erblchkeitsverhältnisse der Varietates albomarginatae hort. von *Pelargonium zonale*. Ebenda. Bd. 1. 1909.
- Derselbe*: Untersuchungen über die Vererbung von Chromatophorenmerkmalen bei *Melandrium*, *Antirrhinum* und *Aquilegia*. Ebenda. Bd. 4. 1911.
- Derselbe*: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 5.—6. Aufl. Berlin 1922.
- Derselbe*: Referat über *Noack* 1922. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre. Bd. 31. 1923.
- Breslawez, L. P.*: Über Peroxydase bei buntblättrigen Pflanzen. Zeitschr. d. Mosk. Abt. d. Russ. Bot. Ges. Bd. 1. 1922. (Nach Ref. Bot. Zentralbl. 1923, Bd. 3.)
- Cianician, G.* und *Ravenna, C.*: Sul significato biologico degli alcaloidi nelle piante. Bologna 1921. (Nach Ref. Bot. Zentralbl. 1923. Bd. 2.)

- Correns, C.*: Vererbungsversuche mit blass(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunnaria annua*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre. Bd. 1. 1909.
- Derselbe*: Der Übergang aus einem homozygotischen in einen heterozygotischen Zustand im selben Individuum bei buntblättrigen und gestreift blühenden *Mirabilissippen*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 28. 1910.
- Derselbe*: Zur Kenntnis einfacher mendelnder Bastarde. Sitzungsber. d. pr. Akad. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Kl. 28. Febr. 1918.
- Derselbe*: Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen I. Ebenda. 19. Juni. 1919 a.
- Derselbe*: Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen II. Ebenda. 23. Okt. 1919 b.
- Derselbe*: Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen III—V. Ebenda. 5. Febr. 1920.
- Derselbe*: Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen VI, VII. Ebenda. 2. Febr. 1922.
- Dahlgren, O.*: *Pelargonium*-chimär. Svensk. bot. Tidskr. Bd. 15. S. 171. 1921.
- Derselbe*: *Geranium bohemicum* × *Geranium bohemicum deprehensum*, ein grün-weiss marmorierter Bastard. Hereditas. Bd. 4. 1923.
- Gregory, R. P.*: On Variegation in *Primula sinensis*. Journal of Genetics. Bd. 4. 1915.
- Ikeno, S.*: Studies on the hybrids of *Capsicum annum* II. Ebenda. Bd. 5. 1916.
- Derselbe*: Variegation in *Plantago*. Genetics. Bd. 2. 1917.
- Noack, K. L.*: Untersuchungen über die Individualität der Plastiden bei *Phanerogamen*. Zeitschr. f. Botanik. Bd. 13. 1920.
- Derselbe*: Entwicklungsmechanische Studien an panaschierten *Pelargonien*. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 61. 1922.
- Pantaneli, E.*: Über Albinismus im Pflanzenreich. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. Bd. 15. 1905.
- Renner, O.*: Eiplasma und Pollenschlauchplasma als Vererbungsträger bei den *Oenotheren*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre. Bd. 27. 1922.
- Stomps, Th. J.*: Über die verschiedenen Zustände der *Pangene*. Biolog. Zentralbl. Bd. 37. 1917.
- Derselbe*: Über zwei Typen von Weissrandbunt bei *Oenothera biennis*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre. Bd. 22. 1920.
- de Vries, H.*: Gruppenweise Artbildung. Berlin. 1913.
- Willstätter, E. und Stoll, A.*: Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin 1918.
- Winge, Ö.*: On the non-mendelian inheritance in variegated plants. C. R. des trav. du Lab. Carlsberg. Bd. 14, Heft 3. 1919.

VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.

N. F. BAND 49.

NR. 3.

SITZUNGSBERICHTE.

V.—IX. SITZUNG.

WÜRZBURG.

VERLAG DER PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT.

DRUCK UND KOMMISSIONSVERLAG DER UNIVERSITÄTSDRUCKEREI H. STÜRTZ A. G.

1924.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<i>J. Beckenkamp</i> : Die elementaren Bausteine der Kristalle	95
<i>Ernst Redenz</i> : Versuch einer biologischen Morphologie des Nebenhodens .	97
<i>H. Rein</i> : Über die Elektromose überlebender menschlicher Haut und ihre Anwendung in der Medizin	105
<i>R. Schoen</i> : Die Wirkungsweise des Acetylens als Betäubungsmittel . . .	109
<i>C. J. Gauss</i> : Die klinische Anwendung der Narcylen-Betäubung in der Gynäkologie	110
<i>H. Behrendt</i> : Über Schmerzlinderung bei der Geburt mit Narcylen . . .	111
<i>Eugen Kirch</i> : Über Wesen und Entstehung der xanthomatösen Geschwülste	120
<i>E. Wöhlisch</i> : Untersuchungen über Isohämagglutination, d. h. die gruppen- mässige Agglutination menschlicher Erythrozyten durch Menschenserum	125
<i>E. Gabbe</i> : Über die Entstehung der Insulinkrämpfe	128
<i>A. Foerster</i> : Über einen aus dem Pankreas gewonnenen, den Blutdruck senkenden Körper	136
<i>Werner Schulze</i> : Über die Beziehungen der Blutgefässe zu ihrer Umgebung in den roten und weissen Lymphknoten, in den peripheren Lymphknötchen und in der Milz	140
<i>G. Kühl</i> : Über Blutumsatz	151

Die elementaren Bausteine der Kristalle.

Von

J. Beckenkamp.

Christian Huyghens nahm 1772 an, dass die Bausteine der Kristalle des Kalkspates Rotationsellipsoide seien, deren Rotationsachse sich zur Äquatorachse verhalte wie 1:8, und welche nach dem Prinzip der dichtesten Packung angeordnet seien (vgl. *J. Beckenkamp*, Statische und kinetische Kristalltheorie I, 1913, S. 31). *R. J. Haüy* betrachtet als die Bausteine der Kristalle 1781:

1. Tetraide; zwischen je acht massiv gedachten Tetraiden liegt ein leeres Oktaid;
2. massiv gedachte trigonale Prismen mit senkrechten Endflächen;
3. massiv gedachte Hexaide (Parallelepiped).

Durch lückenlose Anlagerung dieser „integrierenden Molekeln“ soll der Kristall zustande kommen (vgl. ebenda S. 32).

Ich nahm (*Zeitschr. f. Krist.* 1906, 42, 464 u. ff.) als Bausteine der Kristalle die chemischen Atome an. Nach der neueren Auffassung bestehen diese aus den positiven Kernteilen, welche durch die „inneren“ negativen Elektronen zusammengehalten werden, den „mittleren“ negativen Elektronen und den „äusseren“ negativen („Valenz-“)Elektronen. Die Summe der positiven Elektrizität eines Atoms ist absolut genommen gleich der Summe der negativen Elektrizität. Die mittleren und inneren Elektronen einerseits und die positiven Kernteile andererseits liefern miteinander eine Fläche mit dem Potential 0. Auf dieser elektrisch neutralen Fläche bewegen sich die Valenzelektronen. Von der Deformation der elektrisch neutralen Sphäre mit dem Potential 0 möge abgesehen werden. Diese Fläche, welche in ihrem Innern die positiven Kernteile, sowie die inneren und mittleren negativen Elektronen bzw. auf ihrer Oberfläche die negativen Valenzelektronen enthalten, betrachte ich als die Oberfläche des Atoms, welche einen Baustein des Kristalls darstellt. Unter dem ausschliesslichen Einfluss

der von den positiven Kernteilen ausgehenden Gravitation würden sich diese Bausteine nach dem Prinzip der dichtesten Packung anordnen, also entweder nach dem Grundtypus α_1 oder nach dem Grundtypus β_1 . Für beide ist das Tetraeder die primäre Grundform. β_1 findet sich nur bei den Elementen der 2., 4. und 8. Reihe des periodischen Systems.

Eine grössere Mitteilung über dieses Thema erscheint in einer Fachzeitschrift. (Vgl. auch: Über die Atomanordnung der kristallisierten Elemente, Verhandl. Phys. Med. Ges. 1922, Bd. 47, Heft 2).

Beim Benzolmolekül bilden die Schwerpunkte solcher elektrisch neutraler Sphären einen sechsgliedrigen Ring mit ditrigonal-skalenoedrischer Symmetrie, wobei die H-Atome höchstwahrscheinlich in einer zur Hauptachse senkrechten Ebene liegen. Die Strichnatur der chemischen Valenzkraft wird hierbei durch die Grundgesetze der Elektrostatik ersetzt, die strittige Frage nach der Lage der vierten Valenz fällt fort.

V. Sitzung vom 8. Mai 1924.

Versuch einer biologischen Morphologie des Nebenhodens.

Von
Ernst Redenz.

Bei der Betrachtung des Magen-Darmtraktus ist die ausserordentliche Länge des Darmes, seine Schleifen- und seine Zottenbildung für den Betrachter nicht besonders auffallend, weil die über die Funktion des Darmes bekannten Tatsachen ohne weiteres seine Formbildung verstehen lassen. Ein ganz ähnliches Bild bietet der Nebenhoden. Die reifen Geschlechtsprodukte nehmen den Weg aus dem Hoden durch die Ductuli efferentes in den sehr langen, ausserordentlich stark aufgeknäuelten Nebenhodengang. Durch die Arbeit von *Hammar* wissen wir, dass der Nebenhoden ein sekretorisches Organ darstellt. Doch führte diese Kenntnis bisher in keiner Weise zu einem Verständnis der Form. Ich legte mir die Frage vor, ob der Nebenhoden als eine der vielen akzessorischen Geschlechtsdrüsen aufgefasst werden kann, oder ob ihm eine andere bedeutsame Rolle zukommt. Als Besonderheit schien mir beachtenswert, dass wir im Nebenhoden eine zwischengeschaltete Drüse vor uns haben, deren Drüsenschlauch die Produkte einer anderen Drüse passieren müssen, und dass nicht, wie z. B. bei der Speicheldrüse, Produktions- und Verwendungsort verschieden sind, sondern dass das Sekret an Ort und Stelle der Absonderung verwendet wird. Diese Überlegung hat mich bei meinen Versuchen stets geleitet. Es war meine Aufgabe, die an den Spermien in Erscheinung tretenden Veränderungen vor und nach der Passage des Nebenhodenganges zu untersuchen.

Es zeigte sich nach den ersten Versuchen, dass für die Untersuchungen nur der Hoden und Nebenhoden grösserer Schlachttiere verwendet werden konnte. Die mitgeteilten Ergebnisse beziehen sich

in der Hauptsache auf den Hoden und Nebenhoden des Stiers. Hier sind die Entnahmebedingungen am günstigsten.

Die Spermien des Rete testis besitzen alle dem reifen Spermium zugeschriebenen Kennzeichen. Sie haben einen Kopf mit Kopfkappe, ein Halsstück, Verbindungsstück und Hauptstück des Achsenfadens und zeigen das *Retziussche* Endstück. Sie tragen als Unterscheidungsmerkmal gegenüber den Spermien des Nebenhodenschweifes am oberen Teil des Verbindungsstückes einen Protoplasmatropfen, der in der Literatur als Abschnürung von der Spermatide gedeutet wird. Die Lage dieses Tropfens wechselt: die Spermien des Nebenhodenschweifes zeigen diesen Protoplasmatropfen, falls nicht bei starker Beanspruchung der Generationsorgane eine stürmische Spermio-genese statthat, stets am distalen Ende des Verbindungsstückes. Diese Wanderung des Protoplasmatropfens scheint zwangsläufig abzulaufen. Die Versuche von *Peter*, der das Verbindungsstück als den Motor für die Bewegungserregung erkannte, habe ich an Stierspermien wiederholt. Dabei konnte ausgeschlossen werden, dass die im Nebenhodenschweif spontan auftretende Bewegung nicht auf der Befreiung des Verbindungsstückes von dem beschriebenen Protoplasmatropfen beruht. Da dem Nebenhoden eine Bedeutung für die Beweglichkeit der Spermien zugeschrieben wird, habe ich die Länge des Achsenfadens der Spermien aus dem Rete testis und der Spermien aus dem Nebenhodenschweif miteinander verglichen und keinen Unterschied gefunden, der als Erklärung für die Beweglichkeit im Nebenhodenschweif dienen könnte.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass die von *Hirokawa* festgestellte belebende Wirkung des alkalischen Prostatasekretes eine Grundbedingung für die Bewegungsauslösung überhaupt darstellen könnte, versuchte ich, bei Hodenspermien experimentell Bewegung auszulösen. Dies gelang durch Zusatz von Spuren schwacher Natronlauge und alkalischer Salze. Die Intensität dieser künstlich erzeugten Bewegung und auch die vergleichend in vitro beobachtete Bewegungsdauer zeigte keinen deutlichen Unterschied gegenüber der im Nebenhodenschweif spontan ohne unser Zutun auftretenden Bewegung. Bei $p_H = 8 - 8,5$ zeigten die Spermien des Rete testis lebhafteste Bewegung. Diese Beobachtung fiel mit dem Befunde zusammen, dass an der Schnittfläche eines kurz nach dem Tode durch einen Querschnitt geöffneten Stierhodens sich an vereinzelt Stellen, vor allem an den Randpartien, Hodenspermien in lebhafter Bewegung befinden. Es stellt sich daher die Beweglichkeit als eine den Spermien nach

dem Auswachsen des Achsenfadens eigene latente Eigenschaft dar, die nach der Nebenhodenpassage in Erscheinung tritt.

Die Untersuchung der Spermien aus dem Nebenhodenschweif zeigte, dass die Spermien innerhalb des Nebenhodenganges unter bestimmten Bedingungen ihre Eigenbewegung ausüben, die wieder unter anderen Bedingungen gehemmt ist. Da die geringste Verdünnung schon Bewegung der Schweifpermien auslöst und eine Verdünnung mit Blut oder Gewebsflüssigkeit bei der Entnahme ausgeübte Bewegung innerhalb des Kanälchens vortäuschen kann, wurde durch eine doppelte, ineinandergeschobene Glaspipette die Samenflüssigkeit vollständig geschützt gegen Verdünnung aus dem Kanälchen entnommen. Bei einer solchen Versuchsanordnung war aber der Einfluss der Atmosphäre, die eine eingreifende Änderung der Lebensbedingungen der aus dem Kanälchen entnommenen Spermien darstellt, nicht ausgeschaltet. Es zeigte sich jedoch, dass die Spermien, die im Nebenhodenschweif noch innerhalb des Nebenhodenganges ihre Bewegung ausgeübt hatten, bei augenblicklicher Untersuchung einen hohen Grad der Bewegung zeigten, der unter dem Einfluss der Atmosphäre noch ein wenig zunahm. War jedoch die Bewegung innerhalb des Nebenhodenganges gehemmt, so dauerte es längere Zeit, bis die Spermien unter dem Mikroskop die volle Intensität ihrer Bewegung erreichten. Die den verschiedenen Funktionszuständen zugehörigen Sekretropfen erschienen durch ihre Dünn- oder Dickflüssigkeit voneinander verschieden. Die daraufhin ausgeführten Zählungen der Spermien zeigten die Abhängigkeit der Bewegung innerhalb des Kanälchens von der Dichte der Spermien im Kubikmillimeter. In Kammerversuchen zeigte sich ebenfalls, dass die schwierige Beobachtung unter Ausschluss der Atmosphäre umgangen werden kann. Die Spermien des Nebenhodenschweifes können in kleinen Kammern luftdicht abgeschlossen ihre Bewegung nicht aufrecht erhalten bzw. sie nicht ausüben. Zur Aufrechterhaltung der Bewegung brauchen sie ein bestimmtes Übermass an Sauerstoff, als zur Erhaltung des Lebens notwendig ist. Liess man in einer kleinen Kammer eine sandkorn-grosse Luftblase, so erhielt sich die Bewegung rund um die Luftblase, während die übrige Kammer nur unbewegte Spermien zeigte. Unter anaeroben Bedingungen können die Spermien keine Bewegungen ausführen und ihr Leben nicht aufrecht erhalten.

Während die Spermien des Rete bei einer (H') Konzentration, die um den Neutralpunkt liegt, unbewegt sind, erhalten die Spermien des Nebenhodenschweifes ihre volle Bewegung nicht nur bei Verdünnung

mit neutralen Lösungen aufrecht, sondern zeigen sich auch bei Verdünnung mit schwach sauren Lösungen widerstandsfähig. Das Nebenhodensekret stellt also einen Schutz der Spermien gegen das saure Scheidensekret dar. Werden die Spermien aus dem Nebenhodenschweif aber durch fortdauernde Verdünnung mit neutralen Lösungen aus ihrem Sekret ausgewaschen, oder wird nach längerem Verweilen der Spermien im Nebenhodengang des undurchbluteten Hodens oder nach längerer Kohlensäureüberleitung mit neutralen Lösungen verdünnt, so tritt keine Bewegung mehr auf. Erst durch Zusatz von Alkali, bei $p_H=8-8,5$ ist wieder Bewegung auslösbar. Es zeigt sich also, dass nach diesen Schädigungen die ursprüngliche Erregungsschwelle für die Bewegungsauslösung wieder auftritt, die durch experimentelle Einwirkung für die Retespermien — also vor der Nebenhodenpassage — gefunden werden konnte.

Danach müsste also das Sekret des Nebenhodens ein optimales Milieu darstellen, das die Bewegung der Spermien garantiert. Hierfür lässt sich leicht ein Kriterium finden: Es müssen Retespermien, in das Sekret des Nebenhodens gebracht sich wie nach künstlicher Bewegungserregung verhalten. Durch die Lage des Protoplasmatropfens sind Retespermien unter Schweifpermien unter gewissen Bedingungen mit Sicherheit als tatsächlich hinzugefügte Retespermien zu erkennen. Diese in das Sekret des Nebenhodens verbrachten Spermien bewegen sich aber nicht; sie liegen träge oder mit den gleichen zögernden Bewegungen im Präparat, wie wir sie auch im Rete testis und im Nebenhodenkopf beobachten können. Die Erklärung für dies anscheinend eigentümliche Verhalten gibt nun die Beobachtung, dass Spermien, die wie Retespermien gebaut sind, und zuweilen im Nebenhodenschweif unter wie Schweifpermien gebauten Spermatozoen gefunden werden können, die gleiche Intensität der Bewegung und das gleiche sonstige Verhalten wie diese zeigen. Damit nähern wir uns zum erstenmal dem von uns zu behandelnden Problem. Wir erkennen, dass die Passage des Nebenhodenganges zur Ausbildung der im Nebenhodenschweif zutage tretenden Eigenschaften unbedingt erforderlich ist. Das Spermium umgibt sich bei dieser Wanderung mit einer feinen, mikroskopisch unsichtbaren Sekrethülle, die auf diesem indirekten Wege durch die Analyse der Eigenschaften vor und nach der Wanderung der Spermien durch den Nebenhodengang aufgefunden wird. Eine Umstimmung der Spermien selbst möchte ich vor der von mir in Angriff genommenen histochemischen Bearbeitung nicht annehmen, da die im Nebenhoden nachgewiesenen Sekretionserscheinungen

einen sicheren Befund darstellen, auf den man die erworbenen Eigenschaften trotzdem zurückführen muss, da die in Kultur tagelang gehaltenen Retespermien auch nach noch so langer Zeit keine spontane Bewegung zeigen.

Die Bewegungsdauer der Retespermien bei künstlicher Bewegungserregung und der spontan beweglichen Schweifpermien habe ich, wie schon erwähnt, auch verglichen und keine grundlegenden Unterschiede aufgefunden. Aus der Beobachtung, dass wir es im Verbindungsstück mit einem Zentrum für die Bewegungserregung zu tun haben, ergibt sich, dass die Lebensdauer *in vitro* wohl bestimmbar ist, da das Milieu nicht immer optimal erhalten werden kann, dass aber Rückschlüsse auf die Bewegungsdauer im weiblichen Organismus nicht erlaubt sind. Das Spermium legt innerhalb des männlichen Organismus $\frac{9}{10}$ des Weges zurück, den es bis zum Ei zurückzulegen hat. Dabei erwirbt das Spermium des Hodens neue Eigenschaften, und wir müssen alle Sekrete des weiblichen Genitalkanals, in denen das Spermium den Rest seines Weges zurückzulegen hat, auf ihre besondere Bedeutung untersuchen, ehe wir die Bewegungsdauer abschätzen können. Für die Einschätzung der Lebensdauer ist durch die Kammerversuche eine ausserordentlich wichtige Beobachtung gegeben worden: Da die Spermien ein minimales Übermass an Sauerstoff zur Ausübung ihrer Bewegung brauchen und wir wissen, dass bei einem bestimmten Ausmass der Sauerstoffzufuhr wohl das Leben erhalten, aber die Bewegung gehemmt und die Bewegungsenergie gespart wird, so haben wir eine Erklärung für die kaum vorstellbare Tatsache, dass einige Tierarten im Herbst begatten und im Frühjahr erst befruchtet werden können. Jede im Frühjahr evtl. im Zusammenhang mit dem Follikelsprung einsetzende Sekretionsphase irgendwo im Genitalkanal des Weibchens entfacht als „Verdünnung“ wirkend durch Verbesserung des Gaswechsels die aufgesparte Bewegung der Spermien.

Die histologische Untersuchung behandelt die Sekretionserscheinungen des Epithels nur kurz, da sie schon eingehend von anderen Autoren beschrieben worden sind. Von Bedeutung ist aber auch die Lagerung der Spermien innerhalb des Kanälchens. Die Weite des Lumens des Nebenhodenganges nimmt vom Kopf des Nebenhodens nach dem Ductus deferens hin ständig zu, was für die Auswertung der Ergebnisse von Bedeutung ist. Die Lagerung der Spermien in eigentümlichen Schleifenlinien wird durch die Einstellung der Achse des einzelnen Spermiums in die augenblickliche Fortbewegungsrichtung hervorgerufen und ist im histologischen Schnitt ausserordentlich auf-

fallend. Im lebenden Präparat sind diese „Bewegungsbilder“ ebenfalls vorhanden. Nach Verrühren eines sich lebhaft bewegenden Tropfens stellen sie sich in kürzester Zeit wieder her. Nach Säurezusatz und Hemmung der Bewegung treten sie jedoch nicht wieder auf. Diese Bewegungsbilder sind bei der Durchsicht der Schnitte im ganzen Verlauf des Nebenhodenganges zu finden. Sie beweisen die einmal ausgeübte Eigenbewegung des Spermiums. Auf Grund dieses einfachen Versuches können wir also aus einem fixierten Präparat mit Sicherheit auf einen Vorgang schliessen, der intravital für unser Auge unsichtbar abgelaufen ist.

Damit scheint erwiesen, dass die Spermien den Weg durch den langen Nebenhodengang mit eigener Kraft zurücklegen. Eine in einem Zupfpräparat eines Hodens beobachtete Spermatide vom Hahn, deren Achsenfaden bei Zusatz von Natronlauge sich äusserst lebhaft bewegte, zeigt, dass das Spermium auch im Hoden sich schon, wenn auch langsam, so doch mit eigener Kraft bewegt. Der Weg durch des Rete testis und die Ductuli efferentes wird mit eigener Kraft zurückgelegt. Ich kam im Gegensatz zu der bisher vertretenen Ansicht zu der Anschauung, dass die Spermien mit eigener Kraft den Weg durch den Nebenhodengang zurücklegen. Im Nebenhodenschweif fand ich dagegen die Bewegung oft gehemmt während die naive Untersuchung, die auf die Erhaltung der im Nebenhodenschweif gegebenen Lebensbedingung keinen Wert legte, zur Vorstellung kommen musste, dass die Spermien sich hier in ständiger Bewegung befinden.

Die Ausdifferenzierung des Nebenhodens wird uns klar, wenn wir die die Hemmung der Bewegung hervorrufenden Faktoren gegeneinander abgrenzen. Eine Hemmung der Bewegung kann rein physikalisch durch das Sekret hervorgerufen sein. Dies ist aber nicht der Fall, was durch unverdünnte Sekretröpfchen *in vitro* gezeigt werden konnte. Bei der Hemmung beteiligt ist ferner die in den distalen Abschnitten zunehmende Weite des Lumens und vielleicht die zunehmende Dichte der Spermien in den distalen Partien. Zählungen der Spermien im Kopf und Schweif ergaben meist gleiche Dichte. Theoretisch ist aber nach einer erfolgten Ejakulation die Dichte in den distalen Partien gleich Null zu setzen, und die als Folge des verbesserten Gasaustausches einsetzende Aufwanderung wird, da die Weite in dem nun erreichten distaleren Abschnitt zunimmt, zwar bei einer geringeren Dichte, aber doch durch ein Anwachsen der Dichte der Spermien gehemmt. Es stellt sich also die augenblickliche Atmungsmöglichkeit des Spermiums als eine Funktion der Weite des

Lumens, des Kontraktionszustandes der Gefässe und der Spermien-dichte dar, d. h. der Organismus kann jederzeit durch vasomotorische Regulation Bewegung entfachen und Bewegung hemmen.

Wenn die Spermien nach Beginn der Spermiogenese ihren Weg durch den Ductus epididymidis zurückgelegt haben und schliesslich die absolute Spermienzahl den Schwellenwert erreicht hat, der die Bewegung hemmt, so wird von Abschnitt zu Abschnitt zeitlich hintereinander folgend im Nebenhodengang nach dem Nebenhodenkopf zu ebenfalls dieser Schwellenwert erreicht, bis im ganzen Gang die Bewegung ruht. Es sei erlaubt, diesen Vorgang mit einem Eisenbahnzug zu vergleichen, dessen Lokomotive plötzlich anhält und nun der nächste und übernächste und alle folgenden Wagen zeitlich hintereinander mit ihren Puffern an den Vorderwagen anstossen und dann auch stehen. Das Anziehen des Zuges — um im Bilde weiter zu bleiben — und das Anziehen der losen Kuppelung der einzelnen Wagen in zeitlich aufeinanderfolgenden Abständen und schliesslich die Fahrt des ganzen Zuges können verglichen werden mit den Vorgängen nach einer Ausstossung des Samens. Die Folge ist der Beginn der Bewegung in dem freigewordenen distalen Abschnitt, Sinken der absoluten Spermienzahl, Beginn der Sekretion und als beider Folge ein Aufflammen der Bewegung durch den ganzen Gang. Unter einer solchen Betrachtungsweise kommt uns die Ausdifferenzierung dieses eigenartigen Organes voll zum Bewusstsein. Wir sehen, wie die Natur dem Bedürfnis des Organismus gerecht wird, stets bewegungsbereite unbewegte, im Sekret des Nebenhodenschweifes optimal eingebettete Spermien zu besitzen, die dennoch ihre Energie sparen und durch die hohe Organisation dieses Organes die gleiche Energie wieder benutzbar wird, um den Ersatz der ejakulierten Spermien, Vorbereitung und Umhüllung neuer Spermien mit Sekret während ihrer Wanderung und schliesslich wieder ihre Bewegungshemmung automatisch zu vollziehen.

Es ist sicher anzunehmen, dass bei den Vorbereitungen zur Kohabitation, wo vasomotorische Erscheinungen genügend bekannt sind, die vasomotorische Regulation benutzt wird, um die Spermien schon im Nebenhodenschweif zu Bewegungen zu veranlassen. Der Nebenhodengang ist auf das beste dazu vorbereitet. Wie Heischlangen umzieht ein feinstes Netz von Gefässen den vielfach geschlängelten Nebenhodengang. Für die Bedeutung dieser Regulation lassen sich zwei entgegengesetzte Beispiele anführen: ein gewissermassen gefässloser Nebenhodengang stellt die prallgefüllte Neben-

hodenzyste dar, in der die Spermien immer unbeweglich und abgestorben sind. Das Gegenbeispiel, potenzierte Wirkung der Gefäße, zeigt ein Bild vom Nebenhodenschweif vom Pferd, wo zahlreiche ins Lumen hineinragende Zotten die Analogie mit dem Darm vollständig machen. Jede Zotte besitzt eine achsiale Blutgefäßschlinge. Durch die Untersuchungen von *Atzler* und *Lehmann* ist die Annahme einer vasomotorischen Regulation für den Nebenhodengang recht gut gestützt. Die Autoren fanden bei Gefäßdurchspülungen bei $p_H = 5$ Erweiterung, bei $p_H = 8$ eine „Laugenkontraktur“ der Gefäße. Wir müssen annehmen, dass das Nebenhodensekret wie die Gewebsflüssigkeiten eine Pufferflüssigkeit darstellt, deren Pufferungsgrenze gewährleistet, dass die (H^+) Konzentration kein Mass erreicht, welches das Leben der Spermien gefährdet, wohl aber so gelegen ist, dass noch die Abwehrreaktion vermehrte Durchblutung und Erweiterung des Lumens ausgelöst werden kann.

Durch Exstirpation des Hodens bei Hunden und Kaninchen bei stehengebliebenem Kopf und Schweif des Nebenhodens oder durch Exstirpation von Hoden und Nebenhodenkopf unter Zurücklassung des Nebenhodenschweifes konnte ich zeigen, dass die Spermien im Nebenhodenschweif sich zwei bis drei Monate lebend erhalten können und der Nebenhodengang ein Sammelrohr für die Spermien darstellt. Die Versuche sind unterdessen durch *v. Lanz* an anderen Tieren schon bestätigt worden.

Herr *Stöhr*:

Bei der Fortbewegung der Spermatozoen im Nebenhoden ist nicht zu vergessen, dass der ganz beträchtlichen Muskulatur des Ductus epididymides neben den vom Herrn Vortragenden erwähnten Faktoren eine erhebliche Rolle zukommen kann.

Die vorliegenden Untersuchungen sind mir durch ein mir verliehenes Rockefeller-Stipendium ermöglicht worden, wofür ich auch hier meinen herzlichen Dank ausspreche. Die ausführliche Arbeit erscheint im Archiv f. mikr. Anatomie und Entwicklungsmechanik, wo auch die Literatur nachzulesen ist.

VI. Sitzung vom 15. Mai 1924.

Über die Elektromose überlebender menschlicher Haut und ihre Anwendung in der Medizin.

Von

H. Rein.

Bei Anwendung der kataphoretischen Verabfolgung von Lokalanästheticis zu hautsinnesphysiologischen Untersuchungen stellte sich als erheblicher Mangel der Methode heraus die völlige Unkenntnis über die ihr zugrundeliegenden physikalisch-chemischen Vorgänge, sowie im Zusammenhang damit über die Veränderungen, welche normale Haut bei Anwendung der „Kataphorese“ erleidet. Die einschlägige Literatur vermochte in dieser Hinsicht keinerlei Aufschluss zu geben, so dass der einzig gangbare Weg der blieb: experimentell an Modellen die grundlegendsten Probleme zu untersuchen. Im Verlaufe der Zeit war die ursprüngliche elektromotische (1, 2, 3) Betrachtungsweise der „Kataphorese“ durch die iontophoretische (4) verdrängt worden. Jedoch schienen viele Erscheinungen bei Anwendung der Kataphorese so sehr zugunsten der ersteren zu sprechen, dass den Untersuchungen folgende Fragestellung zugrunde gelegt wurde:

1. Handelt es sich bei der medizinischen „Kataphorese“ um einen wirklichen mechanischen Transport von Flüssigkeiten durch die unverletzte menschliche Haut, also um Elektromose?

2. Welche Momente vermögen diese Elektromose zu hemmen, bzw. zu fördern?

Der Begriff „Elektromose“ wurde dabei im Sinne der modernen physikalisch-chemischen Forschung gefasst (5, 6).

Überlebende, durch chirurgische Operationen gewonnene menschliche Oberhaut wurde in einem Glasmodell derart angeordnet, dass sie mit der Epidermis an verschiedene Versuchslösungen, mit der Subkutis stets an Ringer-Lösung grenzte, und jede durch ein angelegtes

Potential in der Zeiteinheit erfolgende Flüssigkeitsverschiebung durch das lebende Diaphragma mittels Meniskus-Ablesungen, bzw. automatischer Tropfenzählung genau festgestellt werden konnte. In dieser Weise angestellte Versuche ergaben:

1. Es handelt sich bei der sog. „Kataphorese“ an überlebender menschlicher Haut um wirkliche elektromotische Flüssigkeitsverschiebungen. Die Haut verhält sich dabei wie ein Ampholytoid. Jedoch kommt es durch die Anordnung zwischen zweierlei Lösungen selbst bei hoher $[H^+]$ oder durch Al^{+++} zu keiner vollkommenen Umladung und somit Umkehrung der Elektromose, sondern nur zu Stillstand und ungewissem Pendeln.

2. Der isoelektrische Punkt der Haut liegt je nach dem Alter der Haut, der Dauer der Durchströmung, der Stromstärke, die man verwendet, bei recht verschiedenen Werten der Azidität.

3. Der Ablauf jeder Elektromose erfolgt in ganz charakteristischer Weise, und zwar so, dass bei Wasser und wässrigen Lösungen eine kontinuierliche Herabsetzung der Durchfluss-Geschwindigkeit mit der Dauer des Versuches, bei Äthylalkohol dagegen eine Steigerung derselben zu beobachten ist.

4. Die Durchflussgeschwindigkeit ist abhängig von der Beschaffenheit der Haut, sie ist geringer bei Atrophie dieser, nimmt stark ab mit dem Absterben.

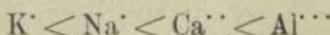
5. Die Durchflussgeschwindigkeit ist abhängig von der Natur der Lösungen:

a) Besser als H_2O werden stets gefördert: Alkohol, und zwar steigend mit der Konzentration und Rohrzuckerlösungen.

b) schlechter als H_2O werden Neutralsalzlösungen gefördert, und zwar um so schlechter je höher ihre Konzentration ist.

6. Von grosser Bedeutung ist die Reaktion der Lösungen: Bei einem gewissen Grad der Azidität tritt Stillstand ein. Alkalisierung fördert unter allen Umständen die Elektromose.

7. Die hemmende Wirkung der Kat-Ionen lässt sich in folgende Reihe bringen:



8. Die An-Ionen zeigen weniger bestimmte Resultate, doch setzen sicher die Chloride die Wirkung am stärksten herab, Sulfate und Phosphate am wenigsten.

Am lebenden Körper selbst wurde hierauf eine Klärung der Frage nach dem Weg, welchen kataphoresierte Flüssigkeiten durch die unverletzte Haut einschlagen, versucht, und zwar durch Kataphorese

von Farblösungen. Die Farblösungen mussten, um brauchbar zu sein, drei Bedingungen erfüllen:

- a) Sie durften nicht zu lebhaft an der Oberfläche adsorbiert werden;
- b) sie mussten kathodisch wandern.
- c) sie durften nicht zu rasch im lebenden Gewebe durch Reduktion in ihr Leuko-Produkt übergehen.

Als geeignet erwies sich 1⁰/₀₀ Methylgrün in 80⁰/₀ igem Alkohol. Die Versuche ergaben, dass die Elektromose vornehmlich auf präformiertem kapillarem Wege, also durch Follikel und Knäuel-Drüsen erfolgt.

Die Veränderungen, welche normale Haut durch die „Kataphorese“ erleidet, lassen sich charakterisieren als Quellungs- und Schrumpfungsvorgänge und werden hervorgerufen durch elektromotische Verschiebungen der Gewebsflüssigkeit. Sie sind reversibel solange ein Maximum der anodischen Stromdichte von 1,5 MA/cm² nicht überschritten wird.

Jede „Kataphorese“ verläuft mit einer durchaus charakteristischen Veränderung des elektrischen Haut-Widerstandes. Hochkonzentrierte Elektrolyt-Lösungen bewirken zunächst eine erhebliche Herabsetzung desselben, welcher alsbald eine unaufhaltsame Steigerung folgt, die schliesslich zum Stillstand der Prozesse führt. Reines Wasser, Alkohol, Zuckerlösungen und alle gut geförderten Lösungen bewirken zunächst erhebliche Abnahme des Hautwiderstandes, die schliesslich ein Minimum erreicht, welches dann selbst bei sehr langer Dauer des Versuches konstant bleibt. Das Verhalten des elektrischen Hautwiderstandes ist sonach ein zuverlässiger Indikator für die Eignung einer Lösung zur „Kataphorese“.

Unter Beachtung der durch vorstehend mitgeteilte Experimental-Arbeiten gewonnenen Erfahrungen, gelang es das Verfahren der kataphoretischen Lokalanästhesie zu vervollkommen. Die bisher damit erzielten Erfolge waren geringe. (7.) Bei Verwendung von wässrigen Lösungen von Cocain. hydrochlor. ergab sich bei einer Kataphoresedauer von 25—35 Minuten eine nur auf Oberflächenschmerz und Kälteempfindung sich erstreckende Anästhesie, deren Dauer zu der der Kataphorese sich verhielt wie 0,2:1. Durch Zugabe von Adrenalin verbesserte sich dieses Verhältnis auf 1,2:1. Mit der Zunahme der Konzentration der Kokainlösungen nahm der Effekt merklich ab. Das Optimum lag bei 2⁰/₀ iger Lösung. Durch Verabfolgung des Kokains in den für Ablauf der Elektromose weit günstigeren Zuckerlösungen wurde nicht nur die Kataphoresedauer auf 10 Minuten verkürzt und das oben erwähnte Verhältnis zu 5:1 verbessert, sondern gleichzeitig die

Anästhesie auch auf Druck- und Wärmesinn ausgedehnt. Erhalten blieb nur der Wärmeschmerz, der im Verlauf der Versuche als eine eigene Sinnesqualität der Haut erkannt wurde, da er von den Endorganen aller bisher bekannten Hautsinne unabhängig zu sein scheint. Unter Verwendung von alkoholischen Lösungen gelang schliesslich eine Verbesserung des oben genannten Verhältnisses auf 16,5:1, bei einer Kataphoresedauer von 8—10 Minuten und absoluter Anästhesie, d. h. auch völliger Ausschaltung des Wärmeschmerzes. Es gelang also in relativ kurzer Zeit eine vollkommene über mehrere Stunden sich erstreckende Anästhesie, und zwar ohne Schädigung der Haut, sofern eine Stromdichte von 1,2 MA/1 cm² nicht überschritten wurde, zu erzeugen.

Literaturverzeichnis.

1. *Wagner*, Wien. med. Blätter 1889. Nr. 9.
 2. *Meissner*, Arch. f. Physiol. 1899, 11 ff.
 3. *Karfunkel*, Arch. f. Dermatol. u. Syph. 1897. 41.
 4. *Wirz*, Münch. med. Wochenschr. 1924. Nr. 14.
 5. *Michaëlis*, Wasserstoffionenkonzentration 1922. 212.
 6. *H. Freundlich*, Kapillarchemie 1923. 326.
 7. *Hch. Braun*, Die Lokalanästhesie, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und praktische Anwendung 1913. 167.
-

VII. Sitzung vom 22. Mai 1924.

1. Die Wirkungsweise des Acetylen als Betäubungsmittel.

Von

R. Schoen.

Es wird über Untersuchungen der Blutgase im Venenblut während der Acetylenbetäubung des Menschen berichtet, die an der Würzburger Universitäts-Frauenklinik ausgeführt wurden; die Sättigung des Blutes mit Acetylen ist auch im Körper nur von der Acetylenspannung in der Alveolarluft und der Löslichkeit in Blut bei Körpertemperatur abhängig; das Sättigungsgleichgewicht im Venenblut ist nach 10—20 Minuten bei konstanter Gaszufuhr erreicht; die Ausscheidung des Acetylen erfolgt schon in den ersten 5 Minuten nach Beendigung der Zufuhr zu 90%. Die Breite der betäubenden Konzentration des Acetylen liegt zwischen 20—50 Vol.-% im Blut, was einer Sättigung mit 50—70% Acetylen in der Einatmungsluft entspricht. Die klinisch erprobte Ungefährlichkeit der Acetylenbetäubung, das rasche Eintreten und das fast augenblickliche Wiedererwachen werden durch das Verhalten des Acetylen im Blut erklärt; Ursache desselben ist nach der Ansicht *Hermann Wielands* die hohe Löslichkeit des Gases, welche es mit dem ähnlich wirkenden Stickoxydul und Äthylen gemeinsam hat. Die venöse Sauerstoffsättigung nimmt im Verlauf der Betäubung auffallend zu; daraus wird geschlossen, dass die Betäubung mit Acetylen mit einer starken Einschränkung des Sauerstoffverbrauches einhergeht.

2. Die klinische Anwendung der Narcylen-Betäubung in der Gynäkologie.

Von

Prof. Dr. C. J. Gauss.

Gauss nimmt zuerst Stellung zu der Frage, ob überhaupt ein Bedürfnis für ein neues Anästhesieverfahren vorliegt, und bejaht sie an der Hand tabellarischer Übersichten über die Nachteile der bisher geübten Narkosenmethoden. Auf Grund der bisher vorliegenden, an fast 2000 eigenen Fällen gemachten Erfahrungen, kommt er dann zu dem Schluss, dass die Narcylen-Betäubung — wegen der Schnelligkeit des Einschlafens und Erwachens, wegen der grossen Narkosenbreite und der dadurch bedingten minimalen Lebensgefahr, wegen der Reversibilität der absichtlich (an Tieren) und unabsichtlich gesetzten Störungen, wegen des Ausbleibens von Organstörungen, des Fehlens von Kontraindikationen, von Kumulation der Wirkung und von Nacherkrankungen — allen anderen Anästhesierungsverfahren überlegen ist. Die Nachteile der Methode treten gegenüber ihren grossen Vorteilen gänzlich zurück; von ihnen wird die Feuergefährlichkeit des Narcylens und die gelegentlich bei Laparotomien störende Bauchdeckenspannung näher besprochen. Die erstere verlangt, wie jede reine Äthernarkose und alle kombiniert mit Sauerstoff arbeitenden Narkosen, grosse Vorsicht gegenüber offenem Feuer, Brenneisen und elektrischen Funken; die letztere ist durch vorübergehend und richtig angewandte Ätherzugabe (am Apparat vorgesehen) oder nach den neuesten Erfahrungen durch Blockierung der sensiblen Bauchwandnerven mit Infiltration nach *Crile* erfolgreich zu bekämpfen bzw. zu vermeiden. Die Güte des neuen Verfahrens wird am besten dadurch illustriert, dass *Gauss* seit mehr als 2 $\frac{1}{2}$ Jahren alle Operationen in Narcylen-Betäubung durchführt. Apparatur und Methode wird an einer narcylenbetäubten Patientin praktisch vorgeführt.

3. Über Schmerzlinderung bei der Geburt mit Narcylen.

Von

Dr. H. Behrendt.

In seinem Lehrbuch der Geburtshilfe¹⁾ führt *Stöckel*, nachdem er die grundsätzliche Berechtigung der schmerzlindernden Methoden für die Leitung der Geburt anerkannt hat, die in Frage kommenden Narkotika in folgender Reihenfolge auf:

Als bestes Mittel bezeichnet er, wenigstens für bestimmte Situationen, das Morphinum und seine Ersatzmittel. An zweiter Stelle kommt die Inhalationsnarkose in Betracht, vor allem das Chloroform à la reine und der kurze Chloräthylrausch beim Durchschneiden des Kopfes. Der Chloroform-Äther-Dauerrauch wird abgelehnt. An dritter Stelle finden Sakralanästhesie und verwandte Verfahren Erwähnung. Endlich an vierter Stelle wird, reichlich stiefmütterlich übrigens, der Skopolamin-Dämmerschlaf behandelt. Ganz ganz kurz wird dann noch der im Versuchsstadium befindliche hypnotische Dämmerschlaf erwähnt.

Bevor ich im folgenden über die Erfahrungen berichte, die an der Würzburger Universitäts-Frauenklinik in bereits über hundert Fällen mit der Narcylen-Betäubung während der Geburt gemacht wurden, möchte ich den Standpunkt unserer Klinik den vorerwähnten Verfahren gegenüber kurz skizzieren.

Die Fälle, in denen Morphinderivate in Frage kommen, sind relativ selten. In ausgesuchten Fällen allerdings leistet das Morphinum Gutes. Zu systematischer Schmerzlinderung eignet es sich nicht wegen seiner wehenherabsetzenden Wirkung und wegen der Gefahr der Kindsschädigung.

Der Inhalationsnarkose mit Äther und Chloroform haften dieselben schweren Nachteile an, die diese Mittel auch bei ihrer aussergeburthilflichen Anwendung auszeichnen. Ihre Anwendung über längere Zeiträume hin kommt da, wo es sich lediglich um Schmerzlinderung bei annähernd physiologischen Geburtsverlauf handelt, nicht in Frage. Das Risiko ihrer Verwendung stünde dabei in keinem Verhältnis zum erreichten Zweck.

¹⁾ 2. Auflage, Jena, Gustav Fischer 1923.

Chloräthyl erlaubt nur kürzeste Anwendung; in grösseren Gaben wird es zu einem Gift, das dem Chloroform durchaus nicht an Gefährlichkeit nachsteht.

Die verschiedenen Verfahren der Leitungsanästhesie sind umständlich und unzuverlässig, meist auch schmerzhaft.

Der Skopolamin-Dämmerschlaf, vor allem in seiner jetzigen morphinarmen Modifikation¹⁾ hat sich durchaus bewährt, erfordert aber immerhin ein speziell dafür gut geschultes Personal und ist bei dem lebhaften Betrieb eines klinischen Kreissaales, der vor allem auch Lehrzwecken für Studenten und Hebammenschülerinnen dienen soll, nicht so elegant durchzuführen wie bei einer Einzelentbindung.

Der hypnotische Dämmerschlaf ist zum mindesten sehr umständlich und für die Psyche der Kreissenden wohl doch nicht immer ungefährlich, praktisch jedenfalls nur in Ausnahmefällen durchführbar.

Bei diesem Stand der Dinge hielten wir uns für berechtigt, das Narcylen, das sich uns sonst schon so gut bewährt hatte, auch für die Geburtshilfe nutzbar zu machen, und es hat uns bisher ganz über Erwarten gute Resultate gezeitigt. Zum ersten Male wurde Narcylen in der Geburtshilfe von *Gauss* am 20. X. 1921 in der Freiburger Frauenklinik²⁾ und des weiteren am Diakonissenhaus in Freiburg³⁾ angewandt. Die Versuche wurden an der hiesigen Frauenklinik weiter ausgebaut und datieren bis zum 19. V. 1924. Wie schon erwähnt, haben wir das Narcylen bereits in über hundert Fällen angewandt, in der Mehrzahl der Fälle erst gegen Schluss der Austreibungszeit etwa während der letzten halben Stunde, in mehreren Fällen auch über längere Zeiträume hin, zum Teil ohne Unterbrechung, zum Teil intermittierend. In zahlreichen Fällen wurde das Narcylen bei derselben Frau mehrmals nacheinander längere Zeit angewandt.

Die Technik der Betäubung weicht insofern von der sonst üblichen Narcylenanwendung ab, als im allgemeinen nur ganz niedrige Konzentrationen (10⁰/₀, 20⁰/₀, 30⁰/₀) verabreicht werden. Lediglich im Augenblick des grössten Schmerzes beim Durchschneiden des Kopfes und bei operativen Eingriffen wird kurz hohe Konzentration gegeben. In der verwendeten niedrigen Konzentration wirkt nun das Narcylen auffallenderweise nicht wie andere Narkotika abschwächend, sondern

¹⁾ *H. Lembecke*, Münch. med. Wochenschr. 1921. Nr. 9.

²⁾ *J. H. Maier, E. Kattermann, O. Hieber, H. Sturm und O. Mallebrein*, Inaug.-Diss., Freiburg 1923.

³⁾ *M. Hendriock*, Inaug.-Diss., Würzburg 1924.

oft sogar deutlich verstärkend auf die Wehen und vor allem auf die Bauchpresse ein.

Bei richtiger Dosierung bleibt das Bewusstsein der Kreissenden bei den niedrigen Konzentrationen vorhanden und sie reagieren prompt auf Anruf und Aufforderungen. Während der Dauer der Gaszufuhr gibt sie auf Befragen meist an, dass sie die Wehen zwar noch wahrnehme, aber nicht mehr als schmerzhaft empfinde. Nach erfolgter Geburt und Abnahme der Maske besteht dann häufig völlige Amnesie vom Beginn der Gaszufuhr ab. Schmerzlosigkeit ohne Wehenbeeinträchtigung wird bei richtiger Dosierung fast ausnahmslos erreicht. Es muss im Einzelfall die Konzentration gesucht werden, bei der die Kreissende noch nicht in tiefen Schlaf verfällt. Das Optimum liegt im allgemeinen etwa bei 20⁰/₀. Bei Überdosierung (im allgemeinen jenseits 30⁰/₀) lässt die Wehentätigkeit und vor allem die Bauchpresse nach bzw. wird aufgehoben. Da die Wirkung jederzeit durch Befragen der Kreissenden und durch Kontrolle des Uterus festgestellt werden kann, ist die richtige Dosierung nicht schwer zu finden.

Ohne Zweifel spielt das suggestive Moment eine gewisse Rolle, wie die Erfahrungen an leicht beeinflussbaren Personen beweisen. Das Ausschlaggebende ist aber doch die Narcylenwirkung selbst. Selbstversuche eines Kollegen haben gezeigt, dass man bei längerer Zufuhr von niedriger Narcylenkonzentration in ein Stadium stark herabgesetzter Schmerzempfindlichkeit bei erhaltenem Bewusstsein kommt. Dabei zeigte sich auch eine gewisse Neigung zu Geschwätzigkeit, über die übrigens hernach Amnesie bestand. Auch bei den mit Narcylen behandelten Kreissenden fiel öfter eine Neigung zur Redseligkeit, zum Singen längerer Liedertexte usw. auf. Dabei verhielten sich die Frauen im übrigen zumeist völlig ruhig. Der Zustand gleicht in keiner Weise einer Exzitation, wie man sie am Beginn anderer Narkosen zu sehen gewohnt ist. Eine solche tritt nur sehr selten auf. Bei einigen Kreissenden war es möglich, durch Zufuhr reiner Luft mittels der Narcylen-Maske vorübergehend den gleichen Effekt zu erzielen, wie mit Narcylen, andere wieder merkten sofort diesen kleinen Betrug und äusserten die Ansicht, dass etwas an der Apparatur nicht in Ordnung sein müsse, weil sie die vorher beseitigten Schmerzen jetzt wieder empfänden.

Der meist als gleichgültig, manchmal als unangenehm bezeichnete Geschmack des Narcylens wurde durchweg gerne in Kauf genommen mit Rücksicht auf die dankbarst anerkannte Wirkung. Die Neigung zum Brechen während und nach der Gaszufuhr ist anscheinend sehr

gering, bei den mit kleinen Skopolamindosen Vorbereiteten gleich Null, selbst dann, wenn kurz vor der Betäubung Wasser getrunken oder Suppe gegessen wird, was einige Male der Fall war.

Die Tatsache, dass starke Konzentrationsschwankungen ohne Gefahr des Erbrechens möglich sind, ist sehr wertvoll für eine individualisierende Geburtsleitung.

Schädigende Wirkungen für Mutter und Kind haben wir bisher nicht beobachtet. An den Kindern fällt häufig eine eigentümlich bläulich-violette, weisslichblaue, manchmal auch stärker blaue Verfärbung auf, die noch einige Minuten nach erfolgter Geburt anhalten kann. Diese Kinder atmen und schreien aber ebenso bald, und zwar ohne weitere Massnahmen, wie Kinder, deren Mütter kein Narcylen erhalten haben. Gelegentlich sieht man auch Oligopnoe und Apnoe, wie beim Skopolamin-Dämmerschlaf. Die Harmlosigkeit dieser Erscheinung ist ja hinreichend bekannt. Andererseits ist es uns häufig aufgefallen, dass Kinder mit straffer Nabelschlurumschlingung keinerlei Zeichen ihrer schweren Gefährdung zeigten, wenn die Geburt unter Narcylendarreichung erfolgt war. Eine nachteilige Beeinflussung der kindlichen Herztöne, die dem Narcylen hätte zur Last gelegt werden können, haben wir nicht gesehen. Wo solche auftrat, waren stets andere Faktoren im Spiel (Wehensturm durch Hypophysenextrakt, Beckenanomalien usw.).

Was die Mütter betrifft, so haben wir einige Fälle von ganz eklatanter Besserung des Kreislaufes während der Narcylendarreichung bei ausgebluteten oder herzschwachen Kreissenden gesehen. In einem Falle allerschwerster Herzinsuffizienz, bei dem die Geburt aus vitaler Indikation schnellstens durch Zange beendet werden sollte, war während der Betäubung eine sehr schnelle Besserung des Gesamtstatus zu verzeichnen. Die Zange erübrigte sich durch das prompte Einsetzen kräftiger Wehentätigkeit, die bald die Geburt eines lebensfähigen Kindes zur Folge hatte.

Nach diesem Überblick sollen noch einige Tatsachen mit Zahlen belegt werden, die dem ersten Hundert Narcylenbetäubungen bei der Geburt entnommen sind.

Zweck der Betäubung war:

- | | |
|--|--------|
| 1. Erzielung von Anästhesie während der Austreibungszeit, vor allem beim Durchschneiden des Kopfes | 71 mal |
| 2. Erzielung von Anästhesie bei Zangenoperationen und anderen operativen Eingriffen | 49 „ |

3. Schmerzlinderung schon in früheren Phasen d. Geburt	9 mal
4. Versuch einer Wehenverbesserung bei schlechten Wehen	9 „
5. Versuch einer Beeinflussung schlechter Herztöne	5 „
6. Kombination mit Skopolamin-Dämmerschlaf zu dessen beschleunigter Herbeiführung	11 „

ad 1. Die gewünschte Anästhesie bzw. Hypästhesie wurde immer erreicht. Der Dammschutz war fast ausnahmslos ausserordentlich gut durchführbar, nur in zwei Fällen war er durch Ungebärdigkeit der Kreissenden beeinträchtigt.

ad 2. Unter den genannten Operationen handelte es sich 16 mal um Zangen, 5 mal um Wendungen mit Extraktion, 4 mal um Steisslagenhilfen, 4 mal um manuelle Plazentalösung, 3 mal um Episiotomie, 14 mal um Damm- bzw. Klitorisnähte, 1 mal um Durchschneidung einer Vagina septa, 1 mal um Kolpeuryse, 1 mal um Blasenstich.

ad 3. In diesen Fällen erwies sich das Narcylen dadurch besonders vorteilhaft, dass es trotz völliger Schmerzaufhebung die Wehen nicht nachteilig beeinflusste. Wir haben also in dem Narcylen ein Mittel, das im Gegensatz zu allen anderen Narkotizis schon in frühen Phasen der Geburt ohne Nachteil angewandt werden kann.

ad 4. Ausser in diesen 9 Fällen, bei denen der Zweck der Wehenverbesserung meist erreicht wurde, haben wir in 12 Fällen als Nebenbeobachtung eine deutliche Wehenverbesserung notiert. Dass bei Überdosierung die Wehen nachgelassen haben, wurde bereits erwähnt. Diese Verschlechterung ist aber durch richtige Dosierung in kürzester Zeit wieder auszugleichen. Die Gefahr einer Geburtsverlängerung besteht bei Aufmerksamkeit des Betäubenden nicht.

ad 5. Angeregt durch die Veröffentlichung von *E. Frey*¹⁾ aus der Züricher Univ.-Frauenklinik über Versuche, die kindliche Asphyxie sub partu mit Chloroform zu bekämpfen, haben wir solche Versuche auch mit Narcylen angestellt. Die Zahl unserer Fälle ist noch zu klein, um ein abschliessendes Urteil abgeben zu können. Einige Erfolge sind zu verzeichnen. Es dürfte das richtige sein, in derartigen Fällen höhere Narcylenkonzentrationen zu verabreichen, um auf dem Wege über eine sichere Wehenabschwächung zum Ziele zu kommen.

ad 6. Soweit die wenigen Fälle, die aus der Anfangszeit unserer Versuche stammen und noch mit verschiedener Technik betäubt

¹⁾ Zentralbl. f. Gyn. 1924. Nr. 18.

wurden, ein Urteil zulassen, ist es tatsächlich möglich den Skopolamin-dämmerschlaf durch eine kurze, etwa nach der 2. Injektion eingeschaltete Narcylenbetäubung beschleunigt herbeizuführen und im weiteren Verlauf mit geringeren Skopolaminmengen auszukommen.

In 100 Narcylenbetäubungen kamen 102 Kinder zur Welt, darunter zweimal Zwillinge.

77 waren (zum Teil trotz der oben erwähnten eigenartigen Verfärbung) lebensfrisch.

17mal wurde der Zustand des Kindes als nicht lebensfrisch bezeichnet. Dabei handelte es sich durchwegs um ganz geringe Grade von Oligopnoe bzw. Apnoe, wie sie von dem Skopolamin-dämmerschlaf bekannt sind. Unter diese Zahlen fallen Fälle, in denen vor der Narcylenbetäubung ein Skopolamin-dämmerschlaf eingeleitet worden war, zu dessen Vertiefung beim Durchschneiden des Kopfes Narcylen gegeben wurde.

In 2 Fällen, bei denen Asphyxie auftrat, handelte es sich um Beckenverengerung zweiten Grades, wobei die kindlichen Herztöne bereits vor der Betäubung schlecht waren. Auch diese Kinder schrien bereits nach wenigen Minuten, so dass diese beiden vorgekommenen Asphyxien als leichte zu bezeichnen wären.

Von den 6 toten Kindern waren 3 bereits vor Beginn der Gaszufuhr sicher tot (Placenta praevia, Anencephalus, Foetus maceratus) scheiden also für die Beurteilung der Narcylenbetäubung von vornherein aus. Im 4. Falle handelte es sich um Nabelschnurvorfall bei engem Becken. Nach vergeblichen Repositionsversuchen wurde die Wendung und Extraktion ausgeführt. Kind weiss-asphyktisch, schreit nach 20 Minuten, tot nach 5 Stunden. Kein Autopsiebefund. Im 5. Falle handelte es sich gleichfalls um eine wesentliche Beckenverengung. Das Kind machte bei zunächst gutem Aussehen bald den Eindruck einer zerebralen Schädigung, da es erst nach 20 Minuten, auf starke Reize atmete und überhaupt nicht zum Schreien zu bringen war. Es starb nach 6 Stunden. Übrigens war dies einer der Fälle, wo es gelang, die vorher schlechten Herztöne durch die Narcylenbetäubung fast sofort zu bessern. Im Falle 6 bestand eine Querlage des unreifen Kindes (Geburtsgewicht 1920 g), die Herztöne waren schon vor Beginn der Gaszufuhr kaum hörbar, der Muttermund noch nicht erweitert. Durch Metreuryse und anschließende schwierige Wendung und Extraktion wurde ein schlaff asphyktisches, sehr kleines Kind geboren, dessen Wiederbelebung nicht gelang. Es besteht also nicht der

geringste Anlass, einen der kindlichen Todesfälle dem Narcylen zur Last zu legen.

Es ist verschiedenen Beobachtern übereinstimmend aufgefallen, dass bei Narcylengeburt die Plazenta oft auffallend schnell gelöst ist und dass der mütterliche Blutverlust häufig ein sehr geringer ist, sich jedenfalls weit unter dem Durchschnitt hält. Der Grund dieser Erscheinungen dürfte vielleicht auch in einer wehenverstärkenden Wirkung des Narcylens liegen.

Über den Blutverlust fehlen in 22 Fällen zahlenmässige Angaben. Nach der damals üblichen Art der Registrierung heisst dies, dass der Blutverlust derartig gering war, dass eine Wägung unterblieb. In diesen Fällen überschritt er daher sicherlich nie das normale Mass. In 66 weiteren Fällen betrug der Blutverlust bis zu 500 g und darunter, davon in 55 Fällen weniger als 250 g; 10 mal betrug er zwischen 500 und 1000 g. Bei den beiden Fällen, in denen der Blutverlust mehr als 1000 g betrug, handelte es sich das eine Mal um einen zu spät entdeckten Klitorisriss, das andere Mal um eine Atonie mit Retentio cotyledonis, bei zu aktiver Leitung der Plazentarperiode.

Die Plazentarperiode dauerte in 34% der Fälle länger als $\frac{1}{4}$ Stunde, 9 in 1% zwischen 10 und 15 Minuten, in 26% zwischen 5 und 10 Minuten, in 21% weniger als 5 Minuten, die längste 2 Stunden.

Erbrechen trat in 5% der Fälle während, in 4% der Fälle nach der Betäubung auf; von diesen waren alle ohne Skopolaminvorbereitung, hatten sogar noch kurz vor der Betäubung gegessen. In mehreren Fällen tranken die Kreissenden einige Minuten vor der Betäubung Wasser, ohne dass im Verlauf oder nach der Betäubung Erbrechen aufgetreten wäre. Auch solche, die vor der Betäubung wiederholt erbrochen hatten, zeigten einen störungslosen Betäubungsverlauf.

Komplikationen post partum von seiten der Luftwege traten 3 mal auf, und zwar wurde 2 mal Bronchitis, 1 mal Bronchopneumonie notiert, allerdings in einer Zeit, in der die Häufigkeit solcher Komplikationen gerade bei Fällen ohne Betäubung eine prozentual wesentlich höhere war (Grippe). Alle 3 Fälle gingen gut aus.

Das subjektive Urteil der Mütter über den Erfolg lautet ausnahmslos sehr günstig. Unzufriedenheit wurde nie geäussert.

Als Nachteil des Verfahrens wäre höchstens die Tatsache zu nennen, dass die Narcylenzufuhr dauernd die Anwesenheit eines Arztes verlangt, was ja bei allen Methoden der geburtshilflichen Schmerzlinderung mehr oder weniger notwendig ist.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass das Narcylen bei richtiger Dosierung sich sehr gut zu einer systematischen, anscheinend beliebig lange Zeit durchführbaren und völlig ausreichenden Schmerzlinde- rung unter der Geburt eignet und dass dem Verfahren keinerlei wesentliche Nachteile anhaften. Der weitere Ausbau der Methode ist im Gange. Das subjektive Urteil der Kreissenden ist so günstig, dass man dem Verfahren schon jetzt eine gute Prognose stellen kann.

Aussprache zu den Vorträgen der Herren: Schoen, Gauss, Behrendt.

Herr *König*:

Die Gefahren unserer Narkosen sind heute sehr viel geringer geworden. Auch die Lumbalanästhesie steht schlechter als die Narkotika. Indessen bleiben unter den etwa 60% aller Operationen, welche heute nicht mit Lokalanästhesie operiert werden, eine Anzahl von Fällen übrig, für die auch heute noch ein ungefährlicheres Narkotikum erwünscht ist; haben wir doch im allgemeinen für Äther und Chloroform Kontraindikationen in Erkrankungen der Luftwege einerseits, des Herzens bzw. der Gefäße, der Nieren usw. andererseits und es kommt gar nicht selten vor, dass die Krankheiten beider Art z. B. Myokarditis und Bronchitis bei einem Menschen zusammenfallen, besonders für solche Fälle ist das neue zu berücksichtigen, um so mehr als das Narcylen wissenschaftlich sehr gut begründet erscheint. Gewisse Nachteile machen das Mittel freilich gerade für den Chirurgen noch ungenügend. Die grossen Vorzüge aber, vor allem das rasche Erwachen scheinen mir sehr schwer zu wiegen.

Herr *Flury*:

Das Acetylen soll nach *Wieland* kein Narkotikum im gewöhnlichen Sinne darstellen. Seine Wirkung wird auf Störung der Sauerstoffaufnahme oder -Verwertung durch die Zellen, besonders des Zentralnervensystems zurückgeführt. Die Betäubung durch Acetylen zeigt mancherlei Analogien zur Narkose durch ganz schwache Konzentrationen von gasförmiger Blausäure (etwa 0,1 mg pro Liter Luft). Letztere ist reversibel und kann längere Zeit durchgeführt werden (*Heubner* und *Flury*). Der eingehendere Vergleich dürfte wertvolle Anhaltspunkte für das Verständnis mancher problematischer Erscheinungen bei der neuen Narkosenmethode liefern.

Herr *Gauss*:

Die Annahme, dass die Narcylen-Betäubung technisch schwieriger auszuführen sei und deshalb besonders ausgebildete Personen benötige,

besteht nicht zu Recht. Es ist wegen der geringen Gefährlichkeit des Narcylens sogar möglich, die Betäubungstechnik schneller zu erlernen als die Äther- und die Chloroform-Äthernarkose, weil deren schmale Narkosenbreite eine viel grössere Erfahrung und eine bei weitem vorsichtigeren Beobachtung des Patienten verlangt. *Gauss* hat die Narcylen-Betäubung über lange Zeit nicht vorgebildeten Schwestern und Studenten überlassen und dabei durchweg gute Resultate erzielt. In den klinischen Vorlesungen wird, wenn der Zustand der Patientin nicht gebieterisch die Narcylen-Betäubung erheischt, aus didaktischen Gründen regelmässig die Äthertropfnarkose angewandt.

Zur Frage der geburtshilflichen Anwendung des Narcylens ist noch zu erwähnen, dass der Skopolamin-Morphium-Dämmerschlaf in der Würzburger Frauenklinik keineswegs aufgegeben ist; er wird im Gegenteil eifrig und zwar in der von *Gauss* inaugurierten morphiumarmen Form geübt. Trotzdem bleiben noch zahlreiche Fälle übrig, bei denen zur Einleitung eines ausreichend tiefen Dämmerschlafes nicht mehr genügend Zeit vorhanden ist, oder sonstige Gegenstände (z. B. Wehenschwäche, Anämie usw.) vorliegen. Nach den bisher gemachten Erfahrungen ist gerade in solchen Fällen die Anwendung der Narcylen-Betäubung am Platze. Der weitverbreitete Glaube, dass die Narkose mit Äther und Chloroform gerade bei Gebärenden leicht und ungefährlich sei, hält *Gauss* für durchaus unrichtig. Mit Äther allein erzielt man die gewünschte Toleranz manchmal recht schwer, und Chloroform ist, gerade weil seine Wirkung bei Gebärenden auffällig schnell eintritt, viel gefährlicher als allgemein angenommen wird. An klinischen Instituten ist daher die Narcylen-Betäubung allen anderen Methoden der Schmerzlinderung in der Geburtshilfe weit überlegen.

VIII. Sitzung, 5. Juni 1924.

1. Über Wesen und Entstehung der xanthomatösen Geschwülste.

Von

Prof. Dr. Eugen Kirch.

Wenn wir von Xanthomen oder von Xanthelasma sprechen, so verstehen wir darunter ein buntes Gemisch von Gebilden verschiedener Art, verschiedener Gestalt und Grösse und verschiedener Lokalisation. Allen Xanthomen oder Xanthelasma gemeinsam sind aber zwei charakteristische Merkmale: erstens die ausgesprochen schwefelgelbe bis evtl. gelblich-braune Farbe, die ihnen auch den Namen gegeben hat ($\xiανθός$ = gelb); zweitens, und das ist das eigentlich Wesentliche, das mikroskopisch stets nachweisbare Vorhandensein der sog. Schaumzellen oder Xanthomzellen, d. h. auffallend grosser und heller Zellen mit wabig gebautem Protoplasma infolge eines hohen Gehaltes an irgendwelchen, in der Regel aber doppeltbrechenden Fetten, vorwiegend an Cholesterinfettsäureestern.

Auch unter den Geschwülsten gibt es nun, wenn auch nur ziemlich selten, Formen, für welche die beiden genannten Kennzeichen eines Xanthoms durchaus zutreffen, und dennoch hat man bis vor kurzem diese Bildungen nach Wesen und Entstehung von den übrigen Xanthomformen abgetrennt; namentlich setzte man sie in einen scharfen Gegensatz zu den sogenannten „symptomatischen Xanthomen“, wie sie sich bei Diabetes mellitus, Ikterus, Nierenleiden und dergleichen zuweilen finden.

Für diese Sonderstellung wurden folgende Erfahrungstatsachen ins Feld geführt: 1. das Fehlen eines Grundleidens der genannten Art bei den xanthomatösen Geschwülsten im Gegensatz zu den symptomatischen Xanthomen; 2. ihr solitäres, lokalisiertes Auftreten, während die symptomatischen Xanthome in der Regel multipel vor-

kommen, in äusserer Haut und inneren Organen; 3. ihre angeblich ausschliessliche Entwicklung vom straffen Bindegewebe speziell der Extremitäten aus, und zwar von Gelenkkapseln, Sehnenscheiden, Faszien und Periost; 4. ihre angeblich konstante histologische Charakterisierung als Sarkome und speziell als Riesenzellsarkome, evtl. auch als Fibrosarkome oder einfache Fibrome, während sonstige Geschwulstkomponenten, abgesehen von den Schaumzellen, darin nicht gefunden wurden; 5. ihr konstanter und reichlicher Gehalt an eisenhaltigem Pigment.

So war man zu der Auffassung gelangt, dass den in Frage stehenden Gebilden einerseits eine Sonderstellung unter den mannigfachen Xanthomformen zukomme, andererseits aber auch eine Sonderstellung unter den Blastomen, insofern als man eine zwar im einzelnen etwas variable, prinzipiell aber doch einheitliche und ganz bestimmte Geschwulstart der Binesubstanzreihe darin erblickte. Man sprach von „blastomatösen Xanthomen“.

Diese bis vor kurzem allgemein gültigen Vorstellungen haben sich nun durch Untersuchungen und Beobachtungen der allerletzten Jahre als unhaltbar erwiesen. Bereits im Jahre 1921 habe ich auf der 18. Tagung der Deutschen Pathologischen Gesellschaft in Jena die These aufgestellt¹⁾, dass es sich hierbei nicht um eine einheitliche, selbständige und ganz bestimmte Blastomart handelt, sondern dass echte Blastome der allerverschiedensten Art und Lokalisation xanthomatös sein können. Dabei stützte ich mich vor allem auf drei eigene ungewöhnliche Beobachtungen, nämlich auf zwei Fälle von xanthomatösem polyzystischen Lymphangiom des Unterhautfettgewebes in der Kniegegend und einen Fall von xanthomatösem Dura-Endotheliom in der Felsenbeingegend; durch diese drei Fälle war nämlich zum ersten Male die alte Anschauung durchbrochen, dass nur Sarkome und Fibrome des straffen Bindegewebes xanthomatös sein könnten, und ausserdem hatte ich für alle drei Gebilde den histologischen Nachweis erbringen können²⁾, dass die reichlichen Schaumzellen nur eine Zellmodifikation, ein Umwandlungsprodukt von vorher völlig typisch gebauten Blastomzellen darstellen, also keine selbständige Blastomkomponente für sich.

¹⁾ Eugen Kirch, Über die Genese der blastomatösen Xanthome. Verhandlungsberichte der Dtsch. Pathol. Ges. 18. Tagung in Jena 1921. S. 144.

²⁾ Eugen Kirch, Über zystische xanthomatöse Geschwülste und die Genese der xanthomatösen Geschwülste im allgemeinen. Zieglers Beiträge z. pathol. Anat. u. allgem. Pathol. 1922. Bd. 70. S. 75.

In den drei seitdem verflossenen Jahren hat sich diese meine damals neue Auffassung von dem Wesen der xanthomatösen Blastome durchaus bestätigt. Ich verfüge heute über insgesamt 12 xanthomatöse Geschwulstbildungen, unter denen zwar ein gewisses Vorherrschen von Sarkomen besteht, die aber insgesamt doch mancherlei Verschiedenheiten der Lokalisation — nur einige wenige gehen vom straffen Bindegewebe aus — und ebenso der histologischen Struktur zeigen. Auch sind in den allerletzten Jahren mit Sicherheit epitheliale Geschwülste, speziell Karzinome, von xanthomatösem Charakter beobachtet worden, sowie einige weitere Blastome sonstiger Art. (Näheres hierüber in meiner ausführlichen Publikation¹⁾.)

Was die Mutterzellen der Schaumzellen in all diesen Fällen anlangt, so ist auch hier eine Einheitlichkeit nicht vorhanden. Aus meinen eigenen Untersuchungen sowie den relativ spärlichen hierauf bezüglichen Angaben der Literatur ergibt sich, dass zu Schaumzellen werden können teils irgendwelche Bindegewebszellen, teils Endothelien, teils Adventitiazellen, teils Retikulumzellen, teils Epithelien. Es können also die Xanthomzellen von ganz verschiedenartigen Zellen abstammen, und zwar geschieht dies stets durch Aufblähung und Aufnahme meist doppeltbrechender Fetttropfen.

Mit diesen Feststellungen muss naturgemäss auch die alte Bezeichnung „blastomatöse Xanthome“ der früheren Autoren fallen, und man muss jetzt, wie *Lubarsch*²⁾ gerade aus meinen Untersuchungen heraus mit Recht folgert, umgekehrt von „xanthomatösen Blastomen“ sprechen.

Neben den xanthomatösen Blastomen gibt es aber noch andere xanthomatöse Bildungen, die gleichfalls makroskopisch tumorartig aussehen und nur solitär und ohne Beziehungen zu Diabetes, Ikterus usw. auftreten, die jedoch nicht zu den echten Blastomen, sondern zu den entzündlichen Granulationsbildungen zu rechnen sind; man bezeichnet sie daher zweckmässig als xanthomatöse Granulome. Für diese meist riesenzellhaltigen Gebilde spielte in der Literatur der früheren Jahre die Streitfrage eine grosse Rolle, ob es sich hier prinzipiell um Granulome oder um Sarkome handelt. Heute wissen wir, dass sie keineswegs einheitlich zu beurteilen sind, und dass es teils echte Blastome, teils Granulome sind. Beide Möglichkeiten kommen also vor, und die Differentialdiagnose kann unter Umständen

¹⁾ *Eugen Kirch*, Über Wesen und Entstehung der xanthomatösen Geschwülste. Klin. Wochenschr., im Druck befindlich.

²⁾ *O. Lubarsch*, Diskussionsbemerkung zu *E. Kirch* (siehe Fussnote 1 S. 121).

recht schwierig sein, wie auch *Seyler*¹⁾ schon hervorgehoben hat. Nach eigenen Erfahrungen sind zu den in Frage kommenden Granulomen vornehmlich jene Bildungen zu rechnen, die von den Sehnen-scheiden der Finger und Zehen ausgehen.

Bezüglich der Entstehungsursache der xanthomatösen Geschwülste habe ich mich ebenfalls bereits auf der genannten Jenenser Pathologentagung geäußert, und zwar hatte ich damals auf Grund von Blutuntersuchungen auf Cholesterin bei drei Trägern xanthomatoßer Geschwulstbildungen die Ansicht ausgesprochen, dass eine Hypercholesterinämie auch hier ätiologisch zugrunde liegt, wie sie bereits vorher für die übrigen Xanthomformen allgemein anerkannt wurde, während man sie für die xanthomatösen Geschwulstbildungen gar nicht in Erwägung gezogen, geschweige denn die Fälle darauf geprüft hatte; man hatte bei ihnen immer nur lokale Cholesterinstoffwechselstörungen vermutet.

Diese Blutuntersuchungen habe ich seitdem fortgesetzt, und ich verfüge jetzt im ganzen über 8 Xanthomfälle mit ein- oder mehrmaliger Prüfung des Blutes auf seinen Cholesteringehalt (und zwar durchweg mit Hilfe der kolorimetrischen Methode von *Autenrieth* und *Funk*, in einem Falle ausserdem auch mit der chemischen Methode der Digitoninfällung nach *Windaus*). Während normalerweise in 100 ccm Blut etwa 140—160 mg Gesamtcholesterin sich finden, ergaben meine 8 Xanthomfälle durchweg höhere Werte; in 6 Fällen lagen starke Steigerungen vor, nämlich 481 mg, 450,8 mg, 313 mg (bzw. 302 mg nach *Windaus*), 284,4 mg, 256,7 mg, 255,0 mg Cholesterin; die beiden übrigen Fälle zeigten mit 190 mg und 187,5 mg nur ganz unwesentliche Vermehrungen gegenüber der Norm. Derartige nur geringe Steigerungen sowie gelegentliche Normalwerte, wie in einem Falle von *Dubs*²⁾ müssen meines Erachtens durch zeitliche Schwankungen des Blutgehaltes an Cholesterin erklärt werden; es sind eben in einzelnen Fällen oft wiederholte Blutuntersuchungen nötig. Diese Feststellungen treffen ebenso für die xanthomatösen Granulome wie für die xanthomatösen Blastome zu.

Weiterhin ergibt sich aus meinen Untersuchungen, dass, von gewissen zeitlichen Schwankungen abgesehen, diese Hypercholesterinämie einen ausgesprochenen Dauerzustand dar-

¹⁾ *Seyler*, Über xanthomatische Granulome. *Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.* Bd. 239. S. 20. 1922.

²⁾ *Irmgard Dubs*, Xanthomzellenbildung in der Uterusschleimhaut bei Funduskarzinom. *Zentralbl. f. allgem. Pathol. u. pathol. Anat.* 1923. Bd. 34. S. 145.

stellt und wohl als chronische Störung des allgemeinen Cholesterinstoffwechsels auf dem Boden einer Konstitutionsanomalie aufzufassen ist. Ich konnte diese Hypercholesterinämie noch mehrere Jahre nach operativer Entfernung der xanthomatösen Geschwulst nachweisen, in einem Falle sogar nach nunmehr 10 Jahren. Das drängt bei dem Fehlen irgendeiner, die Hypercholesterinämie als symptomatisch erklärenden Grundkrankheit zu der Annahme konstitutioneller Momente hin.

Zu dieser allgemeinen Stoffwechselstörung muss aber noch ein zweites ätiologisches Moment hinzukommen, und das muss lokaler Natur sein. In erster Linie denke ich hier an lokale Lymphstauung, wie sie von *Lubarsch*¹⁾ bereits für die generalisierte Xanthomatose angeschuldigt worden ist. In anderen Fällen scheint eine lokale Blutstauung die gleiche Bedeutung zu haben. Weiterhin könnte man meines Erachtens, wenigstens für einen Teil der Fälle, an eine Bedeutung der häufigen Blutungen in den xanthomatösen Geschwulstbildungen denken, insofern als gleichzeitig mit den Blutkörperchen auch Blutserum mit dem erhöhten Cholesteringehalt in das Geschwulstgewebe eingeschwemmt würde, wozu dann noch das aus den Hüllen der extravasierten Erythrozyten freiwerdende Cholesterin hinzukäme. Auch die von *H. W. Siemens*²⁾ für die Xanthomatose angenommene Cholesterophilie, d. h. eine gesteigerte Affinität gewisser Zellkomplexe zu Cholesterinfettsäureestern, käme möglicherweise hier noch in Betracht, doch ist diese vorerst rein hypothetisch und zudem für manche Fälle entbehrlich.

Demnach sind die lokalen Momente, die für die xanthomatöse Umwandlung von Geschwülsten ätiologische Bedeutung haben, wohl nicht einheitlich, sondern von Fall zu Fall verschieden.

Alles in allem ist somit die Genese des xanthomatösen Charakters bei den xanthomatösen Blastomen und Granulomen prinzipiell ganz die gleiche wie bei allen anderen Xanthomen.

¹⁾ *O. Lubarsch*, Generalisierte Xanthomatose bei Diabetes. Deutsche med. Wochenschr. 1918. Nr. 18. S. 484.

²⁾ *H. W. Siemens*, Zur Kenntnis der Xanthome. Arch. f. Dermatol. u. Syph. Bd. 136. S. 159. 1921.

2. Untersuchungen über Isohämagglutination, d. h. die gruppenmässige Agglutination menschlicher Erythrozyten durch Menschenserum.

Von
E. Wöhlisch.

Vortragender berichtet über physiko-chemische und serologische Untersuchungen, die er im Rahmen einer gemeinsam mit *F. Schütz-Kiel* unternommenen Arbeit über die Isohämagglutination angestellt hat.

Über die physikalische Chemie der Isohämagglutination liegen, soviel wir sehen können, bisher kaum experimentelle Ergebnisse vor. Unsere Untersuchungen in dieser Richtung erheben nicht den Anspruch darauf, etwas Abschliessendes vorzustellen, schon allein deshalb, weil wir von vornherein bewusst auf den Versuch einer Erklärung der ausgesprochenen Spezifität des Phänomens verzichteten. Wir machten bisher die folgenden hauptsächlichsten Feststellungen:

Das Serumagglutinin ist, wie schon *Grafe* und *Graham* fanden, relativ thermostabil. Die agglutinierende Kraft des Serums wird erst durch Erwärmung auf solche Temperaturen zerstört, bei denen bereits die Globuline ausflocken. Es ist möglich, dass es sich dabei nicht um eine eigentliche Zerstörung des Agglutinins durch die Wärme handelt, sondern um eine adsorptive Entfernung durch die ausfallenden Globuline.

Auch gegen Alkoholeinwirkung ist das Agglutinin ziemlich resistent. Fällt man ein agglutinierendes Serum durch Alkohol und lässt das Eiweisspräzipitat eine Woche lang mit dem Alkohol in Berührung, um es sodann zu trocknen, so erhält man durch Extraktion des Trockenpulvers mit physiologischer Kochsalzlösung oder Normosal eine ziemlich eiweissreiche Flüssigkeit mit noch recht kräftiger Agglutinationswirkung. Durch monatelanges Einwirken des Alkohols auf das Präzipitat wird indes das Agglutinin vollkommen zerstört.

Bei Trennung der Globuline von dem Albumin durch Fällung mit Ammonsulfat findet sich das Agglutinin — in Übereinstimmung mit dem Verhalten der Immunagglutinine — in der Globulinfraktion vor, während das Albumin vollkommen frei von agglutinierenden Eigenschaften ist. In einem Versuche wurde das Globulin durch Dialyse gegen destilliertes Wasser entfernt. Der in 0,85% NaCl

lösliche Teil des Globulins wies jetzt keine agglutinierenden Fähigkeiten mehr auf, ebensowenig wie das restierende Albumin. Die bekanntlich an den Globulinen durch Dialyse gegen destilliertes Wasser hervorgerufenen irreversiblen Veränderungen führen also anscheinend auch zu einer Schädigung des Agglutinins. Auch durch Einwirkung von Mineralsäuren und starken Basen wird das Agglutinin ziemlich leicht zerstört.

Wie nicht anders zu erwarten, erwies sich das Agglutinin als kolloidaler Körper: das Ultrafiltrat eines agglutinierenden Serums ist vollkommen wirkungslos.

Soviel über das Agglutinin. Auch über die Eigenschaften des „Rezeptors“ oder der „agglutinablen Substanz“ wurden einige Versuche angestellt. Es fand sich nämlich, dass die Erythrozyten durch Waschen mit physiologischer Kochsalzlösung oder mit Normosal unter Umständen ihre Fähigkeit, von dem heterologen Serum agglutiniert zu werden, verlieren. Merkwürdigerweise ergeben sich hierbei sehr grosse individuelle Unterschiede: während manche Erythrozytenarten bereits durch kurzes Waschen mit verhältnismässig wenig Flüssigkeit unagglutinabel werden, lässt sich bei andern auch durch langdauerndes Waschen mit großen Mengen Flüssigkeit kaum eine Abnahme der Agglutinabilität erzielen. Man musste sich die Frage vorlegen, ob der Effekt der Waschung wirklich dadurch zustande kommt, dass die agglutinable Substanz von der Oberfläche des Erythrozyten reinmechanisch losgelöst wird. In diesem Falle müsste sie sich bei geeigneter Versuchsanordnung im Waschwasser nachweisen lassen, z. B. dadurch, dass durch ein solches rezeptorhaltiges Waschwasser das Agglutinin des heterologen Serums spezifisch unwirksam gemacht wird (*Castellanischer* Absättigungsversuch mit isoliertem Rezeptor). Von vier derartigen Versuchen mit stark eingegstem und durch Dialyse gegen 0,85% NaCl isotonisch gemachtem Waschwasser ergaben zwei tatsächlich ein positives Resultat: nur ein solches Serum, das die unvorbehandelten Erythrozyten der Blutgruppe, deren Rezeptor im Waschwasser gesucht wurde, zu agglutinieren imstande war, wurde durch Verdünnung mit diesem Waschwasser stärker in seiner agglutinierenden Kraft geschädigt, als durch gleich starke Verdünnung mit physiologischer Kochsalzlösung. Auf ein Serum dagegen, das nur Erythrozyten einer anderen Blutgruppe, als die zur Waschung benutzten, agglutinierte, wirkte die genannte Waschflüssigkeit nicht stärker schädigend ein, als eine gleiche Menge physiologischer Kochsalzlösung, was wohl kaum anders, als durch eine spezifische Absättigung des

Agglutinins durch den zugehörigen Rezeptor zu erklären ist. Auch hat es nach unseren bisherigen, allerdings wenig zahlreichen Versuchen den Anschein, als ob sich eine in einem spezifischen Absättigungsversuch wirksame Waschflüssigkeit tatsächlich nur von solchen Erythrozyten gewinnen lässt, die durch Waschen ihrer Agglutinabilität leicht zu berauben sind. Zur definitiven Sicherstellung dieser Dinge bedarf es indes noch weiterer experimenteller Arbeit.

Die Mitwirkung eines spezifischen Ions, wie dies etwa bei der Blutgerinnung für das Ca^{++} der Fall ist, ist bei der Isohämagglutination nicht erforderlich, was sich leicht durch geeignete Verwendung der Dialyse zeigen lässt.

Wir bestimmten ferner den Temperaturkoeffizienten der Geschwindigkeit der Isohämagglutination und fanden für diesen auffallenderweise in dem ganzen untersuchten Intervall von $0-50^{\circ}$ den Wert 0.

Endlich stellten wir noch eine grössere Anzahl von Versuchen darüber an, ob vielleicht bei der Agglutination eine Verringerung der natürlichen negativen Ladung der Erythrozyten nachzuweisen ist, da ja nach den geltenden Anschauungen die elektrische Ladung der Erythrozyten mit von ausschlaggebender Bedeutung für die Beständigkeit ihrer Suspensionen ist. Als Mass für die Ladung diente uns die kataphoretische Wanderungsgeschwindigkeit der Erythrozyten, die ja *ceteris paribus* der Ladungsdichte direkt proportional ist. Die ersten Versuche, bei welcher die Kataphorese der Zellen — sowohl die der frischen als auch der agglutiniert gewesenen und wieder auseinander geschüttelten — in stark verdünnter Suspension in Normosal oder physiologischer NaCl-Lösung erfolgte, ergab keinen Unterschied der Wanderungsgeschwindigkeit vor und nach der Reaktion mit dem Agglutinin. Da jedoch durch die Suspendierung der Zellen in NaCl eine eventuell vorhandene entladende Hülle möglicherweise hätte abgewaschen sein können, so stellten wir die folgenden Versuche derartig an, dass wir in demselben Serum agglutinable und nichtagglutinable Erythrozyten vergleichsweise überführten, also beispielsweise in einem Serum der Gruppe III die agglutinablen Erythrozyten der Gruppe II und die nichtagglutinablen der Gruppe III. Jetzt ergaben sich stets sehr grosse Unterschiede in dem Sinne, dass die nichtagglutinablen Erythrozyten in dem elektrischen Felde mit der doppelten bis dreifachen Geschwindigkeit der agglutinablen wanderten. Zu derartigen Versuchen muss man übrigens das Serum vorher inaktivieren, da sonst bei dem grossen Überschuss an Serum eine vollständige Zerstörung der agglutinablen Erythrozyten durch das mit dem Agglutinin wohl

immer vergesellschaftete Isohämolysin erfolgt. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass die Wanderungsgeschwindigkeit der agglutinablen Erythrozyten selbstverständlich an einzeln liegenden Exemplaren, nicht an agglutinierten Zellhäufchen bestimmt wurde.

Der Vorgang der Isohämagglutination besteht also anscheinend in der Bildung eines die normale elektrische Ladung stark herabsetzenden, leicht abwaschbaren Präzipitats an der Oberfläche der Erythrozyten. Wir kommen damit zu derselben Auffassung, wie sie in letzter Zeit *Northrop* für die Bakterienagglutination vertreten hat.

Die ausführliche Veröffentlichung der vom Vortragenden referierten Untersuchungen erfolgt in der Zeitschrift für Biologie.

Aussprache

zum Vortrage des Herrn *Wöhlisch* am 5. VI. 1924.

Herr *Schellong* weist auf das häufige gleichzeitige Vorhandensein von Isoagglutininen und Isohämolysinen in ein- und demselben Serum hin und fragt, ob sich die für die Agglutination gefundene Gesetzmässigkeit der Gruppen auch auf die Hämolyse erstreckt.

Herr *Wöhlisch*: Nach Untersuchungen von *Grafe* und *Graham* ergeben sich für die Isohämolyse dieselben vier Gruppen, wie für die Agglutination.

3. Über die Entstehung der Insulinkrämpfe.

Von

E. Gabbe.

Meine Herren! Injiziert man einem Menschen oder Tier eine nicht zu kleine Insulindosis, so kann es nach einigen Stunden zum Auftreten von charakteristischen toxischen Symptomen kommen, welche von *Macleod* und Mitarbeitern zuerst unter dem Namen der „hypoglykämischen Reaktion“ beschrieben worden sind. Die Tiere bekommen Hunger und Durst, werden unruhig, etwas später tritt grosse Schwäche in den Gliedern auf, die Tiere legen sich flach auf den Bauch und sind nicht mehr imstande, die Extremitäten zur Aufrechterhaltung des Körpers zu benutzen. Bei weiterer Dauer der Insulinwirkung treten dann heftige klonische Krämpfe auf, nach deren Abklingen die Tiere in der Regel vollständig schlaff auf der Seite liegen. Derartige Krampfanfälle wiederholen sich bei Fortdauer der Insulin-

wirkung immer häufiger; die Atmung der Tiere wird schwächer und diese gehen schliesslich in einem komatösen Zustande an Atemlähmung zugrunde. Erfahrungsgemäss treten die ersten toxischen Symptome in der Regel dann auf, wenn der Blutzucker auf 0,045% oder darunter gesunken ist. Die erwähnten Symptome, auch die Krämpfe, können binnen wenigen Minuten beseitigt werden, dadurch, dass dem Tier Traubenzucker subkutan oder intravenös einverleibt wird. Hierdurch wird der ganze Zustand sehr schnell zur Norm zurückgeführt. Diese beiden Umstände: die zur Zeit der Krämpfe vorhandene Hypoglykämie und die prompte Beseitigung der Krämpfe durch eine Glukoseinjektion waren der Grund, dass die Entstehung der erwähnten Symptome, auch die der Krämpfe, auf den Zuckermangel im Blute bzw. im Gewebe zurückgeführt wurde, und dass angenommen wurde, das Nervensystem sei für diesen Zuckermangel besonders empfindlich und reagiere, wenn der Blutzuckerspiegel einen bestimmten Wert unterschreitet, mit Reizerscheinungen, die in den Krämpfen zum Ausdruck kommen.

Bei dieser Sachlage drängen sich mehrere Fragen auf: zunächst sind die verschiedenen Symptome, die allgemeine Schwäche und die Krämpfe mit der gleichen Veränderung, also etwa der Hypoglykämie in Zusammenhang zu bringen; ist die Hypoglykämie vielleicht nur die Vorbedingung oder Begleiterscheinung für eine krampferregende Wirkung des Insulins oder anderer infolge der Insulinwirkung im Stoffwechsel entstehender Substanzen; im letzten Fall wäre auch zu erwägen, ob die Hypoglykämie nicht lediglich eine Begleiterscheinung des Auftretens anderer krampferregender Faktoren sein könnte. Endlich ist zu fragen: von welcher Stelle gehen die Krämpfe aus; liegt diesen ein zentral oder peripher bedingter Erregungszustand der Nerven-elemente zugrunde oder etwa eine Übererregbarkeit der Muskulatur selbst?

Um diese Fragen zu klären, haben wir zunächst Versuche an Fröschen angestellt; es wurden vorwiegend Winterfrösche, aber auch einige Sommerfrösche, und zwar stets Temporarien, meist männlichen Geschlechts von 30—40 g Gewicht verwandt. Unsere Beobachtungen wurden an 82 Fröschen gesammelt. Es stellte sich zunächst heraus, dass die Frösche ausserordentlich grosse Dosen von Insulin vertragen, ohne irgendwelche abnormen Symptome zu zeigen. Erst wenn man die Insulingabe wenigstens auf drei klinische Einheiten pro 100 g Frosch, also rund auf mindestens 1 Einheit pro Frosch, steigert, treten charakteristische Erscheinungen auf, und zwar zunächst Krämpfe.

Es ist also beim Frosch zur Auslösung von Krämpfen etwa die 20fache Insulinmenge nötig (auf gleiches Tiergewicht berechnet) wie beim Kaninchen. Diese Krämpfe treten aber auch dann nicht einige Stunden nach der Insulingabe auf wie beim Warmblüter, sondern erst 1 bis 3 Tage nach der Insulininjektion. Die Krämpfe bestehen in klonischen Zuckungen der Muskeln, meist zunächst in den Vorderbeinen, diesen folgen tonische Krämpfe der gesamten Muskulatur. Nach Abklingen des bis zu mehreren Minuten dauernden Krampfzustandes bestehen meist noch faszikuläre Muskelzuckungen fort, besonders in Hinterbeinen und Bauchmuskeln; daneben besteht hochgradige Erschöpfung, der Frosch erträgt Rückenlage bis er sich einigermaßen erholt hat; bis dahin lassen sich auch neue Krämpfe durch äussere Reize meist nicht auslösen. Nach Erholung treten meist erneut Krämpfe auf. Nach mehreren Krampfanfällen kann vollständige Erholung die Folge sein; in anderen Fällen bildet sich ein Lähmungsstadium aus, in dem der Frosch bewegungslos bis zu mehreren Tagen oft in Rückenlage verharren kann; auch die Atembewegungen hören auf, nur das Herz schlägt regelmässig weiter. In diesem Zustande gehen die Frösche dann meist am 4. bis 6. Tage zugrunde; die Grösse der Dosis letalis schwankt zwischen 3,6 und 17 Einheiten pro 100 g Frosch. Die Analyse der Krämpfe ergibt: Nach Dekapitieren des Frosches dauern die Krämpfe fort, durch Zerstörung des Rückenmarkes lassen sie dagegen erheblich nach bzw. sie hören auf; es bleiben jedoch noch lebhaft fibrilläre Muskelzuckungen bestehen, die häufig stärker sind als die beim normalen Frosch nach Zerstörung des Rückenmarkes vorhandenen. Hieraus muss geschlossen werden, dass die Krämpfe in erster Linie vom Rückenmark ausgehen; es besteht eine zentral erhöhte Reflexerregbarkeit; daneben wäre das Vorliegen einer Übererregbarkeit der Muskulatur anzunehmen; doch sind diese beiden Komponenten der Krämpfe bei den einzelnen Fröschen verschieden stark ausgebildet. Die zentral erhöhte Reflexerregbarkeit ist wohl immer vorhanden doch in verschiedenem Grade ausgeprägt; zuweilen treten die Krämpfe nicht spontan auf, sondern erst auf Reize wie Kneifen, passive Rückenlage u. a. hin, zuweilen ist ein ziemlich starker Reiz hierzu nötig. In anderen Fällen genügt leichtes Beklopfen an irgendeiner Körperstelle, um eine Zuckung der gesamten Muskulatur hervorzurufen. Die fibrillären Muskelzuckungen fehlen in manchen Fällen vollständig, in anderen dagegen sind sie stark ausgeprägt. Die Ausbildung beider Komponenten der Krämpfe geht nicht parallel. Die direkte und indirekte Erregbarkeit der Muskeln für elektrische Reize entspricht

im Stadium der Krämpfe der Norm. In dem auf die Krämpfe folgenden Lähmungsstadium ist es nicht möglich, durch elektrische Reizung des Rückenmarks Muskelzuckungen auszulösen, wohl aber ist die Erregbarkeit der Muskeln vom Nerven aus sowie bei direkter Reizung noch nahezu normal. Die Lähmung ist also eine zentrale. Auch im Lähmungsstadium können noch fibrilläre Muskelzuckungen in einzelnen Muskelgebieten auftreten. Zu erwähnen wäre noch, dass die Pupillen der Frösche sowohl im Krampf- wie im Lähmungsstadium auffallend weit befunden werden. Durch Zuckerinjektion können die Krämpfe beseitigt werden und es tritt auch noch im Lähmungsstadium, wenn dieses nicht zu weit vorgeschritten war, rasche Erholung der Frösche ein.

Es wurde nun ferner das Blut der Frösche untersucht; dieses wurde mit einer kleinen Spritze dem freigelegten Herzen der Frösche entnommen in verschiedenen Stadien der Insulinwirkung. An jedem Frosch wurde nur einmal das Blut untersucht; es wurde zunächst der Blutzucker mit der Mikromethode von *Bang* bestimmt. Die Frösche weisen schon normalerweise den sehr niedrigen Blutzuckergehalt von 50 mg-% auf; dieser kann bis auf 70 mg-% steigen, wenn die Frösche nicht bei niedrigerer Temperatur, sondern im warmen Zimmer gehalten werden; es wurde daher stets auch das Blut von Fröschen, die ohne Insulin unter den gleichen Bedingungen gehalten waren wie die Insulinfrösche; zur Kontrolle mituntersucht. Am 1. und 2. Tage der Insulinwirkung war der Blutzuckergehalt gegen die Norm nicht verändert. Zur selben Zeit, in der die Krämpfe auftreten, je nach der Insulinwirkung am 2. bis 4. Tage, wurde der Blutzucker normal oder sogar leicht erhöht befunden; im Mittel betrug die Erhöhung des Blutzuckers zur Zeit der Krämpfe 25% des normalen Blutzuckergehaltes. Dieser Befund wurde $\frac{1}{2}$ bis 5 Stunden nach Eintritt der ersten Krämpfe erhoben; im Lähmungsstadium fand sich dagegen stets eine ausgesprochene Hypoglykämie. Der Blutzucker ging bis auf 45% der Norm herunter. Bei eintretender Erholung steigt der Blutzucker wieder zur Norm. Es wurde ferner die Wasserstoffzahl im entgasten Blute bestimmt, und zwar mit der von *Lehmann* angegebenen Mikroelektrode mittels Gaskette. Die Normalzahlen für das Froschblut liegen an der unteren Grenze der für das Blut von Säugtieren mit Ausnahme des Hundes von *Höber* angegebenen Werte (ph. 8,51—8,74); zur Zeit der Krämpfe findet sich eine ausgesprochene Azidosis, die wohl als Folge der heftigen Muskelkontraktionen angesehen werden muss (ph. 8,14—8,29); im Lähmungsstadium finden

sich starke Schwankungen, zum Teil noch relativ saure, zum Teil wieder normale Werte. Am auffallendsten an diesen Blutbefunden ist, dass sich zur Zeit der Krämpfe keine Erniedrigung, sondern sogar eine mässige Erhöhung des Blutzuckerspiegels feststellen liess. Es können demnach die beim Frosch nach Insulin auftretenden Krämpfe nicht auf einen Zuckermangel zurückgeführt werden. Diese Krämpfe dürften vielmehr durch andere Bedingungen zustande kommen. Interessant ist, dass *Macleod* und *Noble* bei Schildkröten überhaupt keine abnormen Symptome, auch keine Krämpfe durch Insulin auslösen konnten, sondern lediglich eine Hyperglykämie. Eine andere Frage ist, ob die beim Frosch nach Insulin auftretenden Krämpfe mit denen beim Warmblüter auftretenden in Parallele gesetzt werden dürfen. Diese Frage muss vorläufig offen bleiben. Es könnte wohl eingewendet werden: der so ganz andersartige Verlauf der Insulinwirkung beim Frosch, die Notwendigkeit zwanzigfach grössere Dosen anzuwenden, das späte Auftreten der Krämpfe erst nach einigen Tagen deuten darauf hin, dass die Insulinkrämpfe beim Frosch vielleicht auf andere Weise entstehen könnten, als die Insulinkrämpfe beim Warmblüter; es dürften demnach irgendwelche Schlüsse aus diesen Befunden auf die Entstehung der Krämpfe beim Warmblüter nicht gezogen werden. Wir haben uns bemüht, Anhaltspunkte zu gewinnen, auf welche Weise die grosse Resistenz der Frösche dem Insulin gegenüber zustande kommt; auf verschiedene Weise wurde versucht, die Frösche glykogenarm zu machen, um zu sehen, ob sie dadurch insulinempfindlicher werden; dies wurde jedoch nicht erreicht. Bei den Fröschen liess sich nun eine Beschleunigung des Ablaufs der Insulinwirkung und das Auftreten von Krämpfen schon 18 Stunden nach der Insulininjektion dadurch erzielen, dass auch für den Frosch grosse Insulindosen gegeben und die Frösche bei höherer Aussentemperatur 23° und mehr gehalten wurden. Es wurde dann schon 20 bis 22 Stunden nach der Injektion das Lähmungsstadium beobachtet und bereits am 2. Tage konnte der Tod eintreten. In diesen Fällen war das Krampfstadium nur sehr kurz, eine Hyperglykämie konnte in diesem nicht nachgewiesen werden, vielmehr wurde eine mässige Hypoglykämie (Blutzucker um 40 mg-%) zur Zeit der Krämpfe gefunden. Der Verlauf dieser Fälle zeigt also schon grössere Ähnlichkeit mit dem Verlauf der Insulinwirkung am Warmblüter, und es gewinnt den Anschein, dass die Besonderheiten der Insulinwirkung am Frosch auf dem beim Kaltblüter relativ verlangsamten Ablauf der Stoffwechselprozesse beruhen könnten.

Es sei daran erinnert, dass auch beim Warmblüter Beobachtungen vorliegen, welche schwer mit der Annahme vereinbar sind, dass die Krämpfe durch die Hypoglykämie ausgelöst werden. So geben verschiedene Autoren, unter diesen auch *Minkowski* an, dass die Krämpfe beim Kaninchen gelegentlich auch bei relativ hohem, d. h. nur wenig erniedrigtem Blutzucker Gehalt auftreten können. Ferner fanden *Delezenne* und Mitarbeiter unter mehr als 200 Kaninchenversuchen zweimal Konvulsionen bei normalem Blutzucker Gehalt. Andererseits sind Fälle bekannt, in denen aus anderer Ursache eine hochgradige Hypoglykämie eintrat, ohne dass Krämpfe sich einstellten; so in einem von *Wagner* und *Parnass* beschriebenen Falle von eigenartiger Lebererkrankung; erhebliche Hypoglykämie ohne Krämpfe beobachteten *Petenyi* und *Lax* nach Adrenalininjektionen bei Tetanikern in der hypoglykämischen Phase der Adrenalinwirkung, ebenso *György* und *Herzberg* nach Adrenalin und vorausgehender Bikarbonatbehandlung.

Es ist demnach wohl als erwiesen anzusehen, dass eine Hypoglykämie allein zur Auslösung von Krämpfen nicht genügt und dass Krämpfe auftreten können nach Insulin auch ohne Hypoglykämie. Es muss nicht nur für den Frosch sondern auch für den Warmblüter untersucht werden, ob nicht andere Vorgänge für die Entstehung der Krämpfe verantwortlich gemacht werden können.

Hinweise für andere Erklärungsmöglichkeiten können hier vielleicht Versuche liefern, in denen ich die Wirkung des Insulins auf den respiratorischen Gaswechsel von Ratten untersuchte¹⁾; es fand sich in diesen regelmässig in der 1. bis 2. Stunde der Insulinwirkung eine beträchtliche Verminderung des Sauerstoffverbrauches, während zugleich der respiratorische Quotient anstieg; in der 2. bis 4. Stunde, nach der Insulininjektion kam es dagegen meist zu einer starken Vermehrung des Sauerstoffverbrauches unter Abfall des respiratorischen Quotienten. Es liegt nahe, zu vermuten, dass die Einschränkung des Sauerstoffverbrauches in der 1. Phase der Insulinwirkung durch Abnahme der Eiweisszersetzung infolge vermehrter Kohlenhydratverbrennung zustande kommt, während umgekehrt in der 2. Phase der Insulinwirkung der Eiweissumsatz, der Zunahme des Sauerstoffverbrauches entsprechend, ansteigt. Versuche, die ich mit verschiedenen reinen Substanzen des intermediären Eiweissstoffwechsels (Glykokoll, Alanin, Guanidin u. a.) anstellte, zeigten, dass diese Stoffe nicht nur, wie bekannt, den Sauerstoffverbrauch vermehren, sondern auch den physiologischen Anstieg

¹⁾ Über diese Versuche soll an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

des respiratorischen Quotienten nach Kohlenhydratfütterung hemmen bzw. den resp. Quotienten herabdrücken, also den Gaswechsel in einer Richtung beeinflussen, wie sie für die 2. Phase der Insulinwirkung bezeichnend ist.

Auf Änderungen im intermediären Eiweissstoffwechsel dürften auch Versuche hinweisen, in denen ich die Oberflächenspannung des Blutes von Kaninchen während der Insulinwirkung fortlaufend untersuchte, und zwar mit der sog. Ringmethode von *Brinkmann* und *van Dam*. Die am stärksten oberflächenaktiven Stoffe des Blutes sind nach *Tominaga* den Peptonen zuzuzählen. Das Blut wurde in diesen Versuchen in 10- und 100-facher Verdünnung, sowie nach Enteiweissung mit Metaphosphorsäure (welche die maximal kapillaraktiven Stoffe in das Filtrat übergehen lässt) auf seine Oberflächenspannung untersucht. Nach Insulininjektion traten nun zur Zeit der toxischen Reaktion Schwankungen in der Oberflächenspannung auf, und zwar in den angeestellten 8 Versuchen meist im Sinne einer Zunahme der Werte für die relative Oberflächenspannung direkt vor und während des Auftretens der Krämpfe, z. B. von 76 auf 81 bei einer Gesamtschwankungsbreite eines Versuches von 71 bis 81 für die relative Oberflächenspannung; unmittelbar nach den Krämpfen war diese Steigerung wieder zurückgegangen. Nur in 2 von diesen Versuchen trat das Umgekehrte ein: Abnahme der Oberflächenspannung vor Eintritt der Krämpfe, Zunahme nach diesen; die Oberflächenspannungswerte der verschiedenen Blutverdünnungen gingen einander und auch denen des enteisssten Blutes parallel; im letzteren waren die Schwankungen am grössten.

Ist die neuere Anschauung richtig, dass die maximaloberflächenaktiven Stoffe des Blutes den Eiweissabbauprodukten und nicht den Fettsubstanzen zuzurechnen sind, — und in diesem Sinne spricht auch ein kürzlich von mir erhobener Befund bei einer diabetischen Patientin mit hochgradiger Lipämie (Gesamtfettgehalt des Blutes 3,0%), bei der für die Oberflächenspannung des 10fach verdünnten Blutes mit 81,0 ein an der oberen Grenze der Norm gelegener Wert gefunden wurde, — so zeigen diese Versuche, dass unter der Insulinwirkung Schwankungen im Gehalt des Blutes an Eiweissabbauprodukten auftreten und dass diese Schwankungen zur Zeit der Krämpfe, und zwar diesen schon vorangehend, besonders ausgesprochen sind.

Nach diesen Befunden darf man vielleicht daran denken, dass Änderungen im intermediären Eiweissstoffwechsel im Gefolge der Insulinwirkung bei der Auslösung der Insulinkrämpfe eine Rolle spielen

könnten; es muss die Aufgabe der weiteren Forschung sein, eingehender zu untersuchen, wie sich die Eiweisszersetzung, in den verschiedenen Stadien der Insulinwirkung gestaltet.

Aussprache

zum Vortrag des Herrn *Gabbe* am 5. Juni 1924.

Herr *Magnus-Alsleben*: Wenn die Wirkung des Insulins beim Frosch im Prinzip gleich der beim Warmblüter ist, wird es wegen des langsameren Verlaufes des Stoffwechsels beim Kaltblüter leichter gelingen, die einzelnen Stufen des Prozesses zu studieren. Dann wollte ich erinnern an einige andere Zustände von Hypoglykämie, zunächst an *Fischlers* glykoprive Intoxikation; bei *Eckschen* Hunden trat nach Phlorhizin eine extreme Verminderung von Glykogen und Blutzucker ein; es entwickelte sich dann ein Koma mit Krämpfen. *Fischler* hält diesen Zustand für identisch mit der hypoglykämischen Reaktion. Ferner sahen *Frank* und *Isaac* bei phosphorvergifteten Kaninchen kurz vor dem Tode den Blutzucker völlig verschwinden; aber hier fehlten Krämpfe völlig, es kam zu einer stärksten Muskelschwäche. Krämpfe sind also jedenfalls keine regelmässige Folge von Hypoglykämie.

IX. Sitzung vom 20. Juni 1924.

1. Über einen aus dem Pankreas gewonnenen, den Blutdruck senkenden Körper.

Von
A. Foerster.

Bei Tierversuchen mit im eigenen Laboratorium dargestellten Insulin im November vorigen Jahres fiel es meinem Mitarbeiter Dr. *Heuner* und mir jedesmal auf, dass das Versuchstier eine ausgesprochene Blutdrucksenkung aufwies. Auch bei Verabreichung an Diabetikern zeigte unser Insulin neben den sonst vom Insulin bekannten Wirkungen eine deutliche Blutdrucksenkung. Dieselbe Beobachtung wurde von anderen Autoren und auch von uns bei industriell hergestellten Insulin-Präparaten gemacht. *Klemperer* und *Strisower* haben diese blutdrucksenkende Eigenschaft verschiedener Insulin-Präparate bereits bei Patienten mit Hypertonie therapeutisch mit gutem Erfolg verwertet. Nach Ansicht der Amerikaner wird diese blutdrucksenkende Wirkung auf Verunreinigung des Insulins während der Darstellung zurückgeführt.

Auf Grund unserer Überlegung kamen wir zu der Überzeugung, dass ein gewisser Antagonismus zwischen den innersekretorischen Produkten des Pankreas und der Nebenniere bestehen müsse und zwar nicht nur, wie ja schon lange bekannt, in ihrer Einwirkung auf den Blutzucker, sondern auch in der Regulierung des Blutdruckes und dass es sich somit nicht bei der bei Verabreichung von Insulin beobachteten Blutdrucksenkung um die Auswirkung einer bei der Darstellung unterlaufenen Verunreinigung unbekannter Art, sondern um den Effekt eines im Pankreas gebildeten eigenen Hormons handeln müsse.

Wir gingen zuerst dazu über, unser Insulin-Präparat soweit zu reinigen, dass bei intravenöser Verabreichung von 45 klinischen Einheiten nur eine Blutdrucksenkung von 6 mm an Versuchstier beobachtet

wurde. Es lag nun nahe auch den blutdrucksenkenden Stoff für sich zu gewinnen und darzustellen. Durch physikalische Methoden, über die an anderer Stelle noch ausführlich berichtet wird, gelang es uns anfangs den blutdrucksenkenden Körper in Lösung herzustellen. Bei weiteren Versuchen war es dann möglich diesen neuen Körper als Trockensubstanz und zwar einmal als Chlorid und auch als Nitrit zu gewinnen. Die Ausbeute an Trockensubstanz beträgt auf 1 kg Drüsen-substanz ungefähr 1 g. Wir haben hier wahrscheinlich noch kein reines Produkt vor uns. Sicherlich können wir aber heute schon behaupten, dass auf Grund unserer Untersuchungen dieser so gewonnene Körper frei von Insulin ist. Bemühungen zur weiteren Reinigung, über die auch später noch berichtet werden soll, sind im Gange.

Während die ersten Versuche am Kaninchen über die blutdrucksenkende Wirkung des aus dem Pankreas in Lösung gewonnenen neuen Stoffes ziemlich grob waren und keinen Anhaltspunkt für eine Dosierung boten, wurden dann die Versuche mit den beiden oben- genannten Salzen wesentlich genauer und exakter. Ich will hier eine Reihe von Kurven demonstrieren¹⁾, die deutlich die blutdrucksenkende Wirkung sowohl des Chlorids als auch des Nitrits in wechselnder Konzentration zeigen. Zum Versuch wurden immer Kaninchen genommen. Die Technik war folgende: Es wurde ein Franksches Hebelmanometer benutzt, das an mit *Ringer*-Lösung gefüllte in die Karotis und Jugularis eingebundene paraffinierte Kanülen angeschlossen war. Die Gerinnungsverhinderung wurde durch intravenöse Injektion von Novirudin bewirkt und zwar wurde auf 2 kg Kaninchen 150 mg verabreicht. Das Manometer wurde bei jeder Versuchsreihe an Quecksilbermanometer geeicht. Sie sehen hier an der ersten Kurve nach Verabreichung von 4 ccm des Chlorids in einer Konzentration von 1:100 eine Blutdrucksenkung von 125 mm auf 75. Die Wirkung ist nur mässig lange andauernd, die Kurve bietet bald wieder dasselbe Bild wie vor der Injektion. Bei 5 ccm derselben Lösung ungefähr dasselbe Bild. Bei 4 ccm des Nitrits in einer Konzentration 1:100 eine Blutdrucksenkung von 130 auf 75; bei 5 ccm des Nitrits sinkt der Blutdruck auf 60 mm ab. Die weiteren Kurven zeigen dann die Einwirkung des Nitrits auf den Blutdruck in verschiedenen Konzentrationen. Bei 5 ccm Nitrit in einer Verdünnung 1:200 Blutdrucksenkung von 140 mm auf 65. Bei derselben Menge in einer Konzentration 1:400 Senkung von 130 auf 65; wiederum dieselbe

¹⁾ Die Original-Kurven werden an anderer Stelle veröffentlicht.

Menge in einer Verdünnung 1:800 Senkung von 140 auf 78; dieselbe Menge in einer Verdünnung 1:1600 Senkung von 140 auf 80. In einer Verdünnung von 1:3200 bei 5 ccm des Nitrits sinkt der Blutdruck von 140 auf 85. Sie sehen also auch bei starken Verdünnungen immerhin noch eine deutliche Blutdrucksenkung. Alle Kurven zeigen aber auch, dass ein wesentlicher Einfluss auf die Schlagfolge nicht eintritt.

Im weiteren wurden dann die Gefäßwirkungen des neuen Präparates geprüft. Als erstes zeige ich Ihnen eine bei einem Durchströmungsversuch aufgenommene Kurve bei einer Adrenalinverdünnung von 1:5 Millionen. Sie sehen hier die bekannte Adrenalin-Kurve in einer deutlichen Verlangsamung der Tropfenfolge. Das Präparat war relativ unempfindlich, es wurde eine Druckhöhe von 12 cm Wasser bei der Einströmung benutzt. Die folgende Kurve an demselben Präparat weist eine deutliche Erweiterung der Gefäße durch das Chlorid auf, das in einer Konzentration von 1:500 000 benutzt wurde, die Tropfenzahl in der Zeiteinheit ist wesentlich vermehrt. Die weitere Kurve, die mit den Nitritverbindungen ebenfalls in einer Konzentration von 1:500 000 geschrieben wurde, zeigt eine etwas stärkere Wirkung als das Chlorid. Versuche mit reinem Natr. Nitrit in entsprechender Verdünnung und ebenfalls mit isotonischer HCl sind ohne Einwirkung.

Die Gefäßwirkung am lebenden Tier wurde gleichfalls geprüft. An der Froschzunge beobachteten wir nach Injektion von 1 ccm des Nitrits in einer Verdünnung von 1:1000 in den Rückenlymphsack eine deutliche gefässerweiternde Wirkung. Nach Auftropfen derselben Lösungen auf die Zunge konnte ebenfalls eine Gefässerweiterung beobachtet werden, die dann durch Applikation von Adrenalin, wenn auch nur langsam, wieder beseitigt wurde. Am Mesenterium wurden dieselben Veränderungen beobachtet. Beim Schwimmhautversuch trat ebenfalls eine deutliche Gefässerweiterung auf, die sich durch schnelleres Strömen, Erweiterung der Arterien und Sichtbarwerden von vorher geschlossenen Kapillarien dartat. Durch Ischiadikusreizung wurde die Wirkung prompt beseitigt. Beim Kaninchen trat ebenfalls nach subkutaner und intravenöser Injektion eine stärkere Durchblutung der Ohren auf. Beim Einträufeln von Lösung und Einstreuen von Trockensubstanz in den Konjunktivalsack wurde jedesmal eine deutliche Hyperämie beobachtet.

Im *Staubschens* Versuch wurde dann die Herzwirkung kontrolliert. Eine Einwirkung auf die Schlagfolge wurde bei einer Ver-

dünnung von 1:10000 nicht beobachtet. Es trat lediglich eine Verkleinerung der Hubhöhe ein. Bei einer Verdünnung von 1:1000 kam es erst zu einem diastolischen Stillstand, der durch Atropin nicht beseitigt werden konnte, aber bei Durchspülung mit *Ringer*-Lösung wieder zur vollständigen Erholung des Herzens führte.

Am überlebenden Kaninchendarm wird in einer Verdünnung von 1:1000000 eine deutliche Tonusherabsetzung ohne Verlangsamung der Peristaltik, und an der überlebenden Kaninchen-Aorta bei derselben Konzentration gleichfalls eine deutliche Tonusherabsetzung beobachtet.

Bezüglich der Giftigkeit des Körpers ergab sich, dass bei subkutaner Injektion am Kaninchenohr eine Veränderung an der Injektionsstelle nicht eintrat. Die Kaninchenkornea blieb gleichfalls bei Einträufelung und Einstreuung der Trockensubstanz reizlos. Die Flimmerzellen der Rachenschleimhaut des Frosches bewegen sich bei Betupfen mit Lösung ausgesprochen langsamer. Rote und weisse Blutzellen werden nicht in Mitleidenschaft gezogen. Bis jetzt können wir sagen, dass 0,1 g des Körpers pro kg Versuchstier intravenös glatt vertragen werden.

Nach Injektion von 0,25 g pro kg Versuchstier tritt ein plötzlicher Exitus ein. Bei der Obduktion weisen die Mesenterialgefäße, die Lunge, die Nieren eine starke Hyperämie auf, ebenfalls die gesamte Muskulatur; Leber und Milz dagegen sind nur im geringen Grade hyperämisch. Die beiden letztgenannten Organe zeigen makroskopisch nichts Besonderes. Eine Gerinnung tritt nicht ein, ebenfalls kein Austritt von Blutfarbstoff. Der Urin ist frei von pathologischen Beimengungen.

Interessant ist das Verhalten des Blutzuckers beim Insulin. Nach intravenöser Verabreichung von 2 ccm unseres Insulins gleich zehn klinischen Einheiten wird der Blutzuckerspiegel in den ersten 30 Minuten bei Kontrollen von 5 zu 5 Minuten nicht verändert, erst dann sinkt er ab. 2 ccm einer etwa 2%igen Lösung unseres Chlorids bewirken in den ersten 5 Minuten ein Steigen des Blutzuckers von 158 mg pro Mille auf 220 mg pro Mille, nach 10 Minuten auf 245, nach 30 Minuten bei langsamem Absinken auf 220 mg pro Mille, nach 40 Minuten ist mit 175 mg pro Mille der Ausgangswert noch nicht erreicht. Aus diesen letzten Versuchen ergibt sich mit Deutlichkeit, dass unser Körper kein Insulin ist.

Im ganzen ergeben unsere bisherigen Versuche, dass es sich bei dem von uns gefundenen Körper nach der Darstellungsmethode,

nach der Löslichkeit von Salze, nach der pharmakologischen Wirkung auf das Herz sicherlich um kein Cholin handelt, sondern dass wir es hier höchstwahrscheinlich mit einem eigenen Körper zu tun haben, der eine deutliche blutdrucksenkende Wirkung hat, eine geringe Giftigkeit besitzt, gefässerweiternd wirkt, den Tonus der glatten Muskulatur herabsetzt und den Blutzuckerspiegel im entgegengesetzten Sinne wie das Insulin beeinflusst. Für eine eventuelle praktische Verwertung ist es wichtig, dass dieser Körper bei der Insulindarstellung ungefähr in gleicher Menge wie das Insulin aus dem Pankreas gewonnen werden kann.

Aussprache

zum Vortrag des Herrn *Foerster* am 24. Juni 1924.

Herr *Ackermann* hält es für wahrscheinlich, dass diese blutdruckherabsetzende Substanz Cholin ist, welches bereits als ein Bestandteil der frischen Pankreasdrüse nachgewiesen wurde.

Herr *Flury*:

Gegen das Vorhandensein von Cholin spricht das Verhalten der von *Foerster* und *Heuner* nachgewiesenen Substanz auf das Froschherz; hierbei zeigt sich, dass der diastolische Stillstand nicht wie bei Cholin und verwandten Stoffen durch Atropin aufgehoben werden kann. Eine definitive Entscheidung ist aber erst nach der chemischen Isolierung der neuen Substanz möglich.

2. Über die Beziehungen der Blutgefäße zu ihrer Umgebung in den roten und weissen Lymphknoten, in den peripheren Lymphknötchen und in der Milz.

Von

Dr. med. **Werner Schulze**,

Privatdozent für Anatomie.

Recklinghausen hat mit der Silbermethode in dem Pleuro-Peritonealepithel feine Lücken zwischen den Endothelzellen entdeckt, die er Stomata nannte. Durch die glänzenden Untersuchungen von *Julius Arnold* und *Cohnheim* wissen wir, dass solche feinen Löcher

bei venöser Stauung oder Entzündung auch in dem Endothelbelag der Kapillaren und kleineren Venen auftreten können. Wenn man von der Milz absieht, bei der von *Weidenreich*, *Mollier*, *Heidenhain* u. a. eine wenigstens zeitweise offene Blutbahn angenommen wird, geht unsere gewöhnliche Ansicht bislang dahin, dass die ganze Gefässbahn geschlossen sei. Bekannt ist jedoch die grosse Durchlässigkeit der Blutgefässe in den Lymphknoten. Für die roten Lymphknoten hat *Weidenreich* eine offene Blutgefässbahn behauptet. Nach Abschluss seiner Untersuchungen äussert sich *Cohnheim* in seinen „Vorlesungen über allgemeine Pathologie“, Berlin 1882, folgendermassen: „Möglicherweise sind in gewissen Organen die Gefässe von vornherein auf eine physiologische Transsudation von Blutkörperchen eingerichtet. Für die Lymphdrüsen, die Milz, das Knochenmark, auch die Leber, ist eine derartige Annahme durchaus nicht übermässig gewagt.“

Durch einen Zufallsbefund am Schnittpräparat durch den Halslymphknoten eines jungen Mädchens (Frühsektion) wurde ich dazu angeregt, mich mit dem Bau der Blutgefässe der im Titel genannten Organe und ihren Beziehungen zur Umgebung näher zu befassen.

Meine Arbeit gliedert sich in morphologische Untersuchungen und in experimentelle Nachprüfungen über den Wandbau der Kapillaren und postkapillaren Venen verschiedener lymphatischer Organe. Zunächst untersuchte ich in zahlreichen Schnittserien die mesenterialen und peripheren „weissen“ und „roten“ Lymphknoten, sowie die peripheren Lymphknötchen (Benennung nach *Schaffer*) und die Milz vom Menschen und von einigen Säugetieren (Rind, Kalb, Schwein, Katze, Kaninchen). Dabei kamen die verschiedensten Färbemethoden zur Anwendung. Als besonders geeignet erwies sich die „Azanmethode“ *Heidenhains* für die Darstellung der Bauelemente der zu untersuchenden Gefässe. Herrn Prof. *Heidenhain* bin ich für die freundliche Überlassung einer Reihe von Schnittserien durch Lymphknoten und *Peyersche* Plaques zu grossem Dank verpflichtet, ebenso Herrn Prof. *Henneberg* und Herrn Prof. *Petersen*, die mir Material von einer Hinrichtung zur Verfügung stellten.

Bekannt ist der ausserordentlich variable Bau der Lymphknoten und peripheren Lymphknötchen in den verschiedenen lymphatischen Organen beim Menschen und den Säugetieren, der sich besonders in einer grossen Formenmannigfaltigkeit der Sekundärknötchen und der Lymphstränge sowie des Stützgerüsts zeigt. Demgegenüber fällt es besonders auf, dass gewisse Abschnitte des Blutgefässsystems, die

Kapillaren und die postkapillären Venen, in den verschiedenen genannten Organen des Menschen und verschiedener Tiere einen recht ähnlichen Bau aufweisen, der durch verschiedene Besonderheiten ausgezeichnet ist.

Die Verteilung und der Verlauf der Blutgefäße in den Lymphknoten ist von *Heudörfer* bei *Heidenhain* im wesentlichen richtig dargestellt worden. Die Arterien treten zum grösseren Teil vom Hilus her, zum kleineren Teil von der Konvexität der Lymphknoten aus durch die Kapsel hindurch, verlaufen im Inneren des Lymphknotens in oder ausserhalb der Trabekel, um sich in der Hauptsache in den Sekundärknötchen der Rinde, und zwar vor allem in ihren Keimzentren, in ein feines Kapillarnetz aufzulösen. Ohne scharfe Grenze gehen die Kapillaren in den Sekundärknötchen, vor allem in den Rindenschichten, in kleinere postkapilläre Venen über. In der Marksubstanz sammeln sich die Venen zu grösseren Gefässen, die am Hilus den Lymphknoten verlassen. Zwei Abschnitte dieser Blutbahn, die Kapillaren und die postkapillären Venen, zeichnen sich durch ihren besonderen Wandbau aus, den ich nach den Verhältnissen beim Kaninchen genauer schildern will.

Die Kapillaren bestehen aus einer mehr oder minder vollständigen peripheren Basalmembran, die sich mit *Mallorys* Bindegewebsfarbe blau tingiert, und die peripher mit den umgebenden Retikulumfasern zusammenhängt. Ein hohes, pflastersteinähnliches Epithel baut sich auf dieser basalen Schicht auf, das auch bei sicher nicht kontrahierten Kapillaren durch die Höhe der einzelnen Zellen im Querschnittsbild auffällt (über die Höhe des Kapillarendothels in den Lymphknoten gibt es viele Literaturhinweise). Das Kapillarendothel kann stellenweise auch in reinen Querschnitten zwei- oder mehrschichtig erscheinen. Besonders auffällig ist das häufige Vorkommen von tiefen Spalten zwischen benachbarten Endothelien, die bis auf die Basalmembran reichen können, und dann das Querschnittsbild des Lumens eigentümlich sternförmig erscheinen lassen. Zwischen und unter den Endothelien und in der basalen Schicht findet man häufig Zellen, die der Form und Färbung nach Lymphozyten sind. In der basalen Schicht finden sich ausserdem auch endothelähnliche Zellen.

Die Kapillaren gehen unter allmählicher Änderung ihres Wandbaues in die postkapillären Venen über. Diese Gefäße erkennt man an ihrem grösseren Lumenquerschnitt, dann an der Zunahme der basalen Schicht, die bei ihnen durch ein mehrschichtiges Netzwerk von kollagenen Fasern gebildet wird, deren Hauptstränge in der

Längsachse des Gefäßes verlaufen, während die Minderzahl senkrecht zum Gefäß verläuft. Präpariert man die Venen in lebendfrischen Lymphknoten unter der Präparierlupe aus, so verleihen die längsverlaufenden Fasern den Gefäßen ein glasiges längsgestreiftes Aussehen. Peripher gehen die Fasernetze direkt in die des Retikulums über. Wie bei den Kapillaren finden sich zwischen den Fasern Lymphozyten und endothelähnliche Zellen, die ich als Perizyten ansprechen möchte (vgl. *Zimmermann* und *Vimtrup*), worüber aber noch eingehendere Untersuchungen anzustellen wären. Wie in den Kapillaren fällt in den postkapillären Venen das Endothel durch die Mannigfaltigkeit der Form der einzelnen Endothelzellen durch wechselnde Ein- und Mehrschichtigkeit sowie durch Variabilität des Zellzusammenhanges auf, wovon man sich am besten an reinen Quer- und Längsschnitten sowie an Paratangentialschnitten überzeugen kann. Zwischen und unter den Endothelien liegen zahlreiche Lymphozyten (vgl. auch *Zimmermanns* Befunde in den Zungenbalgdrüsen). An Paratangentialschnitten sind die Grenzen der Endothelzelleiber häufig als zarte dunkelviolette Linien erkennbar. An Stellen, an denen benachbarte Endothelzellen aneinander grenzen, sind die Endothelzelleiber häufig so stark verdünnt, dass sie sehr durchscheinend aussehen. Peripher um diese meist durchscheinenden Stellen bilden die Zelleiber verdickte Ringe. Oft findet man an Stelle dieser durchscheinenden Partien direkte feinste und etwas gröbere Lücken bis zur Querschnittsgröße von Erythrozyten, die häufig die Wand des Gefäßes schräg durchsetzen. Schon *Renaut* hat Gefäßstomata in Kapillaren und kleineren Venen auf Grund von Silberpräparaten beschrieben. *v. Ebner* hielt diese Befunde für Kunstprodukte. Er glaubt die betreffenden Gefäßwandstellen von einer Substanz besetzt, die die Silberlösung nicht eindringen lässt. Die mit *Renaut* übereinstimmenden Befunde an Azokarmin-Mallorypräparaten machen meines Erachtens *v. Ebners* Einwand hinfällig. Der Plasmaleib der Endothelzellen nimmt von beiden Farbstoffen auf und färbt sich bei der angegebenen Methode zart rotviolett. Es wäre merkwürdig, wenn es Gefäßwandstellen gäbe, die keine Silberlösung aufnehmen, und sich auch mit beiden genannten Farbstoffen nicht auffärben lassen. Der morphologische Befund der Stomata scheint mir allein nicht genügend, um zu beweisen, dass in den Lymphknoten sowie den übrigen eingangs aufgezählten lymphatischen Organen die Gefäßbahn stellenweise offen sein kann. Ich brauche nur an die verschiedenartigen, vor allen Dingen kolloidchemischen Veränderungen zu erinnern, die durch die Fixierung, Härtung und Färbung ent-

stehen. Zudem lassen vor allen Dingen Paratangentialschnitte stets eine verschiedene Auslegung durch verschiedene Beobachter zu.

Ich habe infolgedessen die morphologischen Befunde zu ergänzen und zu bestätigen versucht durch experimentelle Untersuchungen, die ich an Kaninchen anstellte. Es kam mir darauf an, unter möglichst physiologischen Bedingungen in die überlebenden Gefäße der lymphatischen Organe eine Flüssigkeit mit Zusatz einer möglichst indifferenten Farbe hineinzubringen. Die gewöhnliche Injektionsmethodik für die Darstellung der Blutgefäße, z. B. mit der *Grüblerschen* Leiminjektionsmasse mit Zusatz von Berliner Blau ist zwar im allgemeinen für die möglichst vollständige Darstellung der Blutgefäße in der Histologie sehr geeignet, kam aber für meine Zwecke aus verschiedenen Gründen nicht in Betracht. Ich habe sie zuerst versucht, aber mit vollständig negativem Resultat. Die Blutgefäße sind mit der *Grüblerschen* Masse erst nach vollständigem Absterben der Gefäßwand bis in die Kapillaren hinein auffüllbar. Injiziert man direkt in lebensfrische Organe, ohne mit der Druckspritze etwa einen übermäßig hohen Druck zu erzeugen, so kommt es stets, wie ich mich mehrfach überzeugen konnte, zu einer maximalen Kontraktion und Thrombenbildung der Injektionsflüssigkeit in den präkapillären Arterien. Ich sah mich infolgedessen nach einer anderen Methodik um.

Atzler und *Lehmann* vom Berliner Institut für Arbeitsphysiologie haben eine Methode ausgearbeitet, um beim überlebenden Kaninchen die Regulation der Gefäßweite durch die Säurespannung zu untersuchen. Die Methode ist im *Pflügerschen* Archiv 1923 beschrieben. Ich habe sie mit etwas vereinfachter Methodik angewandt und bin folgendermassen vorgegangen: In tiefer Urethannarkose¹⁾ eröffnete ich bei den in Rückenlage aufgespannten Kaninchen in einigen wenigen Minuten den Thorax, dessen Vorderwand ich abtrug, und mass durch eine eingestochene weite Kanüle, die mit einem Manometer verbunden war, den Aortendruck, der bei verschieden alten und verschieden schweren Kaninchen zwischen 60 und 80 mm Hg Überdruck schwankte. Ich band dann in die Aorta thoracica und in die Vena cava inferior bauchhöhlenwärts je eine paraffinierte Glaskanüle ein und durchspülte von der Aorta aus das „Untertier“ mit isotonomischer Lewislösung, die mit 40° C aus einem etwas erhöhten Standgefäss abließ. An den zuleitenden Gummischlauch war durch ein T-Rohr während der Durchspülung dauernd ein offenes

¹⁾ Das Urethan macht keine Gefäßveränderungen, wie mir Herr Dr. *Schübel* aus eigenen Erfahrungen und seiner genauen Literaturkenntnis heraus mitteilte.

Quecksilbermanometer angeschaltet. Ich legte besonderes Gewicht darauf, dass während der ganzen Durchspülungszeit der Flüssigkeitsdruck nie 80% des vorher gemessenen Aortendruckes überschritt. Das aus der Vena cava-Kanüle zunächst ausfliessende Blut und dann die nachfliessende Lewislösung wurden in einem graduierten Standgefäss aufgefangen. Während der Durchspülung mass ich ein Minutenausflussvolumen, das zwischen 60 und 180 ccm bei den verschiedenen Tieren schwankte. Wenn die Durchspülungsflüssigkeit aus der Vena cava klar ablied, was bei den verschiedenen Tieren nach 15 bis 50 Minuten der Fall war, sandte ich hinter der reinen Lewislösung direkt eine Lewislösung her, der 20% doppelt gefilterter Perltusche (*Günther* und *Wagner*) zugesetzt war. Mit dieser Tuschefflüssigkeit spülte ich 10—20 Minuten nach, wobei der Druck ebenfalls kontrolliert wurde und nie über 80% des Aortendrucks hinausging. Auch die Tusche floss mit 40° C Ausflusstemperatur aus dem Standgefäss nach der Aorta ab. Die Tusche ist in der histologischen Technik für die Darstellung der Blutgefässbahn von *Julius Arnold*, ferner von *Evans* und von *Elze* benutzt worden. Von Dalla Rosa wurde sie auch für die Darstellung der Lymphbahnen in die anatomische Technik eingeführt.

Schon wenige Minuten nach dem ersten Einströmen der Tusche verfärbten sich die weissen Kaninchen und wurden infolge der Tuschefüllung der Hautgefässe grauschwarz. In kürzester Zeit floss auch Tusche-Lewislösung aus der Vena cava inferior ab. Das Minutenausflussvolumen aus der Vena cava inferior verminderte sich nicht. Nach 10 bis 20 Minuten Durchspüldauer unterband ich gleichzeitig die Aorta und die Vena cava inferior. Nach zahlreichen Versuchen an Mäusen und Kaninchen habe ich mit dieser Methode der „supravitalen Tuschedurchspülung“ 5 Kaninchen mit völlig übereinstimmenden histologischen Resultaten durchspült. Bei den ersten drei Versuchstieren schlitzte ich nach Beendigung des Versuches durch einen Medianschnitt die Bauchhöhle auf, stellte kurz den Status der Bauchhöhlenorgane fest und liess, um jeden Druck der injizierten Organe zu vermeiden, die Tiere direkt in grosse Töpfe mit 12 bis 15 Liter 10% Formollösung gleiten, die mehrfach gewechselt wurde. Die Fixierung der Organe für die histologische Nachuntersuchung war bei dieser Methode nicht gut. Herr Prof. *Elze* machte mich ausserdem beim Kongress in Halle darauf aufmerksam, dass er unter Umständen bei Hühnerkeimscheiben, deren Gefässsystem er mit Tusche aufgefüllt hatte, durch Formolfixierung ein vollständiges

Durchlässigwerden der Gefäßwand für die Injektionsflüssigkeit entstehen sah. Infolgedessen habe ich bei den zwei letzten Versuchstieren nach Beendigung der „supravitalen Tuschedurchspülung“ die Organe vorsichtig ohne direkte Berührung herauspräpariert und in Zenker fixiert. Die Fixierung war jetzt stets einwandfrei, doch unterschieden sich der Sache nach die histologischen Resultate in keiner Weise von denen der in Formol fixierten Tiere. Bei drei Hauptversuchen war die angewandte Tuschelösung neutral ($\text{ph} = 7,0$), einmal säuerte ich die Lewislösung mit Milchsäure an ($\text{ph} = 5,8$), bei einem anderen Versuch machte ich die Durchspülungsflüssigkeit durch Zusatz von $n/10$ Natronlauge alkalisch ($\text{ph} = 8,0$). An den Versuchsergebnissen änderte das nichts. Die fixierten Organe wurden entweder in Paraffin eingebettet oder zu Aufhellungstotalpräparaten nach *Spalteholz* verarbeitet. Ich habe über 60 lückenlose Serien der einzelnen Organe geschnitten und meist mit *Delafieldschem* Hämatoxylin und Eosin gefärbt.

Zunächst die Befunde der Kontrollorgane: Bei den Skelettmuskeln, der Harnblase, der Leber, den Nieren sowie im Fettgewebe des Netzes, im Pankreas und im Nebenhoden war die Tusche bis in die Kapillaren hineingekommen. Meist waren die Kapillaren sowie die zu- und abführenden Gefäße nicht mit Tusche vollmassiert, sondern sie wiesen einen mehr oder minder dünnen Tuschewandbelag auf. Die Gefäßquerschnitte, auch in den Kapillaren, waren verschieden dick. Manchmal waren von zwei benachbarten kleinen Arterien oder Kapillarschlingen die eine gefüllt und die andere vollkommen leer. Es sind das Befunde, die uns nach den Beobachtungen der Kapillarmikroskopie am Lebenden nicht wunder nehmen. Bei allen eben angeführten Kontrollorganen waren in zahlreichen Schnitt- und Totalpräparaten keinerlei Tuscheextravasate zu finden. Die Gefäßbahn war also geschlossen.

Ganz anders die Befunde in den untersuchten lymphatischen Organen.

Die Milz war makroskopisch vollkommen schwarz. Im histologischen Schnitte zeigte sich eine vollkommene Ausfüllung der kapillären Sinus mit Tusche (Nomenklatur von *Mollier*). Die Auffüllung der Sinus ging überall bis unter die Milzkapsel. Die *Malpighischen* Körperchen waren oft scharf begrenzt, häufig fand sich aber reichlich freie interzelluläre Tusche zwischen den Lymphozyten der peripheren Zellagen. Diese Befunde gingen durch viele Schnitte hindurch und waren keine Flachschnittsbilder. So stellen die Untersuchungen eine

Stütze für die Annahme einer offenen Blutbahn in der Milz dar, wie sie von *Weidenreich*, *Mollier*, *Heidenhain* u. a. vertreten wird.

Die „weissen“ mesenterialen und inguinalen Lymphknoten sehen makroskopisch grau aus, vereinzelt zeigen sie an der Oberfläche stecknadelkopfgrosse schwarze Tupfen in den prominenten Sekundärknötchen der Rinde. Histologisch findet sich eine grosse Armut der Lymphsinus an Lymphozyten und sonstigen freien Zellen. Die Retikulumzellen der Lymphknötchen und Stränge sowie der Sinus und die Sinusendothelien zeigen Tuschephagozytose. Vereinzelt finden sich in Sekundärknötchen, in ihren Rindenschichten oder an der Grenze zum Keimzentrum, massivere Tuscheaustritte. In den Kapillarquerschnitten reicht die Tusche in die Spalträume zwischen den Endothelzellen hinein und öfters durch die ganze Wandung des Gefässes hindurch, bis zu den interzellulären freien Tuschemassen der Sekundärknötchen. In jedem untersuchten weissen Lymphknoten kommen mehrere solcher „Tuschefollikel“ vor. Übereinstimmend damit findet man in den Schnittserien normaler weisser Lymphknoten an topographisch gleichen Stellen frei zwischen den Lymphozyten und Lymphoblasten der Keimzentren Erythrozytenansammlungen, ein Befund, der schon von Pathologen (*M. B. Schmidt*) und Anatomen (*Thomé* und *S. v. Schumacher* u. a.) erhoben wurde. Ich untersuchte jetzt auch Injektionspräparate der histologischen Stammsammlung unseres Anatomischen Institutes, bei denen das Blutgefässsystem von Lymphknoten in gewöhnlicher Weise durch Berliner Blau-Injektion dargestellt war. Stets sah ich in diesen Präparaten grosse Farbstoffaustritte an Stellen, die topographisch mit den Tuscheaustrittsstellen bei meinen Durchspülungsversuchen der Lymphknoten identisch sind.

Die „roten“ Lymphknoten, die sich neben der Aorta und den *Vasa iliaca* des Kaninchens finden, sind histologisch durch ihren besonderen Bau und besonderen Zellgehalt charakterisiert. Nach der „supravitalen Tuschedurchspülung“ findet sich auch hier Zellarmut der Sinus, Tuschephagozytose der Retikulum- und Endothelzellen sowie einzelne massivere Tuscheaustritte in den Sekundärknötchen. Die Befunde stimmen also mit denen der weissen Lymphknoten überein, im Gegensatz zu den Anschauungen von *Weidenreich*.

Sehr eindrucksvoll sind die Befunde an den *Peyerschen Plaques*. Die basalen Randsinus sind zellarm und zeigen ebenfalls Tuschephagozytose. Fast in jedem Lymphknötchen der Plaques sind kleinere oder grössere interzelluläre Tuscheansammlungen zu sehen, die von den grösseren postkapillären Venen ausgehen, die sich in den Rand-

partien der einzelnen Lymphknötchen regelmässig finden. Diese Gefässe zeigen in ihren Wandungen in Paratangentialschnitten (Azokarmin-Malloryserien) ebenfalls Stomata. Nach der „supravitalen Tuschedurchspülung“ ist in ihrer direkten Nachbarschaft die freie interzelluläre Tusche am stärksten angesammelt. Die ausgetretene Tusche steht an manchen Stellen mit der Tusche in den Venen in direkter Verbindung. Die Tuscheaustritte in den *Peyerschen* Plaques sind grösser und treten gehäuft auf, wenn die Versuchstiere vorher längere Zeit gehungert haben (2 Fälle).

Der Processus vermiformis beim Kaninchen zeichnet sich bekanntlich durch seine Grösse und den schönen, besonders regelmässigen Bau und die gleichmässige Verteilung der einzelnen Lymphknötchen aus. Nach „supravitaler Tuschedurchspülung“ finden wir auch hier die basalen Randsinus arm an freien Zellen, und wie bei den Lymphknoten und *Peyerschen* Plaques treten in den Lymphknötchen Tuscheaustritte auf. Sie sind aber weniger zahlreich als in den *Peyerschen* Plaques.

Durch meine histologischen und experimentellen Untersuchungen habe ich in den Lymphknoten, den peripheren Lymphknötchen und in der Milz eine Einrichtung im Gefässwandbau gefunden, die den direkten Durchtritt von gelösten Stoffen und Zellelementen bis zur Querschnittsgrösse von Erythrozyten durch die Blutgefässwand gestattet. Für grössere Zellen, vor allem weisse Blutkörperchen, kommen die betreffenden Wandstellen eventuell als Durchtrittsstelle der Wahl in Betracht, soweit die Stomata nicht erst direkt durch die aktiv durchtretenden Leukozyten entstehen (vgl. auch *Mollier* in seiner Milzarbeit).

Es bleiben nämlich die Bedingungen, unter welchen in den besprochenen Gefässabschnitten bestimmter lymphatischer Organe Stomata auftreten, noch näher zu untersuchen, ebenso der Mechanismus der Regulierung ihrer Weite. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Durchtrittsrichtung ist selbstverständlich das Vorhandensein eines Druckgefälles. Darauf weist auch der Befund hin, dass nach längerem Hungern des Versuchstieres die Tuscheaustritte in den *Peyerschen* Plaques grösser sind und gehäuft auftreten.

In derselben Linie liegen die Versuchsergebnisse von Lymphgefässinjektionen des Mesenteriums bei Katzen, die ich ergänzend anstellte. Ich tötete Katzen durch Chloroformnarkose und injizierte nach Aufhören des Blutkreislaufes in einzelne Lymphgefässe des Mesenteriums in Richtung auf die Mesenteriallymphknoten hin eine Lösung von Lithiumkarbonatkarmin (Rezept bei *Schlemmer*, Monatsschr. f. Ohren-

heilkunde und Laryngo-Rhinologie 1921). Nach der Injektion eines Bruchteiles eines Kubikzentimeters füllt sich der Randsinus des zugehörigen Mesenterialdrüsenabschnittes mit dem roten Farbstoff. Bei Injektion in ein Lymphgefäss geht die Füllung des Randsinus nie über eine höchstens linsengrosse, kreisförmige Fläche der Mesenterialdrüsenoberfläche hinaus. Die Drüsen wurden sofort in Formalin fixiert und in Serienschnitten untersucht. Das injizierte Karmin findet sich ausser in den Rand- und Begleitsinus auch frei und intrazellulär in den Blutkapillaren sowie postkapillären Venen. Ich wiederholte diesen Injektionsversuch in einer zweiten Versuchsreihe bei einer anderen Katze und fand die Resultate bestätigt. Es zeigte sich aber bei der Nachprüfung, dass in der zweiten Versuchsreihe nach der Fixierung eine geringe diffuse Rotfärbung der Trabekel aufgetreten war. Sie fehlte bei der ersten Versuchsreihe, lässt aber doch das endgültige Resultat der Karmininjektionsversuche neuer Nachprüfungen bedürftig erscheinen, da der Einwand nicht vollkommen widerlegt werden kann, dass hier der direkte Farbübertritt durch Diffusionsvorgänge unterstützt wird. Ich habe infolgedessen Lymphgefässinjektionen mit Tusche angestellt, deren Ergebnisse noch ausstehen¹⁾.

Beim Menschen weisen die Kapillaren und Venen der weissen Lymphknoten sowie der peripheren Lymphknötchen in den Gaumentonsillen und in den Zungenbalgdrüsen (vgl. auch *Zimmermann*) einen Wandbau auf, der jenem analog ist, den ich für die entsprechenden Gefässabschnitte lymphatischer Organe beim Kaninchen im ersten Teil der Arbeit genau beschrieben habe. Auch hier sah ich in Azokarmin-Malloryserien Stomata der Venenwandungen. Supravitale Tuschedurchspülung konnte ich bisher nicht anstellen, doch hoffe ich die Versuche an einem toten Neugeborenen in absehbarer Zeit nachholen zu können.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Die Kapillaren und postkapillären Venen der Lymphknoten, der peripheren Lymphknötchen, sowie der Milz des Menschen und verschiedener Tiere sind durch einen besonderen Bau, vor allem ihres Endothels ausgezeichnet, der den direkten Durchtritt von gelösten

¹⁾ Anmerkung bei der Korrektur: Die Nachuntersuchung dieser Lymphknoten habe ich inzwischen vorgenommen. Auch nach Injektion von Tusche in isolierte mesenteriale Lymphgefässe finden sich vereinzelt intra- und interzelluläre Tuschkörnchen in den postkapillären Venen der zugehörigen mesenterialen Lymphknoten.

Substanzen und Zellen bis zur Grössenordnung von roten Blutkörperchen unter bestimmten Bedingungen gestattet. Der Durchtritt grösserer Zellen wird erleichtert.

Soweit untersucht, haben also die lymphatischen Organe besondere Einrichtungen ihrer Blutgefässe, wie sie *Cohnheim* schon vor 40 Jahren postuliert hat. Sie finden sich topographisch an Stellen in den Lymphknoten, die auch funktionell im Vordergrund des Interesses stehen. Hier findet, in den Keimzentren der Sekundärknötchen, eine rege Neubildung von Lymphozyten statt (*Flemming*). Hier ist ein Hauptort der Phagozytose (*M. B. Schmidt*, *S. v. Schumacher* u. a.) und an diesen Stellen sind Hauptreaktionsorte bei den Abwehrvorgängen bei infektiösen, septischen Erkrankungen (*Helmann*).

2. Die Methode der supravitalen Tuschedurchspülung liefert eine weitere Stütze für die Anschauung von der offenen Blutbahn in der Milz, wie sie von *Weidenreich*, *Mollier*, *Heidenhain* u. a. vertreten wird.

3. Dieselbe Methode ist gut geeignet zur histologischen Darstellung der Blutgefässe in verschiedensten Organen und hat gegenüber der üblichen Injektionsmethode den Vorteil, die Blutbahn der überlebenden Gefässe zur Darstellung zu bringen, unter Bedingungen, die den physiologischen Verhältnissen möglichst nahe kommen.

Zitierte Literatur.

- Julius Arnold*: Experimentelle Untersuchungen über die Entwicklung der Blutkapillaren. *Virchows Archiv*. Bd. 53 u. Bd. 54.
- Derselbe*: Über Diapedesis. *Virchows Archiv*. Bd. 58. 1873.
- Atsler und Lehmann*: Untersuchungen über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf die Blutgefässe. *Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol.* Bd. 197. H. 1/2. 1922.
- Cohnheim*: Vorlesungen über allgemeine Pathologie. Berlin 1882.
- Dalla Rosa*: Über Lymphgefässinjektionen. *Anat. Anzeiger*. Bd. 18. Suppl. 1900.
- v. Ebner*: Abschnitt über Blutgefässe in *Köllikers Handbuch der Gewebelehre*. Bd III. 1902.
- Elze*: Studien zur allgemeinen Entwicklungsgeschichte des Blutgefässsystems. I. Teil. *Anat. u. physiolog. Grundlagen*. *Archiv f. mikroskop. Anat.* Bd. 92. 1913.
- Flemming*: Studien über Regeneration der Gewebe. I. Die Zellvermehrung in den Lymphdrüsen und verwandten Organen, und ihr Einfluss auf deren Bau. *Archiv f. mikroskop. Anatomie*. Bd. 24. 1885.
- Derselbe*: Schlussbemerkung über die Zellvermehrung in den lymphoiden Drüsen. *Archiv f. mikroskop. Anatomie*. Bd. 24. 1885.
- Helman*: Studien über das lymphoide Gewebe. *Zieglers Beitr. z. pathol. Anat. u. allgem. Pathol.* Bd. 68. 1921.

- Heudorfer*: Über den Bau der Lymphknoten. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. Bd. 61. H. 5/6. 1921.
- Mollier*: Über den Bau der kapillaren Milzvenen (Milzsinus). Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 76. 1911.
- Renaut*: Traité d'histologie pratique. Tome 2. Paris 1897.
- Derselbe*: Note sur la forme de l'endothelium des artérioles, des veinules et des capill. sang. Archives de physiol. 1881.
- Schaffer*: Vorlesungen über Histologie und Histogenese. Leipzig. Engelmann. 1920.
- Schmidt, M. B.*: Über Pigmentbildung in den Tonsillen und im Processus vermiformis. Verhdlg. d. pathol. Gesellsch. Dresden. 1907.
- Schlemmer*: Anatomische, experimentelle und klinische Studien zum Tonsillarproblem. Monatsschr. f. Ohrenheilk. u. Laryngo-Rhinologie. 55. Jahrg. H. 11. 1921.
- v. Schumacher*: Über die Phagozytose und die Abfuhrwege der Leukozyten in den Lymphdrüsen. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 54. 1899.
- Derselbe*: Bau, Entwicklung und systematische Stellung der Blutlymphdrüsen. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 81. 1912.
- Thomé*: Endothelien als Phagozyten. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. 52. 1898.
- Vimtrup*: Beiträge zur Anatomie der Kapillaren. Über kontraktile Elemente in der Gefäßwand der Blutkapillaren. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 65. H. 1/3. 1922.
- Weidenreich*: Über Blutlymphdrüsen. Anatom. Anzeiger. Bd. 20. 1901.
- Derselbe*: Geschlossene oder offene Blutbahn in der Milz? Anatom. Anzeiger. Bd. 20. 1901.
- Derselbe*: Zur Milzfrage. Anatom. Anzeiger. Bd. 22. 1902.
- Derselbe*: Die Blutlymphdrüsen und ihre Beziehungen zu Milz und Lymphdrüsen. Anatom. Anzeiger. Bd. 22. Suppl. 1902.
- Zimmermann, K. W.*: Der feinere Bau der Blutkapillaren. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 68. H. 2/3. 1923.

3. Über Blutumsatz.

Von

G. Kühl.

Es wird über tierexperimentelle Untersuchungen berichtet, die die Frage zum Gegenstand haben, ob aus der Urobilinausscheidung in Kot und Urin Schlüsse auf den Blutumsatz gezogen werden können.

Die quantitative Urobilinbestimmung geschieht nach der von *Adler* angegebenen Verdünnungsmethode.

In einleitenden Versuchen wird Anstieg der Urobilinausscheidung nach intravitaler Phenylhydrazin-, Pyrocin-Hämolyse festgestellt, ferner

Parallelismus zwischen Urobilinausscheidung und Blutregeneration [letzere mit Hilfe der Methode der „Sauerstoffzehrung“ (*Morawitz*) verfolgt].

In mehreren „Pigmentstoffwechselversuchen“ gelang es unter bestimmten Bedingungen Hämoglobin nach chemischer Umrechnung annähernd quantitativ als Urobilin zu verfolgen.

Das anämische Tier retiniert intraperitoneal zugeführten Blutfarbstoff zum Teil und verbessert sein Blutbild.

Nach vorausgegangenem starken Farbstoffverlust (intravitale Hämolyse, Aderlass) sinkt die Urobilinausscheidung unter den Normalwert, der Organismus „spart“ sein Pigment.

Auf Grund der Versuchsergebnisse wird die *Whipplesche* Anschauung einer doppelten Herkunftsmöglichkeit des Bilirubins-Urobilins abgelehnt. Die Verfolgung der Urobilinausscheidung allein gibt nur dann Aufschluss über den Blutumsatz, wenn „Blutgleichgewicht“ vorhanden ist, d. h. wenn sich Blutabbau und Blutneubildung entsprechen. In allen anderen Fällen ist die gleichzeitige Verfolgung des Blutverhaltens, insbesondere das der Regeneration mit der Methode der Sauerstoffzehrung, unbedingt notwendig. Erst in dieser Gegenüberstellung: Urobilinausscheidung, Sauerstoffzehrung des Blutes, sonstiger Blutbefund ist ein zuverlässiger Weg zu erblicken, sich über den physiologischen und pathologischen Blutumsatz ein richtiges Bild zu machen und weitere Einblicke in Pathologie und Klinik der verschiedenen Anämieformen zu gewinnen.

(Die ausführliche Arbeit erscheint demnächst im Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.)

Aussprache.

Herr *Morawitz* weist auf die Ergebnisse der Urobilinbestimmung in pathologischen Fällen hin und auf den erstaunlich hohen Blutumsatz, den man, falls das Verfahren als zuverlässig anzusehen ist, bei manchen Krankheiten (perniziöse Anämie) anzunehmen hat.

VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.

N. F. BAND 49.

Nr. 4.

SITZUNGSBERICHTE.

X.—XV. SITZUNG.

WÜRZBURG.

VERLAG DER PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT.

DRUCK UND KOMMISSIONSVERLAG DER UNIVERSITÄTSDRUCKEREI H. STÜRTZ A. G.

1924.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<i>Petersen</i> : Über den Bau der Aortenwand	153
<i>O. Walkhoff</i> : Die Darstellung feinsten Gewebsstrukturen mittels ultravioletten Lichtes	159
<i>König</i> : Mikroskopische Beobachtungen am Knorpelgewebe mit ultraviolettem Licht	160
<i>Josef Münch</i> : „Die neuen Behandlungsmethoden der chronischen Wurzelhautentzündungen der Zähne“	162
<i>Ernst Leupold</i> : Die Geschlechtsbestimmung	163
<i>Emanuel Christa</i> : Geologische Beobachtungen in italienischen Vulkangebieten	172
<i>H. Strecker</i> : Über zerebrales Fieber nach Eingriffen in das Liquorsystem des Menschen	193
<i>E. Seifert</i> : Über Bestrebungen zur Kropfverhütung	195
<i>F. Schellong</i> : Über die Bedeutung des Erregungsvorganges im einzelnen Herzmuskelement	204
<i>M. v. Frey</i> : Gibt es tiefe Druckempfindungen?	209
<i>Ernst Redens</i> : Mikrochemischer Nachweis von Nukleinsäure in den Nissl-schollen der motorischen Ganglienzellen	220
<i>Friedrich Holtz</i> : Demonstration der Ultrawage	225

X. Sitzung vom 26. Juni 1924.

Über den Bau der Aortenwand.

Von

Petersen-Giessen.

Konstruktionsanalyse eines Organs heisst, zwischen seinem Bau und seiner Leistung eine eindeutige Beziehung herstellen. Nicht für alle Eigentümlichkeiten des Körperbaus eines Tieres dürfen wir erwarten, einen zureichenden konstruktiven Anlass zu finden, denn eine und dieselbe Aufgabe, nämlich für eine bestimmte Leistung einen geeigneten Apparat zu konstruieren, lässt viele Lösungen zu. Die verschiedenen Baupläne der grösseren und kleineren Tiergruppen, das Material — Gewebe und deren Produkte — über das sie verfügen, muss aus der geschichtlichen Gegebenheit des formbildenden Könnens eines jeden Individuums verstanden werden, das seinen Körper im Laufe seines Lebens aufbaut, ausgestaltet und regulierend den Anforderungen des Lebens anpasst.

Wendet man diesen Gedankengang auf das Gefässsystem an, so wird man nicht erwarten können, die Anordnung des Gefässbaumes vollständig aus hämodynamischen Überlegungen ableiten zu können. Wohl aber wird man hoffen, den Bau der Wand der Blutgefässe, sofern man das zur Verfügung stehende Baumaterial als gegeben annimmt, aus mechanischen Betrachtungen heraus zu verstehen. Eine solche Konstruktionsanalyse soll für die Aortenwand durchgeführt werden.

Die Aorta ist nicht ein „elastisches“ Gefäss, im Gegensatz zu muskulösen und elastisch-muskulösen Gefässen, wie es die übliche Einteilung der Arterien nach ihrer Bauart hinstellt. Sie besitzt sogar sehr viel Muskulatur und zwar in allen ihren Teilen¹⁾. Diese kommt

¹⁾ Dies gilt auch für die Aorta ascendens, von der, im Anschluss an Bonnet, L. Fick, Berlin, gelegentlich eines sehr kurzen Vortrages auf dem Anatomenkongress in Halle 1924 über das hier behandelte Problem, behauptete, sie besässe keine Muskulatur. Dem wurde auch von Dragendorff-Greifswald widersprochen.

aber bei den üblichen Färbungen nicht heraus, da sie in der Menge der Elastika vollständig verschwindet. Die Frage nach der Bedeutung der Muskulatur war der Ausgangspunkt der Analyse.

Die Aorta hat im Kreislauf die Aufgabe eines „Windkessels“, wobei man die Feuerspritze zum Vergleich heranzieht; besser ist der Vergleich mit dem zweiten Ballon eines Gebläses. Teilt man das Arteriensystem nach einem entsprechenden Gesichtspunkt ein, so unterscheidet man das Herz als Pumpe, die Aorta als Windkessel und das System der Abfluss- oder Verteilerröhren: Der Zufluss zur Aorta ist rhythmisch, unterbrochen, der Abfluss daraus ununterbrochen, kontinuierlich.

Es sei nun ein stationärer Zustand im Gefäßsystem vorhanden, dann muss in der Diastole + Systole ebensoviel Blut ausströmen, wie in der Systole allein einströmt. Das abfließende Blut bezieht in der Diastole aus dem Aortenwindkessel Menge und lebendige Kraft. Dieser dient also als Speicher für beides, denn beides stammt aus dem Herzen. Beides wird auch durch denselben physikalischen Vorgang gespeichert: durch die Volumvermehrung der Aorta unter Dehnung der Aortenwand. Die Herzarbeit wird also als Formänderungsarbeit in der Wand gespeichert.

Nehmen wir zunächst einmal an, die Aorta bestände aus einem Stoff, der sich ähnlich verhält wie ein Gummiballon. Dann gilt für die Spannungen in der gedehnten Wand:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \quad (1)$$

Die zur Dehnung verbrauchte Formänderungsarbeit ist

$$A = \frac{1}{2} \varepsilon^2 E \quad (2)$$

wobei A und σ durch die Gleichung

$$\sigma = \sqrt{2AE} \quad (3)$$

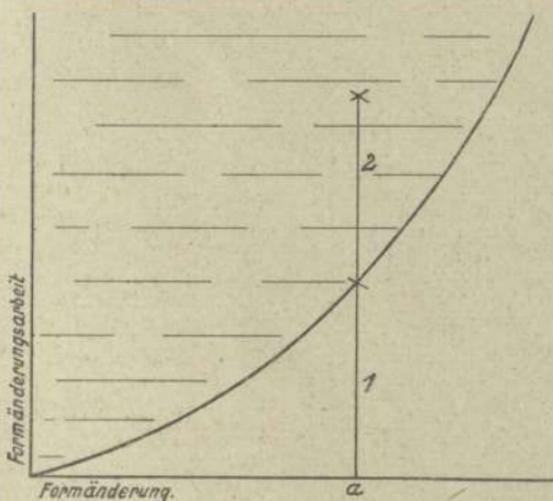
zusammenhängen. Wenn wir Gleichung (2) graphisch darstellen (Abb.), so erhalten wir eine Kurve. Jeder Punkt dieser Kurve bestimmt die Formänderungsarbeit für eine bestimmte Dehnung, beide hängen also zwangsläufig zusammen, wir nennen die Wand deshalb ein elastisch formänderndes System von einem Freiheitsgrad.

Die Aorta besteht aus 3 ineinander gearbeiteten Materialien, 1. kollagenen Fasern, 2. elastischen Platten und Netzen, 3. glatten Muskelzellen. Die ersteren sind praktisch undehnbar, ihre Formänderung besteht in der Verschiebung von Maschensystemen. Ist diese Verschiebung beendet, so wächst der Widerstand sehr stark an und weitere Dehnung ist sehr bald von Zerreißen begleitet.

Das elastische System wollen wir die elastische Grundkonstruktion der Wand nennen. Es bildet ein elastisch formänderndes System von einem Freiheitsgrad.

Der Kreislauf ist sehr veränderlich. Neben dem Wechsel der peripheren Widerstände leistet die Hauptregulation das Herz, indem Schlagfrequenz, Schlagvolum und Spannung des Herzmuskels unabhängig voneinander sich verändern. Ein elastisches System von einem Freiheitsgrad ist nur auf einer Linie veränderlich. Regulationsmöglichkeiten, die dabei denkbar sind, werden beim Aortenwindkessel nicht eingeschlagen, sondern mit Hilfe der glatten Muskulatur wird ein elastisch formänderndes System von zwei Freiheitsgraden aufgebaut. Eine Erörterung der mechanischen Wirkung der Muskulatur ist zum Verständnis dieser Behauptung erforderlich.

Wir nehmen an, dass drei Muskeln an einem Körper angreifen, z. B. an einem Knochen, der mit einem anderen durch ein Kugel-



gelenk verbunden ist. Es herrsche Ruhe, d. h. die angreifenden Kräfte sind miteinander im Gleichgewicht. Dazu gehören auch die Muskelspannungen, wie sie im Leben in einem solchen Falle immer vorhanden sind. Wir wenden nun auf einen der Muskeln die Formel (1) an. Die Spannung σ ist dann die Reaktion zur Aktion aller anderen Kräfte, die im System vorhanden sind. Der gespannte Muskel hat das Bestreben, sich zu verkürzen und zwar auf die Länge L , er hat im betrachteten Augenblick die Länge L' , die von L um die Strecke λ verschieden ist. Die Dehnung ε ist gleich $\frac{\lambda}{L}$. (4)

Wir setzen (4) in (1) ein und erhalten

$$\sigma = \frac{\lambda}{L} \cdot E. \quad (5)$$

In dieser Formel sind L und E die Eigengrößen des Muskels und wenn der Muskel als elastisches System durch die Innervation geändert werden soll, so müssen wir annehmen, dass sie diese Eigengrößen des Muskels verändere. Um Verwechslungen vorzubeugen, nennen wir diese Größen, sofern wir sie als abhängig von der Innervation I denken, L_x und E_y und schreiben:

$$L_x = f(I_x), \quad E_y = f(I_y). \quad (6)$$

Das bedeutet nun physikalisch für den Muskel folgendes: Zwischen den Teilchen eines gedehnten Systems, also auch zwischen denen des gespannten Muskels, herrschen Kräfte, die sie in eine andere Lage, und zwar entsprechend einer Verkürzung des Systems zu bringen suchen. Diese Lage, also damit die Richtung der genannten Kräfte, wird durch die Grösse L_x bezeichnet. Die Grösse der Kräfte ist einmal abhängig von ε , d. h. von dem Betrage, durch den sich L und L' unterscheidet, zweitens von dem elastischen Widerstand, den wir als E_y abhängig vom Innervationszustand bezeichnet hatten. Der Zustand des Muskels kann also in zweierlei Weise durch die Innervation bestimmt gedacht werden.

Die Frage ist nun, ob dieselbe Innervation sowohl das L_x wie das E_y bestimmt, ob also $E_y = f(L_x)$ ist. Für den glatten Muskel gilt diese Beziehung sicher nicht, denn jede Dehnung kann hier, innerhalb eines weiten Bereiches, jeder Spannung zugeordnet sein. Das ist nun gerade das Material, das wir brauchen, um ein elastisch formänderndes System von zwei Freiheitsgraden aufzubauen.

Die Muskulatur ist nun in der elastischen Grundkonstruktion verteilt. Nehmen wir nun an, sie befände sich in einem bestimmten Zustande der Innervation und machen einen Dehnungsversuch, so wie es der Blutdruck tatsächlich tat. Dann wird eine bestimmte Formänderungsarbeit verbraucht, um eine bestimmte Dehnung (a) herbeizuführen (Abb.). Ein Teil dieser Arbeit (1) dient zur Dehnung der Grundkonstruktion, ein anderer (2) zur Dehnung der Muskulatur. Dieser letztere Betrag ist nun durch die Innervation veränderlich. Es kann also jeder Punkt der Fläche oberhalb der oben genannten Kurve einen Dehnungszustand der Aorta beschreiben und deshalb wurde das mit Hilfe der Muskulatur aufgebaute System ein elastisch formänderndes System von zwei Freiheitsgraden genannt.

Für Formänderungen gilt das Prinzip von Castigliano. Dieses besagt, dass die, bei irgendeiner Verteilung formändernder Kräfte auftretende Formänderung immer eine derartige ist, dass die verbrauchte Formänderungsarbeit ein Minimum wird. Dieser Satz gilt also für jeden Punkt der Kurve. Er gilt aber auch für die Dehnung mit der Muskulatur und zwar für die ganze Dehnung dabei. Es ist also keineswegs gesagt, dass dabei eine einfache Summierung der Dehnung der Grundkonstruktion, so wie sie ohne die Muskulatur stattfinden würde, und der der Muskulatur, statt hat. Es ist vielmehr anzunehmen, dass, wenn durch Einfügen von Verstärkungen in der Grundkonstruktion durch innervierte Muskelzellen ein ganz anderes System entsteht, auch die Spannungsverteilung darin ganz anders wird und keineswegs der genannten Summierung entspricht.

Durch geeignete Verteilung der Verstärkungen lässt es sich nun erreichen, dass die Spannungsverteilung derartig ist, dass in der Grundkonstruktion mehr Formänderungsarbeit aufgenommen wird, als wie sie der Kurve entspricht. So ist es denkbar, dass mit weniger Muskulatur auszukommen ist, als es dem Summierungsschema entspricht. Auch die Grundkonstruktion erhält durch die Muskulatur sozusagen zwei Freiheitsgrade.

Liste der in den Formeln gebrauchten Symbole:

- σ — Spannung in einem deformierten Körper.
- ϵ — Dehnung oder ein lineares Mass der Formänderung.
- E — Elastizitätsmodul oder elastischer Widerstand des Materials.
- A — Formänderungsarbeit.
- L — Ausgangslänge eines gedehnten Körpers.
- λ — Betrag, um den er bei der Dehnung verlängert ist.
- L' — Tatsächliche Länge eines gedehnten Körpers.
- L_x — Ausgangslänge, abhängig gedacht von der Innervation.
- E_y — Elastischer Widerstand, abhängig gedacht von der Innervation.
- I_x, I_y — Innervation.

Aussprache zum Vortrag des Herrn Petersen.

Herr M. B. Schmidt:

Bei linksseitiger Herzhypertrophie habe ich Hypertrophie der Muskelfasern in der Aorta ascend. beobachtet, was mit der Windkesselfunktion der letzteren gut in Einklang steht. Nicht klar ist mir dagegen der innere Zusammenhang von seniler Erweiterung der Aorta asc. und Atrophie des linken Herzens, die man häufig zusammenfallen sieht; vielleicht sind es nur koordinierte Zustände.

Herr *Lubosch* bezweifelt die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse der Ableitungen des Vortragenden. Die Aorta einer Schildkröte, die doch — gleiche Hämodynamik vorausgesetzt — ebenfalls als Windkessel funktionieren muss, ist wesentlich anders gebaut als die Aorta des Menschen. Vor allem ist bei ihr das Verhältnis von Wanddicke zu lichter Weite anders. Während die grossen Arterien des Menschen ein Verhältnis dieser Grössen (Wanddicke zu lichter Weite) = etwa 1:6 haben (von der menschlichen Aorta ist dem Diskussionsredner das genaue Mass nicht gegenwärtig, es ist wohl noch grösser, etwa 1:10?), ist das Verhältnis bei der Schildkrötenaorta = 1:1. Die Aorta der Schildkröte steht also in diesem Verhältnis den kleinen Arterien des Menschen nahe. Dementsprechend ist auch ihre Ringmuskulatur relativ sehr stark; reichliche elastische Fasern liegen zwischen den Muskelzellen. Weiter ist auffällig der Bau der Intima. Diese zeigt vorspringende Falten; in den Tälern zwischen den Falten liegen dicke Züge längs verlaufender glatter Muskulatur. Auch in den Falten liegen Züge von Längsmuskulatur (ein Präparat: Querschnitt durch die Aorta abdominalis von *Emys europaea* fix.: Zenker, 10 μ , Boraxkarmin, Malloryfärbung wird unter dem Mikroskop demonstriert). Die Wirkung der Aktion dieser Gefässwand als Windkesselwand muss eine andere sein als die der Aktion der Aortenwand des Menschen. Man könnte vermuten, dass die Glättung der Intimafalten durch Kontraktion der Längsmuskulatur eine Erweiterung der Lichtung herbeiführe; abgesehen von dieser ganz unsicheren Vermutung scheint für die Beurteilung der Wirkung der Kontraktion der Mediamuskulatur das Verhältnis von Wanddicke zu lichter Weite ein wesentlicher Faktor zu sein.

XI. Sitzung vom 3. Juli 24.

1. Die Darstellung feinsten Gewebsstrukturen mittels ultravioletten Lichtes.

Von

O. Walkhoff.

Nachdem die Grenzen des Auflösungsvermögens der gewöhnlichen Mikroskope durch die Apochromate von *Abbé* erreicht waren, wurden noch im vorigen Jahrhundert Versuche gemacht, ersteres durch Anwendung von möglichst kurzwelligem Licht zu steigern, so von *Neuhauss* durch Magnesium-Blitzlicht und vom Vortragenden mit einer Magnesium-Funkenstrecke eines Induktors, wodurch es letzterem z. B. gelang, die *v. Korff*'schen Fasern schon 1895 darzustellen. *Köhler*-Jena hat dann zusammen mit *Rohr* durch Einführung von besonderen Quarzobjektiven (Monochromaten) eine numerische Apertur bis 2,50 (!) erreicht, weil nunmehr eine ausschliessliche Wellenlänge von $275 \mu\mu$ angewandt werden konnte. Die dabei notwendige oft sehr schwierige Einstellung der Präparate auf einer fluoreszierenden Platte veranlasste später den Vortragenden, jene nach dem Prinzip des Ausgleiches der Focusdifferenz des sichtbaren und unsichtbaren Lichtes rechnerisch und mechanisch vorzunehmen. Es wurden damit vorzügliche Resultate erzielt, die an einer grossen Anzahl von Mikrographien, von Entwicklungspräparaten des Schmelzes und Zahnbeins, Muskeln, Knochen, Spermatozoen, Mikroorganismen und anderen Objekten demonstriert wurden.

2. Mikroskopische Beobachtungen am Knorpelgewebe mit ultraviolettem Licht.

Von
König.

Die Pathogenese der Knorpelerkrankungen bietet, wie ich in früheren Untersuchungen an dieser Stelle gezeigt zu haben glaube, noch manches Unaufgeklärte. Wenn nun auch gewiss das Verständnis nicht aus morphologischen Befunden allein erwachsen kann, so bleibt doch das Gefühl, dass auch in dieser Richtung noch Fortschritte von verbesserten Arbeitsmethoden bzw. Hilfsmitteln erwartet werden dürfen. Angeregt durch die schönen Bilder, die mit ultraviolettem Licht erhalten waren, habe ich Herrn Kollegen *Walkhoff* gebeten, auch Knorpelpräparate diesem Verfahren unterziehen zu dürfen. Von den so gewonnenen Bildern möchte ich Ihnen heute eine Auswahl zeigen; ich hoffe mit der gütigen Hilfe von Herrn *Walkhoff* später noch mehr vorführen zu können.

Die Präparate sind aufs einfachste zubereitet, sofort in Formalin gelegt und dann in bekannter Weise in Paraffineinbettung geschnitten, allerdings sehr feine Schnitte bis zu 2 μ . Kunstprodukte sind ausgeschlossen. Natürlich alles ungefärbt.

Zunächst Femurgelenkfläche eines ganz jungen Hundes. Zuerst eine Übersicht in gewöhnlicher mikroskopischer Darstellung. Obenauf die der Oberfläche parallel geordnete Schicht Zellen parallel, zusammengedrückt, dann mehr frei, mit den Kapseln; die Schicht der mehrere Zellen einschliessenden Kapseln, die Reihenstellung, endlich dem Knochen zu, die Verkalkung und schliesslich die Knochenbildung. Das erste ultramikroskopische Bild zeigt die Faserung an der Oberfläche parallel, ein paar Fetzen, dann darin schwer erkennbar die Knorpelzellen. Während diese langsam deutlicher werden, mit den grossen Kernen und Zelleib, mit der Kapsel, zeigen sich nun in der hyalinen Grundsubstanz in Mengen Fasern, Firste und Täler, diese Fasern gehen in ganz ordnungsgemässer Lagerung um die Zellen. Sie umschliessen die Zellen, Fasern gehen zwischen die einzelnen Zellen hinein. Wir sehen an verschiedenen Stellen Höfe um die Zellen, aus denen die Fasern direkt hervorgehen. Dann kommt die Auflösung, die Kalkablagerung, auch Osteoblastenanlagerung.

Bei dem Gelenkknorpel der Ulna einer etwa 30jährigen Patientin, selbst gesund, Trauma, sehen wir die gleiche Faserbildung, besonders

schön die Anordnung um die Zellen herum; im ganzen etwas feiner wie bei dem jungen Hunde.

Es folgen zwei pathologische Fälle. Zunächst eine chronische Streptokokkeninfektion des Kniegelenks eines älteren Mannes. Wir haben den Eindruck, dass die Faserung weniger deutlich ist, verwischter. Der Knorpel zeigte bei der Operation jene matte samtartige Oberfläche wie wir sie auch experimentell durch Infektion erzeugen können, saftgeschwollt. Man könnte das Stadium als trübe Schwellung bezeichnen, der Knorpel nimmt offenbar Flüssigkeit aus der Synovia und damit auch die Toxine auf, die nun durchdringen und den Knorpel zerstören.

Endlich Bilder von der Patellarknorpelfläche eines 28jährig. Mannes. Drei Monate vorher flog ihm der Dreher einer Winde gegen das Knie, dass er hinstürzte. Es kam zum Erguss, welcher auch nach Heilung immer wiederkehrte, dabei immer Schmerz am Innenrand der Patella. Auf dringenden Wunsch trotz negativem Röntgenbefund Operation.

Es fand sich nur im medialen und distalen Quadranten der Patellarknorpelfläche eine Erweichung des Knorpels, mit der Pinzette abhebbar, hin und her zu schieben.

Im Bilde sehen wir ganz unregelmässige grobe Linien, die die Faserung und Zellen queren. Es ist kein Zweifel, dass es sich hier um Risse handelt, die allerdings sonst nicht sichtbar waren. Bei der Operation fand sich in halber Dicke ein Spalt im Knorpel, die dem Knochen aufsitzende Knorpelpartie war hart, die gelenkwärts liegende hatte jenen Zustand der Chondromalacie.

Es sind also hier ultramikroskopische Sprünge zu erkennen, die im gewöhnlichen Präparat nicht sichtbar waren.

Soweit über den hyalinen Knorpel. Ein Präparat vom Ohrknorpel soll Ihnen das vollkommen verschiedene Bild des elastischen Knorpels zeigen. Es sind offenbar hier die Quer- und Längsschnitte der elastischen Fasern erkennbar.

Endlich zum Vergleich ein Bild von einer Intervertebralscheibe, das die ganz groben Massen kollagener Fasern aufweist.

Der bemerkenswerteste Befund scheint mir vorläufig die ganz einwandfrei und ohne besondere Vorbereitung hervortretende regelmässige faserige Struktur der hyalinen Grundsubstanz des Knorpels zu sein.

Die Darstellung der Fibrillen gelingt bisher nach *Schaffer* nur durch ziemlich scharfe Mittel, die Mazeration, die Verdauung mit

Trypsin, das Einlegen in 10%iger Kochsalzlösung. Hier ist ohne weitere Vorbereitung der Nachweis der Fasern gelungen. Offenbar sind die Fasern ungemein fein. Dass vielleicht diese Anordnung in Beziehung zur Ernährung des Knorpels, und möglicherweise wieder durch leichtere Angreifbarkeit zu der Hinfälligkeit gegenüber gewissen Schädigungen steht, soll hier nur angedeutet werden.

3. „Die neuen Behandlungsmethoden der chronischen Wurzelhautentzündungen der Zähne.“

Von

Dr. Josef Münch.

Ausgehend von den amerikanischen Theorien über die orale Infektion werden die einzelnen Behandlungsmethoden der chronischen Periodontitis und ihrer Folgeerscheinungen besprochen. An Hand einer Reihe von Röntgenaufnahmen wird die Ausheilung von Granulomen und Zahnfleischfisteln mit nachfolgender knöcherner Regeneration der periapikalen Einschmelzungsherde mittels der medikamentösen Behandlungsmethode, in Form der Chlophenolkampferdurchspritzung, bewiesen.

XII. Sitzung vom 10. Juli 1924.

Die Geschlechtsbestimmung.

Von

Ernst Leupold.

In meinen Arbeiten der letzten Jahre konnte ich auf die grosse Bedeutung, welche der Cholesterinstoffwechsel für die Keimzelle hat, hinweisen. Der Bestand und die normale Reifung der Keimzellen ist in grossem Masse von dem Cholesteringehalte des Blutes abhängig. Kommt es unter der Einwirkung von Giften (Bakterientoxinen, Thyreoidin) zu einer Verarmung des Blutes an Cholesterin, so ist eine Schädigung der Keimzellen die Folge. Ich fasste daher das Cholesterin als einen Schutzkörper für die Keimzellen auf, welcher befähigt ist, Gifte zu binden und zu neutralisieren. Als schädigende Stoffe für die Keimzellen kommen nicht nur exogene Körper in Betracht, sondern auch Stoffwechselprodukte und vielleicht auch Hormone. Hierfür spricht das Verhalten der Maulwurfsorgane. Der nach der Brunft einsetzende Schwund des Hodenparenchyms geht mit einer Verarmung der Nebennierenrinde an Cholesterinestern einher.

Die Bedeutung des Cholesterins für die Keimzellen ist aber nicht nur in seiner Schutzwirkung zu suchen, sondern sicher übt es in Gemeinschaft mit den anderen Lipoiden, namentlich Phosphatiden, noch eine andere Funktion aus. Man findet in den Zellen der Nebennierenrinde wie auch in den Zwischenzellen der Hoden die Cholesterine immer mit anderen Lipoiden, unter denen die Phosphatide von besonderer Bedeutung sind, innig gemischt vor. Es scheint, als ob für das Auftreten der Phosphatide in den Zellen die Anwesenheit der Cholesterine eine Voraussetzung ist, da man im mikroskopischen Bilde zwar mehr Cholesterinester als Phosphatide nachweisen kann, das umgekehrte Mengenverhältnis dieser beiden Lipoiden aber nicht zu beobachten ist.

Der Cholesteringehalt des Blutes bewegt sich bei den einzelnen Tieren innerhalb bestimmter Grenzen. Seine Höhe ist in erster Linie von der Zusammensetzung der Nahrung abhängig. Die Menge der Cholesterine in den Zellen der Nebennierenrinde ist, wie namentlich von *Hueck* und *Wacker* nachgewiesen wurde, von der Höhe des Blutcholesterinspiegels abhängig. Auch für die Zwischenzellen der Hoden konnte ich eine ähnliche, wenn auch nicht absolute Abhängigkeit ihres Cholesteringehaltes von dem des Blutes feststellen. Es dürfte nun für die Keimzellen nicht gleichgültig sein, wieviel von den Lipoiden ihnen zugeführt wird. Man kann sich vorstellen, dass je nach der Menge der aufgenommenen Lipoiden sich Unterschiede im chemischen Bau der Keimzellen ergeben, welche eine Ursache für die Geschlechtsbestimmung sein könnten.

Zur Prüfung dieser Frage suchte ich zunächst festzustellen, ob eine Anreicherung bzw. Verarmung an Cholesterin vor der Befruchtung einen Einfluss auf die Sexualproportion der geworfenen Jungen erkennen liesse. Zu meinen Versuchen verwendete ich Kaninchen und behandelte Böcke und Weibchen in gleicher Weise. Nachdem sich ergeben hatte, dass die Vorbehandlung der männlichen Tiere ohne Einfluss ist, wurden nur noch die weiblichen Tiere in entsprechender Weise gefüttert. Die Zeit der Vorbehandlung der Tiere vor dem Belegen erstreckte sich durchschnittlich auf 3—6 Wochen.

Die erste Versuchsserie ergab bei sieben weiblichen Kaninchen, bei denen durch Fütterung von Cholesterin vor dem Belegen eine Anreicherung des Blutes an Cholesterin erzielt wurde, von 36 geworfenen Jungen 24 ♂, 36 ♀ oder 33,3% ♂ und 66,7% ♀. Da das normale Verhältnis von Männchen:Weibchen bei Kaninchen ungefähr 52:48 beträgt, ist eine Verschiebung der Sexualproportion nach der weiblichen Seite hin unverkennbar.

Im einzelnen betrachtet befriedigen aber die Versuche nicht. Zwar ist der Weibchenüberschuss in den sieben Versuchen 6mal vorhanden, aber in zwei Versuchen beträgt er nur je ein Tier. Der siebente Versuch ergab sogar doppelt soviel Männchen als Weibchen. Wir können daraus schliessen, dass eine Cholesterinanreicherung des Blutes wohl die Entstehung des weiblichen Geschlechts begünstigt, aber nicht die einzige Ursache sein kann.

Das günstigste Resultat mit — ♂, 5 ♀ erhielt ich bei einem Tier, welches mit Hafer gefüttert war. Dieser ist besonders reich an Lipoiden und enthält auch Phosphatide. Diese Beobachtung sowie

die Feststellung, dass die Phosphatide immer in Gemeinschaft mit den Cholesterinen in den Zellen auftreten, veranlasste mich, ausser Cholesterin noch Lezithin den Tieren zuzuführen. Neun mit Cholesterin und Lezithin gefütterte Kaninchen warfen 21 ♂, 23 ♀. In ihrer Gesamtheit lassen also diese Versuche keine Beeinflussung des Geschlechtsverhältnisses der geworfenen Jungen erkennen, ja, man kann sagen, dass die Verschiebung nach der weiblichen Seite hin, welche durch Cholesterinfütterung allein erzielt wurde, wieder aufgehoben wurde.

Eine Klärung gibt die Beurteilung des Verlaufes der Cholesterinkurve während der Zeit der Vorbehandlung der Tiere. Cholesterinfütterung allein bewirkt eine gleichmässige Cholesterinvermehrung im Blute, bei gleichzeitiger Zufuhr von Phosphatiden jedoch kann die Cholesterinkurve grosse Schwankungen aufweisen. Im Anfang der Fütterung tritt in der Regel zwar auch ein Cholesterinanstieg ein, nach einer gewissen Zeit jedoch senkt sich entweder der Cholesterinspiegel oder er springt stark in die Höhe. Wenn man nun unter dem Gesichtspunkte des Verlaufs der Cholesterinkurve die einzelnen Versuche betrachtet, so ergibt sich, dass in vier Versuchen die Cholesterinkurve starke Schwankungen aufweist, wobei es gegen Ende der Vorbehandlung meist zu einer Senkung des Cholesterinspiegels gekommen ist. Diese vier Versuche ergaben 17 ♂, 7 ♀. In den fünf anderen Versuchen dagegen steigt der Cholesteringehalt des Serums gleichmässig an. Das Geschlechtsverhältnis ist in diesen Versuchen 4 ♂, 16 ♀ oder 20% ♂, 80% ♀, wobei in allen Versuchen ein Weibchenüberschuss erzielt wurde. Es lässt sich also feststellen, dass ein noch grösserer Weibchenüberschuss erzielt wird, wenn ausser einer gleichmässigen Anreicherung des Blutes mit Cholesterin noch eine Zufuhr von Lezithin eintritt.

Die Richtigkeit dieser Beobachtung muss durch die Umkehrung der Versuche sich erweisen. Es muss demnach eine Verarmung des Blutes an Cholesterin in der Zeit vor dem Belegen Männchenüberschuss ergeben. In 12 Versuchen, in denen die Tiere teils cholesterinarm gefüttert wurden, teils auf anderem Wege eine Cholesterinverarmung herbeigeführt wurde, betrug das Geschlechtsverhältnis 46 ♂ zu 22 ♀, bzw. 67,7% ♂ und 32,3% ♀. Eine Sonderung dieser 12 Versuche nach den gleichen, eben entwickelten Gesichtspunkten ergab in 6 Versuchen, in denen die Cholesterinkurve Schwankungen zeigte 28 ♂, 14 ♀ und in 6 Versuchen, in denen die Cholesterinkurve gleichmässig abfiel, 26 ♂, 8 ♀. Es lässt sich also feststellen, dass ein gleichmässiger

Abfall der Cholesterinkurve vor dem Belegen eine Verschiebung der Sexualproportion nach der männlichen Seite hin begünstigt.

Der Verlauf der Cholesterinkurve ist also von ausschlaggebender Bedeutung für die Entstehung des Geschlechts. Jedoch nicht die Bewegung der Blutcholesterinwerte allein, sondern ausserdem noch ihre Beziehungen zu den Phosphatiden haben bei diesen Versuchen die Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses bewirkt. Konnten wir auf der einen Seite feststellen, dass eine Anreicherung des Blutes mit Cholesterin und Lezithin die Entstehung des weiblichen Geschlechts begünstigt, so wird für die Bildung von männlichen Jungen neben Cholesterinverarmung des Blutes auch noch eine Verminderung an Lezithin erforderlich sein.

Es sind nun die Cholesterinwerte des Blutes in hohem Grade von der Menge der zugeführten Phosphatide abhängig. Eine hohe Konzentration von Phosphatiden bewirkt entweder eine Senkung des Cholesterinspiegels oder einen plötzlichen, sprunghaften Anstieg, welcher nur mit einer Ausschüttung von Körpercholesterin ins Blut zu erklären ist. Diese plötzliche Vermehrung des Cholesterins im Blute muss zu einer verminderten Konzentration des Lezithins führen, während andererseits ein langsamer Anstieg der Cholesterinkurve wesentliche Verschiebungen des Verhältnisses der Lezithin- zu den Cholesterinwerten nicht im Gefolge hat. Wir sind, da wir nicht in der Lage sind, fortlaufende Lezithinbestimmungen im Serum zu machen, darauf angewiesen, aus der Bewegung der Cholesterinkurve Rückschlüsse auf den Phosphatidgehalt des Serums zu machen und können nach allen unseren Erfahrungen sagen, dass ein steiler Anstieg der Cholesterinkurve eine geringe Konzentration des Lezithins im Cholesterin bewirkt, dass ein allmählicher oder wagrechter Verlauf auf eine hohe Lezithinkonzentration hindeutet, dass schliesslich eine durch Lezithinzufuhr bewirkte Senkung des Cholesterinspiegels anzeigt, dass das Maximum der Phosphatidkonzentration erreicht ist.

In einer Reihe von Versuchen prüfte ich nun die Frage, welche Bedeutung das Mengenverhältnis Cholesterin:Lezithin für die Geschlechtsbildung hat. Zunächst liess sich feststellen, dass niedrige absolute Cholesterin- und Lezithinwerte keinen Einfluss auf das Geschlechtsverhältnis der Jungen haben, sondern dass lediglich der Verlauf der Cholesterinkurve massgebend ist. Füttert man dagegen die Tiere lipoidarm und ruft durch gleichzeitige Cholesterinzufuhr einen steilen Anstieg der Cholesterinkurve und somit eine geringe Konzentration der Phosphatide hervor, so ist ein beträchtlicher Männchenüberschuss

zu beobachten. In sechs Versuchen, in denen ein steiler Anstieg der Cholesterinkurve eine relative Lezithinarmut im Gefolge hatte, erhielt ich 22 ♂, 8 ♀. Führt man jedoch gleichzeitig Lezithin zu oder verhindert man eine Konzentrationsverminderung des Lezithins dadurch, dass man die Cholesterinwerte im Serum nur ganz allmählich ansteigen lässt, so tritt ein Weibchenüberschuss ein. Neun derartige Versuche ergaben 8 ♂, 32 ♀. Die Gegenüberstellung der Versuche beweist, dass zur Erzielung weiblicher Jungen nicht allein die Cholesterinvermehrung im Serum genügt, sondern dass noch eine Vermehrung an Phosphatiden eintreten muss.

Wir konnten bereits feststellen, dass zur Bildung des männlichen Geschlechts eine Verarmung an Cholesterin und Lezithin Voraussetzung ist. Ebenso wenig aber wie eine Cholesterinanreicherung im Serum gleichzeitig eine für die Weibchenentstehung genügende Phosphatidvermehrung zu bedingen braucht, muss eine Verminderung des Cholesterins eine solche des Lezithins im Gefolge haben. Treibt man den Cholesterinspiegel des Blutes plötzlich so stark in die Höhe, dass eine relative Phosphatidarmit die Folge ist, so kann, auch wenn man jetzt den Cholesterinspiegel wieder abfallen lässt, immer noch eine Lezithinvermehrung bis zur Höchstkonzentration eintreten. Je steiler eine Cholesterinkurve abfällt, um so grösser muss von vornherein der Unterschied zwischen den absoluten Cholesterin- und Lezithinwerten gewesen sein, um so mehr muss man also damit rechnen, dass während des Abfalls der Cholesterinkurve noch eine Lezithinvermehrung eintreten kann. Fällt dagegen die Cholesterinkurve nur ganz allmählich ab, so ist eine Vermehrung der Lezithinwerte nicht möglich. Eine solche würde sich sofort in grösseren Schwankungen der Cholesterinkurve äussern. Vollkommen ausgeschlossen ist schliesslich eine Veränderung der Konzentration, wenn man den Cholesterinspiegel durch Fütterung von Cholesterin und Lezithin oder von Cholesterin allein herabdrückt.

Die Zusammenstellung meiner Versuche unter diesen Gesichtspunkten ergibt: in 12 Versuchen mit steil abfallender Cholesterinkurve erhielt ich 31 ♂, 30 ♀, 9 Versuche mit flach abfallender Kurve ergaben 42 ♂, 9 ♀. Stelle ich die Versuche zusammen, bei denen eine Konzentrationsänderung des Lezithins dadurch, dass die Senkung der Cholesterinkurve durch Fütterung von Cholesterin und Lezithin herbeigeführt wurde, verhindert wurde, so sind dies 4 Versuche mit 20 ♂, 2 ♀.

Diese Beobachtungen berechtigen zu folgenden Schlüssen: Die Eizelle des Kaninchens wird weiblich differenziert, wenn unter Wahrung

einer bestimmten Lezithinkonzentration eine Cholesterin-Lezithinvermehrung im Serum eintritt. Die Eizelle des Kaninchens wird männlich differenziert, wenn ein Verlust an Cholesterin und Lezithin im Serum eintritt.

Von ausserordentlich grosser Bedeutung für den Ausfall der Versuche ist, dass die Tiere genügend lange Zeit vor dem Belegen behandelt werden, dass also die geschlechtliche Differenzierung der Eizelle in eine Zeit fällt, in der uns der Cholesteringehalt des Serums bekannt war. Es ist vorläufig noch nicht möglich, ganz sichere Zahlen dafür anzugeben, wie viel Tage vor dem Belegen das Geschlecht in den Eiern fixiert wird. Versuche, die in dieser Richtung angestellt wurden, und deren Prinzip darauf beruhte, dass die Tiere zunächst auf Männchen und dann auf Weibchen oder umgekehrt vorbehandelt wurden, ergaben, dass in allererster Linie die letzten 14 Tage vor dem Belegen der Tiere in Betracht kommen. Eine obere und untere Grenze lässt sich noch nicht bestimmen, sicher ist aber, dass noch Eier, die erst in den letzten 8 Tagen ihre geschlechtliche Differenzierung empfangen haben, zur Befruchtung kommen können.

Ergaben die Untersuchungen, dass der Cholesterin-Phosphatidstoffwechsel der weiblichen Tiere bestimmend für die geschlechtliche Differenzierung des Nachwuchses ist, so musste mein Bemühen sein, an den Eiern histologische Unterschiede herauszufinden, die die Geschlechtsbestimmung der Eizellen ermöglichen. Mit Hilfe einer Kombination der *Ciaccioschen* Methode und der *Smith-Dietrichschen* des Lipoidnachweises gelingt es, in den Ovarien von Kaninchen zweierlei verschiedene Eier zur Darstellung zu bringen. Die einen zeigen eine Phosphatidspeicherung in den Nukleolen, kenntlich an ihrer Schwarzfärbung, in den anderen fehlt sie. In 14 Versuchen, in denen die Tiere auf verschiedene Weise vorbehandelt wurden, konnte ich nachweisen, dass bei all den Tieren, bei denen nach dem Verlaufe der Cholesterinkurve Männchen zu erwarten waren, die Phosphatidspeicherung in der Mehrzahl der Eier fehlt, dass dagegen bei den auf Weibchen eingestellten Tieren die Reaktion am Nukleolus der meisten Eier positiv ausfällt. Wir müssen daher den Nukleolus als die Geschlechtsanlage betrachten.

Um sich eine sichere theoretische Vorstellung von den biologischen Vorgängen, die zur geschlechtlichen Differenzierung der Eizellen führen, bilden zu können, müssten erst die Beziehungen, die zwischen dem Cholesterin und den Phosphatiden des Blutes bestehen, klar gestellt werden. Es lässt sich nur so viel sagen, dass diese Beziehungen

ganz innige sind und dass anscheinend zwischen dem Cholesterin und den Phosphatiden chemische Reaktionen bestehen, die zu einer neuen Verbindung führen. Je nachdem nun die Phosphatide bis in den Nucleolus der Eier vordringen können oder nicht, entstehen männliche oder weibliche Junge. Es spielen hierbei nicht nur chemische, sondern auch physikalische Vorgänge eine Rolle, unter denen wohl ein Konzentrationsgefälle vom Blute nach der Eizelle oder umgekehrt von ausschlaggebender Bedeutung für die Geschlechtsbestimmung ist.

Diskussionsbemerkungen zum Vortrag von Leupold.

Herr *Schleip* erinnert daran, dass Verschiebungen der Sexualproportion durch äussere Faktoren den Biologen geläufig sind (vergl. z. B. die in Würzburg durchgeführten grundlegenden Untersuchungen *Baltzers* an *Bonellia*), und führt aus, dass die Geschlechtsvererbung zu unterscheiden ist von den Faktoren, die die Sexualproportion auf sehr verschiedene Weise abändern können (vergl. *Goldschmidt*). In diesem Zusammenhange sollte man u. a. wissen, wie gross die durchschnittliche Jungenzahl in jedem Wurf bei der verwendeten Rasse ist, wenn keine Beeinflussung vorgenommen wird. *Schleip* kann daher nicht finden, dass die Ergebnisse des Vortragenden die Anschauungen über den Mechanismus der Geschlechtsvererbung berühren. Wenn die Nucleolen des Eies die „Geschlechtsbestimmer“ sind, wie soll die normale Geschlechtsproportion, wie bei den Säugern die geschlechtsbegrenzte Vererbung erklärt werden?

Herr Dr. *Ackermann* hält das Lezithin, das sich in den Nucleolen derjenigen Eier befindet, die zu weiblichen Individuen führen, für einen Reservestoff des Chromatins, da die Nucleinsäure des Chromatins Phosphorsäure, Basen und Zucker enthält, andererseits diese Bestandteile im wesentlichen auch im Lezithin wiederkehren, denn das Lezithin enthält gleichfalls Phosphorsäure, eine Base und statt des Zuckers das diesem sehr nahestehende Glycerin. — Er weist auf den hohen Wert präparativ-biochemischer Forschung hin, da ohne die mühsame Vorarbeit, die uns überhaupt erst mit dem Cholesterin und Lezithin bekannt machte, bahnbrechende biologische Fortschritte, wie die von *Leupold*, nicht möglich sind.

Herr *Lubosch*: Die Stellungnahme zu der Frage, ob sich die Befunde des Herrn Vortragenden mit der Chromosomen-Theorie der Geschlechtsbestimmung vereinbaren lassen, hängt ausschliesslich davon ab, ob man die Chromosomen als unveränderliche, äusseren Einflüssen

völlig entzogene Elemente ansieht. Dies ist jetzt die herrschende Ansicht unter Zurückweisung älterer Annahmen, die eine Beeinflussung der Chromosomensubstanz durch die Nukleolarsubstanz für wahrscheinlich hielt, insbesondere während der Eireifung. Die Nukleolen wurden von jenem Standpunkt aus lediglich als Abfallprodukte oder Stoffwechselspeicher angesehen. In den Befunden des Herrn Vortragenden sehen wir diese im allgemeinen in ihrem Werte für die Kernmorphologie heute gering eingeschätzten Nukleonen als Vermittler einer ausserordentlich beachtenswerten experimentellen Umstimmung des inneren Kerngefüges erscheinen. Es brauchen daher die Ergebnisse keineswegs im Widerspruch zu der Chromosomentheorie zu stehen, wofern man annimmt, dass die sichtbare Veränderung im Nukleolus nur ein Index für tiefergreifende Veränderungen an dem Chromosomenapparat sind. Um diese aber nachzuweisen, bedürfte es günstigere Objekte, als die Säugetiereier sie darbieten.

Herr *Penners* fragt, ob die geworfenen Jungen immer nur reine Männchen und reine Weibchen waren oder ob sich nicht auch, wie eigentlich zu erwarten, Zwitter (*Intersexe Goldschmidts*) darunter befanden.

Herr Dr. *Degkwitz*: Zu den von Herrn *Leupold* beobachteten Vorgängen an den Blut- und Ovarlipoiden möchte ich fragen, ob der Vortragende darauf geachtet hat, in welchem Verhältnis bei den verschiedenen Zuständen von fallendem und steigendem Cholesterin- und Lezithinspiegel im Blut Cholesterin und Cholesterinnester vorhanden waren.

Nachdem die pathologische Anatomie mit ihrer rein morphologischen Betrachtungsweise uns in der Pathologie der akuten und chronischen Stoffwechselerkrankungen des Säuglingsalters so kläglich im Stich gelassen hat, habe ich versucht Histologie mit Hilfe der chemischen Wage und der Titrierbürette zu treiben. Bei dem Versuch chemische Normen und Abweichungen davon für alle Körpergewebe und Organe aufzustellen, brachte die von *Bamberger* bei uns ausgearbeitete Methodik der Zellfett und Lipoidbestimmungen das Ergebnis, dass in verschiedenen Körpergeweben und in gleichen Geweben bei verschiedenen Umwelts- und Ernährungsbedingungen das Cholesterin einmal mehr als freies, das andere Mal mehr als verestertes Cholesterin enthalten ist. Das zwingt zu der Fragestellung, was ändert sich struktur- und physikalisch-chemisch in den Zellen, wenn der Anteil des freien und des veresterten Cholesterins wechselt?

Eine alte Apothekererfahrung besagt, dass Cholesterinzusatz die

Herstellung einer Fettemulsion begünstigt. Sind Cholesterin und Cholesterinester verschieden gute Emulgatoren?

Diese Frage haben wir *in vitro* zu entscheiden versucht:

1. durch direkte Messung der Fettkügelchen in einer Ringer-Eiweisslösung, die mit Fettzusatz und Cholesterin, bzw. Cholesterinester gleichlang geschüttelt war, — je kleiner die Fettkügelchen, desto besser ist der Emulgator; 2. durch viskosimetrische Messungen — in je kleinere Massenteilchen die gleiche Fettmenge aufgespalten wird, um so grösser wird die Zahl dieser Massenteilchen und um so grösser die innere Reibung. Beide Methoden ergaben übereinstimmend, dass Cholesterin Neutralfette bedeutend besser emulgiert, wie Cholesterinester. (Siehe *Degkwitz* und *Zwelch*, *Klin. Wochenschr.* 1924.)

Demnach ist die Massenaufteilung des Fettes, der Grad seiner Emulgierung und die Grösse seiner Oberfläche davon abhängig, ob gleichzeitig mehr freies oder verestertes Cholesterin vorhanden ist. Ob der Verteilungsgrad des Fettes vom Cholesterin allein abhängt und wie sich das z. B. bei der Kobragifthämolyse funktionell als Antagonist auftretende Lecithin dazu verhält, davon wissen wir noch nichts, es ist aber gerade im Zusammenhang mit den Ausführungen von Herrn *Leupold* von grossem Belang und dürfte die Verfolgung dieser Abhängigkeiten auch zur Klärung der hier beobachteten Vorgänge beitragen.

Herr *Gauss*: Nach den neuesten Forschungen von *Bayer* ist die in Bayern vor dem Kriege bestehende Knabenziffer mit einem Mittelwert von 1062 (auf je 1000 Mädchen gerechnet) nach dem Kriege mit dem Jahre 1918 auf 1087 hinaufgeschneilt, um erst 1922 wieder in die vorherigen Grenzen zurückzusinken. Es wäre demnach doch wohl daran zu denken, dass gerade der Weltkrieg als Ernährungsexperiment für die Bedeutung des Kräftezustandes der Eltern in der Frage der Geschlechtsproportion gewertet werden kann.

XIII. Sitzung vom 17. Juli 1924.

1. Geologische Beobachtungen in italienischen Vulkangebieten.

Von

Emanuel Christa.

Mit 2 Lichtbildern und 7 Handzeichnungen des Verfassers.

Im Frühjahr 1924 unternahm ich eine mehrwöchige Studienreise nach Mittel- und Süditalien in der Absicht, womöglich an den tätigen Vulkanen jene Erscheinungen, welche mit dem Austritt der natürlichen Schmelzflüsse an die Erdoberfläche verbunden sind, genauer kennen zu lernen. Aus der Fülle der empfangenen Eindrücke will ich hier lediglich dasjenige herausgreifen, was mir von mehr allgemein naturwissenschaftlichem Interesse zu sein scheint und zugleich auch durch die besondere Gunst zeitlicher und örtlicher Verhältnisse einer Beobachtung zugänglich war.

1. Vesuv und Phlegräische Felder.

Ich kannte die italienischen Vulkane flüchtig schon von einer früheren Reise her. Diesmal fiel mir schon am ersten Tage meiner Anwesenheit in Neapel Folgendes auf: Der Aschenkegel des Vesuvs, also der gegenwärtig tätige Vulkan im Gegensatze zur alten Krater-ruine des Monte Somma, zeigt seit 1906 eine sehr breite wenig schöne Abstumpfung, in der Silhouette ungefähr die Form eines Trapezes. Vom oberen wagrechten Rande aus, und zwar bezeichnenderweise stets nur in dessen Mitte, erhob sich dauernd eine weisse, kumulusähnliche Wolke, die nicht von der Stelle rückte, jedoch in Intervallen von durchschnittlich 10 Minuten stossweise nachwuchs und dabei häufig eine orangegelbe Färbung annahm. Nach oben hin löste sie sich immer wieder in verschwommene breite Wolkenzüge auf, die langsam gegen den Apennin abtrieben und von gewöhnlichen Wolken sich in gar keiner Weise unterschieden.

Man hat heute Grund zu der Annahme, dass die weissen vulkanischen Wolken ihrer Hauptsache nach nichts weiter sind als Wasserdampf. Nur die Frage der Herkunft dieser Wassermengen ist noch Gegenstand der Kontroverse. Der Mineralbestand der Tiefengesteine spricht zwar für die Anwesenheit von H_2O selbst in den Schmelzflüssen grösserer Rindentiefe, und die chemisch-physikalische Forschung ¹⁾ postuliert ebenfalls das Vorhandensein eines mehr oder minder beträchtlichen Wassergehalts der magmatischen Schmelzflüsse. Wenn die berühmt gewordenen Versuche der amerikanischen Forscher *Day* und *Shepherd* auf Hawaii gleichfalls in dieser Richtung zu einem positiven Befund geführt haben, so kann man dem freilich entgegenhalten, dass jenes waghalsig durchgeführte Unternehmen am Lavasee des Kilauea doch nur die Produkte einer Fumarolentätigkeit zu erfassen vermocht hat und dass bei den eigentlich paroxystischen Ausbrüchen, die an sich über den Gasgehalt des Magmas eine ungleich zuverlässigere Auskunft erwarten liessen, ein direktes Auffangen der Gase gar niemals in Frage käme. Man wird also auch da letzten Endes immer nur auf Rückschlüsse angewiesen sein. Es verdient jedenfalls bemerkt zu werden, dass eine Autorität wie *Brun* an der Auffassung festzuhalten scheint, der Wassergehalt magmatischer Exhalationen sei rein atmosphärischen Ursprungs, sei durch Berührung mit der Luft den Fumarolen erst zugeführt.

Man muss zugeben, in mancherlei Wahrnehmungen, namentlich auch solchen rein äusserlicher Natur, findet diese Annahme eine Stütze. So entsinne ich mich selbst einer während des Krieges gemachten Beobachtung, die mir für diese Frage einschlägig erscheint. Ich hatte damals Gelegenheit, einen der schönsten erloschenen Andesitvulkane des europäischen Kontinents, den 1800 m hohen Mezö Havas im Görgeygebirge, zu besteigen. Es herrschte an diesem Tag fast vollkommene Wolkenlosigkeit bei sehr durchsichtiger Luft. Nur über dem fast 500 m tiefen kreisrunden Krater schwebte ständig eine Wolke, die in der Windrichtung zerstob, von unten her aber immer wieder nachzuwachsen schien. Kein Zweifel, dass es sich hier um eine Kondensation atmosphärischen Wassers gehandelt hat, dadurch verursacht, dass aus dem vor den Winden geschützten, dagegen stark von der Sonne beschienenen Kratertrichter die erwärmten, Wasserdampf führenden Luftmassen in kühlere, windbewegte Regionen aufstiegen. Man kann sich vorstellen, dass bei Ansammlung glühender

¹⁾ *P. Niggli*, Die leicht flüchtigen Bestandteile im Magma, S. 225.

Lava in einem solchen Krater sich ungleich stärkere Temperaturgefälle entwickeln müssen, die bei genügendem Feuchtigkeitsgehalt der Luft imstande sind, einen Wolkenstrom von weit bedeutenderem Ausmass auszulösen, als ich ihn damals am Vesuv beobachtet habe. Auch ist es gerade in den von mir besuchten süditalienischen Vulkangebieten eine allbekannte Erscheinung, dass unter entsprechenden atmosphärischen Bedingungen nicht nur an, sondern über den Gipfeln längst erloschener Inselvulkane sich Wolkenmassen bei sonst wolkenlosem Firmament anhäufen. An den Fumarolen des Vulcano konnte ich während einer mehr als 10tägigen Beobachtungsdauer andererseits die Wahrnehmung machen, wie mit zunehmender Trockenheit der Luft die Dampfentwicklung sichtlich schwächer wurde.

Mit der Frage nach der Herkunft des vulkanischen Wasserdampfs, worauf ich später noch zurückkommen will, scheint eine weitere ebenfalls strittige, wenn auch minder wichtige Frage zusammenzuhängen: Wird die Feuererscheinung bei einer vulkanischen Eruption hervorgerufen durch sichtbare Flammen oder ist sie nichts weiter als eine mehr oder weniger grelle Beleuchtung der Eruptionswolke durch die aufsteigende glutflüssige Lava?

Da alle derartigen Erscheinungen sehr zweckmässig bei Nacht beobachtet werden und der Vesuv damals ohnedies eine ziemlich lebhaftere Tätigkeit zu entfalten schien, entschlossen wir uns (meine Frau hat mich auf dieser Reise begleitet) die erste Nacht unserer Vesuvexkursion, und zwar die vom 16. auf 17. April 1924, oben am Krater-
rand zu verbringen.

Zwei Dinge waren es vor allem, die dort meine besondere Aufmerksamkeit erregten. Mitten im Krater, etwas niedriger als unser Standpunkt, erhob sich aus dem Dampfgevoege ein auffallend steiler, dunkler Kegel, ein sog. „Zentralkegel“, und aus seiner Spitze qualmten unaufhörlich dicke, leise fauchende Dampfswirbel. Sie waren rot beleuchtet wie bei einem nächtlichen Brand. In der Tiefe des Kraters, der die Form einer flachen, steil umrandeten Waschschiüssel aufwies, bot sich ein noch viel prächtigeres Schauspiel. Fast der ganze südwestliche Sektor des weiten, ziemlich ebenen Kraterbodens lag angefüllt von frisch ausgeflossener Lava. Ihre Oberfläche schien bereits im Erstarren begriffen zu sein; was man in heller Rotglut zwischen den dunkeln, bereits oberflächlich erkalteten Massen grell heraufleuchten sah, waren den Umrissen nach gewundene, oft mehrere Meter breite, scharf abgegrenzte Bänder, sowie unregelmässige,

fetzenförmige Flächen, daneben aber als dichte Überstreuung dieses ganzen Areals zahllose glimmende Flecken und Punkte.

Mit recht unregelmässigen Pausen, deren Messung im Durchschnitt eine Dauer von 12—15 Minuten ergab, hörte man vom Zentralkegel her ein unterirdisches donnerähnliches Getöse. Es lautete, wie wenn zahlreiche Blöcke übereinander geworfen würden. Ich hielt und halte es für das intermittierende Aufkochen der Lava im Eruptionskanal. Fast gleichzeitig erfolgte unter scharfem, im allgemeinen nicht mehr als 15 Sekunden anhaltenden Dröhnen ein explosionsartiger Dampfausstoss und in der Mehrzahl der Fälle ein Auswurf glühender Schlacken. Diese feurigroten Projektile wurden bei den heftigeren Ausbrüchen nach meiner ziemlich sicheren Schätzung 80—100 m hoch wie in Garben emporgeschleudert. In der Form eines Funkenregens fielen sie klirrend auf die Flanken des Kegels nieder, dessen schlanke Gestalt dadurch besonders deutlich hervortrat. Als halb plastische Massen glitten sie in der Regel in perl-schnurartiger Anordnung verhältnismässig langsam ab; dies glich oft mehr einem eigentümlichen Heruntertänzeln an der sehr steilen Flanke, über deren wahre Neigung ja die beigegegebene Photographie einwandfreien Aufschluss gibt. Einige dieser Auswürflinge schienen gar am Abhang des Schlackenkegels kleben zu bleiben, während eine grosse Zahl sich doch beim Aufschlag auf den harten Panzer des Kegels in mächtigen Sätzen übersprang.

So war im Laufe der Zeit an Stelle der grossen Bocca, welche noch vor 10 Jahren den Mittelpunkt des damals viel tieferen Vesuvkraters eingenommen hatte¹⁾, der Zentralkegel durch eigenen Schlackenauswurf erst allmählich emporgewachsen. Falls nicht heftigere Explosionen den Einsturz dieses schlank aufragenden Gebildes vorzeitig wieder zerstören, können die Bewohner Neapels vielleicht schon nach wenigen Jahren eine dampfaushauchende Vesuvspitze, wie sie auf älteren Bildern dargestellt ist, dem stumpfen Aschenkegel entragen sehen.

Es ist mir fernerhin bei diesen nächtlichen Beobachtungen aufgefallen, dass an der ausgeflossenen Lava auf dem Grunde des Kraters die im Glutzustand befindlichen Partien fortwährend, wenn auch äusserst langsam, ihre Lage und ihre Umrisse veränderten. Ich merkte es vor allem an einer Skizze, die ich mir gemacht hatte und die schon nach wenigen Stunden nicht mehr stimmte.

¹⁾ Vgl. auch *M. Storz*, Geol. Rundschau V, 1914, S. 88 ff.

Am Morgen des folgenden Tages hatte ich Gelegenheit, in den knapp 200 m tiefen Krater des Vesuvs einzusteigen und bei Begehung der im Erstarren begriffenen Lava von der Ursache jener rätselhaften Veränderungen ein klares Bild zu bekommen. Die Erstarrungskruste erwies sich im allgemeinen als genügend dick und fest; sie war hart, runzelig rauh und von pechartig schwarzer Farbe, klappte jedoch an zahlreichen Stellen wie die Oberfläche eines stark zerschründeten Gletschers. Diese Klüfte, Risse und Löcher waren erfüllt von heller Rotglut, welcher man sich je nach der Hitzewirkung bis auf einen oder mehrere Schritte nähern konnte. Die glühende Masse verhielt sich wie ein sehr zäher, zu Fäden dehnbarer Teig. Die teils runzelige, teils nierenförmig gequollene, teils tauförmig gedrehte Erstarrungshaut liess aufs deutlichste erkennen, wie sich hier noch alles in ständiger, wenn auch sehr langsamer und kaum unmittelbar wahrzunehmender Fliessbewegung befand.

Die steilen Flanken des Zentralkegels leuchteten bei Tag in den verschiedensten, teilweise lackartig glänzenden Farben. Ein grünlich gelber Ton schien vorzuherrschen; nach den ähnlich aussehenden Sublimationskrusten zu schliessen, die man sich während des Ein- und Ausstieges an den nicht selten noch heissen und dampfenden Felsen der Kraterwände bequem abschlagen konnte, handelt es sich nicht um Schwefel, sondern um Eisenchlorid.

Leuchtende Flammen bei den verhältnismässig doch immer noch schwachen Eruptionen einwandfrei festzustellen, ist mir weder mit bewaffnetem, noch unbewaffnetem Auge, weder bei Nacht und noch viel weniger bei Tage gelungen. Etwas auffällig dünkt mir auf den Lichtbildern, die ich gegen 7 Uhr morgens aufgenommen hatte, jener unverkennbar feuerähnliche Lichtschein, der aus dem Mundloch des Zentralkegels wie Geschützfeuer herausflammt (s. Abb. 1).

Dagegen hat mich die genaue Beobachtung der zahlreichen Gasausstösse durchaus in der Überzeugung bestärkt, dass die Hauptmasse der Gase, die, wie erwähnt, als Wasserdampf anzusprechen ist und die dem schätzungsweise nur 2 m breiten und 6—8 m langen Mundloch des Zentralkegels unter sirenenartigem Dröhnen wie aus einem geöffneten Ventil entwich, doch wohl nur aus dem Schmelzflusse selbst entbunden, nicht erst der Atmosphäre entnommen sein kann.

Die Phlegräischen Felder stellen ein ganzes Haufwerk erloschener, besser gesagt zur Zeit nicht tätiger Vulkane dar. Ich möchte sie vergleichen mit dem Ausschnitt eines „Trichterfeldes“ in etwa 500 facher

Vergrößerung. Nur einer von den vielen Kratern befindet sich gegenwärtig noch in Tätigkeit, die Solfatara bei Pozzuoli, mit ihrem ausgeebneten Kraterboden, über dessen fast blendend weisse, unter dem Tritt hohlklingend und elastisch sich verhaltende Fläche man wie über einen grossen Tanzplatz dahinschreitet. Auch hier drängt sich mir wiederum der Vergleich mit einem Granattrichter auf, dessen schlammiger, ausgetrockneter Inhalt eine feste Bodenfällung bildet. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass aus den zahlreichen Rissen und einigen sehr ansehnlichen Einbruchstellen fortwährend heisse, nebelbildende Dämpfe, vermischt mit schwefelhaltigen Gasen entweichen, ein Verhalten, das der Vulkan schon seit dem frühen Altertum nahezu ohne Unterbrechung an den Tag legt¹⁾ und das zu der allgemeinen Bezeichnung Solfatarenzustand für derartig tätige Vulkane geführt hat. Über die klar zu übersehenden und bequem zu beobachtenden vulkanischen Erscheinungen der Solfatara existiert schon eine ziemlich reiche Literatur²⁾, so dass hier einige kurze Hinweise über weniger bekannte, damals neu aufgetretene Erscheinungen genügen dürften. Im mittleren Teil des Kraterbodens befand sich ein mächtiges, eckig umgrenztes Einbruchloch von einigen Metern im Durchmesser, das, nach den frischen Abrissstellen zu schliessen, im Begriffe stand, sich eher zu vergrössern. In 2—3 m Tiefe kochte dort unter mässig starker Dampfentwicklung ein schmutzigrauer toniger Brei dermassen stark, dass die wie in einer dicken kochenden Suppe auftretenden Schlammblasen einen Durchmesser bis zu 50 cm und darüber erreichten. Man musste oft Vorsicht anwenden, um von den aufspritzenden heissen Fladen nicht getroffen zu werden — ein recht typisches Beispiel eines vulkanischen Schlammgesprudels.

In der NO-Ecke des Kraters unweit der grossen Bocca leitet ein wenig betretener Pfad auf die Höhe des Kraterrandes. Auch hier sah man zwischen verstreuten Schlammabsätzen aus dem hochgradig zersetzten, klüftigen Gestein zahlreiche Fumarolen austreten, deren Intensität unabhängig zu sein schien von dem durch die bekannten Kienspanversuche künstlich gesteigerten Wechselspiel der Bocca-Fumarolen. Bei Annäherung eines brennenden Gegenstandes gegen die Öffnung der Hauptbocca findet nämlich eine, wie man annimmt, explosionsartige Wasserdampfkondensation und Wechselzersetzung von SO_2 und H_2S unter Abscheidung feinverteilter Schwefels statt, so dass die gesteigerte Dampfentwicklung gleichzeitig auch bei

¹⁾ K. Sapper, Katalog der geschichtl. Vulkanausbrüche 1917. S. 5.

²⁾ Vgl. H. Haas, N. J. f. Min. 1917. II. S. 65.

den übrigen Austrittsstellen der Fumarolen statthat. Indes in der Kraterumwallung scheint eben doch die Engmaschigkeit der Klüfte des anstehenden Gesteins eine ausreichende Kommunikation der Gaswege zu verhindern.

2. Die Äolischen Inseln.

a) Lipari-Nord.

Die wirtschaftlich wichtigste und landschaftlich schönste der Äolischen Inseln ist Lipari. Hier interessieren den Geologen und Petrographen die berühmten Bimssteinvorkommen zunächst am meisten. An und für sich sind Vorkommnisse dieser Gesteinsart zwar eine durchaus gewöhnliche vulkanistische Erscheinung. Allein kaum irgendwosonst auf der Erde, ausgenommen vielleicht auf den Kanarischen Inseln, findet man den Bimsstein in gleicher Reinheit ausgebildet und sein genetisches Auftreten in ähnlicher Weise klar gestellt wie auf der Nordhälfte der Insel Lipari.

Die Abbildung 2 zeigt den Ausblick vom Monte Chirica, 602 m, gegen das Meer und die nördliche Inselgruppe mit Paneria und dem Stromboli. Man befindet sich dort in einer ausgesprochenen Bimssteinlandschaft. Von einigen Weideböden und spärlichen Kulturen abgesehen, leuchtet die ganze Landschaft in einem blendenden Weiss. Nur im Vordergrund, wo der alte Krater des Monte Pelato sich auftut, entquillt diesem weiten, flachen Kessel, rostrot vom tiefblauen Meer sich abhebend, ein breiter Obsidianstrom, die Rocche rosse. Da sie sich steil gegen das Meer herabsenkt, erscheint die ganze Gesteinsmasse auf dem Bilde nur in ihrem oberen Teil. Ihre wildgezackte Oberfläche erinnert sehr an einen von Seraks starrenden Gletscher.

Bimsstein und Obsidian sind beide vulkanisches Glas, d. h. beschleunigt erstarrter, fast durchgehends nicht kristallisierter silikatischer Schmelzfluss. Sie können an sich, wie dies gerade bei den liparischen Vorkommen sich deutlich zeigt, rein stofflich vollkommene Übereinstimmung aufweisen.

Nachstehende Aufstellung bringt neuere Analysen des Monte Pelato-Bimssteins (I) und des Rocche rosse-Obsidians (II) nach *H. S. Washington*, und zwar angesetzt in Molekularwerten nach *Niggli*¹⁾. Die Analyse III, zum Vergleiche herangezogen und dem gleichen Werke

¹⁾ *P. Niggli*, Der Taveyannazsandstein usw., Schweiz. min. u. petr. Mitteil., Bd. II, H. 3 u. 4, S. 245.

entnommen, betrifft einen Stromboli-Basalt vom Jahre 1915. Sie soll hauptsächlich zeigen, dass der Unterschied im Kieselsäuregehalt von I und II nur ein relativ sehr unbedeutender ist.

	si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm
I	419	43,5	9,5	5	43	0,45	0,12	0,56
II	430	44	10	4,5	41,5	0,44	0,03	0,41
III	122	21	41	29	9	0,34	0,57	0,70

Diese stoffliche Gleichheit steht zur rein äusseren Beschaffenheit beider Gesteinsarten in einem Gegensatz von denkbar grösster Schärfe. Der Obsidian: samtschwarz, muschlig brechend, dicht, glashart, in dünnen Splintern durchscheinend; der Bimsstein: weiss, fast seidenglänzend, schaumig porös, auf dem Wasser schwimmend.

Dies zwingt zu der Annahme, dass es sich bei beiden Gesteinstypen um extrem verschiedene Erstarrungsbedingungen handeln muss, insbesondere um Vorgänge physikalischer Art, deren feldgeologische Würdigung jedoch niemals ausser acht gelassen werden darf. So wird man anzunehmen haben

beim Bimsstein: eine höchst beschleunigte Abkühlung, verbunden mit gründlicher Gasabgabe, als die Folge eines explosionsartigen Auswurfs der Lava,

beim Obsidian: einen entweder vorzeitig erfolgten oder langsam sich vollziehenden Verlust des Schmelzflusses an Gasen, dadurch eine nicht zu ersetzende Einbusse an molekularer Beweglichkeit der an sich schon zähflüssigen oder durch den genannten Verlust zähflüssig gewordenen, bei rascher Abkühlung ausströmenden Lava.

Dass weniger viskose, darum leichter kristallisierende basische Magmen zur Bildung beider Gesteinstypen, namentlich des hier an zweiter Stelle genannten bei weitem nicht in dem Masse hinneigen wie die sauren, scheint in der Natur der Sache (Viskosität der sauren Silikatschmelze) begründet zu sein. Ein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal von genetischer Bedeutung hat man augenscheinlich in der verschiedenen Art des geologischen Auftretens der beiden Gesteine zu suchen.

Eine genauere Betrachtung dieser Verhältnisse, insbesondere das Studium der Verwitterungsvorgänge am Obsidian ergab Folgendes:

Die wirt durcheinander liegenden und übereinander getürmten Zacken und Blöcke zeigen prachtvoll die Fluidal- und Stauchungserscheinungen, wie man sie bei zähflüssigen sauren Schmelzflüssen zu

erwarten hat. *Bergeat*¹⁾ hat darüber bereits ausführlich berichtet. (Vgl. auch Abb. 3.)

Die Verwitterungsrinde des glasig dichten Gesteins geht auffallend tief, so dass der frische schwarzglänzende Obsidian in seiner oft knollenförmigen Absonderung (s. Abb. 3) nur an verhältnismässig sehr wenig Stellen zum Vorschein kommt. Mehr als anderswo auf Lipari muss man in den eigentlichen Obsidianströmen nach frischen unverwitterten Handstücken suchen. Vulkanisches Glas ist übersättigte feste Lösung²⁾. Es scheint, dass dieser wenig stabile Zustand schon unter dem Einfluss der Verwitterung ähnlich leicht einer Veränderung unterliegt wie unter der Einwirkung metamorphisierender Faktoren i. e. S.

Der glasige Glanz des Obsidians und seine Glätte gehen im Verwitterungsprozess am frühesten verloren: Das tiefe Schwarz weicht einem matten Grau und die Gesteinsoberfläche überzieht sich mit feinen Rauigkeiten, die wie ein zartes, graues Geflecht in die Gesteinsmasse hineinwuchern. Dies führt zu einer förmlichen Vermorschung und schliesslich zu einer dünnplattigen, je nachdem auch zwiebelschaligen Absonderung der Krustenteile. Die Grundfarbe des verwitterten Gesteins zeigt dabei Übergänge von Hellgrau in ein schmutziges Ockergelb. Nur an den höher aufragenden Zacken des Trümmerwerkes beobachtet man einen rostbraunen Überzug von Eisenoxydhydrat. Man denkt bei dieser merkwürdigen Art von „Spitzenwirkung“ an die von *Johannes Walther* gegebene Darstellung des Verwitterungsvorgangs im ariden Klima, an das Eindringen atmosphärischer Feuchtigkeit in das Gestein, an dort stattfindende intermittierende Lösungsvorgänge, an das kapillare Emporsteigen dieser Lösungen nach den obersten Enden jener Felsgebilde infolge der Saugwirkung einer starken Verdunstung. Ähnliches konnte ich auch an den ungeheuren basaltischen Lavaströmen auf der Südwestflanke des Ätna beobachten; nur dass dort die dunkle, nahezu schwarze Gesamtfarbe des Gesteins durch die Rostpatina an den Spitzen aufragender Felszacken keine Beeinträchtigung erfährt, während bei dem frischen Obsidianstrom der Rocche rosse die relativ spärliche Rotfärbung bereits genügt, die gesamte Gesteinsmasse in einer lebhaft orangefarbenen Tönung erscheinen zu lassen. Auch hier wiederum zeigt sich die offenbar geringere Angreifbarkeit des in der

¹⁾ *Bergeat*, Die Äolischen Inseln 1900, S. 114.

²⁾ *Niggli*, Die Gesteinsmetamorphose 1924, S. 154.

Basaltgrundmasse kristallinisch ausgeschiedenen Eisens (Magnetits) im Gegensatz zum Eisengehalt saurer vulkanischer Gläser.

Was uns bei diesen Detailbetrachtungen in Anbetracht unserer oben formulierten Annahme über den genetischen Gegensatz von Obsidian und Bimsstein besonders interessieren muss, ist folgende Tatsache. In den Verwitterungsschichten des Obsidians beobachtet man durchaus nicht selten ein stark blasiges, geradezu bimssteinartiges Gefüge. Schon *Bergeat* spricht (a. a. O.) von „reinen Lagen geflossenen Bimssteins“ der Rocche rosse. Solche Schaumbildungen¹⁾ sind auch nicht etwa gleichzustellen dem besonders bei basischen Deckenergüssen selbst in tieferen Lagen²⁾ beobachteten Auftreten blasiger Textur. Weniger auffällig will uns andererseits zunächst erscheinen, dass man im typischen Bimsstein häufig genug schlierige Lagen, ja sogar dichte Kerne reiner Obsidiansubstanz vorfindet. Von den Arbeitern werden diese minderwertigen Sorten recht treffend „als nicht genügend gekocht“ bezeichnet. Auch ist es eine längst bekannte Tatsache, dass Obsidian auf experimentellem Wege ohne grosse Schwierigkeiten sich in Bimsstein überführen lässt; und da die Austreibung des im Obsidian verbliebenen Gasgehaltes bei annähernd 900° unter Bimssteinbildung stattfindet, glaubt man auch, dass der Austritt von Obsidian an die Erdoberfläche unter dieser Temperatur erfolge. Unsere eigenen Bedenken über die Richtigkeit der oben gegebenen Formulierung wären vielleicht weniger einer Berücksichtigung wert, wenn nicht der ungemein scharfe Gegensatz im geologischen Auftreten der beiden Gesteine, wie es schon in ihrer räumlichen Getrenntheit zum Ausdruck kommt, die einfache Konzessionierung von Übergangsbildungen jeglicher Form und Ausdehnung eigentlich ausschliesse.

Man wird wohl meines Erachtens beim Studium der Obsidianverwitterung in der Natur auf der einen Seite zu prüfen haben, inwieweit eine blasige bimssteinartige Textur im Obsidian auf primäre Entgasungsvorgänge hindeutet und was von jenen gewebeformigen Bildungen als Auslaugungswirkung infolge von Verwitterung anzusprechen ist³⁾. Andererseits besteht aber auch kein Zweifel, dass bei

¹⁾ P. Niggli, Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma 1920, S. 227.

²⁾ O. H. Erdmannsdörfer, Die Grundlagen der Petrographie 1924, S. 72.

³⁾ Die von H. Philipp (Zentralbl. f. Min. 1921, S. 679) gegebene Erklärung der laminaren Absonderung des Obsidians der Rocche rosse war mir seinerzeit infolge des allgemein gehaltenen Titels jener Arbeit entgangen; erst während der Drucklegung meines Berichtes bin ich auf sie aufmerksam geworden. Ich

einem Ausströmen gewaltiger, zumal hochsaurer Lavamassen in der viskosen Schmelze auch leichtflüchtige Bestandteile in mehr oder weniger beträchtlicher Menge mitgeführt werden, was dann im geeigneten Moment zu einer heftigeren Entgasung und dadurch wiederum zur Entstehung reiner Bimssteinlagen im Obsidianstrom tatsächlich führen kann.

Im übrigen sind die hier wahrgenommenen Übergangsbildungen doch ganz anderer Wesensart als beispielsweise die kontinuierlich verlaufenden Übergangsformen unter den Typen einer primär magmatischen oder einer metamorphen Gesteinsserie, oder auch nur die gleichfalls nicht immer scharf zu ziehende Grenze zwischen Erguss- und Tiefengesteinsformen.

Der genetische Gegensatz, der in den oben besonders hervorgehobenen geologischen Begriffen Auswurf und Ausströmen am prägnantesten zum Ausdruck kommt, ist bei einer Betrachtung des Phänomens in seiner Gesamtheit am sichersten nachzuweisen.

Die Bimssteinvorkommen erweisen sich immer nur als eine mehr oder minder festgepackte Anhäufung lockeren vulkanischen Auswurfs. Nirgends findet man den Bimsstein etwa als zusammenhängende Felsmassen nach Art der Lavaströme oder Lavadecken. Die grössten Auswürflinge, die man im Abbaugbiet auf Lipari aufgefunden hat, haben nicht mehr als 3 cbm gemessen. Und was die räumliche Ausdehnung des liparischen Vorkommens anlangt, so erstrecken sich zwar die riesigen Bimssteinmassen des Monte Chirica und des Monte Pelato noch weit hinab unter den Meeresspiegel, wie die lichtgrüne Färbung des Meerwassers, das beispielsweise über basaltischen Grund schwarzblau erscheint, ungemein deutlich erkennen lässt; und die

glaube, dass es sich bei dem tiefgehenden Vermorschungsprozess der Hauptsache nach, wie bereits angedeutet, doch nur um rhythmisch wiederholte Umsetzungen und Wiederauslaugungen im Sinne *Liesgangs*, nicht aber um Bewegungsvorgänge an lamellaren Scherflächen handeln kann. Gerade im Innern eines stark wasseraufnahmefähigen und dabei höchst instabilen vulkanischen Glases werden derartige Umwandlungen wohl immer die durch Fliessbewegung entstandenen flächenhaften Gesteinslagen bevorzugen. Gleitbewegung, verbunden mit Wärmeentwicklung an lamellaren Flächen, setzt immerhin eine gewisse Festigkeit voraus und lässt sich schon mit der Dichte der Lamellen, deren Abstände nicht selten nur wenige Millimeter betragen, kaum in Einklang bringen. Über die ursprüngliche Beschaffenheit der oberflächlichen Lagen des Obsidianstromes sind wir nicht unterrichtet; mir vorliegende Schlacken an künstlichen Schmelzen zeigen jedoch eine durch die Inhomogenität des Schmelzflusses hervorgebrachte äusserst feine Fluidaltextur, die derjenigen des Obsidians durchaus gleicht, den Gedanken an Scherungsflächen aber gar nicht aufkommen lässt.

zahlreichen, wenn auch sehr primitiven Stollenbauten, welche man zur Gewinnung des wertvollen Materials geschaffen hat, zeugen ferner auch von einer nicht unerheblichen Mächtigkeit des vulkanischen Sediments. Allein das Ganze erscheint bei näherer Betrachtung doch nur als eine verhältnismässig dünne Überschüttung jener nördlichen Inselvulkane, da deren anstehende Lavabänke schon in den tieferen Erosionsrinnen immer wieder zum Vorschein kommen.

Geradezu drastisch prägt sich der genetische Gegensatz der beiden Gesteinsarten im morphologischen Bilde aus. Der granitisch saure, zähflüssige Obsidian zeigt, wie die Abbildung 4 zum Ausdruck bringt, ganz unverkennbar die Form eines Gletschers. Mit breiter wulstiger Oberflächenform erfüllt der Strom sein ausgeweitetes Bett, durch welches er, als träge Masse nach unten nur wenig breiter werdend, sich herabwältzt. An seiner Grenze gegen die grusig zerfallenden Bimssteinmassen haben sich hauptsächlich durch seitlich rückschreitende Abwitterung tiefe Erosionsschluchten gebildet, welche die ganze Plastik des steilwandig abbrechenden Härtlings noch weit deutlicher herauspräpariert haben.

Wir stehen am Schlusse dieser Betrachtungen vor einer bemerkenswerten Tatsache, indem wir sehen, wie der Fall eintreten kann, dass unter physikalisch verschiedenen Bedingungen chemisch gleiche Stoffe zu wesensverschiedenen Körpern sich gestalten und andererseits unter annähernd gleicher physikalischer Einwirkung höchst heterogene Substanzen (wie Eis und Silikatschmelze) ein durchaus ähnliches Verhalten an den Tag legen.

b) Vulcano.

Über die Grundzüge im geologischen Bilde der Insel Vulcano orientieren wir uns am zweckmässigsten an der Ansichtsskizze (Abb. 5), welche den Blick nach Süden vom Gipfel des Monte Guardia auf Lipari wiedergibt und jedenfalls vor den mir bekannten photographischen Aufnahmen der Insel den Vorteil hat, dass infolge des Wegfalls von Schattenflächen die Detailplastik hier deutlicher hervortritt.

Im Vordergrunde sind noch die südlichen Höhen Liparis mit ihren durch Mauern eingefriedeten Gärten und Weinbergen und den dazwischen eingestreuten kastenförmigen Häusern angedeutet. Im Hintergrunde dampft der schneebedeckte Ätna. Vulcano selbst, ein ödes Felseneiland von kompliziertem Aufbau, trägt alle Anzeichen

einer wenig unterbrochenen vulkanischen Tätigkeit. Eine Art Ringgebirge, welches mit dem weit zurückliegenden Tafelberge des Monte Aria (500 m), dem hoch und selbständig aufragenden Monte Sarazeno (480 m) und einem tief ausgebuchteten Klippengebirge aus Liparit seinen wenig einheitlichen Bauplan vermuten lässt, umschliesst annähernd halbkreisförmig ein spärlich begrüntes, ebenflächiges Hochtal, il Piano genannt. Dieses bricht im Osten mit einer Steilwand plötzlich ab, während es in westlicher Richtung, einen weiten Bogen beschreibend, sich ganz allmählich gegen das Meer herabsenkt. Alter Kraterboden hat hier offenbar durch tektonische Störungen erhebliche Umgestaltungen erfahren. Mit der Tendenz, gleichfalls einen geschlossenen Ring zu bilden, umsäumt das Tal den gegenwärtig tätigen Vulkan. Dieser befindet sich seit Ende der achtziger Jahre im Solfatarenzustand. Seine auch Borsäure fördernden Fumarolen bestehen neben Wasserdampf hauptsächlich aus schwefelhaltigen Gasen. Bei bewegter Luft streichen die weissqualmenden Dämpfe in langen Wolkenfahnen — ein Bild ständiger Unruhe — quer über das durchfurchte Gehänge hinweg.

Nur durch eine schmale, flache Landenge von der Hauptinsel getrennt, springt die Halbinsel Vulcanello gegen Norden vor. An der Landenge selbst sieht man noch die Ruinen der beim letzten Ausbruch zerstörten Borsäurefabrik und ganz in der Nähe stösst man am Strand auf siedend heisse Quellen, welche das Meerwasser unter lebhafter Dampfentwicklung aufsprudeln lassen. Nach den Berichten *Bergeats* zu schliessen, scheinen diese Sprudel erst nach dem Jahre 1900 wieder neu entstanden zu sein. Vulcanello selbst ist ein ganzes Nest modellartig gestalteter, zur Zeit untätiger Krater. Zu ihren Füßen hat sich leuzitbasanitische Lava zu einer flachen, jetzt sandüberschütteten Decke ausgebreitet; man erkennt ihre Lavanatur an dem mauerartigen schwarzen Abbruchsrand, der sich durch die Brandung allmählich gebildet hat.

Der kreisrunde Hauptkrater, die Fossa di Vulcano, erscheint an seinen Rändern abgeflacht und ist an seinen Aussenflanken fast ganz von einem Aschenmantel umkleidet, an welchem enggescharte geradlinige Rinnen radialstrahlig herabziehen. Sie sind vornehmlich das Werk lawinenartig abgleitender Aschenlasten, aber doch wohl nicht ausschliesslich, denn an den von den Bimssteintuffen überdeckten Bergkegeln Liparis zeigen die Rinnen ganz ähnliche Form und Anordnung, obwohl sie dort — die Tuffe haben etwa die Festigkeit sehr harten Firns — nur der Erosion ihre Entstehung verdanken können.

Eine Art geologisches Kuriosum stellt hier der sog. Pietre cotte dar, ein Strom liparitischen Obsidians, der als das getreue Ebenbild eines Hängegletschers am steilen Gehänge förmlich klebt (s. Abb. 5, 53 mm v. u., 80 mm v. r.). Wenig westlich davon hängt aussen am Kraterrand eine ähnliche Masse saurer Lava. Ihr unterer Zickzackrand zeigt sehr deutlich, wie der zähflüssige Brei in das ältere Plissé des Aschenmantels sich eingegossen hat (60 mm v. u., 75 mm v. r.).

Dass die Liparit- und Obsidianvorkommen der Äolischen Inseln zum Teil sehr jugendlichen Alters sind, braucht angesichts der Form und Art ihres geologischen Auftretens kaum erst betont zu werden. Der Pietre cotte-Ausbruch ist von manchen Autoren ins Jahr 1775 verlegt worden. Einige Liparitvorkommen auf Vulcano sind gar erst in gegenwärtiger Zeit (1888/89) entstanden. Demgegenüber ist nicht ohne Interesse, dass nach der rein stofflichen (chemischen!) Zusammensetzung des heute vorliegenden Erstarrungsproduktes die Liparite der Äolischen Inseln als die Ergussform eines sehr sauren Schmelzflusses dem engadinitisch-granitischen Magmentypus zugezählt werden.

Auffällig erscheint dabei auch die enge Vergesellschaftung und der zeitlich rasche genetische Wechsel dieser Gesteinstypen nicht allein mit stark basischen Eruptivgesteinen, sondern auch mit Vertretern einer fremden „Blutsverwandtschaft“ (consanguinity). Dieses gleichzeitige Vorkommen von Gesteinen der beiden grossen Gesteinsstippen oder (nach der *Nigglishen* Dreiteilung) der pazifischen, der mediterranen und der atlantischen Differentiationsreihe, mit anderen Worten die offensichtliche Tendenz zur Bildung einer Mischprovinz, hat, wie man neuerdings wohl mit Recht vermutet, seine Ursache in der tektonisch besonders beanspruchten Lage der Äolischen Inseln unweit der Umbiegungsstelle einer grossen Faltenschleife des mediterranen Orogens.

Unterhalb der Fossa di Vulcano ist ein nach Norden geöffneter Halbkrater eingesenkt (s. Abb. 5, 54 mm v. u., 92 mm v. r.) und hinter diesem erhebt sich eine durch ihre grünlichgelbe Farbe weithin sichtbare, mit Schwefel überkrustete Felswand. Dort ist zur Zeit der Hauptsitz der Fumarolentätigkeit. Der Austritt der Dämpfe erfolgt unter andauerndem Brausen aus Hunderten von Löchern, Klüften, Spalten und Ritzen. Man verspürt kein Nachlassen dieser gewaltigen Exhalation und denkt vergeblich nach, in welchen Tiefen wohl diese Essen ihre Vorbereitungen zu neuen Anschlägen auf die gefährdete Insel treffen mögen.

Ein abgetretener Pfad leitet hier zwischen den Fumarolen am Gehänge empor. Abb. 6 zeigt die Schwefelwand an einer Stelle besonders lebhafter Fumarolentätigkeit; die schwarzen, etwas mehr als handbreiten Klüfte sind die Austrittsstellen der Gase. Nicht alle Dämpfe oder Dampfgemische des Vulkans entweichen unter Nebelbildung; es empfiehlt sich deshalb an reich mit Schwefel inkrustierten Klüften, wo die heissen Gase oft vollkommen unsichtbar und noch dazu unter starkem Druck entströmen, beim Abschlagen der Kristalle mit Vorsicht zu Werk gehen. Der kreisrunde Krater stellte damals, aus der Nähe gesehen, lediglich eine schüsselförmige, von Fumarolen schwach durchdämpfte Vertiefung dar und machte wenig Eindruck. Es scheint, als ob eine Verlegung der Eruptionsachse nach Norden gegen die Schwefelwand sich vorbereiten würde. Die breite Gipfelkalotte des Kraterwalls, von weissen, fasrigen Sublimationsprodukten bedeckt, erschien wie leicht angeschnitten. Zwischen den hier herumliegenden Brotkrustenbomben gerade oben auf dem höchsten Punkt sah ich eine wasserklare Lache, ich muss sagen zu meinem Erstaunen, denn die dort herrschende Verdunstung ist enorm; vielleicht aber übt gerade sie eine Art Saugwirkung auf unterirdisch zirkulierende Lösungen aus. Die Flüssigkeit, der ich mangels eines geeigneten Behältnisses keine Probe entnehmen konnte, hatte einen stark sauren, etwas stechenden Geschmack.

c) Stromboli.

Der steile Kegel des Stromboli ragt 926 m hoch aus dem Meere heraus, ist aber nur der oberste Teil eines bis über 2300 m auf flacheren Meeresgrund hinabreichenden Vulkanriesen. Sein sichtbarer Krater befindet sich seit Anfang April 1924 in einer ziemlich erregten Tätigkeit. Er stellt eine kompliziert gestaltete, fast etwas karähnliche Eintiefung am Nordwestgehänge des Berges dar. Vom unteren Kraterrand zieht hier ein breiter, glatter Hang, die Sciarra, 800 m tief zur Küste hinab, beiderseits von gratartigen Felsrücken eingefasst. Dies ist der Grund, dass die etwas abseits gelegenen, an den Fuss des Inselvulkans sich anschmiegenden drei Ortschaften vorerst nicht allzu gefährdet erscheinen.

Als unser Schiff vor der Ankunft auf Stromboli die Nordseite der Insel passierte, sah man das ganze Felsengezack der Kratergegend von grauen und weisslichen, teilweise auch mehr rotbraun getönten Eruptionswolken wild umwogt, während an der Sciarra von einer fast schnurgerade herabziehenden Linie aus eine breite, dichte Schar langer

Dampffahnen, wie die flüchtige Skizze (Abb. 7) andeutet, vom Westwind wagrecht über das Gehänge geblasen wurde. Es war auch hier wiederum zu vermuten, dass nur nächtliche Beobachtungen einigermaßen enthüllen konnten, was sich alles unter diesem düsteren Qualm verbarg.

Vom Südrande des Kraters aus sahen wir denn auch um die Zeit der Abenddämmerung im Kratergrund etwa vier Schlotöffnungen oder Bocchen, von denen zwei in sehr unregelmässigem, schwer zu registrierenden Wechsel ausspieen und eine davon, die südwestliche, durch besondere Grösse ihrer schachtartig sich öffnenden Mündung (mindestens 4—5 m im Durchmesser) ausgezeichnet war. Man sah nach Einbruch der Nacht ihren kreisrunden Umriss besonders deutlich, wenn unmittelbar nach einem stets mit erheblicher Dampfwickelung verbundenen Schlackenauswurf die zurückgefallenen frisch glühenden Lavafetzen als breiter, unbeweglicher Funkenkranz um den Boccarand sich angehäuft hatten.

Unruhige Luftströmungen trieben die stickigen Gase, sowie die mit Aschen und scharfkantigen Sandteilchen beladenen Dampfwolken bald da bald dorthin; es waren dadurch insbesondere die Beobachtungen der ohnedies ungünstig einzusehenden Osthälfte des Kraterfeldes sehr erschwert; und gerade dort ereigneten sich fortwährend heftige Detonationen und nach längeren, sehr unregelmässigen Pausen fontänenartige Lavaeruptionen, die in bezug auf Wucht der Bewegung, auf Höhe und Kompaktheit der Feuersäule die ähnlichen Erscheinungen am Vesuv weit übertrafen.

Tiefer unten am Hang, auf einem als Torrione bezeichneten felsigen Rücken, wo man den Aussenrand des Kraterfeldes annähernd in gleicher Höhe hat, überraschte und fesselte uns ein ganz besonders glänzendes Schauspiel. Etwa aus der Mitte des äusseren, also unteren Kraterandes, sofern ich mich nicht täusche an der Stelle, wo *K. Sapper* und *R. Sonder*¹⁾ am 20. April 1923 den von ihnen mit A bezeichneten sehr lebhaft tätigen 6—8 m hohen Schweisssschlackenkegel wahrgenommen hatten, entquoll fast weissglühend ein Lavabach, der als ein schnurgerades, grellrot leuchtendes Band weithin gegen das Meer hinab, fast bis zur Küste sich verfolgen liess. Man sah ganz deutlich, namentlich in den höheren Partien des dunklen Steilhangs, die raschen, niemals stockenden Fliessbewegungen der Lava. Wo sich das Fliessen verlangsamte, schienen sich kugelige Blöcke zu bilden, die sich zunächst übereinander fortwälzten und erst in grösserer Tiefe mit Sprüngen, zuletzt nurmehr in Funkengrösse erkennbar, sich der Küste näherten.

¹⁾ *K. Sapper* u. *R. A. Sonder*, Zeitschr. f. Vulkanologie VIII, S. 14.

Eine zweite nächtliche Beobachtung dieser seltenen Naturerscheinung geschah tagsdarauf (29. April 1924) von der Barke aus. Man befand sich da der Sciarra unmittelbar gegenüber und konnte die 1200 m lange Feuerbahn in ihrer vollständigen Entwicklung übersehen. Erst tief in der unteren Hälfte ging das nirgends breiter werdende oder sich verzweigende Glutband allmählich in einen verhältnismässig schmalen Streukegel über, aus dem nur ein Teil der wenigen Blöcke, die äusserlich noch glühten, das Wasser zu erreichen schienen.

Auch die explosionsartigen Ausstösse flüssiger Lava verliefen, von unten aus betrachtet, nicht minder eindrucksvoll. Ihr scharfes Dröhnen hatte zuweilen die Tonstärke eines nahe vernommenen Donnerschlags; es vermochte die starke Brandung und den damals recht ansehnlichen Wellengang leicht zu übertönen. Einmal sah ich in jener Nacht eine Lavafontäne sich auf mindestens 200 m erheben. Wenn man uns wenige Tage zuvor im Hafenort Canneto auf Lipari, wo man die ruhige Südwestseite des Stromboli in nahezu 40 km Entfernung sich gegenüber hat, von einer mehr als gewöhnlichen Stärke nächtlicher Feuererscheinung am Stromboli berichtet hatte, so steht dies mit meinen eigenen Beobachtungen einer merklich erhöhten Tätigkeit des Berges während dieser ganzen Zeit durchaus im Einklang.

Dass der Lavaabfluss an der Sciarra in gar keiner Weise auf die explosiven Eruptionen im Krater reagierte, scheint mir doch für die Frage der Selbständigkeit der Eruptionskanäle am Stromboli, die natürlich nur als eine in gewissen Grenzen stehende zu denken ist, von Wichtigkeit zu sein.

3. Ätna.

Am grössten Vulkane Italiens interessieren den Geologen mit in erster Linie die unzähligen parasitischen Krater, welche die Flanken des 3274 m hohen Berges bedecken und, aus der Höhe betrachtet, sich nach ihrer regelmässigen Form, ihrer Anordnung und Häufung mit Polypensaugwarzen vergleichen lassen. Ich will auf diese in der Literatur bereits hinlänglich erörterten vulkanischen Bildungen nicht weiter eingehen.

Der interessanteste Teil des Berges dünkt mir das grosse nach Osten geöffnete Einbruchstal, die Valle del Bove, zu sein — für den Geologen eigentlich klassischer Boden. Die glatten, schmalen Riesenmauern, welche dort die Verwitterung und Erosion aus den leicht zerstörbaren Schichten herauspräpariert hat, sind heute zu

Schulbeispielen für magmatische Gangfüllung und für Gegensätze der Abtragungswirkung geworden. Die Abbildungen, welche *Sartorius von Waltershausen* in seinem berühmten Ätnawerke davon gibt, sind denn auch verschiedentlich in die Lehrbücher übergegangen. Mit der Natur verglichen, erschienen sie mir trotz der bewunderungswürdigen Genauigkeit in der zeichnerischen Wiedergabe der Zahl und Anordnung der seltsamen Gebilde doch etwas zu sehr schematisiert, wenn auch durchaus frei von jeder Übertreibung in der Formendarstellung. Ich habe daher in meinen Skizzen, von denen zwei (Abb. 8 und 9) hier beigegeben sind, dem natürlichen Habitus jener Naturwunder Siziliens mehr Rechnung zu tragen versucht. Auch bei dieser Darstellungsweise lässt sich m. E. mit wünschenswerter Deutlichkeit erkennen, wie beispielsweise die Gangmauern des Teatro piccolo und des Teatro grande ganz nach Art von Kulissen sich abzählbar hintereinander anreihen, wie sie teilweise sich gegenseitig kreuzen, wie sie die älteren vorherrschend tuffigen, doch auch von festeren Lavadecken durchsetzten Gesteinslagen quer durchbrechen, und dabei im Gelände auch einmal von einem auf den andern Gebirgsrücken übergreifen können, oder wie sie gar ein steiles Erosionstal, quer gestellt über dessen mittleren Verlauf, regelrecht verriegeln. Die den Ganggebilden beigegebenen Zahlen sind identisch mit den von *Sartorius von Waltershausen* angewendeten Numerierungen, welche im Verein mit genauen Festlegungen des Gangstreichens ein radiales Gangsystem ermittelt und damit zur Entdeckung eines sehr alten Ätnakraters geführt haben, woraus man wiederum den wichtigen Schluss einer Verlegung des Haupteruptionskanals um 5 km nach NW gezogen hat. Darf man damit nicht auch die Vorstellung verbinden, dass derartige Dislokationen nicht so sehr mit rein örtlich bestehenden Hindernissen im Förderkanal, als vielmehr mit Bewegungen zusammenhängen, die bereits grössere Rindentiefen in Mitleidenschaft ziehen¹⁾, wobei dann das Aufsteigen der Magmen, wie in diesem Bereich des mediterranen Orogens, sich unter „anormalem“ Differentiationsverlauf (Bildung von Mischprovinzen) vollziehen könnte? Schon *Rosenbusch* hat bekanntlich in den Feldspatbasalten des Ätna gewisse Anklänge an die atlantische Gesteinssippe gesehen.

Die vulkanische Tätigkeit des Hauptkraters bewegte sich zur Zeit meiner Anwesenheit auf süditalienischem Gebiet in ruhigen Bahnen. Das gewohnte Bild, wie es sich von den Bergen der Äolischen Inseln

¹⁾ Vgl. auch *F. Kossmat*, Geol. Rundsch. XV, 3, S. 275 ff.

damals bot — eine kräftige, schaftartig emporstrebende Dampfsäule, die oben zu einer Wolke mit ebenflächiger Untergrenze sich verbreitert (vgl. Abb. 5), also ähnlich etwa einer Pinienkrone oder richtiger vielleicht (wenn auch weniger schön im Vergleich) einem halbseitig abgebrochenen Pilzschirm —, hatte man auch am 3. Mai 1924 oben am Kraterrand in unmittelbarer Nähe. Ein dicker, weisslicher, vollkommen geruchloser Dampf schoss in lauter kleinen, sehr raschen Wirbelbewegungen senkrecht und absolut lautlos in die Höhe, ohne dass die Rauchsäule, die anscheinend die ganze Krateröffnung einnahm, mit ihrer breiten, weissen, scharf abgegrenzten Nebelwand an Kompaktheit wesentlich verlor. Bei dieser Sachlage hatte man zwar, zumal in der klaren, unbewegten Luft des Abends, einen unbeeinträchtigten Ausblick nach der jeweils dem Krater entgegengesetzten Seite, der Blick in das ungleich mehr interessierende Kraterinnere blieb uns aber dauernd verwehrt. Man sah durch den dichten Dampf, der übrigens nicht die Wärme besass, um die bis an den Felsrand hinaufreichende, verfirnte Schneedecke zu schmelzen, stets nur einige Meter weit, hatte aber doch angesichts des sehr steilen Abbruchs der Kraterwände und der Art der Dampfbewegung den Eindruck, dass es sehr tief hinuntergehen müsse. Gerade dies aber war nach den vorliegenden Berichten der Ätnaliteratur durchaus nicht zu allen Zeiten der Fall. Tätige Vulkane, hauptsächlich aber ihre Gipfelkrater wird man eben, selbst nach menschlich wohl-erfassbaren Zeiträumen, immer nur als höchst ephemere Dinge zu betrachten haben.

Die Lavaausbrüche des Ätna erfolgen bezeichnenderweise meist aus der Flanke des Berges, und zwar in der Form gewaltiger, weit hinab sich ergiessender Basaltströme. So ist bekanntlich erst wieder im Mai 1923 am NNO-Gehänge des Berges in der Gegend des Parasitenkraters Monte Nero ein Lavaausbruch erfolgt, der in einem mehr als 10 km langen Strom die Bahnlinie bei Linguaglossa erreicht, sie auf eine Breite von etwa 1 km überflossen, dabei die Bahnstation und die in der Nähe befindlichen Gebäude zerstört und überdies noch weite Areale Fruchmland unter sich begraben hat.

Da der nun zu Stein gewordene Strom heute noch — für grosse Lavaströme zwar durchaus nichts Ungewöhnliches — an zahlreichen Stellen raucht und in seinem Innern glüht, bildet er auch einen Anziehungspunkt für die Fremden, die vom nahen Taormina aus sogar Gelegenheit haben, im Kraftwagen an Ort und Stelle befördert zu werden. Gleichwohl sind Augenzeugenberichte von Fachgeologen

über jene Erscheinungen, wie mir an massgebender Stelle in Neapel versichert wurde, bis jetzt noch wenig bekannt geworden, wohl aber erwünscht.

Die unterbrochene Bahnverbindung ist durch eine neue Automobilstrasse, die in einigen Windungen den Basaltstrom erklimmt und überquert, bereits wieder hergestellt. Auch hat man sich durch Anlegung guter Wege durch das Lavachaos neue Zugänge zu den Gärten, Weinbergen und Landhäusern geschaffen. Da überrascht es natürlich besonders, dass an sehr zahlreichen Stellen aus den bräunlich- oder rötlichschwarzen, düsteren Felsmassen bläulichweisse Dämpfe aufsteigen; ja man hat, wenn man in die Höhe blickt und den Lavarücken an geeigneter Stelle in der Verkürzung sieht, den merkwürdigen Eindruck, dass der ganze Strom eigentlich noch raucht. Dabei führen die erwähnten Wege streckenweise zwischen den Fumarolen mitten hindurch. An einigen Plätzen und zwar anscheinend immer nur dort, wo die Gase den Gesteinsklüften entweichen (was in der Regel durch eine weithin leuchtende, weissliche oder gelbliche Überkrustung des Gesteins mit Sublimationsprodukten sich zu erkennen gibt), lässt sich ohne jede Gefahr beobachten, wie das Gestein, speziell an diesen Stellen natürlich, sich noch im Zustande des Glühens befindet. Man kann die hell herausleuchtende Rotglut bequem mit einem genügend langen Span berühren, um ihn sofort in Flammen aufgehen zu lassen. Die Temperatur ist an solchen Stellen allerdings knapp zu ertragen. Auch sah ich selbst bei hellstem Tageslicht, und zwar sogar unweit der Strasse auf der Höhe des Lavarückens Flammen aus dem Boden schlagen. Sie leuchteten blass rötlich-gelb und züngelten über dem klüftigen Gestein 15—20 cm hoch ziemlich lebhaft empor. In diese Gasflammen gebrachte brennbare Gegenstände entzündeten sich sofort.

Mit dieser Wahrnehmung wäre freilich die schon oben berührte Frage der Feuererscheinung bei vulkanischen Ausbrüchen, welche man übrigens heute wohl eher bejahen darf, durchaus nicht einwandfrei entschieden; denn bei derartigen Lavaströmen hat man vor allem in Rechnung zu setzen, dass ausserordentlich viel Kulturland, insbesondere eine üppige Baumvegetation darunter begraben liegt und dass die Lava darüber keine sonderlich tief hinabreichende oder absolut dichte Decke bildet. Man darf sich gerade in dieser Hinsicht bei so ausgedehnten Lavaüberschüttungen, wie es die von Linguaglossa ist, durch rein örtliche Mächtigkeiten aufgetürmter Massen nicht täuschen lassen.

Im allgemeinen scheinen jedenfalls die basaltischen Ströme am Ätna sowohl wie am Vesuv Mächtigkeiten zu besitzen, die im Vergleich

zur Flächenausdehnung und insbesondere Längserstreckung der Ströme geringfügig sind. Am eindrucksvollsten überzeugt man sich davon durch einen Tiefblick von den obersten Höhen dieser Berge aus. Man gewinnt da eine hervorragende Übersicht der überaus zahlreichen im Laufe der Jahrhunderte abgegangenen Oberflächenströme, wobei sich das relative Alter dieser Effusionen meist schon durch die Tönung ihrer Verwitterungsfarbe oder schliesslich durch den Grad ihrer Bewachsung unterscheiden lässt. Die jüngsten Ergüsse heben sich durch die tiefdunkle Farbe ihrer basaltischen Laven naturgemäss am schärfsten aus der braunen, grauen oder grünen Umgebung heraus; *Albert Heim* vergleicht sie sehr treffend mit ausgeflossener Tinte. Man kann deutlich verfolgen, wie sie, anfangs sehr häufig noch schmal und langgestreckt, nach unten, wo die Steilheit abnimmt, doch allmählich sich verbreitern, wie sie sich dann mehr oder weniger verzweigen, da und dort inselartiges Kulturland umschliessen, vor Hindernissen mitunter grosse Umwege machen, allen Unebenheiten des Untergrundes leicht sich anschmiegen, wie überhaupt die Tendenz einer relativ raschen, grösstmöglichen Oberflächenausdehnung erkennen lassen — alles in allem die durchaus typische Erscheinungsform dünnflüssig ausströmender Lava, so ganz im Gegensatze zu den Effusionsgebilden der hochviskosen Obsidianlaven auf Lipari und Vulcano.

Auch hier wiederum zeigt sich, wie man in Fragen rein petrographischer Natur, selbst in solchen nach den genetischen Verhältnissen der Gesteine, einer feldgeologischen Betrachtung der Dinge niemals entraten kann, ihr vielmehr neben den übrigen Forschungswegen der Petrographie jederzeit grösstes Gewicht beizumessen hat.



Abb. 1. Zentralkegel des Vesuvkraters in Tätigkeit. 17. April 1924. 7^h vorm.

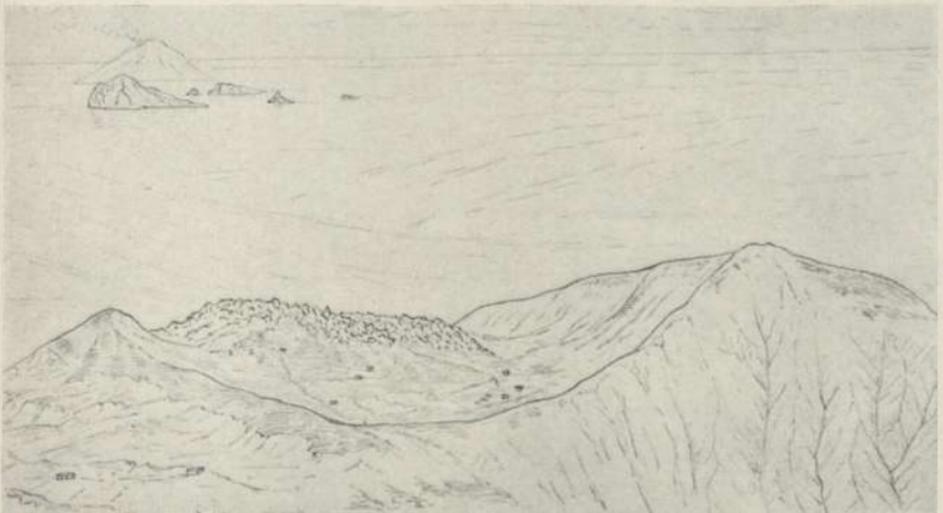


Abb. 2. Blick vom Monte Chirica auf Monte Pelato (r.), Pelatokrater und Rocche rosse-Strom (m.), die nördlichen Inseln mit Stromboli (o. l.).



Abb. 3. Fluidalgefüge des Rocche rosse-Obsidians, oben im Hintergrunde erloschener Vulkan der Insel Salina.



Abb. 4. Monte Chirica und Monte Pelato von ONO mit Krater und Obsidianstrom, rechts davon Hafenort Aqua calda, links Bimssteinabbau bei Porticello.



Abb. 5. Vulcano (s. Text).



Abb. 6. Fumarolen an der Schwefelwand (Vulcano).



Abb. 7. Stromboli mit Krater und Sciarra. 28. April 1924. 10^h vorm.

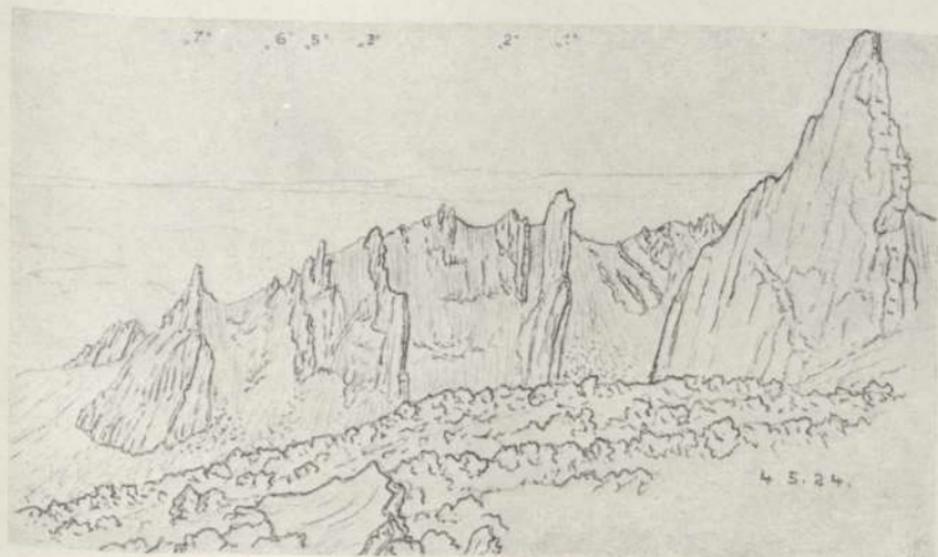


Abb. 8. Teatro grande von N, rechts davon NO-Teil des Teatro piccolo, im Vordergrund aschenbedeckte Zackenlava des Stroms v. 1819.



Abb. 9. Gangbildungen in der Gegend des Monte Pomiciaro (Valle del Bove am Ätna).

2. Über zerebrales Fieber nach Eingriffen in das Liquorsystem des Menschen.

Von

Dr. H. Strecker.

Untersuchungen darüber, ob die verschiedenen physikalischen Zustandsveränderungen des Liquors die Körpertemperatur des Menschen regelmässig verändern. Alle Individuen, gleichgültig ob sie hirnkrank sind oder nicht, reagieren mit typischen Temperaturveränderungen auf Eingriffe in das Liquorsystem. Die Eingriffe bestanden in Entleerung von 10—180 ccm Liquor mittels Lumbalpunktion, teilweise unter Zuhilfenahme der endolumbalen Lufteinblasung, und in der Entleerung von 10—30 ccm Liquor mittels Punktion des linken Seitenventrikels. Infolge dieser Eingriffe entsteht nach einem vorübergehenden Temperaturabfall eine intensive Temperatursteigerung. Die Temperaturveränderung ist um so ausgesprochener, je mehr Liquor entleert wird, d. h. um so intensiver der Ventrikelliquor in Bewegung versetzt wird. Diese Temperaturveränderungen des Menschen haben grosse Ähnlichkeit mit den Temperaturveränderungen des Kaninchens nach dem Wärmestich. Wahrscheinlich verursachen Eingriffe in das Liquorsystem des Menschen eine Erregung der thermoregulatorischen Zentren. Weder das chirurgische Moment des Eingriffes, noch eine eventuelle Reizung der Meningen, noch der Verlust von Liquor können das Zustandekommen der Temperaturveränderungen erklären. Vielmehr entsteht die Temperaturveränderung dadurch, dass infolge der physikalischen Zustandsveränderung des Liquors eine Erregung der Ventrikelwand stattfindet. Thermische und mechanische Reizung der Ventrikelwand des Menschen ruft deutliche Veränderung der Körpertemperatur hervor. Die Ventrikelwand des Menschen steht in irgendwelcher Beziehung zu den thermoregulatorischen Zentren. Liquorentleerung verursacht beim Menschen einen ähnlichen vorübergehenden Erregungszustand der thermoregulatorischen Zentren, wie der Wärmestich beim Kaninchen; Antipyrin wirkt ebenso wie beim Kaninchen beruhigend ein auf das übererregte Wärmezentrum des Menschen. Die Empfindlichkeit des Wärmezentrums scheint bei den verschiedenen Individuen eine verschiedene zu sein. Aus den Untersuchungen ergibt sich für die Psychiatrie, dass die anfallsartigen und die terminalen Temperaturanomalien der Hirnkranken vielleicht hervorgerufen werden durch physikalische Zustandsveränderungen des Liquors. Dagegen

haben die langanhaltenden, habituellen Temperaturanomalien der Hirnkranken wohl eine andere Entstehungsursache.

Aussprachen:

Herr Dr. *O. B. Meyer* weist hin auf die 1921 erschienene Mitteilung über zentrales Fieber nach Gehirn- und Rückenmarksoperationen von *S. Auerbach*, welche durch die Untersuchungen des Herrn Vortragenden bestätigt und vertieft wird. M. selbst hat nach Ventrikelpunktionen, bisweilen auch nach gewöhnlicher Lumbalpunktion, Temperatursteigerungen von meist eintägiger Dauer beobachtet.

Herr *Rietschel* fragt, ob noch andere Symptome neben dem Fieber auftreten bei den hohen Liquorentnahmen (180 ccm). Auch wir haben Fieber nach stärkeren Punktionen gesehen. Dass die habituelle Hyperthermie bei zerebralen Erkrankungen anders zu erklären ist, erscheint unzweifelhaft. Auch im Säuglingsalter kommt sog. „zerebrales Fieber“ vor.

Herr *Max Meyer* fragt an, ob schon Erfahrungen über die Wirkung des Liquorabflusses auf den Temperaturverlauf bei fieberhaften Erkrankungen vorliegen.

Ausserdem beteiligen sich an der Aussprache: Herr *v. Frey* und Herr *Stöhr*.

Herr *Strecker* Schlusswort.

Experimente über die temperaturerniedrigende Wirkung von Hypophysensubstanz bei zentraler Applikation sind meines Wissens zuerst von *Jakob* und *Roemer* in Tübingen angestellt worden. Von *Aschner* stammt die Feststellung, dass Tiere, denen die Hypophyse entfernt wurde, Untertemperaturen haben. — Ausgiebige Liquorentleerungen rufen öfters Nebenerscheinungen hervor, wie Erbrechen und Meningismus. Die ausgiebigen Liquorentleerungen wurden aus therapeutischen Gründen vorgenommen. Es gelingt öfters, Erregungszustände hierdurch wirksam zu bekämpfen. — Das Eindringen von Luft in die Ventrikel verursacht wohl Beschwerden, aber scheinbar keine ausgesprochenen Schmerzen. — Es ist denkbar, dass physikalische Zustandsveränderungen des Ventrikelliquors Nervenendigungen in der Tela chorioidea in Erregung versetzen. — Besteht klinisches Fieber schon vor dem Eingriff in das Liquorsystem, so reagiert der Organismus auf den Eingriff meistens mit noch rapideren und intensiveren Temperaturveränderungen als sonst. Das Wärmezentrum ist gewissermassen schon „sensibilisiert“. Dass manche Individuen gar keine oder nur geringe Temperaturveränderungen zeigen, liegt wahrscheinlich an der individuell verschiedenen Empfindlichkeit des Wärmezentrums.

14. Sitzung vom 24. Juli 1924.

1. Über Bestrebungen zur Kropfverhütung.

Von

E. Seifert.

Der Kropf ist eine Vergrößerung der Schilddrüse, aber nicht ohne weiteres ein krankhafter Zustand. Ein solcher wird dann gegeben sein, wenn durch den Druck der Geschwulst die Halseingeweide beeinträchtigt werden oder wenn die bekannten Vergiftungserscheinungen der Thyreotoxikosen, besonders die des *M. Basedow*, sich einstellen. Neben der rein klinischen Seite darf die sozialhygienische Bedeutung des Kropfes nicht vergessen werden, nämlich der Ausfall an Arbeitskraft vieler Kropfträger, ferner die Kosten der Strumaoperationen, die fortdauernd in Kropfgegenden anfallen; hierzu kommt in manchen Ländern die Bindung der Kropfhäufigkeit an Kretinismus.

Aus all diesen allgemein bekannten Gründen erscheint eine Prophylaxe des Kropfes durchaus wünschenswert. Versuche in dieser Richtung sind alt; keiner hat — wenigstens bis in die letzte Zeit — zum Erfolg geführt. Vor allem nicht die hierzulande übliche Enthaltung vom Genuß des frischen Quellwassers. Da sich dieser Brauch auf die Anschauung von der Giftigkeit des Wassers (und des Bodens) in Kropfgegenden, also auf die längst widerlegte hydrotellurische Kropftheorie stützt, bleibt er wirkungslos.

Das Eine war und ist auch heute noch sicher, dass der Kropf in bestimmten Ländern oder Landstrichen endemisch ist und dass diese gewissermassen verseuchten Gegenden sich vor den kropffreien durch eine bestimmte Bodenformation auszuzeichnen scheinen. Kein Wunder, dass das Fatum der Kropfentstehung und der kretinistischen Nachkommenschaft irgendwelchen, dem Boden entströmenden bösen

Kräften zugeschrieben wurde. Die Geschichte der Kropfforschung ist reich an überraschenden Befunden, an Fehlschlägen und schweren Täuschungen. Das gesamte Schrifttum über die Kropfätiologie ist nicht mehr zu übersehen und widerspruchsvoller als das irgend eines anderen medizinischen Gebietes.

Dabei aber steht fest, dass, wie in der übrigen Medizin, eine wirksame Prophylaxe nur getrieben werden kann, wenn die Verhaltensmassregeln sich auf gut begründete Anschauungen über die Gründe oder Vorbedingungen der Krankheitsentstehung stützen.

Schon vor mehr als 100 Jahren, kurz nach der Entdeckung des Jods in der menschlichen Schilddrüse, wurde erstmals der Versuch gemacht, durch Darreichung von Jod den Kropf zu beseitigen. Es blieb bei dem blossen Versuch, da sich der Durchführung des Vorschlages theoretische Bedenken, kleinliche persönliche Feindseligkeiten und das Vorkommen von Gesundheitsschädigungen entgegenstellten. Ein neuer Versuch um die Mitte des 19. Jahrhunderts schlug aus ähnlichen Gründen wiederum fehl. Dass jegliche Joddarreichung die kropf-befallenen Personen durch Auslösung der mitunter lebensbedrohlichen Schädigungen gefährde, ist ein Dogma, das ohne Einschränkung bis zum heutigen Tage Geltung behalten hat.

Vielseitigen biologischen Forschungen in Amerika und in der Schweiz ist es während der letzten 10 Jahre gelungen, der Jodmangeltheorie des Kropfes erneut zum Aufschwung zu verhelfen. Hiernach ist anzunehmen, dass zwischen dauerndem Jodmangel in der Nahrung und dem endemischen Kropfvorkommen ein enger Zusammenhang bestehen müsse.

Freilich ist allgemein bekannt, dass nicht jeder Bewohner einer kropfgefährdeten Gegend auch einen Kropf zu bekommen braucht, dass andererseits ganze Familien und Generationen von dem Übel (oder mindestens dem Schönheitsfehler) befallen werden, dass schliesslich der Kropf wie eine bösartige Infektion die in bestimmte Stadtteile, Häuser, Täler Zuziehenden anfallen kann. Diese Vielheit von offenbar ursächlichen Momenten lässt sich meines Erachtens nur auf die Art zwanglos vereinigen, dass man den Kropf auffasst als einen Kombinations-effekt aus Konstitution und Umwelt. Im letztgenannten Komplex wirken zusammen das Klima (z. B. relative Feuchtigkeit der Luft — *Hunziker*), Unterkunft, Kleidung, allgemeine und persönliche Hygiene, vor allem aber die Ernährung. Dass hierbei der Jodgehalt eine über-ragende, ja beinahe die massgebende Rolle spielt, ist durch die Erfahrungen besonders zielbewusster und hartnäckiger Forscher in der

Schweiz, wie z. B. *Klinger*, *Hunziker*, *Eggenberger*, *v. Fellenberg* als erwiesen zu betrachten.

Einige Beispiele, ausgewählt aus den Arbeiten der genannten Forscher, mögen das veranschaulichen. Die politische Grenze des Kantons Waadt ist zugleich die Grenzlinie zwischen kropfarmem und kropfverseuchtem Gebiet. Als Grund hat sich die Tatsache herausgestellt, dass die Waadtländer ihr Speise- und Viehsalz aus der jodführenden Saline von Bex beziehen, während die Nachbarkantone sich des jodfreien Produktes aus Rheinfelden bedienen. Der Jodgehalt des Kochsalzes schien demnach einen gewissen Schutz vor dem Kropf zu gewähren. In mehreren abgeschlossenen Kommunalgebieten wurde von verschiedenen Ärzten unter der Schuljugend systematisch ein Jodpräparat längere Zeit gegeben; der hohe Verhältnissatz der Kropfträger erniedrigte sich hierauf ganz bedeutend. Bei diesen Versuchen kam keine einzige Jodschädigung zur Beobachtung, sofern kleine Dosen verabreicht wurden; also beispielsweise 5 mg in der Woche (*Klinger*, *Bayard* u. a.).

Die Wirkung dieser Jodgaben darf man sich nicht als die eines Arzneimittels vorstellen; also etwa derart, dass in Form einer „Kropf-diarrhöe“ (*Kocher*) die Kolloidausscheidung mit Hilfe des Jods vermehrt und der Kropf dadurch beseitigt werde. Man hat vielmehr von der Vorstellung auszugehen, dass der Kropf eine Hyperplasie des durch chronischen Jodhunger minderwertigen Gewebes ist. Unter diesem Gesichtspunkt wäre zu verlangen, dass das Jod fortdauernd gegeben werde, aber nicht als Arzneimittel, sondern als ein unentbehrliches den Vitaminen ähnliches Nahrungsmittel, dessen Aufnahme Tieren und Pflanzen ein physiologisches Bedürfnis, vor allem im Wachstum, ist.

Um nun der Allgemeinheit den Gebrauch der Jodtabletten usw. zu ersparen und um den Menschen in Kropfgegenden den physiologischen Jodbedarf in der täglichen Nahrung zur Verfügung zu stellen, ist in der Schweiz und neuerdings auch in einigen Bezirken Österreichs mit der künstlichen Jodierung des Kochsalzes ein Prophylaxeversuch im Grossen gemacht worden. Die Bevölkerung wurde planmässig aufgeklärt, so dass der fakultative Verbrauch des jodhaltigen sog. Vollsalzes im Haushalt und in der Nahrungsmittelindustrie durchweg ein grosser, streckenweise sogar ein ausschliesslicher geworden ist. Geleitet sind Regierung und Ärzte von der Überzeugung, dass auf diese Weise Mensch und Tier, Boden und Bodenfrucht im Laufe der Jahre das notwendige Jodangebot erhalten und dass — bei Fortdauer der Prophylaxe — in einigen Generationen, da eben von Jugend auf kein

Kropf mehr wächst, der Kropf und vielleicht mit ihm der Kretinismus verschwindet.

Der richtige Gehalt des Vollsalzes an Jod wird nach erfolgreichen Versuchen *Eggenbergers* derart erreicht, dass 0,5 g Jodkali in sinnvoller, aber höchst einfacher Weise unter 100 kg Chlornatrium gemischt werden. Auf den Einzelnen trifft dann für den Tag die Menge von 50 γ ¹⁾ Jodkali, d. h. 38 γ Jod.

Dass dies genügt, zeigen einmal die Erfahrungen *Hunzikers* an seinen Schulkindern, denen wöchentlich 1 mg Jod gegeben und denen im Laufe von 15 Monaten der Kropf genommen worden war. Im Einklang damit stehen andererseits die Berechnungen *v. Fellenbergs* im Kropfarmen Chaux de Fonds. Hier fand sich 21 mal mehr Jod im Quellwasser als z. B. im kropffreien Signau; nach sorgfältiger Schätzung nimmt der Einwohner von Chaux de Fonds täglich 10 γ Jod mit der gesamten Nahrung zu sich. Um dem Einwand zu begegnen, dass die im Vollsatz enthaltene Jodmenge von täglich rund 38 γ den kropftragenden jodempfindlichen Personen schädlich sein könne, entnehme ich *Hunzikers* Monographie, dass der Pariser 333 γ Jod täglich genießt und ohne Schaden verträgt.

Auf die neuartigen Untersuchungen *v. Fellenbergs*, der den Jodgehalt von Luft, Wasser, Pflanzen usw. für einige Gegenden der Schweiz bestimmte, kann hier nicht eingegangen werden. Sie stützen in jeder Beziehung den grosszügigen Plan der Vollsatzprophylaxe des Schweizerischen Kropfes.

Als 1920 die ersten leidlich verlässlichen Mitteilungen aus der Schweiz bekannt wurden, fasste ich den Plan, die Würzburger Schulkinder auf Kropfhäufigkeit zu untersuchen und — da hier der Kropf endemisch ist — mit Jod zu behandeln.

Die Firma Dr. *V. Klopfer* in Dresden-Leubnitz fertigte auf meinen Vorschlag nach Art des bekannten organischen Jodpräparates Jodglidine gut schmeckende und vor allem billige Jodeiweisschokoladetabletten an, von denen jede 5 mg Jod und (aus äusseren Gründen) 5 mg Eisen enthält. Den grössten Teil der Tabletten, die übrigens auch im Handel käuflich zu haben sind, stellte mir die Firma unentgeltlich zur Verfügung.

Der für den Plan leicht gewonnene Stadt- und Schularzt Dr. Lill verstand es, alle äusseren Hindernisse zu beseitigen und die reibungslose Durchführung zu organisieren. Er hat auch die Untersuchung

¹⁾ 1 γ = Mikrogramm = 1 millionstel Gramm.

der Kinder vorgenommen. Jedes kropfbehafte oder kropfgefährdete Kind erhielt jeden Montag vom Lehrer 1 Tablette. Rechnet man 40 Schulwochen, so hat die Jahresmenge insgesamt 0,2 g Jod betragen, eine im Vergleich zu den Rezepturen der ärztlichen Praxis tatsächlich kleine Menge. Heute bin ich mir bewusst, dass der halbe oder auch der vierte Teil einer Tablette als Einzelgabe für die Woche genügt hätte.

Die Schwierigkeit der einwandfreien Beurteilung eines etwaigen Erfolges war nicht gering. Ich entschloss mich, die (ältere) Gruppierung *Klingers* zu übernehmen, die sich der vier Schulnoten und der üblichen Zwischennoten bedient. Es bedeutet: 1 = nicht oder kaum fühlbare Drüse; 1—2 = fühlbare, aber nicht vergrösserte Drüse; 2 = mässige Struma; 2—3 = grössere; 3 = beträchtliche Struma; 3—4 und 4 = grosse Kröpfe. Bei dieser Einteilung liegt die Grenze des Pathologischen zwischen 1—2 und 2.

Die Zahlen des Halsumfanges, auch wenn sie kunstgerecht, z. B. nach *Martin*, abgenommen sind, schienen mir für den vorliegenden Zweck kein geeignetes Mass zu sein. Die *Hunzikersche* Kropfgrössenberechnung in zwei Dimensionen war vorgesehen, aber aus äusseren Gründen leider nicht durchführbar.

Isolierte Knotenkröpfe wurden selbstverständlich als solche vermerkt; desgleichen etwaige Zeichen von Thyreotoxikosen.

Die Behandlung erstreckte sich zunächst über 15 Monate (Ferien ausgenommen). Nur bei der letzten Altersklasse, die vor dieser Zeit die Schule verliess, dauerte die Behandlung 9 Monate.

Bei der ersten Untersuchung zu Beginn des Beobachtungszeitraumes waren von 2922 Knaben im Alter von 9—14 Jahren 1437, d. h. 49,1% kropfbehafte; davon 20 stark, d. h. 4,1%. Von 2950 Mädchen derselben Altersspanne waren 1441, d. h. 49,0% kropfbehafte; davon 163 stark, d. h. 5,5%.

Während der Behandlung schieden 105 Knaben und 22 Mädchen aus.

Nun zu den zahlenmässigen Ergebnissen unserer Behandlung: Keiner der Kröpfe wurde grösser. Die Zahl der Unbeeinflussbaren war kleiner als 10%. Denn auf ihrer Anfangsnote (ausser 1 und 1—2) verblieben 9,1% Knaben und 7,1% Mädchen. Kein Kind blieb auf Note 3—4; eines, das nur 9 Monate in Behandlung stand, behielt die Note 3. Sämtliche 20 Knoten rückten 1—3 Stufen höher; ein bemerkenswerter Erfolg. Irgend eine Jodschädigung oder Jodempfindlichkeit wurde nicht beobachtet.

Das Material wurde nun nach verschiedenen Richtungen durchgearbeitet. Hiervon einige Beispiele:

Bei den Mädchen waren im Alter von

7—9 Jahren	43,9 ⁰ / ₀	vor,	7,5 ⁰ / ₀	nach der Behandlung	kropfbehafet,
10—12 „	63,4 ⁰ / ₀	„	16,6 ⁰ / ₀	„ „ „	„
13—14 „	84,6 ⁰ / ₀	„	53,1 ⁰ / ₀	„	nur 9monatiger Behandlung kropfbehafet.

Was wird aus den anfänglichen Einzelnoten durch die Behandlung, bezogen auf je 100 Kinder?

Aus 100 Kindern mit der Note 1—2 werden

25 Kinder „ „ „ 1 und

75 „ „ „ „ 1—2.

Aus 100 Kindern mit der Note 2 werden

15 Kinder mit der Note 1,

70 „ „ „ „ 1—2 und

15 „ „ „ „ 2.

Aus 100 Kindern mit der Note 2—3 werden

6 Kinder „ „ „ 1,

51 „ „ „ „ 1—2,

36 „ „ „ „ 2 und

7 „ „ „ „ 2—3.

Aus 100 Kindern mit der Note 3 werden

5 Kinder „ „ „ 1,

26 „ „ „ „ 1—2,

37 „ „ „ „ 2,

30 „ „ „ „ 2—3 und

3 „ „ „ „ 3.

Aus 100 Kindern mit der Note 3—4 werden

50 Kinder „ „ „ 1—2 und

50 „ „ „ „ 2.

Es scheint also, dass die grösseren Kröpfe auch sicherer auf die Jodzufuhr reagieren.

Dass unsere Behandlung einen eindeutigen Erfolg gebracht hat, ist nach dem Vorstehenden keine Frage. Indessen muss doch manchem der Einwurf kommen: ist denn dies eine Prophylaxe des Kropfes? ist es nicht mehr als das, also schon eine Behandlung im üblichen Sinne?

Hier ist auf eine Scheidung hinzuweisen, die schon einige Schweizer Forscher (*Hunziker, Eggenberger*) angedeutet haben, nämlich daß eine

physiologisch während des Wachstums, also während der Zeit höheren Jodbedarfes vergrösserte Schilddrüse etwas anderes ist als der Kropf der Erwachsenen. Dieser, gleich ob er rein knotig, diffus oder gemischt ist, stellt in der Regel ein mehr oder weniger degeneriertes Organ dar, das durch regressive Veränderungen, Hyalinisierung, Gefässsperrern, bindegewebige Durch- und Umwachsung usw. einen auf Dauer 'eingestellten Gewebszustand bedeutet. Eben das ist bei der kindlichen grossen Schilddrüse noch nicht der Fall.

Da wir wissen, dass Jod nur auf funktionstüchtiges Schilddrüsengewebe spezifisch wirkt, so wird die Behandlung des Kropfes bei Erwachsenen nur in günstigen Fällen (die vorher und von aussen als solche nicht erkennbar sein dürften) Erfolg haben. Jedoch mit der Jodtherapie der kindlichen grossen Schilddrüse, die fast ausnahmslos auf Jod anspricht, werden wir in der Tat eine Prophylaxe des Kropfes treiben. Voraussetzung ist allerdings, dass die Jodzufuhr nach dem erstmaligen Schwinden des Tumors nicht vollkommen abgestellt wird. Es ist vielmehr zu fordern, dass auch weiterhin, etwa zweimal im Jahre 2—3 Monate lang die kropfgefährdeten Kinder das Jod in der bewährten Tablettendosierung erhalten.

Es liegt die Frage nahe, ob durch die Jodtherapie eine Operation, die bis heute in Kropfgegenden das tägliche Brot des Chirurgen war, entbehrlich gemacht würde.

Um hierauf die Antwort zu geben, muss man sich die Indikation und die Leistungsfähigkeit der Operation vor Augen halten. Nicht Form oder Grösse des Kropfes, sondern ausschliesslich der Umstand, ob er durch mechanische Störung (Druck auf die Trachea) oder durch physiologisch-chemische Stoffwechselschädigung den Organismus beeinträchtigt, gilt dem gewissenhaften Chirurgen als Anzeige zum Eingriff. Auf der anderen Seite muss man allerdings wissen, dass auch die radikale Operation, wie sie heute ausgeführt wird, in bezug auf die Rezidive im Grunde nur ein palliativer Eingriff — und nicht einmal ein harmloser ist. Daher ist es nicht allzu schwer, dieser Methode Konkurrenz zu machen durch ein Verfahren, das nicht mehr Fehlschläge aufweist, dafür aber ungleich einfacher, billiger und gefahrlos ist.

Man wird es ruhig aussprechen dürfen, dass in all solchen Fällen, wo nicht etwa die Atemnot bedrohlich ist und ein Abwarten für mehrere Monate verbietet, wo andererseits funktionstüchtiges Schilddrüsengewebe erwartet werden kann, in Zukunft die Jodbehandlung den Vorzug vor dem operativen Eingriff verdient. Mit anderen

Worten: bei jugendlichen Kröpfen (etwa unter dem Alter von 20 Jahren) stets, bei diffusen Strumen des mittleren Alters und beim M. Basedow versuchsweise. Voraussetzung ist freilich stets die kunstgerechte Durchführung der Jodbehandlung unter ärztlicher Aufsicht: 1 mg Jod (bis höchstens 5 mg) wöchentlich. Die sog. wilde Behandlung der Bevölkerung kann in Einzelfällen schweren Schaden bringen, daher bei Ärzten und Laien Misstrauen erregen und das segensreiche Verfahren beeinträchtigen.

Ehe das Vollsatz schweizerischen Musters in deutschen Kropfgegenden nicht eingeführt oder einführbar ist, muss man sich daher der bisherigen arzneilichen Jodverordnung bedienen. Unsere Erfahrungen mit der Jodeiweisschokolade Dr. V. Klopfer sprechen durchaus für die Brauchbarkeit des Präparates.

Es wird, um für die Praxis zusammenzufassen, in der Menge von 1—2,5—5 mg wöchentlich das Jod zu geben sein prophylaktisch bei kropfgefährdeten Kindern und Erwachsenen in Kropfgegend, therapeutisch bei Kröpfen Jugendlicher und Basedowkranker, schliesslich als Schutzmittel gegen Rezidive nach Strumaoperation.

Aussprache.

Herr König:

Mit Struma verbinden wir den Begriff der Krankheit, wenn sie mechanisch oder toxisch schädigend wirkt. Die so zahlreichen Kropfträger unserer Gegend sind nach dieser Definition auch sehr vielfach krank und das betrifft, nach unserer Erfahrung, auch das Kindesalter. Hier ist aber die Operation, aus mehreren Gründen, nicht ohne Bedenken. Die auf Anregung unserer Klinik mit Hilfe des Schularztes angestellten Versuche sind daher nicht nur wissenschaftlich, sondern auch praktisch von grösster Bedeutung, wenn sie geeignet sind, die Zahl der Operationen im jugendlichen Alter zu verringern.

In diesem Sinne ist der Erfolg, welcher aus den schönen Tafeln Seiferts hervorleuchtet, ganz eindeutig. Gewiss aber ist daraus nur ersichtlich, dass bei gewissen Kröpfen der Jodhunger Ursache des Kropfes ist, und dieser durch die minimalen Jodgaben zurückgeht. Aber weder ist das durchwegs der Fall, noch sind immer nur kleinste Jodgaben wirksam. Ausser anderen Fällen erinnere ich mich eines 14-jährigen Jungen, dem ich einen grossen, die Trachea schwer beengenden Kropf in gewohnter ausgiebiger Weise beidseitig reseziert hatte, und der nach einem Jahr ein Rezidiv in fast gleicher Grösse

hatte. Ich verordnete ihm Jodkali in Dosen, welche für unsere heutigen Anschauungen ungeheuer sind, mit dem Erfolg, dass der Kropf in wenigen Monaten verschwand. Das Problem, Kropf und Jod, ist also vielseitiger als die Heilungen mit kleinsten Jodgaben es erscheinen lassen. Trotzdem ist natürlich für die Behandlung an diesen festzuhalten.

Wieweit sie das Auftreten von Rezidiven beeinflusst, muss noch abgewartet werden. Ich glaube, dass die Rezidivgefahr für unsere jetzigen Operationen zu schwarz gemalt wird; auch die *Enderlensche*, besser *Heidelberger Statistik*, stützt sich vielfach auf sehr alte Operationen. Bei unserem grossen Material an Kropfoperationen sind die wegen Rezidiv doch sehr vereinzelt und von ihnen wieder eine Reihe keine echten Rezidive, sondern das Nachwachsen der stehen gebliebenen Hälfte nach halbseitiger Strumektomie, jener ganz irrationeller Operation, die früher vielfach bei diffuser Struma ausgeführt wurde. Mir scheint es daher noch nicht gewiss, ob wir berechtigt oder gar verpflichtet sind, den wegen diffuser Struma Operierten in prophylaktischem Sinne Jodtabletten zu verordnen.

Ausserdem haben sich an der Aussprache beteiligt die Herren *Rietschel*, *M. B. Schmidt*, *Seifert*, *Stahnke*, *Kirch* und *Seifert*.

2. Über die Bedeutung des Erregungsvorganges im einzelnen Herzmuskelement.

Von

F. Schellong (Kiel z. Z. Würzburg).

Bekanntlich gelangte *Engelmann* durch seine Untersuchungen am Froschherzen dazu, für den Herzmuskel gewisse elementare Eigenschaften anzunehmen, ohne die er die Herztätigkeit nicht erklären konnte. Er unterschied die Reizbildung, Reizbarkeit, Reizleitung und die Kontraktilität.

Engelmann nahm nun an, dass diese Grundeigenschaften sich unabhängig voneinander ändern könnten. Die Klärung dieser Frage wurde durch theoretische Ausführungen *Herings* (1901) nicht gefördert und ist auch bis heute nicht erreicht. Das lassen z. B. die verschiedenen Theorien des partiellen Blockes erkennen, die von Klinikern aufgestellt wurden. *Wenckebach* führt die periodische

Verlängerung des Vorhof-Kammer-Intervalls auf eine Verlangsamung der Reizleitung zurück, *H. Straub* dagegen nimmt eine Abschwächung des Reizes im erkrankten Bündel an und eine deshalb verlängerte Latenz der Kammern. Die sogenannte Latenz ist nun eine Erscheinung, die man der Funktion der Anspruchsfähigkeit (Erregbarkeit) zuordnen muss: der Muskel vermag — nach den bisherigen Anschauungen wenigstens — nicht sofort anzusprechen, sondern erst nach einer gewissen Zeit, die man die Latenzzeit nennt. Die Theorie der Latenzverlängerung würde also die Störung allein in die Funktion der Reizbarkeit (Erregbarkeit) verlegen, während nach der Theorie der verlangsamten Leitung lediglich die Reizleitungsfunktion verändert wäre. Reizbarkeit und Reizleitung werden also einander gegenübergestellt.

Im Gegensatz hierzu nimmt *Lewis* an, dass diese beiden Funktionen auf derselben Grundeigenschaft des Herzens beruhen, wenn er sagt: was als herabgesetzte Leitfähigkeit erscheint, ist nichts anders, als herabgesetzte Anspruchsfähigkeit. Eine Entscheidung in diesen Fragen ist bisher nicht möglich gewesen, wie ich glauben möchte deshalb, weil die Beziehungen der Grundeigenschaften zueinander experimentell noch nicht geklärt sind.

Dieser Klärung hat anscheinend der vielfach eingebürgerte Glaube im Wege gestanden, dass eine Veränderung des V.-K.-Intervalls lediglich mit der sog. Reizleitung zusammenhängen könne, und es ist zweifellos ein Verdienst von *H. Straub*, dass er auch andere Möglichkeiten betont. In der Tat ist ja die Leitfähigkeit nichts für das Überleitungssystem Spezifisches. Denn einerseits kommt die Fähigkeit der Reizleitung allen Herzmuskelfasern zu: die Erregung pflanzt sich auch innerhalb der Herzteile fort, nicht nur vom Vorhof zur Kammer; und andererseits hat das sog. Reizleitungssystem zwischen Vorhof und Kammer ja kontraktile Eigenschaften, da es aus Muskel-elementen besteht. Ein zweiter Umstand, der die Erkenntnis der Vorgänge bisher erschwert hat, scheint der zu sein, dass zwischen Reiz und Erregung nicht immer klar unterschieden wird. Es hat sich besonders in der klinischen Literatur eine Ausdrucksweise eingebürgert, die den Reiz in den Vordergrund stellt; aber dabei wird offenbar nicht berücksichtigt, dass der physiologische Reiz nicht messbar ist. Nur die Erregung allein ist messbar, in ihrem mechanischen und elektrischen Ausdruck. Meine jetzt mitzuteilenden Versuche¹⁾

¹⁾ Mit Hilfe der Rockefeller-Stiftung ausgeführt.

bauen sich auf Messungen des elektrischen Ausdruckes der Erregung auf und erstrecken sich speziell auf die Beziehungen zwischen Erregbarkeit, Fortschreiten der Erregung und Stärke des Erregungsvorganges.

Bei der indirekten Ableitungsweise des menschlichen Ekg. erscheint es mir vorläufig nicht erlaubt, aus der Höhe oder der Anstiegssteilheit der Zacken auf die Stärke der Erregung zu schliessen, wie einige Autoren dies tun wollen. Denn viele extrakardiale Einflüsse können eine Änderung der Form der Stromkurven verursachen. Bei der direkten Ableitung vom Herzstreifenpräparat aber (Methode ist in der Ztschr. f. Biologie Bd. 82. 1924 beschrieben) erhält man — bei genügend grossem Abstände der Ableitungselektroden — in der Höhe des Aktionsstromes den Ausdruck der elektromotorischen Kraft, die die in Erregung geratenden Fasern entwickeln. Ferner gewährt das Ekg des Präparates Einblick in die Geschwindigkeit des Erregungsfortschreitens. Um schliesslich die Erregbarkeit zu messen, suchte ich an der Stelle des Präparates, von der abgeleitet wurde, die Reizschwellen auf.

Ich zeige hier an Elektrogrammen, dass nach Herabsetzung der Erregbarkeit (durch Kalium, Abkühlung, mechanische Läsion, in der Refraktärphase) die elektromotorische Kraft des Erregungsvorganges vermindert ist, und zwar weisen die jetzt niedrigeren Stromkurven stets auch einen verlangsamten Anstieg auf. Sind die Schädigungen reversibel, so sinken die Reizschwellen wieder ev. bis zum Ausgangswerte, die Stromkurven werden wieder höher und ihr Anstieg steiler. Es geht aus den Kurven also hervor, dass die Veränderungen des elektrischen Geschehens den Änderungen der Erregbarkeit parallel gehen: die Stärke des Erregungsvorganges ist an den Zustand des Muskelementes (Erregbarkeit) gebunden.

Zweitens ist nach den beschriebenen Eingriffen das Fortschreiten der Erregung von Faser zu Faser verlangsamt. Auch hier zeigt es sich bei der Beseitigung der Schädigung, dass die Geschwindigkeit des Fortschreitens sich stets parallel mit der Änderung in der Stärke der Erregung ändert. Das lässt sich offenbar so erklären, dass ein geschädigtes Element eine längere Zeit gebraucht, um den Grad der Erregungsgrösse zu erreichen, der als Reiz auf das benachbarte Element wirkt; die Verzögerung des Prozesses wiederholt sich nun im benachbarten Element und so weiter fort: es entsteht das Bild der verlangsamten Fortpflanzung, das sich also zurückführen lässt auf Verzögerung des örtlichen Vorganges. Auch für die Fortpflan-

zungsgeschwindigkeit ist somit der Grad der Erregbarkeit massgebend.

Ich erwähnte, dass die Latenz eine Erscheinung ist, die man der Grundeigenschaft der Erregbarkeit zuordnen muss. Ich habe die Latenz näher untersucht. *Samojloff, Kahn, Kleinknecht* fanden in ihren Versuchen für die elektrische Latenz (Zeit vom Reizmoment bis zum Beginn des elektrischen Ausdruckes der Erregung) Werte von 2—3 Hundertstelsekunden. Gegen die Methodik dieser Autoren lassen sich indessen Einwände erheben. Mit einer geeigneteren Versuchsmethode kann ich nachweisen, dass bereits 2σ nach dem erfolgten Schwellenreize der Anstieg der Stromkurve erkennbar ist. Auch diese 2σ müssen wohl nur auf die „Latenz der Methodik“ bezogen werden. Die Stromkurven auf Schwellenreize hin zeigen einen Anstieg, der wesentlich langsamer verläuft, als der der Erregungskurven, die durch einen „physiologischen“ Reiz ausgelöst werden. Ich werde darauf noch eingehen.

Wie ich anfangs erwähnte, spielt die Verlängerung der Latenz in der Theorie des partiellen Blockes eine Rolle. Als Stütze dieser Theorie dienen experimentelle Untersuchungen (*Bowditch, W. Trendelenburg, Samojloff*), welche ergaben, dass die Latenz beeinflusst wird: 1. durch den Zustand des Herzmuskels und 2. durch die Stärke des Reizes. Bei herabgesetzter Erregbarkeit und bei schwächeren Reizen ist nach diesen Angaben die Latenz länger. Eigene Untersuchungen zu 1 zeigen, dass in der Refraktärphase und bei Unterkühlung ($+2^{\circ}\text{C}$) applizierte Reize keine verlängerte Latenz des elektrischen Vorganges zur Folge haben, sondern dass die Stromkurven sich ohne Verspätung von der Nulllinie abzuheben beginnen. Sie zeigen nur als Ausdruck der in der Refraktärphase und bei Unterkühlung verminderten Erregbarkeit flacheren Anstieg und verminderte Höhe. Die demonstrierten Elektrogramme tun dar, dass eine „Latenzverlängerung“ unter den geprüften Bedingungen nicht besteht, sondern lediglich durch die veränderte Stärke des Erregungsvorganges vorgetäuscht war.

Zu 2 zeige ich Kurven, welche beweisen, dass die Latenz auch durch die Reizstärke nicht beeinflusst wird, sondern dass dadurch nur der Anstieg der Stromkurve — nicht ihre Höhe — verändert wird: je stärker der Reiz, desto steiler der Anstieg,

Wie schon erwähnt, weist die Erregung, die durch einen physiologischen Reiz verursacht wird, einen wesentlich steileren Anstieg auf, als die auf einen künstlichen Schwellenreiz hin. Aus speziell darauf

gerichteten Untersuchungen möchte ich folgern, dass der physiologische Reiz wesentlich stärker ist, als ein künstlicher Schwellenreiz.

Die mitgeteilten Untersuchungen führen zu der Auffassung, dass in der Erregbarkeit gewissermassen die dominierende Grundeigenschaft des Herzmuskels zu erblicken ist und dass der Erregungsvorgang im einzelnen Herzmuskelement bestimmt wird durch die beiden Faktoren Grad der Erregbarkeit und Reizstärke. Von diesen beiden Komponenten bewirkte Änderungen in den Erregungsvorgängen benachbarter Muskelemente treten als Veränderungen im Fortschreiten der Erregung in Erscheinung. Störungen hierin werden nur bei Berücksichtigung des Einzelvorganges analysiert werden können. Es erscheint zweckmässig, nicht mehr von der „Latenz eines Herzteiles“ zu sprechen, sondern den massgebenden Einzelvorgang zu erwägen. Ein Herzteil als solcher kann keine „Latenz“ haben; denn massgebend für das, was man Latenz nannte, ist lediglich das Verhalten der innerhalb dieser Herzabteilung zuerst von dem Reize getroffenen Fasergruppe; diese zeigt aber nach den mitgeteilten Untersuchungen keine variable Latenz, kann hingegen unter gewissen Bedingungen einen anderen, langsameren, Erregungsanstieg aufweisen, als die Fasern, die ihren Erregungsanstoss von dieser Gruppe her erhalten. *Erlanger* sowie *Mobitz* nehmen z. B. als Ursache für das normale V-K-Intervall beim Menschen eine Latenz am Übergange vom Vorhof zum *Aschoffs*chen Knoten an. Ist dies der Fall, entwickelt sich also allein in der Grenzfaserzone des Knotens die Erregung verlangsamt, so kann das — gleiche Erregbarkeit aller Fasern des Knotens vorausgesetzt — nur dadurch zustande kommen, dass der Reiz, den die Grenzfasern vom Vorhofe her erhalten, relativ schwach ist. Ob das so ist, lässt sich vorläufig nicht entscheiden; hier ist jedenfalls der Punkt, an dem weitere Untersuchungen hierüber einsetzen müssten.

Meine Ausführungen haben nichts Abgeschlossenes gebracht. Sie sollten nur Beispiele dafür geben, dass Untersuchungen, die auf der im Titel des Vortrages genannten Betrachtungsweise basieren, vielleicht zu einer tieferen Analyse der Vorgänge bei der Herztätigkeit führen können.

XV. Sitzung vom 20. November 1924.

1. Gibt es tiefe Druckempfindungen?

Von

M. v. Frey.

Der Begründer der Lehre vom Tastsinn *E. H. Weber*¹⁾ hat es unentschieden gelassen, ob Druck- und Temperaturempfindungen durch dieselben oder durch verschiedene Sinneseinrichtungen vermittelt werden; er nahm aber an, dass die dem Drucksinn dienenden Nervenenden von einerlei Art und ausschliesslich in der Haut gelegen seien. Hiezu war er insofern berechtigt, als er die Feinheit der Ortsunterscheidung an den Gliedern in distaler Richtung rasch zunehmend fand, ganz entsprechend der wachsenden Dichte der Innervation der Haut.

Für eine Aufteilung des Drucksinns in zwei nach Struktur und Leistung verschiedene Gebiete ist zuerst *Meissner*²⁾ eingetreten, der Entdecker der nach ihm benannten Tastkörperchen. Der Umstand, dass diese sich nur an den eigentlichen Tastflächen der Hände und Füsse finden, veranlasste ihn zu der Vermutung, dass sie die „reine Tastempfindung“, d. h. „die Empfindung der Berührung durch ein ausser uns befindliches Objekt, ohne jede Druckempfindung“ vermitteln, während die Nerven der übrigen Hautflächen die „Druckgefühle“ liefern, die eine „abgestufte Reihe vom Gefühle des Wohlbehagens bis zu dem des Schmerzes“ bilden. Diese Auffassung konnte sich nicht behaupten gegenüber den Schwellenbestimmungen von *Aubert* und *Kammler*³⁾, durch welche sie zeigten, dass an jeder Stelle der Haut eine von ihnen als Druck bezeichnete Einwirkung von endlicher Grösse statt-

¹⁾ *E. H. Weber*, Tastsinn und Gemeingefühl, Braunschweig 1851.

²⁾ *G. Meissner*, Beitr. z. Anat. u. Physiol. d. Haut, Leipzig 1853.

³⁾ *H. Aubert* und *A. Kammler*, Unters. z. Naturlehre (*Moleschott*) 5, 145 (1858).

finden müsse, damit es überhaupt zu einer Empfindung kommt. Dieselbe hat in ihren schwächsten Graden überall die Form der Berührung. Beim Wachsen des Reizes geht sie in Druckempfindung über und zwar, wie die Forscher annehmen, weil sich dann zu der örtlichen Einwirkung noch die „Hautverschiebung“ gesellt.

Von einer Teilung des Drucksinns ist dann weiterhin durch fast 50 Jahre nicht mehr die Rede. Erst 1904 hält *Strümpell*¹⁾ es für geboten zwischen einem Berührungssinn der Haut und einem Drucksinn der tiefen Gewebe zu unterscheiden. Veranlasst sieht er sich hierzu durch die Beobachtung von Fällen, bei denen die Empfindung für die leisesten Berührungen der Haut erhalten, dagegen der „Drucksinn d. h. das Gefühl für einen stärkeren in die Tiefe wirkenden Druck an denselben Hautstellen verloren“ war. Der Kranke konnte nicht angeben, „ob der Druck stärker oder schwächer wurde“. Schwellenbestimmungen werden nicht mitgeteilt, auch fehlen Nachrichten darüber, ob die Innervation der Haut, erkennbar an der Dichte ihrer Empfänger, eine vollständige war. Ein Ausfall in dieser Richtung ist zu vermuten²⁾, weil mitgeteilt wird, dass das Gefühl für passive Bewegungen stark herabgesetzt war. Die Angaben reichen nicht aus, um sich ein Bild von der Störung zu machen. Neben der von *Strümpell* gewählten Deutung kann auch an scheinbare Hypästhesie³⁾, an Schwellenlabilität⁴⁾, Störungen stereognostischer Art⁵⁾ u. a. gedacht werden. *Strümpell* beruft sich weiter auf einen Versuch, den man jederzeit am Gesunden machen kann. Er besteht darin, dass man auf schlaffer Haut eine Falte ohne Zerrung der Umgebung emporhebt und zwischen den Fingern drückt. Solche Reize bleiben nach *Strümpell* „völlig unbemerkt“, solange man die Oberflächenausbreitung des Reizes vermeidet. Die Angabe ist in dieser Form nicht verständlich, richtig dagegen, dass auf schlaffer Haut der Eindruck weniger reichhaltig ist, als auf straffer, wegen geringer oder fehlender Ausbreitung. Auch hier handelt es sich lediglich um qualitative Angaben, die mehr als eine Meinungsäußerung nicht erlauben. Unerörtert bleibt auch die Bedeutung der angeblichen tiefen Druckempfindungen, da doch die einfache Übertragung der für die Haut nachgewiesenen Leistungen auf die tiefen Gewebe nicht ohne weiteres zugänglich ist.

¹⁾ *A. v. Strümpell*, D. med. Wochenschr. 1904, Nr. 39 u. 40.

²⁾ Vgl. hierzu *v. Frey*, Zschr. f. Biol. 68, 339 (1918).

³⁾ Derselbe, Sitzgsber. Physikal.-med. Ges., Würzburg 1917 S. 3.

⁴⁾ *H. Stein*, D. Zschr. f. Nervenheilk. 80, 57 (1923).

⁵⁾ Vgl. *v. Frey*, Skand. Arch. f. Physiol. 43, 98 (1923).

Trotz dieser lockeren Begründung gewann die Lehre vom tiefen Drucksinn rasch Boden, wozu die etwa gleichzeitig einsetzenden ausgedehnten Untersuchungen *Heads*¹⁾ wesentlich beitrugen. Bei seinem bekannten Selbstversuch machte er die Erfahrung, dass auf der entnervten Stelle seiner linken Hand Druck mit einem stumpfen Gegenstand gefühlt und ziemlich gut lokalisiert werden konnte. Er sah darin eine Leistung des tiefen Drucksinns, dessen Empfänger er in den Muskeln vermutete. Die Fragen, ob dieselben auf Reize solcher Art ansprechen und ob die erwähnte Erfahrung nicht auf einem Übergreifen des Reizes auf die benachbarten empfindungstüchtigen Hautflächen bedingt sein könnte, werden überhaupt nicht aufgeworfen.

Demgegenüber habe ich im Verein mit *F. Hacker*²⁾ gezeigt, dass auf Hautstellen mit fehlender oder unvollständiger Innervation die Schwellen zwar hoch aber für Druck und Zug annähernd gleich, ja für letzteren häufig niedriger befunden werden. Ferner stellte sich heraus, dass eine die Umgebung einer entnervten Hautstelle erfassende Vereisung eine sehr beträchtliche Schwellenerhöhung hervorruft, Erfahrungen, die sämtlich auf die hohe Bedeutung der Reizausbreitung hinwiesen. Von *Goldscheider*³⁾ wurde allerdings eingewendet, dass durch die ringförmige Vereisung die Nerven des tiefen Drucksinns im zentralen Gebiet an Erregbarkeit einbüßen könnten. Er hat sich aber inzwischen selbst überzeugt, dass diese Befürchtung nicht gerechtfertigt ist.

Die neueren den tiefen Drucksinn betreffenden Untersuchungen, unter denen vor allem die Arbeiten von *E. G. Boring*⁴⁾, sowie von *Goldscheider* und *Hofer*⁵⁾ zu nennen sind, stehen vollständig auf dem Boden der von *Strümpell* und *Head* aufgestellten Lehre und befassen sich hauptsächlich mit der Aufgabe, die Schwelle des tiefen Drucksinns zu bestimmen, d. h. jene Reizstärke, bei welcher die Erregung desselben zu der der Haut hinzutritt. Als Kennzeichen dienen die Wandlungen, die der Wahrnehmungsinhalt bei wachsendem Reiz erfährt und deren eine bald grössere bald kleinere Zahl unterschieden wird. Das Vorgehen ist vom psychologischen Standpunkt schon deshalb zu beanstanden, weil es stillschweigend voraussetzt,

¹⁾ *H. Head, Brain* 28, 99; 31, 323 (1905 u. 1908).

²⁾ *F. Hacker, Zschr. f. Biol.* 61, 253; v. *Frey, Ebenda* 63, 353 (1913).

³⁾ *A. Goldscheider, Schmerzproblem, Berlin* 1920, S. 46; *Pflügers Arch.* 199, 311 (1923).

⁴⁾ *E. G. Boring, Quart. Journ. exp. Physiol.* 10, 1 (1916).

⁵⁾ *A. Goldscheider und P. Hofer, Pflügers Arch.* 199, 292 (1923).

dass bei steigender Reizstärke auch die Empfindung eine ausschliesslich intensive Änderung erfahren müsse, solange der Reiz nur eine Art von Empfängern erfasst. Bevor man sich zu einer so unwahrscheinlichen und unbeweisbaren Annahme entschliesst¹⁾, müsste doch erst gezeigt werden, dass die Wandlung des Wahrnehmungsinhaltes weder auf eine veränderte Inanspruchnahme der in der Haut steckenden Empfänger noch auf zentralen Funktionswandel zurückgeführt werden kann. Weiterhin muss gesagt werden, dass die Entscheidung darüber bei welcher Änderungsstufe des Wahrnehmungsinhaltes das Intätigkeit-treten des tiefen Drucksinns anzunehmen ist, ausschliesslich dem Gutdünken überlassen bleibt. Allerdings haben sowohl *Boring* wie *Goldscheider* und *Hoefler* versucht, die Mitwirkung der Haut durch Nervenschnitt bzw. intrakutane Injektion auszuschalten. Da sie aber den tiefen Drucksinn von vornherein als gegeben betrachten, so sehen sie in der mit oder ohne Schwellenänderung fortbestehenden Druckempfindlichkeit den Beweis für die Richtigkeit ihrer Voraussetzung.

Obwohl die Lehre vom tiefen Drucksinn, wie aus dem Vorstehenden zu ersehen, keineswegs als geklärt gelten kann, hätte ich mich doch kaum entschlossen, die Versuche wieder aufzunehmen, wenn nicht das von *H. Rein*²⁾ ausgebildete Verfahren zur elektromotischen Ver-taubung der Haut Aussicht auf schärfere Beweisführung eröffnet hätte. Die Vorteile dieses Verfahrens bestehen für den vorliegenden Zweck darin, dass grössere Flächen der Haut ohne Schädigung für einige Stunden vollständig unerregbar gemacht werden können bei voll-erhaltener Empfindlichkeit der tiefen Gewebe. Dies gab Veranlassung, mit den Herren DDr. *Rein* und *Strughold* einen Versuchsplan zu verabreden, bei welchem wir die Rollen der Versuchsperson, des Versuchsleiters und des Protokollanten regelmässig tauschten³⁾.

Den Versuchen waren folgende Aufgaben gestellt:

Es sollten kreisförmige Hautflächen verschiedenen Durchmessers ver-taubt und dann Druck- und Zugschwellen bestimmt werden für Kräfte, die im Mittelpunkt der ver-taubten Fläche normal zu der-selben angreifen. Auch die Reizflächen sollten veränderlich aber stets so klein sein, dass sie gegenüber der ver-taubten Fläche ausser Betracht bleiben konnten. Über weitere Fragestellungen, die sich im Laufe der Versuche ergaben, wird unten berichtet.

¹⁾ Vgl. hiezu v. *Kries*, Allgem. Sinnesphysiol., Leipzig 1923, S. 104.

²⁾ *H. Rein*, Zschr. f. Biol. 81, 125 u. 141 (1924).

³⁾ Die ausführliche Darstellung der Versuche erfolgt in der Zschr. f. Biologie.

Zur Reizgebung diente ein äquilibrierter gleicharmiger Hebel, hergestellt aus einer 72 cm langen auf der Kante stehenden leichten Holzleiste. Der belastete Arm trug einen nach unten gerichteten Fortsatz, an den die Reizflächen (zwischen 0,1 und 1,0 qcm) angesteckt werden konnten. Der unbelastete Hebelarm stützte sich gegen einen Bügel, der, an einem Statif mit Trieb befestigt, beim Drehen des Triebes den belasteten Arm auf die Haut niedersinken liess und damit die Reizung veranlasste. Auf stets gleiche und gleichmässige Geschwindigkeit der Gewichtssenkung wurde besonders geachtet. Die Hebellänge war so gross gewählt, damit beim Einsinken der mitunter recht schweren Gewichte in die Haut die (normale) Richtung der wirkenden Kraft möglichst erhalten blieb und Verschiebungen der Haut nach einer Seite nicht zu befürchten waren. Die Versuche wurden zumeist auf der Streckseite des Oberschenkels ausgeführt, zu einem kleineren Teile auf dem Sternum. Die unverminderte Erregbarkeit der tiefen Gewebe wurde durch Auslösung der Eigenreflexe, durch faradische Reizung der die vertaubten Flächen durchziehenden Hautnerven und durch Einstiche auf das Periost geprüft.

Die Versuche ergaben eine um so höhere Reizschwelle, je grösser die vertaubte Fläche war. Eine Vertaubung von 20 qcm genügte, um die Schwellen bereits auf das Hundertfache emporzutreiben. Bei Vertaubung von 60 bis 70 qcm erhöhte sich die Schwelle bis nahe an das Tausendfache. Wechsel der Reizfläche (zwischen 0,1 und 1,0 qcm) hatte, wenn überhaupt nur den Einfluss auf die Schwelle, dass die kleinere Fläche weniger wirksam war. Würde die Wirkung durch einen tiefen Drucksinn vermittelt, so müsste die kleinere Fläche stärker wirken, da der in die Tiefe wirkende Druck bei ihr zehnmal grösser ist. Auch die Abhängigkeit der Schwelle von der Grösse der vertaubten Fläche ist unter der Annahme eines tiefen Drucksinns nicht zu verstehen, während sie zu gewärtigen ist, wenn man die Wirksamkeit des Reizes davon abhängig denkt, dass er über die Grenzen des vertaubten Gebietes Ausbreitung gewinnt.

Eine zweite Versuchsreihe diente der Vergleichung von Druck- und Zugreizen, die sich, wie in den Versuchen von 1913 als gleich wirksam erwiesen. Nun ist durch vielfache Erfahrungen erhärtet, dass für die Haut Druck- und Zugreize gleichwertig sind¹⁾,

¹⁾ v. Frey, Ber. Ges. d. Wiss., Leipzig, 49, 462, 1897; G. P. Clark, Am. Journ. of Physiol. 1, 346.

da nur die Grösse nicht die Richtung der in ihr gesetzten Spannungsunterschiede für die Erregung massgebend ist. Gesetzt nun, die gleiche Erregungsbedingung gelte auch für die tiefen Gewebe (was für die Empfänger der Muskeln sicher unzutreffend und für die übrigen tiefen Gewebe unwahrscheinlich ist), so ist doch nicht anzunehmen, dass an der Oberfläche angreifende Zugkräfte sich ebensogut in der Tiefe geltend machen wie die Druckkräfte, weil bei der Beanspruchung auf Zug die lockere Subcutis Verschiebung der Haut und Faltenbildung gestattet. Es weist also die Gleichwertigkeit von Druck- und Zugreizen wieder auf die Haut als den Entstehungsort der Erregungen hin und die Gleichwertigkeit der beiden Reizformen würde zu beziehen sein auf die für beide gleiche Ausbreitung der Deformation in das nicht vertaubte Gebiet hinein.

Diese Folgerung war einer Prüfung zugänglich, die in der Weise zur Ausführung kam, dass die den Vertaubungsgebieten von 20 und 65 qcm entsprechenden Kreisumfänge konzentrisch auf die Haut gezeichnet und dann die Verschiebungen gemessen wurden, welche die unmittelbar nach aussen von ihnen gelegenen Flächenelemente erfuhren, wenn der gemeinschaftliche Mittelpunkt der beiden Kreise mit den als schwellenmässig bekannten Gewichten abwechselnd auf Druck und Zug beansprucht wurde. Die Messung geschah mit einer binokularen Lupe (bei 15-facher Vergrösserung und Netzmikrometer in einem der Okulare) abwechselnd durch zwei Beobachter, die sich ihre Ablesungen erst nach Abschluss derselben gegenseitig mitteilten, wobei sich eine fast vollkommene Übereinstimmung ergab. In Worten lautet das Ergebnis dahin, dass unabhängig von der Grösse der vertaubten Fläche die zugehörigen Schwellengewichte bei Druck wie Zug die gleiche $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ mm betragende Hautverschiebung (in der Richtung gegen den Mittelpunkt als Angriffsort des Reizes) an den Vertaubungsgrenzen hervorrufen. Es kann wohl nicht zweifelhaft sein, dass die Gleichheit der Werte nicht ein Zufall sondern der Ausdruck der Beziehung ist, die zwischen Hautverschiebung und Reizerfolg besteht. Wird dies zugestanden, so lassen sich unter den obigen Versuchsbedingungen gleichwertige (schwellenmässige) Reize dadurch kennzeichnen, dass sie gleiche Hautverschiebungen an den Vertaubungsgrenzen hervorrufen.

Zur Ergänzung der bis dahin gewonnenen Erfahrungen schien es uns erwünscht, neben drückenden und ziehenden Kräften von normaler Richtung auch solche von tangentialer zu verwenden. Wir stellten eine vertaubte Fläche von rund 80 qcm her und klebten über den

Mittelpunkt derselben ein Scheibchen von 1 qcm Fläche, das am Rande mit einem Häkchen versehen war. Zur Auslösung einer ebenmerklichen Empfindung bedurfte es eines Gewichts von 70 g bei normaler Richtung der Kraft, während derselbe Erfolg schon mit 12 g zu erreichen war bei Zug in tangentialer Richtung. Es zeigt sich darin recht augenfällig die grosse Empfindlichkeit der Haut gegen Verschiebungen.

Wir versuchten weiterhin Verständnis zu gewinnen für die Wandlung des Wahrnehmungsinhaltes bei wachsendem Reiz. Zu dem Ende umgaben wir ein kleines 3 qcm messendes Hautfeld von völlig normaler Empfindlichkeit mit einem vertaubten Ring von 2 cm innerem und 8,5 cm äusserem Durchmesser (= 54 qcm Fläche). Bei steigender Belastung des Feldes trat das erste Anzeichen einer ausgesprochen qualitativen Änderung der Wahrnehmung bei der Reizstärke 50 g ein, bemerkenswerter Weise aber nur bei der Entlastung, nicht bei der Belastung. Die Änderung bestand in dem Hinzutritt eines eigentümlich verschwommenen Gefühls nach Art einer Entspannung, das von der lateralen Fläche des Schenkels, ausserhalb des vertaubten Ringes, zu kommen schien und sich ziemlich gut sondern liess von dem scharf umschriebenen Entlastungseindruck an der Reizstelle. Bei Steigerung des Reizes auf 70 g trat ein ähnlicher, als unbestimmtes, d. h. schwer lokalisierbares Spannungsgefühl bezeichneter Bestandteil auch bei der Belastung auf, hier aber nicht gleichzeitig mit der an der Reizstelle ausgelösten Empfindung, sondern derselben deutlich nachfolgend, so dass die beiden Bestandteile der Wahrnehmung gut zu sondern waren. Die Verspätung findet ihre Erklärung darin, dass der genannte Reiz (70 g) nicht sofort mit der Haut ins Gleichgewicht kommt, sondern unter Verdrängung von Gewebssaft noch einige Zeit sinkt¹⁾. Die über den vertaubten Ring hinausgehende Deformation erreicht daher erst nachträglich die zur Erregung erforderliche Grösse.

Die mitgeteilten Erfahrungen lassen erkennen, dass bei mechanischen Einwirkungen auf den menschlichen Körper, die als tiefer Druck bezeichnet zu werden pflegen, die hervorgerufenen Wahrnehmungen Bestandteile enthalten, die durch die Ausbreitung der Deformation auf die Umgebung entstehen und selbst durch ausgedehnte Ver-taubungen kaum ganz ausgeschaltet werden können. Ob und unter welchen Bedingungen noch Nachrichten aus den tiefen Geweben hinzu-

¹⁾ Vgl. hiezu v. Frey und A. Goldman, Ztschr. f. Biol. 65. 197 (1914).

treten, bedarf besonderer Untersuchung, die um so schwieriger ist, als diese Beobachtungen sozusagen durch den Schleier der Druckempfindungen der Haut geschehen müssen. Wir verfügen zur Zeit nur über wenige Versuche, die einer ersten Orientierung dienen sollten.

Zunächst haben wir versucht, auf die Muskeln einzuwirken, indem wir auf vertaubter Haut eine Reizfläche von $\frac{1}{7}$ qcm mit Gewichten bis zu 1 kg (7 Atmosphären) belasteten. Diese Versuche blieben alle ergebnislos. Wir gingen dann zu Stossreizen über, indem wir einen Eisenstab von 66 g Gewicht unter Führung durch eine Röhre mit seinem Querschnitt von $\frac{1}{2}$ qcm auf die vertaubte Fläche fallen liessen. Bei 15 cm Fallhöhe oder einer lebendigen Kraft von 10^6 erg = 1000 gcm, die eine Erschütterung der gesamten Weichteile des Schenkels hervorruft und in Form einer Vibrationsempfindung (des Drucksinns) zur Wahrnehmung gelangt¹⁾, schien sich zuweilen ein schwacher, schwer zu fassender Bestandteil beizumischen, der als Ausdruck eines Eigenreflexes gedeutet werden konnte, aber über die vom Reize unmittelbar getroffenen Bündel des Quadriceps nicht hinausging.

Jedenfalls haben die Versuche eine hochgradige Unempfindlichkeit der Muskeln gegen mechanische Reize von der Form des „tiefen Drucks“ ergeben, die nicht überraschen kann, wenn man sich den Gegensatz dieser Reizform zu den natürlichen Erregungsbedingungen vor Augen hält. Wie der Kniereflex lehrt, besteht der normale Reiz in der Reckung oder Spannung des Muskels von seinen Ansatzpunkten oder Sehnen her, wobei die Gesamtheit seiner Fasern beansprucht wird. Druck oder Stoss von aussen her ist kein adäquater Reiz für den Muskel und muss daher fast bis zu schädigender Stärke gesteigert werden, um wirksam zu sein. Gelingt es aber, durch äussere Einwirkungen die afferenten Nerven des Muskels zu erregen, so ist damit noch nicht notwendig eine Empfindung verknüpft. Der Tonus der Skelettmuskulatur und ein grosser Teil ihrer Eigenreflexe bleiben unbemerkt und nur bei grösserer Kraftentfaltung scheint es zu deutlicher Empfindung zu kommen.

Wie dem aber auch sei, jedenfalls handelt es sich in allen Fällen, in denen die Erregung von afferenten Muskelnerven bewusst wird (von Schmerzen wird hier abgesehen), um Äusserungen des Kraftsinns, nicht des Drucksinns. Diese beiden Sinnesgebiete haben ganz verschiedene Eigenschaften und Erregungsbedingungen und sollten nicht

¹⁾ Vgl. hiezu v. Frey, Ztschr. f. Biol. 65. 417 (1915).

miteinander vermengt werden. Die Empfänger des Muskels werden im Gegensatz zu denen der Haut von den Spannungen als solchen in Erregung versetzt, nicht von den örtlichen Spannungsunterschieden oder dem Spannungsgefälle. Die für den Drucksinn typische Verwechslung von Belastung und Entlastung, von Druck und Zug ist hier ausgeschlossen. Die Empfänger zeigen keine oder doch keine deutliche Anpassung an den Reiz, während jede Druckempfindung trotz andauernden Reizes früher oder später erlischt. Die Unterschiedsempfindlichkeit des Kraftsinns überragt weit die des Drucksinns, während der Ortswert seiner Empfindungen so unscharf ist, dass kaum mehr als die Muskelgruppe angebbar ist, die in Tätigkeit gerät. Ebenso sind die Reflexe in beiden Fällen ganz verschieden.

Ähnliche Überlegungen gelten für den Fall, dass durch mechanische Eingriffe auf tiefe Gewebe Schmerzen entstehen. Auch diese, den oberflächlichen Schmerzen nahe verwandten Empfindungen sind von den Druckempfindungen durchaus verschieden und als einem besonderen Sinnesgebiet angehörig von diesen zu trennen. *Goldscheider* nimmt zwar an, im Gegensatz zu den für jeden Unbefangenen überzeugenden Beobachtungen von *Lennander*¹⁾, *Öhrwall*²⁾, *Nyström*³⁾, dass es z. B. Periostschmerz unabhängig von (tiefen) Druckempfindungen nicht gibt, weil es ihm beim Stich durch eine Injektionsquaddel nicht gelungen ist, Schmerz ohne Druckempfindung zu erhalten⁴⁾. Stellt man sich vertaubte Flächen von grösserer Ausdehnung her und bohrt die Nadel unter drehenden Bewegungen in die Haut, statt sie durchzustossen, so ist reiner, druckfreier Periostschmerz leicht und sicher zu erzeugen.

Nach diesen am Normalen erhobenen Befunden war es uns besonders wertvoll, dass sich durch das dankenswerte Entgegenkommen des Herrn Dr. *Wartenberg* Gelegenheit bot zur Untersuchung eines Falles mit ausgedehntem Empfindungsausfall infolge der Durchtrennung der dorsalen Wurzeln L₄, L₅ und S₂ rechterseits. Der am 9. August 1921 operierte Patient G. R., geb. 1893, ist seitdem schmerzfrei, dienstfähig, intelligent, willig und zuverlässig in seinen Angaben. Wir möchten ihm wie der Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften an der Universität Würzburg, welche die Reisekosten übernommen hat, auch an dieser Stelle unsern Dank zum Ausdruck bringen.

¹⁾ K. G. *Lennander*, Gesammelte Werke 1. Upsala 1912.

²⁾ H. *Öhrwall*, Skand. Arch. f. Physiol. 32. 223 (1914).

³⁾ G. *Nyström*, Deutsche Ztschr. f. Chir. 142. 147 (1917).

⁴⁾ *Goldscheider* u. *Höfer* a. a. O. S. 308.

An dem Patienten findet sich infolge der Operation ein gegen Berührung, thermische und faradische Reize unempfindliches Gebiet von grosser Ausdehnung auf der medialen Seite des r. Unterschenkels, das durch eine Zone scheinbarer Hypästhesie von der vollempfindlichen Nachbarschaft getrennt ist. Eine Untersuchung in der Freiburger psychiatrischen und Nervenlinik ergab unter anderem: Die Oberflächensensibilität (Schmerz, Temperatur, Berührung) völlig erloschen, Druckgefühl — jedoch ohne Druckschmerz — erhalten. Dieses Druckgefühl kann auch lokalisiert werden, auch kann Patient Strichrichtung und einfachste Figuren, sofern sie mit Druck auf die Haut geschrieben werden, teilweise erkennen.

Wir konnten bei einer Untersuchung am 31. Januar und 1. Februar 1924 folgende Befunde erheben:

Nach Umgrenzung des für Reizhaare und Stachelborsten völlig unempfindlichen Gebietes wurde innerhalb desselben Unerregbarkeit des Periosts durch Nadelstiche und fehlende Wahrnehmung von Muskelkrämpfen festgestellt, die durch faradische Ströme von der 30fachen Stärke des normalen Schwellenreizes ausgelöst wurden.

Die Untersuchung mit Druck- und Zugreizen nach den oben beschriebenen Verfahrungsweisen ergab folgendes:

1. Die Druckschwellen sind gegenüber der Norm auf das mehrhundert- bis mehrtausendfache erhöht. Sie sind über Weichteilen niedriger als über Knochen, entsprechend der stärkeren Deformation im ersteren Falle.

2. Die Druckschwellen sind umso höher, je grösser der Abstand der Reizstelle von der hypästhetischen Grenzzone.

3. Wird das unempfindliche Hautgebiet dadurch vergrössert, dass anschliessend an dasselbe eine im hypästhetischen bzw. vollempfindlichen Gebiet gelegene Fläche von 32 qcm des Unterschenkels vertaucht wird, so steigt die an stets demselben Orte des entnervten Gebietes (in 1 cm Abstand von der hypästhetischen Zone) bestimmte Reizschwelle um 50% an.

4. Die Grösse der Reizfläche (wechselnd zwischen $\frac{1}{7}$ und $\frac{6}{7}$ qcm) ist ohne merklichen Einfluss, obwohl der tiefe Druck dabei im Verhältnis von 6:1 wechselt.

5. Die Zugschwelle ist ebenso hoch oder niedriger als die Druckschwelle.

Die Untersuchung liefert in den einer Prüfung unterzogenen Punkten Ergebnisse, die den oben am Normalen gewonnenen in allen

wesentlichen Stücken entsprechen, obwohl hier neben der Haut auch die tiefen Gewebe der Empfindung entbehren. Zur Erklärung der Erscheinungen kann daher nur das Übergreifen der Reize auf das teilweise oder vollempfindliche Gebiet herangezogen werden.

Fasst man die im vorstehenden geschilderten, am Normalen wie am Radikotomierten gewonnenen Erfahrungen zusammen, so kommt man zu dem Schlusse, dass die zugunsten eines tiefen Drucksinns vorgebrachten Befunde einer strengeren Prüfung nicht standhalten und dass die Empfindungen, die als tiefe Druckempfindungen bezeichnet werden, entweder wirkliche Druckempfindungen im Sinne von *E. H. Weber* sind und durch die in der Haut befindlichen Empfänger vermittelt werden, oder aber Empfindungen, die wohl aus tiefen Geweben stammen, aber nicht als Druckempfindungen gelten können. Wenn die Aufstellung der tiefen Druckempfindungen von neurologischer Seite bisher kaum Widerspruch erfahren hat, so liegt das daran, dass zwei Dinge zu wenig beachtet worden sind, einmal die überraschende Empfindlichkeit der Haut gegen kleinste Verschiebungen und dann die Unzweckmässigkeit und Lockerheit des Sprachgebrauchs, die darin besteht, dass für Empfindungen ganz verschiedener Art und Herkunft eine gemeinschaftliche von anderswoher genommene Bezeichnung gewählt wird, die nicht mehr besagt, als dass diese Empfindungen ausgelöst werden durch Reize, die im physikalischen oder technischen Sinne als tiefer Druck bezeichnet werden können. Eine solche Aufstellung konnte vor 20 Jahren hingenommen werden, ist aber bei dem heutigen Stand der Kenntnis nicht mehr angängig. Man wird daher gut tun, die Bezeichnung „tiefer Drucksinn“ als schlecht gewählt und irreführend zu meiden, solange unbekannt ist, was er leisten soll, wo seine Empfänger zu suchen sind und auf welche Reize sie ansprechen.

2. Mikrochemischer Nachweis von Nukleinsäure in den Nisslschollen der motorischen Ganglienzellen¹⁾.

Von

Ernst Redenz.

Über die chemische Zusammensetzung der Nisslschollen ist bis heute noch nichts Sicheres bekannt geworden. In der Voraussetzung, die nie bewiesen werden konnte, dass ein Teil der im Ultramikroskop an frischen Zellen sichtbaren Granula und das gefärbte Tigroid im Protoplasma Kernemissionen darstellen, hat man mit Rücksicht auf die Basophilie geschlossen, dass der sich färbende Faktor wohl die Nukleinsäure sei. Wir wissen aber heute, dass aus einer Färbung keine sicheren Schlüsse auf die bei der Färbung beteiligten chemischen Komponenten zu ziehen sind. Im Gegensatz zu vielen anderen Forschern haben daher auch *Mühlmann* und *M. A. van Herwerden* eine Ausdeutung von Färbeversuchen verschmäht. Sie versuchten, indem sie die Nisslschollen verschiedenen Chemikalien oder nukleinsäurespaltenden Fermenten aussetzten, wirklich sicher die Nukleinsäure in den Kernsubstanzen zu erfassen. Ihre Resultate machen es auch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass in den Nisslschollen Nukleinsäuren enthalten sind. Aber die Nichtanfärbbarkeit nach erfolgter Aufspaltung durch eine Nuklease erscheint vor allem gegen den Haupteinwand von *Unna* und *Gans* nicht haltbar, die mit grosser Sicherheit die Nisslschollen als Eiweisskörper ansprechen, weil die Bereitung der Nuklease die Anwesenheit und Wirksamkeit anderer Fermente nicht ausschliesst. Die grundlegenden Untersuchungen von *A. Kossel* haben uns über die Konstitution der im Kern vorkommenden charakteristischen Produkte weitgehend aufgeklärt. Die Tatsache allein, dass wir es im Nukleoproteid mit einem ausserordentlich grossen zusammengesetzten Molekül zu tun haben, machte es sehr unwahrscheinlich, färberisch wirklich Ergebnisse zu erzielen, die für Nukleinsäure typisch sind.

Da jeder Bestandteil des Moleküls mit einer anderen Farbe reagieren kann, so schliesst z. B. die von *Unna* färberisch erschlossene Zusammensetzung der Nisslschollen aus Albumosen das Vorhandensein

¹⁾ Die Untersuchungen wurden mir durch eine Rockefeller-Stiftung ermöglicht, wofür ich auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

von Nukleinsäure nicht aus. Auch eine rein morphologische Auffassung, wie sie sich vielfach in der Literatur findet, dass in der Zelle für andere Bestandteile als die sich färbenden Strukturen kein Raum mehr sei, ist wohl irrig. Mikrochemische Reaktionen werden, falls sie durch Farbstoffbildung zum Ausdruck kommen und mehrere am gleichen Präparat ausgeführt werden, sich überlagern und sich addieren.

Angesichts dieser Schwierigkeiten ist es umso verdienstvoller, dass wir durch *Feulgen*, *Rossenbeck* und *Voit* (Physiol. Institut Giessen) in den Besitz einer Methode gelangt sind, der eine mikrochemische Reaktion am charakteristischen Nukleinsäurekomplex zugrunde liegt; die zudem durch Farbstoffbildung streng lokalisiert an mikroskopischen Präparaten sichtbar wird. *Feulgen* benutzte zu seiner Reaktion die Eigenschaft der fuchsinschwefligen Säure, mit Aldehyden einen Farbstoff zu bilden, und übertrug diesen Prozess auf die bei höher organisierten Tieren allein vorkommende Thymonukleinsäure.

Nach seinen Untersuchungen werden bei der Thymonukleinsäure nach einer schwachen sauren Hydrolyse die leicht abspaltbaren Purinbasen in Freiheit gesetzt, und es verbleibt die Thyminsäure, deren wohl am Kohlehydrat vorhandenen Aldehydgruppen mit der fuchsinschwefligen Säure unter Farbstoffbildung reagieren. Diese Reaktion ist für Thymonukleinsäure spezifisch, da z. B. die Hefenukleinsäure an Stelle des noch unbekanntes Kohlehydrats in der Thymonukleinsäure einen echten Zucker enthält, der mit fuchsinschwefliger Säure nicht reagiert. An der Farbstoffbildung der Thyminsäure sind zwei Aldehydgruppen beteiligt, wie es von *Feulgen* und *Landmann* durch Bildung der Thyminhydrazonsäure nachgewiesen werden konnte. Die Farbstoffbildung ist ein quantitativ ablaufender Vorgang, der bei gewöhnlichen Aldehyden sofort, bei Nukleinsäure erst nach erfolgter Hydrolyse, Abspaltung der Purinbasen und Befreiung der Thyminsäure vor sich geht.

Es ist ein ganz besonderes Verdienst *Feulgens*, diese Reaktion auf mikroskopische Präparate ausgedehnt zu haben. Voraussetzung für Anstellung der Reaktion sind in Sublimat fixierte, nur mit Wasser entsublimatete, nach den gewöhnlichen Einbettungs- und Schneidemethoden hergestellte histologische Präparate, die in n-Salzsäure bei 60° 4 Minuten lang hydrolysiert und 1½ Stunden der Wirkung der fuchsinschwefligen Säure ausgesetzt werden. Die zustandekommende Färbung ist abhängig von der Hydrolysendauer, der Wasserstoffzahl und der Temperatur. Die einzelnen Komponenten können gegeneinander verschoben werden, um eine optimale Färbung zu erzielen.

Das Resultat einer solchen Behandlung ist eine elektive rotblaue Kernfärbung, die an Klarheit einer sehr guten Hämatoxylinfärbung gleichgestellt werden kann. Da die Farbstoffbildung quantitativ abläuft, ist eine Überfärbung der Präparate ausgeschlossen.

Gelegentlich anderer Untersuchungen, die ich mit dieser Methode ausführte, habe ich zusammen mit Fräulein *G. Dannhausen* auf Anregung von Herrn *Dr. W. Schulze* die Nisslschollen einer Untersuchung unterzogen.

Die genau nach den Vorschriften von *Feulgen* hergestellten Präparate (es sind stets die Originalarbeiten einzusehen) vom Rückenmark vom Rind, Kaninchen und Mensch ergeben bei der Temperatur von 60° und 4 Minuten Hydrolysendauer gut gefärbte Kerne und keine Färbung der Nisslschollen. Wir haben nun unter der Vorstellung, dass die feine Verteilung der Kernsubstanzen in den Nisslschollen vielleicht einen geringeren Hydrolysegrad erfordert und da das Verschwinden der Kernfärbung bei zu starker Hydrolyse durch die Untersuchungen von *F. Feulgen-Brauns* bekannt war, die einzelnen Versuchsbedingungen verändert.

Rückenmark vom Menschen sofort nach dem Tode in Sublimat fixiert,
Schnitte 5–7½ µ.

n-HCl Hydrolyse bei	Einwirkung der F-S	Färbung der Kerne	Färbung der Nisslschollen
1. 60° 4'	1½ - 2 Std. 18°	stark gefärbt	ungefärbt
2. 55° 4'	" " "	" "	"
3. 50° 4'	" " "	Kerne gut gefärbt	Diffusfärbung
4. 45° 4'	" " "	" " "	gut erkennbar
5. 40° 4'	" " "	" " "	kräftige Färbung, klare Zeichnung des Tigroids
6. 35° 4'	" " "	blass	deutliche Färbung
7. 25° 4'	" " "	"	erkennbar
8. keine	½ Std. 18°	eben sichtbar	hauchartig
9. keine	20 Min. bei 0°	völlig negativ	völlig negativ
10. Leberkontrolle (Rind) keine Hydrolyse	½ Std. 18°	" "	" "
11. Rückenmark (Mensch) keine Hydrolyse	4 Std. 18°	blass gefärbt	gut erkennbar

Wie aus der beigegebenen Tabelle ersichtlich ist, ergab sich eine optimale deutlich blaustichige Anfärbung der Nisslschollen und und gute Anfärbung der Kerne bei 40° 4 Minuten. Eine ebensogute Reaktion trat nach weggelassener Hydrolyse aber erst nach 4 stündigem Verbleiben in der fuchsinschwefligen Säure auf. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass bei längerem Verbleiben in der fuchsinschwefligen Säure deren hydrolytische Eigenschaften deutlicher zum Vorschein kommen. Die Tatsache, dass die bei der optimalen Temperatur von 40° 4 Minuten erzielte Färbung wirklich eine Aldehydreaktion und keine Anfärbung mit fuchsinschwefliger Säure ist, die nur bei fehlerhafter Behandlung auftritt und durch einen rotstichigen Ton zu erkennen ist, konnte ich noch durch die von *Feulgen* angegebene Behandlung mit Phenylhydrazin erhärten, wonach keine Anfärbung mit fuchsinschwefliger Säure mehr auftrat. Die völlig negativen Präparate bei Behandlung mit kalter Salzsäure und nach Behandlung mit fuchsinschwefliger Säure zeigen andererseits, dass wir es nicht mit einem manifesten Aldehyd zu tun haben¹⁾. Damit ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass der charakteristische Bestandteil der Nisslschollen die Thymonukleinsäure ist, zugleich damit, dass in den Nisslschollen Kernsubstanzen enthalten sind.

Die Nuklealfärbung der Nisslschollen und ihre morphologische Struktur, die dabei zu beobachten ist, scheint in keiner Weise von dem Bild einer normalen Nisslfärbung abzuweichen. Ein in der Sammlung des Anat. Instituts vorhandenes Präparat von *Lenhossek*

¹⁾ Nachtrag. Dieser negative Ausfall ist von Bedeutung, besonders für die schwächere Hydrolyse durch n-HCl bei den Nisslschollen. Die weitere Bearbeitung der Methode durch *Feulgen* und *Voit* hat ergeben, dass es noch andere Aldehyde gibt, die berücksichtigt werden müssen, z. B. das von ihnen dargestellte „Plasmal“, das durch Einwirkung von Sublimat oder Säuren aus dem „Plasmalogen“ entsteht. Dieser Stoff trägt lipoiden Charakter, und seine Eigenschaften konnten schon weitgehend festgelegt werden. Er gibt die Aldehydreaktion ohne vorausgegangene Hydrolyse. Die Grenze zwischen „Nukleal“färbung und „Plasmal“färbung ist leicht zu ziehen. Auch die Nisslfärbung ist alkoholfest und eine Nuklealfärbung. Die Untersucher leiten die Plasmalfärbung aus der bei der Nuklealfärbung sofort in die Augen fallenden wunderschönen Elastikafärbung ab. Diese Elastikafärbung scheint, soweit ich das bisher feststellen konnte, streng spezifisch zu sein und wird, da sie im Gegensatz zu der Schwierigkeit anderer Elastikafärbungen bei Sublimatfixierung immer gut gelingt, nicht ohne Bedeutung bleiben. Durch die Plasmalfärbung besitzen wir also jetzt eine mikrochemische Elastikafärbung, bei der die chemische Verankerung sicher gestellt ist. Dies stellt eine Bereicherung der durch *v. Möllendorf* untersuchten Vorgänge bei den übrigen Elastikafärbungen dar, die mehr physikalischer Natur zu sein scheinen.

zeigt nur einen Intensitätsunterschied der Färbung, der durch die Methode gegeben ist. Bei der Nuklealfärbung setzt sich die Schollenbildung in aller Deutlichkeit in die Fortsätze der Nervenzellen fort, und zwar fallen in dem sonst glasklaren Gesichtsfeld die Fortsätze durch Gruppen feiner blauer Felder auf.

Die Bedeutung der Methode wird ausserordentlich davon abhängen, ob dieser Versuch, die Nuklealreaktion auf fein verteilte Nukleinsäuremengen zu übertragen, sich weiterhin rechtfertigen lässt. Denn besonders der Transport der Nukleinsäure im Körper und damit besonders die Frage nach der eigentlichen Bedeutung des Kernes, die Untersuchung des Ruhezustandes und der Bereitschaft des Kernes als Gradmesser für die Aktivität der Zelle ist von grosser Wichtigkeit. Die Schwierigkeit liegt in der hydrolytischen Wirkung der fuchsin-schwefligen Säure selbst. Es ist zu wünschen, dass die Hydrolyse durch n-Salzsäure nicht zu sehr abgeschwächt wird, da sonst das für die Erkennung der Nukleinsäure spezifische Prinzip verwischt wird. Bei der Reichhaltigkeit der Natur an Aldehyden und der Möglichkeit chemischer Umsetzungen während der Fixierung und Schnittbehandlung ist aber eine mikrochemische Aldehydreaktion als solche weniger wichtig.

Hauptsächliche Literatur.

- R. Feulgen*, Chemie u. Physiologie der Nukleinstoffe Bd. 5 aus Kanitz, Biochem. in Einzeldarstellungen Berlin 1923.
Feulgen und *Rossenbeck*, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 135, 136, 137, 1924.
Feulgen und *Landmann*, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 102, 1918.
Frieda Feulgen-Brauns, Pfl. Archiv, Bd. 103.
Feulgen u. *Rossenbeck*, Pfl. Arch, Dez. 1924.
Mühlmann, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 77, 79 u. 85.
M. A. van Herwerden, Arch. f. Zellforschung Bd. 10, 1913.

Aussprache:

Herr *Ackermann* betont, dass durch diese Untersuchungen das Vorhandensein von Thymusnukleinsäure in den Nisslschollen bewiesen sei, dass diese aber höchstwahrscheinlich an Eiweiss gebunden als Nuklein vorliege.

Herr *v. Frey*, Herr *Lubosch*, Herr *Weinland*:

Die Fuchsin-schwefligsäure-Reaktion auf Aldehyde ist insofern nicht ganz sicher, als auch andere Stoffe, allerdings wenige, die keine Aldehyde sind, sie auch geben. Man müsste hierüber die diesbezüglichen Veröffentlichungen nachsehen.

3. Demonstration der Ultrawage.

Von

Friedrich Holtz.

Die gravimetrischen Methoden der quantitativen analytischen Chemie konnten bisher für biologische Untersuchungen geringster Materialmengen nicht nutzbar gemacht werden, da einerseits die erforderlichen Mikromethoden zur vollständigen Erfassung der minimalen Substanzmengen, gelöst in relativ sehr grossen Mengen Flüssigkeit, zumeist fehlten, andererseits es keine Wege gab, die das Auswägen der äusserst geringen Niederschlagsmengen im Laboratoriumsbetrieb gestattete. Man musste sich mit unsicheren, umständlichen Bestimmungsarten begnügen (Nephelometrie, Kolorimetrie), zu denen man oft auch noch recht erhebliche Mengen Ausgangsmaterial benötigte.

F. Holtz erbaute mit Herrn Dr. ing. h. c. W. H. F. Kuhlmann, Hamburg eine Wage, die 20 g auf zehntel Mikrogramme (1 Mikrogramm = $\frac{1}{1000}$ Milligramm) genau auszuwiegen gestattet. Zur Unterscheidung von der bekannten Mikrowage, wie sie besonders zu den *Preglschen* Methoden benötigt wird, und deren Empfindlichkeit bereits bei 10 Mikrogrammen nachlässt, wurde dem neuen Instrument der Name „Ultrawage“ gegeben. Die Ultrawage gleicht der Mikrowage, besitzt aber zwei Reiterlineale (Reiter zu 5 mg und 0,5 mg), sowie eine in zwanzigstel Millimeter geteilte Skala, zu deren Ablesung ein Mikroskop mit Okularfaden dient. Die Schätzung der zehntel Mikrogramme geschieht bei der starken Vergrösserung mit grosser Sicherheit.

Da die einzelne Wägung auf der Ultrawage weniger schwierig, und bei Nichtbeachtung der zehntel Mikrogramme, schneller auszuführen ist als auf der Mikrowage, so ist der Ultrawage zunächst bei sämtlichen Mikrowägungen der Vorzug zu geben. Weiter gelingt es aber auch ohne Schwierigkeit, mit Substanzmengen stimmende Analysen zu erhalten, die bisher ausserhalb des Bereiches der gravimetrischen Methoden lagen.

An biologischen Methoden wurde zunächst die quantitative Bestimmung der Phosphatide und des anorganischen Phosphors im Blut ausgearbeitet. Zu einer Doppelanalyse ist eine Menge von etwa 100 mg Blut erforderlich, sodass in der zur Untersuchung gelangenden einzelnen Blutportion nur einige Millionstel Gramm Phosphor enthalten sind.

VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.

N. F. BAND 49.

Nr. 5.

SITZUNGSBERICHTE.

XVI. UND XVII. SITZUNG.

WÜRZBURG.

VERLAG DER PHYSIKALISCH-MEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT.

DRUCK UND KOMMISSIONSVERLAG DER UNIVERSITÄTSDRUCKEREI H. STÜRTZ A. G.

1924.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<i>Robert Wetzel</i> : Über den Primitivknoten des Hähnchens	227
<i>Franz Termer</i> : Zur Morphologie der Insel Ustica	233
<i>Eduard Schoenemund</i> : Zur Kenntnis der Ephemeriden- und Plekopteren- Fauna von Unterfranken	242
<i>E. Weinland</i> : Über Verbindungen mit Nebervalenzen	249
Mitgliederstand	259

XVI. Sitzung vom 27. November 1924.

1. Über den Primitivknoten des Hühnchens.

Von

Robert Wetzel.

Über eine Untersuchung, die an der Würzburger Anatomie gemacht wurde, zu berichten, ohne mit der dankbarsten Nennung des Namens *Braus* zu beginnen, wäre Unrecht, heute mehr als je.

Braus wies mich vor einem Jahr, durch neuere amerikanische Arbeiten aufmerksam geworden, auf die Möglichkeit hin, am 3tägig bebrüteten Hühnerkeim operative Eingriffe auszuführen. Ich fand dies im Laufe eigener Versuche nicht nur an Embryonen dieses Alters, sondern auch an jüngeren und jüngsten Stadien so weitgehend bestätigt, dass ich die ursprünglich gegebene Anregung, das Verhalten der fertig gebildeten Urwirbel zu studieren, zurückstellte und mich bald in alte Fragen der Geschichte erster Formbildung verstrickt sah.

Die Untersuchung der Entwicklung höherer Wirbeltiere erfolgte seit langer Zeit zum grössten Teil am Hühnchen. So gilt für uns heute ausser dem ursprünglich für diese Wahl des Objekts massgebenden Grund, der leichten Beschaffung des Materials, noch ein zweiter: die gründliche Bearbeitung, die ein zuverlässiger Ausgangsboden für alle weitere Forschung ist. Die Verbindung des längst bekannten oberflächlichen Bildes der sich entwickelnden Form mit der Serienbetrachtung im Mikroskop ist im Wesentlichen der Inhalt dieser Bearbeitung, die Identifizierung von äusserer Form einerseits und bestimmten Gewebe-, bzw. Keimblattabschnitten andererseits, in lückenloser Reihe durch die ganze Entwicklungszeit hindurch, ihr Ergebnis. Diese Forschung erreichte, mit dem Höhepunkt der vergleichenden Embryologie überhaupt, um das Ende des letzten Jahrhunderts einen gewissen Abschluss. Als Versuche, nicht nur über die Form Klarheit zu erhalten, sondern auch über das Schicksal der

Keimteile im Rahmen des Ganzen, über ihre prospektive Bedeutung und Potenz, sind fast nur die bekannten von *Kopsch* zu nennen. Das Interesse konzentrierte sich in der ganzen Periode experimenteller Forschung, in der wir noch stehen, auf die technisch leichter zugänglichen Amphibien, die in neuester Zeit wieder *Vogt* in seinen Farbmarkierungsversuchen für die Erkenntnis des zellulären Inhalts ihrer Formgeschichte ein dankbares Objekt gewesen sind.

So besteht eine grosse Differenz im Stand der Kenntnisse hier und dort; der Versuch, mit Hilfe der *Vogtschen* Methode Fragen der Formentwicklung auch beim Huhn anzugreifen, lag hier in Würzburg besonders nahe.

Dass heute gerade eine bestimmte Frage, die nach dem Verhalten des Primitivknotens, herausgegriffen wird, liegt zum Teil daran, dass an diesem allerdings zentral interessanten Punkt die Technik am ehesten zu — „primitiven“ — Resultaten führen konnte.

Der Primitivknoten (*Hensenscher* Knoten) tritt deutlich gegen Ende des ersten Bruttages hervor als knopfrundes Ende des Primitivstreifens, der von dem später als caudal sich erweisenden Ende der *Area pellucida* bis zu $\frac{2}{3}$ ihrer Länge nach cranial vorgewachsen und schon durch die mediane Primitivrinne in 2 Primitivfalten geteilt ist. In das leere, kraniale Drittel des Keimbezirks stösst alsbald vom Knoten aus der kegelförmig spitze Kopffortsatz vor (Fig. 1), um von einer vor ihm quer noch innerhalb der *Area* sich erhebenden Falte abgeriegelt zu werden. Einen entscheidenden Punkt, Wendepunkt im wörtlichen Sinn, hat die Entwicklung damit erreicht: Die Falte ist der erste Anfang des Medullarrohres, ist erstmals ein Keimteil, der in seiner definitiven Bestimmung schon in oberflächlicher Beobachtung erkennbar ist. Die Entwicklung kehrt nun ihre bisher kaudokraniale Richtung um. Die erste Querfalte beginnt sich hufeisenförmig zu beiden Seiten um den Kopffortsatz herum zu erheben, bald so weit, dass ihre medialen Ränder parallel verlaufen (Fig. 2) und bald so hoch, dass sie sich nahezu berühren (Fig. 3) (um später (Fig. 5) in derselben Reihenfolge zu verschmelzen). Damit ist aus Medullarfalten, Medullarrinne (Medullarrohr) ein erster Abschnitt des Zentralnervensystems gebildet, der, wie alle folgenden, nicht nur wie der Primitivstreifen lediglich einer Linie, der medianen Längsachse (= Körperlängsachse) nach bestimmt ist, sondern noch durch „Querlinien“ in die definitiv hintereinanderliegenden Abschnitte sich scheidet.

Der Primitivknoten steht bei dem ganzen Vorgang der Medullarrohrbildung von dessen zuletzt fertig gewordenem, also am weitesten

kaudal gelegenen Abschnitt in bestimmtem Abstand. Die eben sich erhebenden Medullarfalten weichen nach kaudal vom letzten fertigen Teil der Rinne typisch so auseinander, dass sie zusammen mit viel schwächeren Falten, die in ihrer Fortsetzung nach kaudal konvergieren, die Figur eines Rhombus zeichnen, hinter dessen Mittelpunkt der *Hensensche* Knoten, in dessen langer Achse vor dem *Hensen* schen Knoten der Kopffortsatz, hinter dem Knoten der kraniale Teil des Primitivstreifens gelegen ist. Diese erstmals mit der Bildung des vordersten Medullarrohrsabschnitts gegebene Situation des Sinus rhomboidalis wandert nun als solche in allen Teilen ungefähr gleich proportioniert, absolut gemessen kleiner werdend, nach kaudal, in dem Mass als kranial Medullarrohr gebildet wird, während kaudal im selben Masse der Primitivstreifen sich verkürzt.

Zuerst innerhalb, dann nach cranial (lateral vom Medullarrohr) vom Sinus rhomboidalis, jedenfalls vor dem Primitivknoten, zeigt sich schliesslich vom Rautenhirnabschnitt des Medullarrohrs an, die Segmentierung des Mesoderms (Fig. 3), die noch deutlicher als die Abschnitte des Medullarrohrs das Hinzutreten der Querlinien im formbestimmenden Koordinatensystem markieren. In den Urwirbeln legen sie den Grundplan für alle weitere Körperentwicklung; das Bildungsmaterial ist von nun an auch hier in Zellgruppen zerlegt, deren Einzelschicksal und -bestimmung festgelegt und der Beobachtung zugänglich bleiben.

Anders ist alles vorher; vom Primitivstreifen — um von aller früheren Entwicklung zu schweigen — bleibt nichts für die endgültige Form erhalten als seine Richtung; der ganze Sinus rhomboidalis scheint über das Keimfeld weg zu wachsen und wir wissen nicht, was aus ihm wird. Wissen wir doch schon nicht, wieviel wir mit unseren Ausdrücken „Kranialwachsen des Primitivstreifens“, „Kaudalwandern des Sinus rhomboidalis“ über tatsächliche Zellbewegung sagen können, wie weit damit nicht lediglich die Reihenfolge bezeichnet wird, in der Formzustände wahrnehmbar werden. Wandern tatsächlich einzelne Zellbezirke als abgegrenzte, nur aus sich heraus sich streckende und vergrössernde „Form“ in andere Bezirke hinein, oder ist es vielleicht eine Bildungswelle, die, einmal im Gang, jeweils durch Vollendung eines bestimmten Formzustands in einem Bezirk dem Nachbarn den Anstoss gibt, dieselbe Entwicklung einzuschlagen — eine Welle, die zuerst noch kranial, dann im Rückschlag nach kaudal die Fläche der formbereiten Zellen durchwühlt und in loco vorbestimmte Qualitäten Fleisch und Blut werden lässt?

Schon die ersten Versuche, diese alternativ gestellte Frage speziell für den Sinus rhomboidalis mit Hilfe vitaler Markierung des Primitivknotens und seiner Umgebung zu beantworten, schienen eine klare Entscheidung zu ergeben. Wird etwa im Stadium der ersten Medullarrinnenbildung der Primitivknoten mit seiner seitlichen Umgebung markiert¹⁾ (Nilblausulfat), so bleibt endgültig ein bestimmtes Stück Medullarrohr, hier etwa dem 1. bis 4. Urwirbel entsprechend, blau, während der Sinus rhomboidalis fern von der Markierung ungefärbt kaudalwärts eilt.

Für den Sinus ist demnach die Frage im Sinne der Formwelle zu beantworten, die schon segmental oder doch hintereinander liegendes Primitivstreifenmaterial ergreift und in Medullarrohr umschmelzt. Den Beweis liefert die Färbung der „gleichen“ Situation in verschiedenen Stadien: je später markiert wird, desto weiter caudal liegt das endgültig gefärbte Stück Medullarrohr. Betont sei noch, dass die Tiefe der einem Segment entsprechenden Querschnittszone nach dem Primitivknoten zu sehr abnimmt, so, dass seitlich von ihm etwa 4 Segmente auf den Raum eines der kranial vollentwickelten zu rechnen sind; diese Zone um den Primitivknoten ist also auch die grössten Wachstums.

Das so einfach erscheinende Resultat kompliziert sich bald: zunächst zeigt sich bei genügend frühzeitiger Nachbeobachtung, dass aus dem gefärbten Segmentalbezirk heraus ein dünner Mittelstreifen blau hinter dem Primitivknoten herzieht, der ebenfalls blau bleibt innerhalb des bald ganz ungefärbten Sinus. Lückenloser Beobachtung von Primitivknoten — Sinusmarke (Figg. 2—6) nach kommt dieser Schlussbefund so zustande, dass in die ursprünglich genau quere Marke (Fig. 2) eine Bucht ungefärbten Materials von kranial her

Technik: Agar mit 1%iger Nilblausulfatlösung getränkt getrocknet, in kleine Stücke geschnitten auf die Dotterhaut fest aufgelegt, wird nach etwa 2 Minuten weggenommen, Dotterhaut abgelöst. Bei Lupenbeobachtung erscheinen die Zellen deutlich zentral gefärbt. Verschluss der nicht zu kleinen (3—5 μ m) Schalenöffnung mit Wachsharz und Glimmer. Fixierung mit 10%igem Ammoniummolybdat. Rasche Einbettung, möglichst kurz durch Alkohol. Das Bild der gefärbten Zellen im Mikroskop ist sicher nicht das vitale: Nur noch Farbeniederschlag in den Zellgrenzen. Lokalisation wohl trotzdem scharf, kein Übergang von Farbe z. B. von Ektoderm auf darunterliegendes Mesoderm. Dotterzellen zeigen bisweilen dunkelblaue Granula, selten auch Kernfärbung. Nach der Blaumarkierung empfiehlt sich Kontrastfärbung mit Neutralrot, um den Ort der Marke einwandfrei zu bestimmen. Unerlässlich (und unschädlich) ist die Totalfärbung mit Neutralrot (in 8,5% Rohruckerlösung) bei allen operativen Eingriffen, die sauber, aber ohne alle aseptische Vorkehrung, mit Messern aus Rasierklingsplitttern ausgeführt und anstandslos getragen werden.

eindringt (Fig. 3) und allmählich (Figg. 4—6) die einheitliche Marke in einen medianen und lateralen Teil trennt. Der laterale Teil bleibt an Ort und Stelle, während schon früh bei der Trennung der mediane Teil kaudal sich zu verschieben beginnt (Fig. 4). Die einzige Serie, die eine noch sehr unvollkommene Fixierungstechnik von einem solchen Fall zu beobachten gestattete, zeigte die laterale Marke als Seiten-, später Oberwand des Medullarrohrs, die mediane Marke als Primitivknoten und Chorda, bedeckt von dem völlig ungefärbten Ektoderm des Medullarrohrbodens. Dass die Wanderung und Streckung der Medianmarke die ganze Chorda betrifft, zeigt die kaudale Verschiebung der oberen Blaugrenze der Chorda gegenüber der lateralen Marke (Fig. 5). Der Reziprokversuch, den ungefärbten Sinus in eine rückliegende Primitivstreifenmarke hineinlaufen zu lassen, sei nur soweit angeführt, als auch er die Färbung eines bestimmten Stücks Medullarrohr unter Abdrängung der Marke von der Mittellinie ergibt. Die Art der Entstehung der Urwirbel konnte ohne genaue mikroskopische Beobachtung der Marken nicht erörtert werden. Auf ihre naheliegende Beziehung zur Mechanik der Auffaltung des Medullarrohrs möchte ich noch nicht eingehen.

Neben der Formwelle geht also eine Wanderung derselben Form einher. Eine prinzipielle Sonderstellung zeigt eben hierin der Primitivknoten gegenüber allem andern Material, wie sie sich schon äusserlich in seiner zentralen Lage im Sinus rhomboidalis, der bewegten Grenzzone zwischen sichtbar determiniertem und indifferentem Keimbezirk, ebenso andeutete, wie in seiner histologischen Eigenart, die drei Keimblätter innig zu verbinden, die hinter ihm und vor ihm durchaus verschiedene und noch nicht verständliche Formbeziehungen zeigen.

Ganz abgesehen davon lässt das zwischen die Marke hinein und über die mediane Marke hinüber wachsende Medullarrohrbodenmaterial eine lebhafte und im Einzelnen noch nicht irgendwie deutbare Zellbewegung erkennen, die zum Medullarrohr, dem Segmentalorgan, Keimteile zusammenschweisst, die unmittelbar vorher in durchaus verschiedenen Querschnittshöhen lagen. Die Zellbewegung selbst konnte bisher nicht klar bestimmt werden, da die Verdünnung und Trennung einer Marke auch durch sehr lebhafte Wucherung bestimmter Zellbezirke desselben Querschnitts hervorgebracht sein könnte.

Das über den Primitivknoten Gesagte konnten Operationsversuche ergänzen: Wird der Knoten in irgendeinem Stadium herausgeschnitten (Fig. 9) so unterbleibt die Differenzierung des kaudal unverbraucht und unversehrt liegenden Primitivmaterials. Der bei Exstirpation

noch nicht differenzierte Sinusabschnitt wächst zu Medullarrohr, Urwirbeln und Chorda aus (letztere noch mit einem kurzen Zipfel in den meist grossen Operationsdefekt hinein) (Fig. 10).

Der so entstandene Kopfbryo (Fig. 10) differenziert sich und lebt noch (unter besonders formendem Einfluss des Herzens dessen beide Hälften am Kopf vorbei zusammenstreben, ihn, wo er hinderlich ist, zur Seite klappen) wenige Tage, ehe er, mit Augenblasen und Amnion, an seiner Unmöglichkeit zugrunde geht.

Wird der Primitivstreifen hinter dem Knoten durchschnitten (Fig. 11), so wird der zwischen diesem und dem Defekt liegende Primitivstreifenteil noch vom Primitivknoten durchlaufen, ein entsprechender Körperabschnitt noch regulär gebildet; Sinus und Knoten laufen sich gewissermassen aus und mit einem kurzen Chordavorstoss in den Defekt endigt auch hier jede Differenzierung (Fig. 12).

Ganz anders, wenn vor dem Knoten in irgend einem Stadium median oder seitlich durchschnitten wird: (Fig. 7) der Knoten läuft mit dem Sinus weiter nach kaudal und ausser der umschriebenen Stelle des Defekts zeigt der normal weiter sich entwickelnde Embryo weder davor noch dahinter eine Formbildungsstörung.

Der *Hensensche* Knoten bildet also die Grenze zwischen wahrscheinlich im Groben segmental geordnetem, aber nicht von sich aus entwicklungsfähigem Primitivstreifen und kranial von ihm liegenden Keimteilen, die ihr Formkoordinatensystem schon aus eigener Kraft auszufüllen imstande sind. Er selbst als umgrenzbare Form ist zur Auslösung dieser Fähigkeit notwendig. Er durchläuft in Substanz, als inhaltlich wie äusserer Form nach gleichbleibender Zellbezirk das ganze formbildende Zellgebiet, die Welle läuft nicht von selbst, sie braucht einen unmittelbaren Überträger, oder, um das naheliegende Wort zu brauchen, einen Organisator.

Für die organisatorische Fähigkeit des Primitivknotens endgültig entscheidende Verpflanzungsexperimente scheiterten bisher an der Eigenart aller Defekte der Keimhaut, sich einzurollen; nur in einem Fall gelang es bisher eine Anheilung verpflanzten Materials an den Medullarrohrstumpf des Wirtsdefekts. Immerhin deuten die wenigen Versuche, wenn sie auch nur als Auspflanzungen zu werten sind, in derselben Richtung wie alles vorher Gesagte, wenn ein mit Knoten ausgepflanztes Stück Primitivstreifen zu Medullarrohr mit Urwirbeln sich differenzierte, während Primitivmaterial ohne Knoten indifferent blieb.



1.
26.5.24
7.20V.



2.
10.30V



3.
1.20N



4.
3.30N



5.
5.00N



6.
9.15N



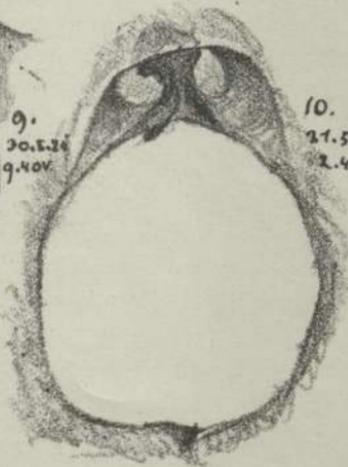
7.
12.7.24
1.40N



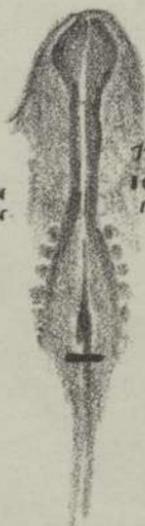
8.
13.7.24
4.50V



9.
20.5.24
9.40V



10.
21.5.24
2.40N



11.
10.7.24
11.00V



12.
12.7.24
5.30N

Soweit ein Auszug aus dem noch nicht voll übersehbarem Material. Ich kann mit der Anführung erster und vorläufiger Versuche so wenig wie mit der Übertragung des *Spemanns*chen Begriffs Organisator auf den Primitivknoten (siehe übrigens vergleichend dorsale Urmundlippe und Knoten) den Anspruch machen, irgend eine Frage der Hühnerprimitiventwicklung zu lösen. Muss doch schon rein morphologisch, auf kleine Zellbezirke bezogen, der Vorgang des Formwerdens erst untersucht werden — um von dem ganz zu schweigen, was hinter der Lösung dieser Fragen Problem zu werden erst beginnt; für das Wesen einer „Organisierung“ fehlt uns ja vorläufig jede Vorstellungsmöglichkeit.

Es soll für diese Mitteilung genügen, wenn ausser dem spärlichen Einzelnen sich zeigen konnte, dass in erster Entwicklung ein Neben- und Aufeinanderwirken besteht von Form im morphologischen, d. h. inhaltsbestimmten Sinne und Form, die nur als solche besteht, inhaltslos und ungreifbar ist, eine Idee, die erfüllt, ein Imperativ, der befolgt werden muss.

Anmerkung betr. Tafelfiguren. Die Zeichnungen sind nach denen des Operationsprotokolls in etwa 20facher Vergrösserung übertragen. Fig. 6 ist gegenüber 1–5 etwas weniger vergrössert, ebenso Fig. 12 gegen 11. Bei Fig. 8 ist der Sinus rhomboidalis an das Ende der gezeichneten med. Falten anschliessend zu denken.

2. Zur Morphologie der Insel Ustica.

Von

Franz Termer.

Die geologische Zugehörigkeit der isoliert vor der nordwestlichen Küste Siziliens im Tyrrhenischen Meer gelegenen Insel Ustica zu den Liparischen Inseln ergibt sich sowohl aus der gleichartigen vulkanischen Entstehung wie auch aus der gleichförmigen Beschaffenheit des die Insel aufbauenden Gesteinsmaterials, das hier wie dort sich aus den gleichen jungvulkanischen Eruptivgesteinen zusammensetzt. Demgegenüber können Zweifel darüber entstehen, ob auch geographisch Ustica den Liparen zuzurechnen ist. Liegt es doch rund 100 km westlich von Alicudi, dem am weitesten nach Westen vorgeschobenen Eiland dieses Archipels, und auch von der Küste Siziliens trennt es eine Entfernung, die ungefähr 70 km beträgt. Nimmt man weiter

hinzu, dass die trennenden Meeresräume erhebliche Tiefen von bis zu 2000 m erreichen, so ragt die Insel als ein einsames kleines Felseneiland aus pelagischen Tiefen unmittelbar auf. Steil fällt der submarine Sockel zu ihnen ab, nur nach den Richtungen in seichterem Wasser Schelftiefen veranlassend, nach denen sich in früheren Zeiten die Insel weiterhin erstreckt hat. So gäbe denn auch die submarine morphologische Gestaltung dem recht, der Ustica als eine isolierte Mittelmeerinsel ansprechen möchte. Um aber die Frage nach der geographischen Zugehörigkeit eines Gebietes oder einer Insel insbesondere zu entscheiden, darf man sich nicht nur von den Gesichtspunkten geologischer und morphologischer Art leiten lassen, so wichtig und grundlegend diese selbstverständlich hierbei sind. Vielmehr muss auch der gesamte Landschaftscharakter des Gebietes mit seiner dinglichen Erfüllung der belebten und unbelebten Natur berücksichtigt werden, in deren typischer Gestaltung sich das Zusammenwirken der vorherrschenden Naturgegebenheiten offenbart. Und von diesem Gesichtspunkt aus ist Ustica auch geographisch nur ein weit nach Westen vorgeschobener Aussenposten der Liparischen Inselgruppe. Pflanzen- und Tierwelt entsprechen sich durchaus in ihren Hauptzügen, der Mensch ist der gleiche wie dort, zumal ja die Besiedelung Usticas auf Veranlassung der spanischen Krone in der Mitte des 18. Jahrhunderts durch Liparoten erfolgte. Den Charakter der Siedlungen mit Flachdachhäusern, engen Gassen auf den Inseln des Äolus findet man wieder, sobald man die schmalen Gässchen Usticas durchwandert, des einzigen Ortes, den die Insel besitzt. Wenn aber die wirtschaftliche Betätigung des Usticensers nicht in allen Einzelheiten mit der seines Landsmannes auf den übrigen Inseln übereinstimmt, insofern sie sich in der Hauptsache nur auf den Fischfang beschränkt, sich nicht auch auf die Gewinnung bestimmter Bodenschätze, wie die Bimssteingewinnung auf Lipari, erstreckt, so sind dafür Vorgänge vulkanischer Kräfte verantwortlich zu machen. Sie wechseln ja so sehr in ihrem Wesen, ihren Erscheinungen innerhalb eng umgrenzter Gebiete, dass allein aus diesem Unterschied nicht eine scharfe geographische Trennungslinie gezogen werden kann, die landschaftliche Sondergebiete voneinander trennte.

Ustica ist vulkanischer Entstehung, zeigt aber heute keinerlei aktive vulkanische Erscheinungen mehr, wie das ja auch für die beiden westlichen liparischen Inseln Alicudi und Felicudi zutrifft. Alle Anzeichen deuten darauf hin, dass diese Ruhepause bereits lange andauern muss. Denn das Meer hat Zeit gefunden, um die

Insel gründlich zu zerstören, so sehr, dass es heute nicht mehr möglich ist, ihre einstige Ausdehnung und Gestalt, die Geschichte ihres Werdens in Einzelheiten zu erkennen, wie es bei anderen vulkanischen Inseln häufig noch der Fall ist.

So stösst besonders die Entscheidung der Frage nach der Lage und Zahl der einstigen Ausbruchspunkte auf Schwierigkeiten. Die Mitte der Insel durchzieht von Osten nach Westen eine Höhenkette von durchschnittlich 235 m Meereshöhe, die zwei schwach ausgeprägte, jene Durchschnittshöhe nur um wenige Meter übertreffende Gipfelerhebungen trägt. Diese Kette biegt im westlichen Teile nach Nordwesten ab und tritt nach kurzem Verlauf unmittelbar an das Meer heran. Im Osten dagegen senkt sie sich bis auf rund 50 m zu einer schmalen Ebene herab, die den Ort Ustica trägt. Dann erhebt sich abermals ein Gipfel, die Falconiera, auf 150 m in nicht sehr steilem Anstieg, der aber an seiner Ostflanke jäh mit fast senkrechten Abstürzen zum Meere abbricht. Das nördliche Vorland der zentralen Höhenkette ist eine fast völlig ebene, gänzlich von Feldern bedeckte Fläche, die mit einem etwa 20 m hohen Steilufer senkrecht ins Meer hinein abfällt. Diese „Tramontana“, wie die Ebene genannt wird, in Verbindung mit dem sanft geschwungenen Bogen der zentralen Kette verleiten natürlich dazu, hier Kraterwall und Kraterboden erkennen zu wollen, und es sind auch von den wenigen Beobachtern, die auf Ustica geweilt haben, in dieser Richtung Vermutungen geäußert worden. Man hätte dann anzunehmen, dass der ganze nördliche Teil dieses hypothetischen grossen Kraters der marinen Zerstörung oder vielleicht auch unter Mitwirkung zerstörender vulkanischer Vorgänge der Vernichtung anheimgefallen ist, während heute nur noch ein Rest seines südlichen Teiles erhalten geblieben ist.

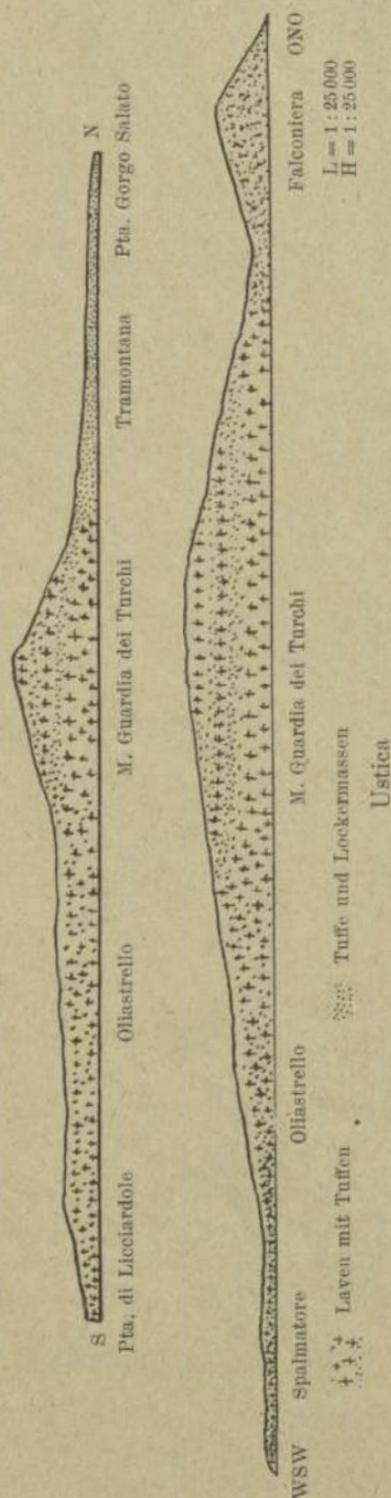
Doch so einfach liegen die Verhältnisse nicht, wie eine genauere Beobachtung ergibt. Die zentrale Kette ist aus wechselnden Lagen fester basaltischer und lockerer Tuff- oder auch Aschenmassen aufgebaut. Dabei lässt sich auch namentlich am Abfall nach Südosten eine periklinale Lagerung erkennen, Tatsachen, die durchaus für die Annahme eines Kraterwallrestes sprechen. Die Falconiera, durchweg aus Tuffen, Bimssteinlapilli- und Aschenlagen aufgebaut, ist früher ebenfalls als Rest des Kraterwalles angesehen worden. Sie kann aber kaum, wenigstens in den letzten Zeiten der Tätigkeitsperiode dazu gehört haben, weil diese Schichten ein Einfallen gerade gegen die zentrale Kette aufweisen. Alles deutet eher darauf hin, dass es sich hier um den Rest der Umwallung eines zweiten Kraters von kleineren

Dimensionen handelt, zumal sich an der Nordflanke der Falconiera, wenn auch nur schwach, eine nischenartige Rundung erkennen lässt. Macht man den Versuch, den Hauptkrater, der hier mit I bezeichnet sei, zu rekonstruieren und dabei auch die Falconiera seiner Umwallung zurechnen, so würde sich sein Durchmesser zu 2—2,5 km ergeben. Eine derartige Ausdehnung steht aber mit allem in Widerspruch, was man über den Kraterdurchmesser der Vulkane des Mittelmeergebiets, der rezenten wie der älteren weiss. Es würde sich geradezu bei Ustica um den Ausnahmefall eines ausserordentlich grossen Kraters handeln. Viel eher ist die Annahme berechtigt, dass der Krater I durch Ausbrüche einer späteren Eruptionsperiode in seiner östlichen Hälfte zerstört wurde, in der sich der Krater II auf der Falconiera bildete. Er dürfte, wenigstens soweit sich heute an dem über dem Meeresspiegel gelegenen Teil dieses Gipfels beobachten lässt, nur Lockermassen gefördert haben.

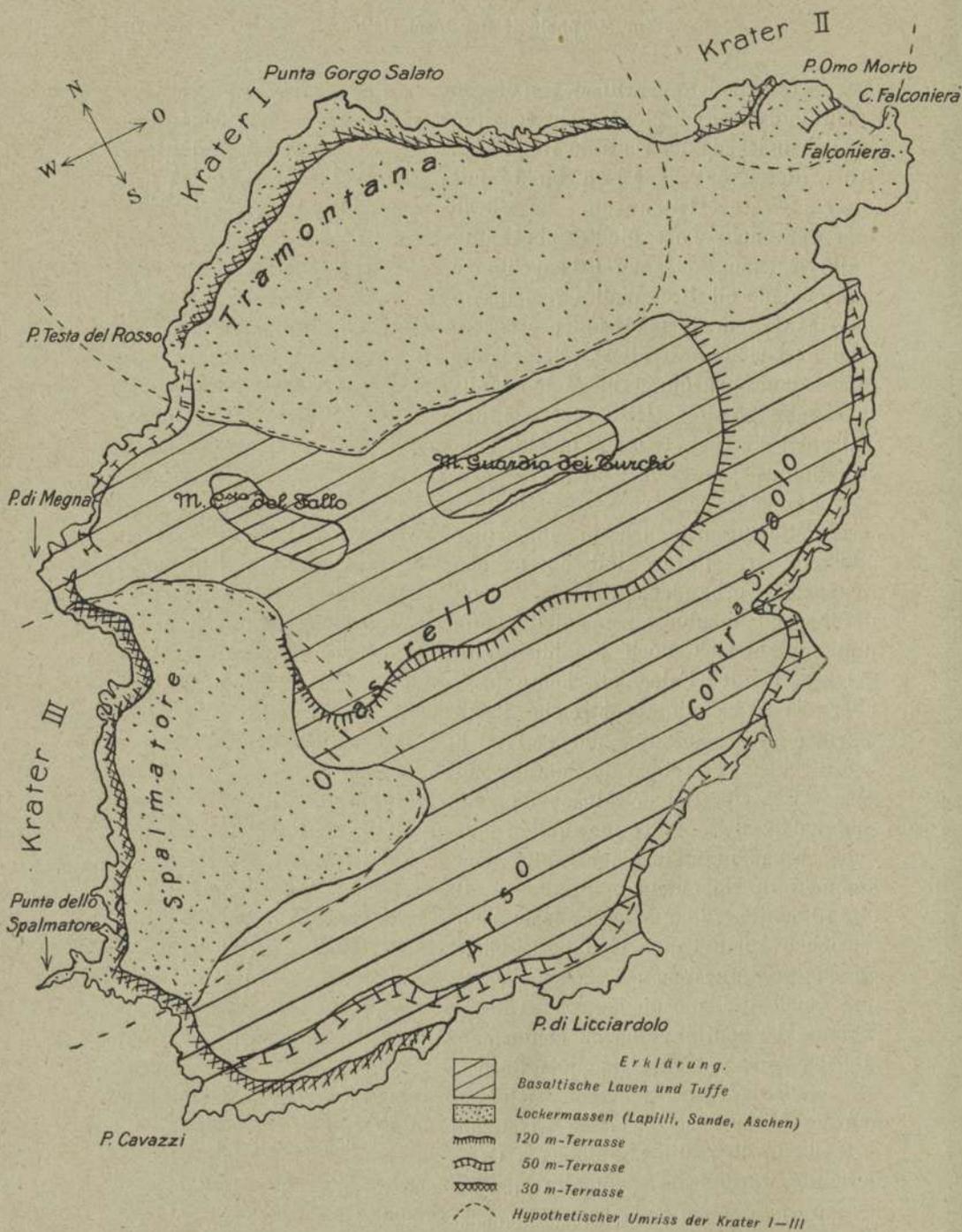
Noch verwickelter werden die Verhältnisse, wenn man die südliche und westliche Hälfte der Insel in die Beobachtungen einbezieht. Denn da finden sich abermals mehr oder weniger ebene Flächen, die mit Steilufern gegen das Meer herantreten. Doch lassen sich unter ihnen mehrere morphologische Unterschiede nachweisen. Die südlichen Ebenheiten, Contrada di S. Paolo, Arso und Oliastrello haben eine leicht modellierte Oberfläche. Kleine Buckel durchsetzen sie, die aus Basalten bestehen, während die flachen Einmuldungen zwischen ihnen aus basaltischen Tuffen zusammengesetzt sind. Die im Westen sich ausbreitende Ebene des Spalmatore dagegen ähnelt durchaus jener der Tramontana und ist auch wie diese aus lockeren Sanden, Aschen- und Lapillilagen aufgebaut. Ihre Oberfläche erhebt sich allmählich zum Fuss der zentralen Höhenkette, von deren Gipfel aus man diesen Anstieg nicht wahrnimmt, sondern die Ebene wie eine horizontale Fläche zu seinen Füßen erblickt. Die benachbarten Ebenen dagegen zeigen eine etwas stärkere Neigung zum Meeresspiegel und geben ihre Zugehörigkeit zum zentralen Höhenzug durch die gleiche Art wie gleiche Lagerung des Gesteinsmaterials zu erkennen. Die Höhenlage des Spalmatore ist geringer als die der benachbarten südlichen Ebenheiten, und dieser Umstand in Verbindung mit dem von diesen verschiedenen Gesteinsmaterial — Lockermassen — deutet auf eine andere Entstehungsgeschichte dieser Ebenen hin. Haben wir in der Contrada di S. Paolo, dem Arso, dem Oliastrello das zum zentralen Höhenzug gehörige südliche Vorland zu sehen, so müssen wir dem Spalmatore diese Zugehörigkeit absprechen. Wir dürfen auch hier den Rest eines

alten Kraterbodens erkennen, von dessen Umwallung freilich nichts mehr erhalten geblieben ist als der zentrale Höhenzug. Aber dieser hat genetisch nichts mit diesem Krater III zu tun. Es würde hier der auch sonst nicht unbekannte Fall vorliegen, dass zwei benachbarte Krater den Teil ihres Walles gemeinsam haben, an dem sie aneinander grenzen, oder dass sich ein Krater an der Flanke eines anderen geöffnet hat. Jedenfalls muss aber Krater III ebenso wie der Falconierakrater II nur von kleinem Durchmesser gewesen sein.

Man muss sich vor Augen halten, dass Ustica ursprünglich ein submariner Vulkan war. Dafür sind untrügliche Zeugnisse vorhanden. Sprechen doch dafür schon die submarin gebildeten Tuffe und finden sich doch in ihnen eingelagert an der Falconiera heute hoch über der Wasserlinie zahlreiche Reste mariner Muscheln, die zum Teil noch heute lebenden Arten angehören, und geradezu Bänke einer Muschelbrekzie sind den basaltischen Tuffen auf den südlichen Ebenheiten eingelagert. Ihr Vorkommen in Höhenlagen, die heute 60 bis 80 m über dem Meeresspiegel sich hinziehen, deutet auf Hebungserscheinungen in jüngster geologischer Zeit, und auch die morphologische Untersuchung der heutigen Oberflächenformen gibt der Annahme von Hebungen durchaus recht. Denn es lassen sich im ganzen auf der Insel 3 Terrassensysteme feststellen, über die an anderem Orte berichtet worden ist¹⁾ und die hier in



¹⁾ Zeitschr. der Gesellschaft f. Erdkunde zu Berlin. 1925. Heft 1.



einer Skizze noch einmal besonders wiedergegeben sind. Man erkennt daraus in Verbindung mit dem durch die Insel von Norden nach Süden und von Nordosten nach Südwesten gelegten Profilen, dass die Tramontana und der Spalmatore einer jüngsten, der Oliastrello, Arso und die Contrada di S. Paolo einer älteren und die 120 m-Terrasse am zentralen Höhenzug einer ältesten Hebungsepoche angehören müssen. Daraus lässt sich ohne weiteres folgern, wie einschneidend die Veränderungen an den einstigen Formen dieses Vulkans durch die marine Abtragung gewesen sein müssen, zumal ja ein grosser Teil der Insel aus Lockermassen aufgebaut war, zerstörende Vorgänge, die auch heute noch am Werke sind, schneller an den leicht zerstörbaren Küsten der Spalmatore und der Tramontana, langsamer, doch nicht weniger intensiv an der widerstandsfähigen Südküste mit ihren klüftigen Basalten.

Wann war der Vulkan Ustica tätig? Um diese Frage zu entscheiden, müssen die Verhältnisse auf den Liparen mit berücksichtigt werden, die uns durch die eingehenden Studien von *Bergeat* bekannt geworden sind. Und da muss gesagt werden, dass die Zeit der Aktivität Usticas mit jener der ältesten Periode auf den Liparischen Inseln gleichzusetzen ist, ja ihr vielleicht sogar noch vorangeht. Denn wie *Bergeat* sehr richtig erkannt hat, deutet gerade das Vorkommen einer an Individuenzahl so reichen marinen Lebewelt auf Ustica schon vor länger zurückliegenden Zeiten im Gegensatz zu der entsprechenden Armut auf den Liparen eine lange Ruhepause vulkanischer Aktivität an. Das Austreten submariner Gasexhalationen, auf den Liparen selbst bei den nicht mehr tätigen Inseln noch immer vorhanden und deshalb auf die Entwicklung einer reicheren marinen Fauna ungünstig einwirkend, muss auf Ustica schon lange aufgehört haben.

Und wie das Vorkommen jener Muscheln, so spricht auch das Fehlen gewisser, den Liparischen Inseln eigentümlichen Lockermassen lössartiger Beschaffenheit auf Ustica für dessen Alter. Denn auf den Liparen gehören jene einer jüngeren Ausbruchperiode an. Man wird daher nicht fehl gehen, Usticas Tätigkeit im frühen Diluvium anzusetzen.

Einzelheiten über die Insel und ihre Bevölkerung, die zum Teil aus Sträflingen sich zusammensetzt, sind an anderer Stelle mitgeteilt¹⁾, so dass hier nicht darauf eingegangen zu werden braucht.

Es soll nur noch versucht werden, den Eindruck zu schildern, den die Landschaft Usticas auf den Besucher macht.

¹⁾ A. a. O.

Da muss zunächst hervorgehoben werden, dass es im ersten Augenblick herb, ja wegen seiner Kleinheit eher langweilig denn als reizvoller Naturschönheiten voll erscheint. Dazu sind die Erhebungen zu wenig gegeneinander abgesetzt, zu einfach in ihrem vertikalen Aufbau, es fehlen ihnen die deutlichen Kontraste gebrochener oder die grossen sanft geschwungenen Kurven einfacher Profillinien. Die Wiederholung gewisser Formentypen wie etwa der sich völlig gleichenden Ebenheiten muss diesen Eindruck nur verstärken. Eine Ausnahme davon bildet die Falconiera mit ihren Steilwänden, ihren Abgründen, an deren Fuss man das Meer sich brechen hört. Auch die Farben beeinflussen das Bild in gleichem Sinne. Die dunkle, schwärzlich-braune oder auch bisweilen heller nüancierte Farbe der vulkanischen Lockermassen geht ohne scharfe Gegensätze in das dunkle Schwarz der Basalte über, die die Insel beim Anlaufen wie eine finstere Zitadelle sich erheben lassen. Das Grün der Vegetation, die Farben der Blüten treten als belebendes Element erst in den Vordergrund, wenn man sich der Betrachtung kleinerer Ausschnitte der Landschaft widmet. Und da offenbart sich erst alles, was Ustica überhaupt an landschaftlichen Schönheiten zu bieten hat. Am eindrucksvollsten ist die Küste. Steil zum Meer abfallend, mit dunklem, zerfranstem, vom weissen Gischt der sich brechenden Wogen umsäumten Rande sind ihr Züge romantischer Schönheit nicht fremd. Namentlich bei Sturm ergeben sich die prächtigsten Szenerien, wenn der vom Wind inselwärts gepresste Wasserschwall mit elementarer Wucht unter gewaltigem Getöse an die Zinnen und Zacken, an Riffe und Klippen und schliesslich an die trotzige schwarze Basaltmauer geschleudert wird. Als würde eine Batterie abgefeuert, donnert dumpf, explosionsartig der Knall zusammengepresster und beim Rückfluten befreiter Luft aus den Höhlen hervor. Wie weisse, gischtige Giessbäche zieht der Sog das in Ritzen und Klüfte gedrängte Wasser hinter sich her über die Klippen hinweg, bis das ernste Spiel von neuem anhebt. Aber auch in der Zeit ruhig heiterer Frühlingstage hat diese Küste ihre Schönheiten. Dann gleitet der Blick über die abwechslungsreichen Kleinformen mariner Zerstörung auf ein tiefblaues Meer, das sanft plätschernd sich am Ufer bricht. Ein blauer Himmel überwölbt das Bild stiller Friedsamkeit. Dort, wo er sich dem Meer vereinen möchte, nach Süden zu, tauchen durch zartesten Dunstschleier in ganz weichen Umrissen die gezackten Linien der nordsizilianischen Gebirgsketten auf, die sich weit dem Horizont entlang ziehen. Die Sichtbarkeit der Küste Siziliens macht den Blick von Ustica aufs

Meer hinaus erst schön. Wie nach einer andern Welt fühlt man sich gezogen, märchenhaft unwirklich, weil so fein hingetupft hinter der zarten Hülle bläulichen Dunstes, und gerade deshalb so verlockend, so verführerisch. Stets wird man, von welchem Gipfel des Eilandes man auch Ausschau halten mag, immer wieder seine Augen auf Siziliens ferne Gestade lenken. Nur selten, bei klarster Luft, kann man auch das ferne Alicudi erkennen.

Blaue Himmelfarben vom intensiven Dunkelmarin bei luftreinigender Tramontana über rötlichgelbe Töne bei Scirocco bis zu lichtweissem Blau, schwarze, braune, graue Töne des Landes untermischt mit Oasen grüner oder gelber Nüancen, dazu einfache Formen der Erhebungen, nicht grossartig einfach wie bei mancher anderen vulkanischen Insel, sondern herb, streng: so stellt sich das Landschaftsbild mit seinen am ehesten hervortretenden Teilelementen in den Umrissen dar. Zackig grob, spielerisch fein sind die Kleinformen der Küstenpartien. Tritt zu dem optischen Bilde der akustische Reiz leis plätschernder Wogen, donnernder Brandung, der schrille Pfiff segelnder Möven, das melodische Arbeitslied einheimischer Fischer, die traurige Weise eines einsam sich absondernden Sträflings, das Meckern der Ziegen, der laute weithin hallende Ruf brünstiger Esel, das Summen der Insekten, das leise Huschen grosser smaragdglänzender Eidechsen, so dürfte die Fülle landschaftlicher Reize dieser kleinen entlegenen Insel umrissen sein. Als Ganzes genommen bleibt Ustica aber ernst, ernst in seiner Natur wie in seinen sympathischen Menschen.

Zur Kenntnis der Ephemeriden- und Plekopteren- Fauna von Unterfranken.

Von

Eduard Schoenemund, Werden (Ruhr).

Mit einer Schlussbemerkung von H. Stadler, Lohr.

Vorgelegt von Herrn K. B. Lehmann.

Dr. *Stadler* in Lohr (Main) hatte die Freundlichkeit, mir seine in den Jahren 1923 und 1924 in Unterfranken gesammelten Ephemeriden und Plekopteren zur Bestimmung zu übergeben. Das Material besteht neben einigen Imagines zum überwiegenden Teil aus Larven, die zu beliebiger Jahreszeit den verschiedenen Gewässern entnommen wurden. Die im folgenden aufgeführte Liste kann keineswegs den Bestand der in Frage kommenden Insektenfauna erschöpfen, sondern bietet nur vorläufige Stichproben. Immerhin wird sie schon die häufigeren und charakteristischen Formen des Gebietes in einiger Vollständigkeit enthalten und so einen willkommenen Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der Ephemeriden und Plekopteren in Deutschland darstellen. Während die Erforschung der Plekopterenfauna im Westen Deutschlands, im Rheinland und in Westfalen, schon sehr gute Fortschritte gemacht hat, ist sie für die anderen Landesgebiete Reichsdeutschlands noch recht lückenhaft. Über die Verbreitung der Ephemeriden ist man noch viel weniger unterrichtet, nur hie und da finden sich in der Literatur vereinzelte Angaben.

Da die vorliegende Zusammenstellung erst ein Anfang ist, so soll auf das Vorkommen der einzelnen Formen in den angrenzenden Gebieten nicht eingegangen werden, wengleich es für den Entomologen eine viel interessantere und zweckdienlichere Arbeit ist, durch Heranziehung der Literatur die räumliche Verbreitung der Tiere zu verfolgen und für seltene Formen die Wohnorte mit ihren spezifischen Eigentümlichkeiten klar zu kennzeichnen.

I. Ephemerida.

1. *Polymitarcis virgo* Oliv. Imagines massenhaft im August aus dem Main auftauchend. Ungeheure Geschwader wirbeln dann nachts um die Laternen der Main- und Tauberbrücken wie Schneegestöber und bilden bald riesige hohe Leichenhaufen auf dem Fahrdamm der Brücken.

2. *Ephemera vulgata* L. Larven am 19. V. 1923 im Geisbrünnele bei Hausen K. (Lohr), Imagines am 26. IX. 1923 in den Horbgärten in Lohr, oberhalb dem Lohrbach.

3. *Ephemera danica* Müll. Ein ♀ am 28. VII. 1924 in einem Mainaltwasser bei Lohr.

4. *Potamanthus luteus* L. Larven am 7. IX. 1923 und 28. VII. 1924 im freien Main oberhalb Lohr, am 10. IV. 1924 in einem Altwasser der Wackewiese bei Lohr.

5. *Leptophlebia marginata* L. Larven am 6. VII. 1923 im Reichenbuchbach (nördlich Gemünden) bei der Weidmannsruh, am 15. V. 1923 im Rechtenbach, am 10. XI. 1923 in der unteren Lohr. Imagines am 19. V. 1923 am Geisbrünnele.

6. *Leptophlebia cincta* Retz. Larven am 20. IV. 1924 in der Ulster oberhalb Lohrbach (Rhön), am 21. IV. 24 in einem Wiesen-graben nördlich Batten (Rhön); eine Subimagohaut am 13. VII. 1924 auf dem Rosstalsberg (südlich Karlstadt).

7. *Choroterpes Pictetii* Eat. Larven am 21. IV. 1924 in einem Wiesen-graben nördlich Batten (Rhön).

8. *Habrophlebia fusca* Ct. Larven am 31. V. 1923 im Flörsbach (Ostspessart), am 11. VI. bei Neuschleichach in der obersten Aurach (Steigerwald).

9. *Ephemerella ignita* Poda. Larven am 13. V. 1923 im Hasslochbach, am 1. IV. 1924 im Neuhöllchenbach bei Neustadt (Main), am 23. XI. 1923 in der unteren Lohr, am 19. V. 1923 im Geisbrünnele, am 28. VII. 1923 im Leubach oberhalb Fladungen (Rhön), am 20. IV. 1924 in der Ulster oberhalb Lohrbach. Imagines am 30. VII. 1924 nachts am Licht in Lohr.

10. *Caenis dimidiata* St. Imagines am 23. VII. 1924 nachts in Lohr, am Licht.

11. *Baëtis pumilus* Burm. Imagines „zu ungezählten Millionen während des ganzen Sommers aus dem Main auftauchend.“

12. *Baëtis Rhodani* Pict. Imagines am 9. IX. 1923 am Sennfelder See bei Schweinfurt.

13. *Baëtis gemellus* Eat. 1 Imago im Sommer 1923 in Lohr.

14. *Baëtis alpinus* Pict. Larven am 31. V. 1923 im Flörsbach.

15. *Baëtis* sp. Larven in fast allen Quellen, Wasserläufen und stehenden Gewässern.

16. *Cloëon dipterum* L. Larven am 16. II. 1923 im Buchenbach an der Schürgermühle bei Steinbach (Lohr); in einem Mainaltwasser bei Lohr.

17. *Cloëon simile* Eat. Larven am 20. II. 1924 im Rechtenbach, am 20. III. 1924 im Buchenbach an der Buchenmühle bei Lohr.

18. *Cloëon rufulum* Müll. Larven am 14. IX. 1924 in dem Wiesentümpel am Nordende des Gradierhauses der Saline Kissingen.

19. *Siphylurus lacustris* Eat. Einzelne Larven am 19. V. 1923, am 19. X. 1923 und am 6. V. 1924 bei der Mühle Helminenglück im Partensteinergrund (Lohr).

20. *Epeorus assimilis* Eat. Larven in Spessartbächen: am 24. IV. 1923 im Seebach bei Hain, am 21. V. und 22. XII. 1923 bei Rechtenbach, am 6. XI. 1923 im Rainbach bei der Schulzekanzewiese (Forstamt Bischbrunn), am 8. XII. 1923 im Neuhöllenbach bei Neustadt am Main. In der Rhön am 9. X. 1924 bei Rengersfeld (südlich Gersfeld).

21. *Rhitrogena* sp. Larven am 13. V. 1923 im Hasslochbach, am 21. V. 1923 im Rechtenbach, am 29. IV. 1923 im Buchbrunn oberhalb Homburg am Main.

22. *Heptagenia* sp. Larven am 13. V. 1923 im Hasslochbach.

23. *Ecdyurus fluminum* Pict. Larven am 15. V. 1923 im Rechtenbach, am 6. XI. 1923 im Rainbach (Südspessart), am 30. XI. 1923 in der Lohr bei der Mühle Helminenglück.

II. Plekoptera.

1. *Perlodes microcephala* Pict. Larven am 15. V. 1923 im Rechtenbach bei der 1. Walkmühle, am 14. IV. 1923 im Seebach bei Hain (Mittelspeessart).

2. *Perlodes* sp. Junge Larve am 9. X. 1924 auf dem Ölberg (Rhön), in einer Wiesenquelle (Spaltquelle) östlich Kippelbach.

3. *Dinocras cephalotes* Curt. Eine junge Larve am 23. V. 1923 im Rechtenbach an der 1. Walkmühle.

4. *Perla marginata* Panz. Larven am 21. IX. 1924 in der Bieber bei Wirtheim.

5. *Chloroperla venosa* St. Larven am 8. und 15. XII. 1923 in der unteren Lohr, am 9. XII. 1923 im Neuhöllenbach bei Neustadt (Main).

6. *Chloroperla grammatica* Scop. Larven am 31. V. 1923 im Aubach (Zufluss der Lohr), am 4. IX. 1924 in der Kinzig bei Wächtersbach.

7. *Chloroperla rivulorum* Pict. Larven am 20. IV. 1924 in der Ulster oberhalb Lahrbach.

8. *Chloroperla helvetica* Schoch. Larven am 8. XII. 1923 in der unteren Lohr.

9. *Isopteryx Burmeisteri* Pict. Imago. Fundort jedenfalls bei Lohr.

10. ***Capnopsis pygmaea*** Zett. Ein ♀ am 18. IV. 1924 bei Lohr. Eine sehr seltene Art; in Deutschland bisher nur an der Priessnitz in der Dresdener Heide gesammelt.

11. *Taeniopteryx Braueri* Klp. Larven am 29. III. 1924 bei Neustadt (Main) und am 28. VII. 1923 im Leubach oberhalb Fladungen.

12. *Taeniopteryx Kempnyi* Klp. Imagines im März 1924 massenhaft auf der Wackewiese bei Lohr.

13. *Nephelopteryx nebulosa* L. Imagines am 23. III. 1924 auf der Wackewiese bei Lohr, am 4. IV. 1924 in der Stadt Lohr, am 7. IV. 1924 auf der Steinbacher Landstrasse. Ein Exemplar fand sich sogar am 14. III. 1924 im Sprechzimmer von Dr. Stadler zu Lohr ein.

14. *Leuctra cingulata* Kny. Imago am 20. IX. 1924 in Lohr, Larven bei Kissingen in der fränkischen Saale.

15. *Leuctra Klapáleki* Kny. Imagines am 28. XI. 1924 an Leimringen der Apfelbäume im Rechtenbacher Grund, am 5. XII. 1924 ebenso im Partensteiner Grund, am 7. IX. 1923 am Main oberhalb Sackenbach; Larven am 21. IX. 1924 in der Bieber bei Wirtheim, am 23. XI. 1923 im Rechtenbach bei der 1. Walkmühle, am 9. X. 1924 im Sparbrodwasser (Rhön) und am 14. IX. 1924 bei Kissingen, in der Saale.

16. *Leuctra hippopus* Kny. Imagines am 21. IV. 1924 unterhalb dem Schwarzen Moor (Rhön), Birxer Abhang, in Quellmoos.
17. *Leuctra prima* Kny. Imagines am 20. II. 1924 im Rechtenbach, Larven am 12. XII. 1924 in der unteren Lohr.
18. *Protonemura praecox* Mort. Imago am 29. IV. 1923 am Buchbrunn (Homburg), Larven am 1. IV. 1924 im Neuhöllnbach.
19. *Protonemura fumosa* Ris. Larven am 29. IV. 1923 im Buchbach östlich Homburg.
20. *Protonemura nitida* Pict. Larven und Imagines am 9. X. 1924 auf dem Ölberg (Rhön), in einer Waldquelle östlich Kippelbach, desgleichen in und bei Sparbrod (Dorf), ebendort. Imagines ♂♂ und ♀♀ massenhaft an Leimringen der Apfelbäume des Rechtenbacher Grundes, 28. XI. 1924.
21. *Protonemura lateralis* Pict. Imago am 20. VII. 1923 in der Fuldanebenquelle (Wasserkuppe, Rhön).
22. *Protonemura nimborum* Ris. Ein ♀ am 20. VII. 1923 an der obersten Fulda (Wasserkuppe).
23. *Protonemura* sp. Larven in Mengen im Wachenbach (Forstamt Bischbrunn); in der Schönauer Schlucht, in der Wackewiese bei Lohr, in der Fuldaquelle, im Langen See bei Kahl.
24. *Amphinemura cinerea* Oliv. Imagines am 31. V. 1923 an der Lohr oberhalb Partenstein, Larven am 3. III. 1924 im Rechtenbach und im Klingenbach (Lohr).
25. *Nemura variegata* Oliv. Larven am 17. VIII. 1924 im Wildwassergraben bei Gambach (südöstlich Gemünden am Main), am 6. und 20. V. 1924 in Menge in einem Wiesengraben hinter Helminenglück, am 15. X. 1923 im Bächlein unterhalb dem Schleifbrunn (bei Urspringen, Bezirks-Amt Karlstadt). Imagines am 5. V. 1924 im Innern der Stadt Lohr.
26. *Nemura marginata* Pict. Imagines und Larven am 9. IV. 1924 bei Helminenglück, am 31. V. 1923 in der südlichen Lohrquelle oberhalb Lohrhaupten, am 6. XI. 1923 im Wildscheuerbrunn (Südspessart), am 28. VII. 1923 im Leubach oberhalb Fladungen (Rhön).
27. *Nemurella pictetii* Klp. Larven und Imagines am 8. IV. 1924 im Judenbrünle bei Sendelbach (Lohr), am 31. IV. 1924 im Pfatzbrunn nordöstlich Sackenbach (Lohr) (im Maintal), am

22. IV. 1924 bei Rechtenbach, am 21. IV. 1924 im Lemnetum eines Rinnals auf dem Birxer Abhang des Schwarzen Moores (Rhön).

Von der Tierwelt Unterfrankens und ihrer Verbreitung wissen wir viel und doch wieder wenig: in Einzelheiten und bei bestimmten Tiergruppen versagen unsere Kenntnisse fast vollständig. Auch von unseren einheimischen Stein- und Eintagsfliegen ist bisher fast nichts bekannt geworden. *Franz Leydig*: Über Verbreitung der Tiere im Rhöngebirge und im Maintal (Verhandlungen der naturgeschichtlichen Vereinigung der Rheinlande 38, 4. Folge, Band 8, Bonn 1888, S. 135; und *Horae zoologicae* 1902, S. 115) hat die Larve der als Vollkerf immer noch unbekanntes Ephemeride *Prosopistoma punctiforme* im Taubergebiet bei Rothenburg und im Main bei Aschaffenburg gefunden. In den *Horae zoologicae* bespricht *Leydig* ausserdem noch den Massenflug von „Ephemera“ am Main — gemeint ist das auf S. 243 erwähnte Auftreten der *Polymitarcis virgo*. 20 Jahre später begann ich selbst, diese wenig beachteten Kerfe zu sammeln. Am besten ist nunmehr abgesehen die nähere Umgebung des Städtchens Lohr, weil es mein ständiger Wohnsitz ist. Von hier aus sind die Bäche des Spessarts verhältnismässig gut besammelt: Die Lohr von ihrer Quelle oberhalb Lohrhaupten bis zur Mündung in der Stadt Lohr, samt ihren Aubach und Flörsbach genannten Strecken; der Rechtenbach, das Neuhöllnbächlein, die Hassloch; im Westgebiet des Spessarts der Seebach, ein Zufluss der Aschaff; im Nordgebiet die Kinzig und einer ihrer Seitenbäche, die Bieber. Es sind alles reissende, kleine und grössere Bäche im Bundsandstein, mit einer ausgesprochenen torrentikolen Fauna und Flora von teilweise Hochgebirgscharakter. So findet sich im Aubach der montane Wasserpilz (*Askomyzet Vibrissea truncorum*) und die echte Flussperlmuschel *Margaritana margaritifera*, und im Flörsbach lebt sogar das Alpentier *Baëtis alpinus*; ja wenige Kilometer abwärts, in der Frammersbacher Lohr, der sonst rein alpine Flagellat *Hydrurus foetidus*. Beide entdeckte ich hintereinander am gleichen Tag, dem 31. V. 1923. Im Mündungsgebiet der Lohr ist sodann gefunden die nordische *Capnopsis pygmaea*: im ganzen Spessart leben Tiere nordischer Herkunft mehr oder weniger zahlreich — diese in Deutschland so seltene Perlside bietet dafür ein neues Beispiel. In der Hoehrhön habe ich den verschiedensten Gewässern Proben entnommen — in den Gebieten, die zur fränkischen Saale gehören, wie in den der Weser zueilenden Flüssen Ulster und Fulda; ebenso in der Vorderrhön bei Kissingen. Es ist mehr ein Zufall, dass der offene Main und seine Altwässer bisher schlecht

durchforscht sind. Auch das Muschelkalkgebiet, das allerdings auch trockner ist, habe ich nur mehr oder weniger gelegentlich auf Ephemeriden und Plekopteren durchsucht: zu diesem Gebiet gehören die Fundorte Buchbach bei Homburg am Main, der Buchenbach mit seinem Brunnenzufluss Geisbrünnele, der Wildwassergraben bei Gambach, der Rosstalsberg und der Schleifbrunn. Das Geisbrünnele ist eines der vielen unterfränkischen Quellen, die den Höhlenkrebs *Niphargus puteanus* bergen. Vom Steigerwald liegt gar nur eine einzige Sammelprobe vor. Die gesamte Tierwelt Unterfrankens behandeln meine zwei Veröffentlichungen: Einiges über die Tierwelt Unterfrankens (Archiv für Naturgeschichte 90, Abteilung A, 1924, S. 169—201) und: Vorarbeiten zu einer Limnologie Unterfrankens (Verhandlungen des 2. internationalen Limnologenkongresses in Innsbruck 1923. Stuttgart 1924, S. 136—176).

St.

XVII. Sitzung vom 11. Dezember 1924.

Über Verbindungen mit Nebenvalenzen.

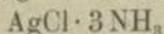
Von

R. Weinland.

Die neueren Vorstellungen über die Konstitution anorganischer Verbindungen höherer Ordnung, wie der Hydrate, Ammoniakate, Doppelsalze, Ammoniumsalze usw., beruhen u. a. auf der Nebenvalenztheorie *Alfred Werners*¹⁾. Diese gewinnt auch bei organischen Verbindungen zunehmend an Bedeutung.

Der Begriff der Nebenvalenz wurde von *Werner* an Verbindungen entwickelt, die durch Anlagerung von Ammoniak an gewisse Schwermetallsalze entstehen, nämlich an den Metallammoniakverbindungen.

Das in Wasser nur ganz wenig lösliche Chlorsilber (1 Liter Wasser löst etwa 1 mg) löst sich, wie allgemein bekannt ist, leicht in wässrigem Ammoniak. Aus dieser Lösung kann man eine kristallisierte Verbindung der Zusammensetzung

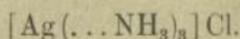


zur Abscheidung bringen.

Seit Aufstellung der elektrischen Dissoziationstheorie (1886) fragt man bei den gewöhnlichen anorganischen Salzen, wie die Ionen, in die sie zerfallen, zusammengesetzt sind. Dies stellt man nunmehr auch bei den komplizierteren Verbindungen fest. Bei dem obigen Silberchlorid-Ammoniak z. B. findet man, dass das Chloratom als Anion fungiert. Man kann es durch beliebige andere Säurereste ersetzen. Das Kation besteht dann aus dem Silberatom und den drei Ammoniakmolekülen. Wie hängen diese aber zusammen? Gewöhn-

¹⁾ Siehe hierüber *A. Werner*, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 5. Aufl., neu bearbeitet von *P. Pfeiffer*, Braunschweig 1923.

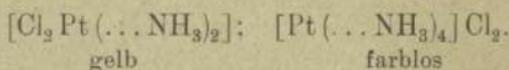
liche oder Hauptvalenzen sind nicht mehr vorhanden, weder beim einwertigen Silber, das seine Hauptvalenz gegen das Chlorion abgèsättigt hat, noch beim Stickstoff, der seine drei Hauptvalenzen durch drei Wasserstoffatome verbraucht hat. Für diese Bindung des Metallatoms mit den Ammoniakmolekülen nimmt *Werner* die Wirkung von Nebenvalenzen an, die vom Stickstoffatom ausgehen. Man drückt dies durch eine punktierte Linie aus, ausserdem umgibt man das zusammengesetzte Ion, den „Komplex“, im obigen Falle ein Kation, mit einer eckigen Klammer:



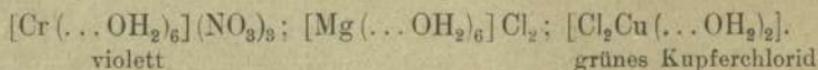
Dass keines der Wasserstoffatome des Ammoniaks an der Bindung beteiligt ist¹⁾, geht daraus hervor, dass auch Stickstoffverbindungen, an deren Stickstoff keine Wasserstoffatome gebunden sind, wie die tertiären Amine oder das Pyridin, derartige Kationen bilden.

Wir stellen nebenbei fest, dass unlösliche Salze ganz allgemein, wenn sie Ammoniak anlagern, löslich werden, wie z. B. das pflirsichblütrote, sublimierte Chromichlorid, das olivengrüne Platochlorid, die schwerlöslichen Schwermetallphosphate und -karbonate u. a. Seine grosse Löslichkeit in Wasser überträgt das Ammoniak auf die Verbindungen, die es enthalten.

Lagert sich an ein Metallsalz weniger Ammoniak an, so entstehen Nichtelektrolyte; so bildet das genannte grüne Platochlorid mit zwei Molekülen Ammoniak einen Nichtelektrolyten, mit vier Molekülen ein komplexes Kation:



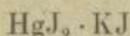
Wie der Stickstoff im Ammoniak und seinen Derivaten, so kann sein rechter Nachbar im periodischen System, der Sauerstoff, in seinen Wasserstoffverbindungen, dem Wasser und dem Hydroperoxyd, eine Nebenvalenz äussern, wobei die Salz- usw. hydrate, die früher auch Kristallwasserbindungen genannt wurden, entstehen. Von diesen sind die meisten Kationen, es gibt aber auch Nichtelektrolyte:



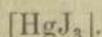
Eine andere Art von Nebenvalenzen tritt in den Doppelhalogeniden auf. Das so gut wie wasserunlösliche, rote Quecksilberjodid löst sich leicht in Jodkaliumlösung mit gelblicher Farbe.

¹⁾ Über die Äusserung von Nebenvalenzen durch derartige Wasserstoffatome siehe unten S. 256.

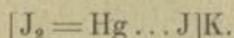
Aus dieser Lösung scheidet sich eine blassgelbe Verbindung der Zusammensetzung



aus. In dieser bildet das Kaliumion das Kation, man kann es durch beliebige andere Metalle und organische Basen ersetzen. Auf der anderen Seite steht das Anion



In diesem sind zwei Jodatome durch Hauptvalenzen, eines nach den jetzigen Anschauungen durch eine Nebenvalenz an das Quecksilberatom gebunden:



Dieses letztere Jodatome sättigt seine Hauptvalenz durch das Kaliumatom im Kation.

In solchen Fällen, die überaus zahlreich sind, entsteht somit ein komplexes Anion.

Allgemeines über die Nebenvalenzen und über die Nebenvalenzverbindungen.

1. Was die Fähigkeit betrifft, Nebenvalenzen zu äussern, so kommt sie allen Elementen zu, die Hauptvalenzen entwickeln können, am wenigsten den am stärksten positiven Leichtmetallen, wie dem Cäsium und Barium.

2. Nebenvalenzbindung findet in der Regel zwischen negativen und positiven Elementen statt. Diejenigen Nichtmetalle, die auch sonst grosses Vereinigungsbestreben mit anderen Elementen besitzen, nämlich der Sauerstoff, der Stickstoff, die Halogene, der Schwefel u. a., äussern auch sehr gerne Nebenvalenzen.

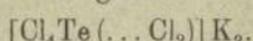
Bindungen ein und desselben Elementes durch Nebenvalenzen kommen im allgemeinen nicht vor, vielleicht bei Kohlenstoffverbindungen (siehe unten S. 257). Dagegen verbindet sich in einigen Fällen ein elementares Ion mit Molekülen oder Atomen desselben Elementes (siehe unten S. 257).

3. Nicht in allen Verbindungen zeigt ein Element das Vermögen, Nebenvalenzen zu äussern. So kann der Stickstoff im Ammoniak und allen seinen Abkömmlingen eine Nebenvalenz entwickeln, nicht dagegen in den Ammoniumverbindungen. Sodann kann vom Stickstoff im Stickoxyd eine Nebenvalenz ausgehen, aber nicht vom Stickoxydul. Der Stickstoff in den Nitriten kann eine Nebenvalenz äussern, nicht der in den Nitraten.

Der Sauerstoff kann im Wasser, in der Hydroxylgruppe, sei sie an Metalle oder an Kohlenstoff gebunden, auch in Metalloxyden, ferner in Ketonen und Aldehyden und als Carbonylsauerstoffatom der Carboxylgruppe eine Nebenvalenz äussern. Die doppelt gebundenen Sauerstoffatome der anorganischen Sauerstoffsäuren verhalten sich in dieser Hinsicht nicht gleich.

Der Schwefel ist im Schwefelwasserstoff für gewöhnlich nicht zur Bildung von Nebenvalenzverbindungen befähigt, wohl aber in den organischen Schwefelverbindungen, besonders z. B. im Thioharnstoff. In den Sulfaten aber entwickelt er keine Nebenvalenz.

Das Tellur besitzt einerseits in den Telluriden das Vermögen, eine Nebenvalenz zu entfalten, und andererseits bildet es in den Tetrahalogeniden mit zwei Halogenionen Telluranionen:



Der Phosphor kann z. B. im Phosphortrichlorid und in den Phosphinen eine Nebenvalenz aufbringen, aber nicht in allen seinen Verbindungen.

4. Was die Zahl der Nebenvalenzen betrifft, die einem Element zukommt, so beträgt sie bei den Nichtmetallen mit niedrigem Atomgewicht durchweg eins, also beim Stickstoff, Sauerstoff, Fluor, Schwefel und Chlor. Das sind zum Teil Elemente, deren Hauptvalenz sehr wechselnd ist.

Andererseits können die Metalle, auch wenn sie nur in einer Wertigkeit auftreten wie etwa das Zink, sehr verschieden viele Nebenvalenzen entwickeln, als obere Grenze meistens sechs. Von den Gesetzen, die die Zusammensetzung der Komplexe beherrschen, handelt die hier nicht zu besprechende Koordinationslehre.

5. Man könnte meinen, Nebenvalenzen treten bei Elementen, die verschiedene Wertigkeiten besitzen, dann auf, wenn nicht die höchste Wertigkeit besteht. Das ist aber keineswegs der Fall, das zweiwertige Kupfer besitzt Nebenvalenzen, wie das einwertige, und das dreiwertige Eisen, wie das zweiwertige. Sodann äussern Elemente, von denen nur Verbindungen einer Wertigkeit bekannt sind, auch Nebenvalenzen, wie das Zink.

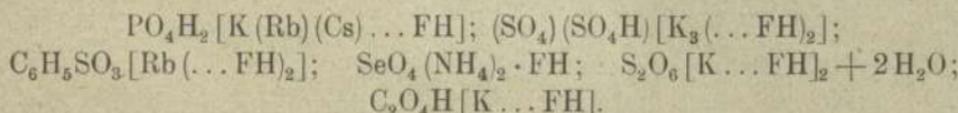
6. Die Äusserung von Nebenvalenzen ist eine für ein Element sehr charakteristische Eigenschaft. So gibt das zweiwertige Eisen das Hexacyano-anion im Kaliumferrocyanid, das Nickel ein Tetracyano-anion. Bor und Silizium bilden wohl die Bor- und Kieselflussäure, aber nicht die analogen Säuren mit Chlor.

Sodann sind Nebervalenzverbindungen nahe verwandter Elemente oft in ihren Eigenschaften sehr verschieden, zum Teil so sehr, dass dies analytisch verwertbar ist: Das Nickel bildet mit Dimethylglyoxim ein überaus schwer lösliches, rosarotes, inneres Komplexsalz (siehe unten S. 255). Die entsprechende Verbindung des ihm nahe verwandten Kobalts ist leicht löslich.

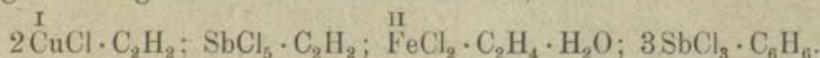
Sodann ist das gelbe Hexammin-kobalti-chlorid eine sehr beständige Verbindung, aber man kann das analoge Hexaquosalz nicht darstellen.

Ferner vereinigen sich von den Wasserstoffverbindungen der Nichtmetalle der ersten Reihe des periodischen Systems das Ammoniak und das Wasser mit den Salzen der verschiedensten Metalle, allerdings mit der Abstufung, dass die Schwermetalle hierzu am meisten befähigt sind, am wenigsten die positiven Alkalimetalle Kalium, Rubidium und Caesium.

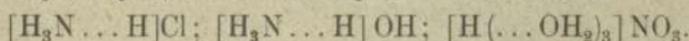
Der Fluorwasserstoff verbindet sich dagegen, wie der Vortragende fand, nur mit Salzen des Kaliums, Rubidiums, Caesiums und des Ammoniums, wie z. B.:



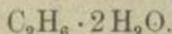
Von den Kohlenwasserstoffen vereinigen sich nur die ungesättigten mit gewissen Schwermetallsalzen; z. B.



Das Wasserstoffion ist sehr befähigt, Nebervalenzen zu äussern; hierauf beruht die Bildung der Ammoniumsalze und des Ammoniumhydroxyds, sowie der Hydrate der Säuren:



Hier führen wir noch das neuerdings von *P. Rabe*¹⁾ untersuchte Hydrat des Äthans an:



Einteilung der Nebervalenzverbindungen.

Man kann die Nebervalenzverbindungen in drei Klassen einteilen.

Die **erste Klasse** betrifft Verbindungen, die durch Nebervalenzen von Atomen zustande kommen, die ihre Hauptvalenzen ganz oder

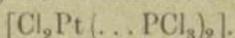
¹⁾ Zeitschr. angew. Chem. 37, 797. 1924.

teilweise abgesättigt haben. Es sind Verbindungen, die aus zwei oder mehr Molekülen bestehen.

Bei der ersten Gruppe von diesen wird die Vereinigung von zwei oder mehr Molekülen durch Nebervalenzen bewirkt, die von Nichtmetallen gegen Metalle und auch gegen gewisse Nichtmetalle, die etwas Metallisches in sich haben, wie Bor und Silizium, ausgehen. Es entstehen Kationen, Anionen oder Nichtelektrolyte, s. die oben S. 249 ff. formulierten Verbindungen.

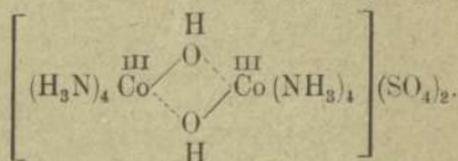
Unter der Unzahl der hiergehörigen Verbindungen nennen wir hier diejenigen, die das Zinntetrachlorid (der Spiritus fumans Libavii) mit allen möglichen sauerstoffhaltigen organischen Verbindungen bildet¹⁾, wie z. B. mit Methylalkohol (unter starker Erwärmung).

Sodann erwähnen wir eine interessante Platochlorid-phosphortrichlorid-Verbindung der Zusammensetzung



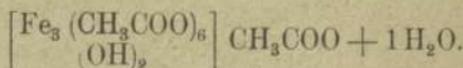
Der Phosphor ist durch eine Nebervalenz an das Platin gebunden; diese Bindung ist so fest, dass Wasser die Chloratome hydrolysiert unter Bildung einer Platin-dichloro-diphosphorigen Säure, und dass durch Alkohol ein Platin-dichloro-diphosphorigsäure-ester entsteht.

Mehrkernige Verbindungen kommen u. a. durch Nebervalenzen der Sauerstoffatome von Hydroxylgruppen zustande, z. B.

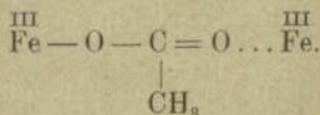


Oktammin- μ -diol-dikobaltisulfat

Ein eigentümliches mehrkerniges Kation liegt den Salzen einer Anzahl von Metallen mit organischen Säuren zugrunde (*R. Weinland* 1909), so ist das tiefrote Ferriazetat das Azetat eines mehrkernigen Triferri-hexaacetato-dihydroxo-kations der Formel

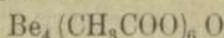


Die Bindung der Eisenatome wird durch Nebervalenzen bewirkt, die von den Carbonyl-sauerstoffatomen der Carboxylgruppe ausgehen:



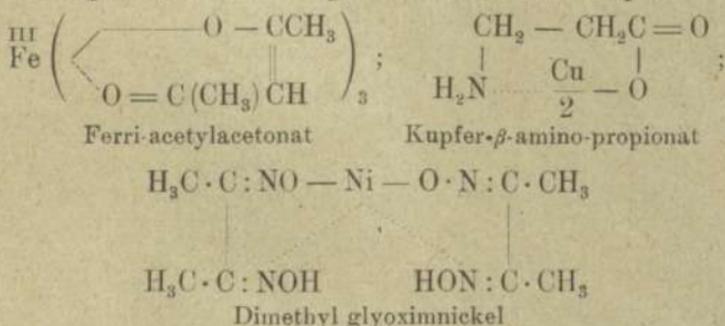
¹⁾ Das Mol.-Gew. einer Anzahl derselben wurde von *W. Hieber* (*Ann. Chem.* **439**, 97. 1924) bestimmt, wobei sich Besonderheiten zeigten.

Höchst bemerkenswert ist es, dass ein hierher gehörendes mehrkerniges basisches Berylliumacetat der Zusammensetzung



bei 331° (760 mm) unzersetzt siedet.

Die zweite Gruppe bilden Verbindungen, die dadurch charakterisiert sind, dass in einem und demselben Molekül neben den Hauptvalenzen Nebervalenzen bestehen. Die so konstituierten Salze heißen innere Komplexsalze. Folgende dienen als Beispiel:



Hierher gehören ferner die physiologisch wichtigen Stoffe Hämatin und Chlorophyll.

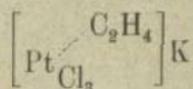
Während im allgemeinen die Verbindungen mit Nebervalenzen sich beim Erhitzen zersetzen, wie die Salzhydrate und -ammoniakate, sind einige Acetylacetonate, die innere Komplexsalze vorstellen, schon bei gewöhnlichem Druck unzersetzt flüchtig, so siedet das Aluminiumsalz bei 314°, das Berylliumsalz bei 270°.

Die dritte Gruppe bilden die organischen Molekülverbindungen.

Derartige Verbindungen sind z. B. die Chinhydrone. Von diesen hat *P. Pfeiffer*¹⁾ bewiesen, dass es bei der Phenolkomponente weder das Hydroxylsauerstoffatom, noch das Hydroxylwasserstoffatom, noch die Wasserstoffatome am Kohlenstoff sind, die die Vereinigung mit den Sauerstoffatomen des Chinons (durch Nebervalenzen) bewirken, sondern dass vielmehr die Nebervalenzen der Chinonsauerstoffatome gegen die Kohlenstoffatome des Phenols gerichtet sind. Da man aber nicht ein einzelnes Kohlenstoffatom auswählen kann, spricht *Pfeiffer* in solchen Fällen von einem Affinitätsfeld der Kohlenstoffatome, das die Nebervalenz ausübt. Eine Lokalisation der Nebervalenz, wie sie in allen bisher angeführten Verbindungen angenommen wurde, ist demnach hier nicht mehr möglich. Ein solches Affinitäts-

¹⁾ Ann. Chem. 412, 253. 1916; 440, 241. 1924.

feld bilden nach *Pfeiffer* z. B. auch die beiden Kohlenstoffatome des Äthylens in dem gelben Kalium-äthylen-trichloro-platoat



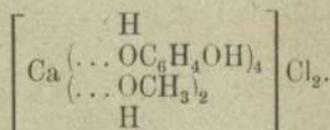
gegenüber dem Platinatom.

Dagegen kann man in folgenden Fällen die Nebenvalenzen wieder lokalisieren¹⁾:

Tetramethyl-diamino- dibenzalaceton	löst sich in Benzol	grüngelb
"	" " " Anisol	"
"	" " " Phenol	blutrot
"	" " " Anilin	orangerot
"	" " " Methylanilin	rotorange
"	" " " Dimethylanilin	gelb

Hier ist es das Hydroxylwasserstoffatom des Phenols, bzw. ein Wasserstoffatom der Aminogruppe des Anilins, welche die Nebenvalenzen ausüben.

Ebenso kann man bei den Additionsverbindungen der Phenole an Metallsalze²⁾ die Nebenvalenzen lokalisieren, sie gehen vom Hydroxylsauerstoffatom aus, z. B. bei den Verbindungen des Kalziumchlorids mit vier Mol. Brenzkatechin und zwei Mol. eines Alkohols:



Bei den Phenolen können hiernach die Nebenvalenzen vom Sauerstoffatom, vom Hydroxylwasserstoffatom und von den Kohlenstoffatomen ausgehen.

Bei den bekannten Verbindungen der Pikrinsäure usw. mit aromatischen Kohlenwasserstoffen, die neuerdings von *O. Dimroth*³⁾ physikalisch-chemisch untersucht worden sind, muss man aber wieder annehmen, dass die Nebenvalenzen der Nitrogruppen gegen ein Affinitätsfeld der Kohlenstoffatome gerichtet sind.

Hier sind sodann die Choleinsäuren von *H. Wieland*⁴⁾ zu

¹⁾ *P. Pfeiffer*, Zeitschr. anorg. Chem. **137**, 285. 1924.

²⁾ *Weinland* u. *W. Denzel*, B. **47**, 2990. 1914. — *W. u. G. Bärlocher*, B. **52**, 147. 1919.

³⁾ *Ann. Chem.* **438**, 67. 1924.

⁴⁾ *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **97**, 1. 1916.

nennen, welche Verbindungen von Fettsäuren mit Desoxycholsäure ($C_{24}H_{40}O_4$) vorstellen. Es verbinden sich

8 Mol. Desoxycholsäure	mit	1 Mol. Fettsäure	von der Pentadecylsäure	bis zur Montansäure
5 "	"	"	1 "	Capronsäure
4 "	"	"	1 "	Buttersäure
1 "	"	"	1 "	Essigsäure.

*Rheinbold*¹⁾ ist der Ansicht, dass das Fettsäuremolekül in diesen Verbindungen eine Art Koordinationszentrum bildet.

Hier ist auch die bekannte Verbindung von je 1 Mol. Cholesterin und Digitonin ($C_{54}H_{92}O_{28}$) (*Ad. Windaus*) zu nennen.

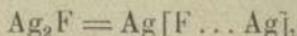
Sehr interessante organische Molekülverbindungen hat neuerdings *Br. Emmert* beim γ - γ -Dipyridyl aufgefunden; das Dibenzyl-dipyridylium-dibromid vereinigt sich mit zahlreichen aromatischen Aminen und Phenolen zu prachtvoll gefärbten Stoffen von grosser Kristallisationskraft. Über ihre Konstitution lässt sich vorläufig nichts sagen.

Endlich nimmt man neuerdings auch in gewissen Polysacchariden und Proteinsubstanzen Bindungen durch Nebenvalenzen an.

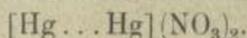
Ob auch Nebenvalenzbindungen von Kohlenstoff zu Kohlenstoff vorkommen, was, da die Kohlenstoffatome zu Hauptvalenzbindungen untereinander vorzugsweise befähigt sind, immerhin möglich ist, hat man noch nicht feststellen können (*Kautschuk?*).

Bei der **zweiten Klasse** von Nebenvalenzverbindungen handelt es sich um solche von ungebundenen Atomen an solche, die ihre Hauptvalenzen betätigt haben.

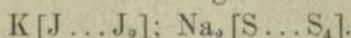
Die erste Gruppe von diesen betrifft solche, bei denen ein Ion sich mit einem Element durch Nebenvalenzen vereinigt. Hierher gehört z. B. das gelbe Silbersubfluorid



und wahrscheinlich die stets doppelmolekularen Mercurosalze; bei diesen hält es *E. Schilow*²⁾ für möglich, dass ein Quecksilberatom durch Nebenvalenzen an das Mercurium gekettet ist:



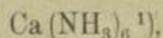
Sodann sind hier die Polyjodide und Polysulfide zu nennen, bei denen an das Jod- bzw. Schwefelion Atome oder Moleküle Jod bzw. Schwefel durch Nebenvalenzen gebunden sind:



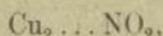
¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 37, 834. 1924.

²⁾ Zeitschr. anorg. Chem. 133, 55. 1924.

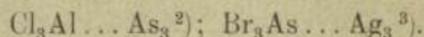
Verbindungen von Elementen mit Molekülen stellen z. B. die Ammoniakverbindungen der Alkali- und Erdalkalimetalle vor, wie das rotgoldglänzende



ferner die Nitrometalle, wie

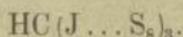


und eine Verbindung des Arsens mit Aluminiumchlorid, bzw. eine solche des Silbers mit Arsentribromid:

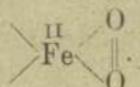


Vielleicht sind die Metallkarbonylverbindungen wie das bekannte Nickel-tetracarbonyl und das Eisen-pentacarbonyl auch hierher zu stellen.

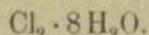
Endlich erwähnen wir eine Verbindung von einem Molekül Jodoform mit 24 Atomen (= 3 Mol.) Schwefel⁴):



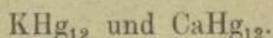
Auch das Oxy- und das Kohlenoxyd-Hämoglobin sind hier anzuführen:



Hier ist auch das Chlorhydrat zu nennen:



Die dritte und letzte Klasse von Nebenvalenzverbindungen bilden z. B. die Amalgame, wie



Es sind Verbindungen von Atomen, die anderwärts nicht gebunden sind. Man rechnet sie nach Pfeiffer zu den Nebenvalenzverbindungen, da ihre Zusammensetzung von der Wertigkeit der betreffenden Metalle unabhängig ist.

1) W. Biltz und G. Hüttig, Zeitschr. anorg. Chem. **114**, 241. 1920.

2) O. Ruff und K. Staih, Zeitschr. anorg. Chem. **117**, 191. 1921.

3) S. Hilpert und Fr. Herrmann, B. **46**, 2218. 1913.

4) V. Anger, Chem. Zentralbl. **1908**. I. 1250.

Mitgliederstand

der

Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg
am 31. Dezember 1924.

I. Ordentliche einheimische Mitglieder.

Lfd. Nr.	Jahr der Aufnahme	
1	1870	Dr. <i>Helfreich</i> , Friedrich, Hofrat, em. Universitäts-Professor.
2	1876	Dr. <i>Kirchner</i> , Wilhelm, Hofrat, em. Universitäts-Professor.
3	1879	Dr. <i>Diem</i> , Wilhelm, Hofrat, prakt. Arzt.
4	1881	Dr. <i>Rieger</i> , Konrad, Universitäts-Professor.
5	1882	Dr. <i>Seifert</i> , Otto, Universitäts-Professor.
6	1887	Dr. <i>Rösgen</i> , Philipp, Hofrat, prakt. Arzt.
7		Dr. <i>Lehmann</i> , Karl Bernhard, Geh. Hofrat, Universitäts-Professor.
8	1888	Dr. <i>Geigel</i> , Richard, Universitäts-Professor.
9	1889	Dr. <i>Seisser</i> , Rudolf, Hofrat, prakt. Arzt.
10	1890	Dr. <i>Guttenberg</i> , Alexander, prakt. Arzt.
11	1893	Dr. <i>Omeis</i> , Theodor, Professor, Direktor der landwirtschaftl. Kreisversuchsstation.
12	1894	Dr. <i>Hofmann</i> , Adam, prakt. Arzt.
13	1896	Dr. <i>Marbe</i> , Karl, Universitäts-Professor.
14	1897	Dr. <i>Hellmann</i> , Ludwig, Facharzt.
15	1898	Dr. <i>Burckhard</i> , Georg, Universitäts-Professor.
16		Dr. <i>Beckenkamp</i> , Jakob, Geh. Hofrat, Universitäts-Professor.
17	1899	Dr. <i>Stumpf</i> , Julius, Obermedizinalrat, Universitäts-Professor und Landgerichtsarzt.
18		Dr. <i>von Frey</i> , Max, Geh. Hofrat, Universitäts-Professor.
19	1903	Dr. <i>Kirchgessner</i> , Philipp, Facharzt.
20		Dr. <i>Schäffer</i> , Raimund, prakt. Arzt.
21		Dr. <i>Reichardt</i> , Martin, Universitäts-Professor.
22		Dr. <i>Rosenberger</i> , Wilhelm, Facharzt.
23	1904	Dr. <i>Harms</i> , Fritz, Universitäts-Professor.
24	1905	Dr. <i>Pauly</i> , Hermann, Universitäts-Professor.
25	1906	Dr. <i>Fiek</i> , Friedrich, Fabrikleiter.
26	1907	Dr. <i>Lüdke</i> , Hermann, Universitäts-Professor.

Lfd. Nr.	Jahr der Aufnahme	
27	1908	Dr. <i>Wolde</i> , Oskar, Facharzt.
28		Dr. <i>Ackermann</i> , Dankwart, Universitäts-Professor.
29	1909	Dr. <i>Zieler</i> , Karl, Universitäts-Professor.
30		Dr. <i>Meyer</i> , Oskar B., Facharzt.
31		Dr. <i>Hoffmann</i> , Richard.
32	1911	Dr. <i>Bergrath</i> , Robert, Facharzt.
33		Dr. <i>von Halban</i> , Hans, Universitäts-Professor.
34		Dr. <i>Emmert</i> , Bruno, Universitäts-Professor.
35		Dr. <i>Magnus-Atsleben</i> , Ernst, Universitäts-Professor.
36	1912	Dr. <i>Flury</i> , Ferdinand, Universitäts-Professor.
37		Dr. <i>Lubosch</i> , Wilhelm, Universitäts-Professor.
38	1913	Dr. <i>Schmidt</i> , Martin Benno, Geh. Hofrat, Universitäts-Professor.
39		Dr. <i>Leupold</i> , Ernst, Universitäts-Professor.
40	1914	Dr. <i>v. Ubisch</i> , Leopold, Universitäts-Professor.
41		Dr. <i>Dahl</i> , Wilhelm, Facharzt.
42		Dr. <i>Seifert</i> , Ernst, Universitäts-Professor.
43	1915	Dr. <i>Ruland</i> , Ludwig, Universitäts-Professor.
44	1916	Dr. <i>Schleip</i> , Waldemar, Universitäts-Professor.
45	1917	Dr. <i>Rietschel</i> , Hans, Universitäts-Professor.
46		Dr. <i>Kirch</i> , Eugen, Universitäts-Professor.
47	1918	Dr. <i>Kirchner</i> , Karl, Facharzt.
48		Dr. <i>Dimroth</i> , Otto, Universitäts-Professor.
49		Dr. <i>Stöhr</i> , Philipp, Privatdozent.
50	1919	Dr. <i>Port</i> , Konrad, Universitäts-Professor.
51		Dr. <i>Nonnenbruch</i> , Wilhelm, Universitäts-Professor.
52		Dr. <i>Förtig</i> , Hermann, Universitäts-Assistent.
53		Dr. <i>Leuchs</i> , Julius, Direktor der bakteriol. Untersuchungs-Anstalt.
54		Dr. <i>Rieger</i> , Kurt, Universitäts-Assistent.
55		Dr. <i>Baerthlein</i> , Karl, Reg.-Medizinalrat, Universitäts-Professor.
56		Dr. <i>König</i> , Fritz, Geh. Medizinalrat, Universitäts-Professor.
57		Dr. <i>Hagemann</i> , Richard, Universitäts-Professor.
58		Dr. <i>Manasse</i> , Paul, Universitäts-Professor.
59		Dr. <i>Sapper</i> , Karl Theodor, Universitäts-Professor.
60		Dr. <i>Thoma</i> , Eugen, Reg.-Medizinalrat.
61	1920	Dr. <i>Huttner</i> , Friedrich, Korpsstabsapotheker.
62		Dr. <i>Weinland</i> , Rudolf, Universitäts-Professor.
63		Dr. <i>Schmitt</i> , Walther, Privatdozent.
64		Dr. <i>Penners</i> , Andreas, Universitäts-Assistent.
65	1921	Dr. <i>Förster</i> , Alfons, juliusspitäl. Oberarzt, Privatdozent.
66		Dr. <i>Heuner</i> , Karl, Reg.-Medizinalrat.
67		Dr. <i>Stahnke</i> , Ernst, Privatdozent.
68		Dr. <i>Hellmann</i> , Karl, Universitäts-Assistent.
69		Dr. <i>Meyer</i> , Max, Privatdozent.
70		Dr. <i>Heinrich</i> , Gustav, Universitäts-Professor.
71		Dr. <i>Bogendorfer</i> , Ludwig, Privatdozent.
72		Dr. <i>Sticker</i> , Georg, Universitäts-Professor.

Lfd. Nr.	Jahr der Aufnahme	
73	1921	Dr. <i>Hilb</i> , Emil, Universitäts-Professor.
74		Dr. <i>Christa</i> , Emanuel, Privatdozent.
75		Dr. <i>Morawitz</i> , Paul, Universitäts-Professor.
76		Dr. <i>Gutmann</i> , Bernhard, prakt. Arzt.
77	1922	Dr. <i>Rost</i> , Georg, Universitäts-Professor.
78		<i>Kabitzsch</i> , Curt, Verlagsbuchhändler.
79		Dr. <i>Ganter</i> , Georg, Universitäts-Professor.
80		Dr. <i>v. Weber</i> , Eduard, Universitäts-Professor.
81		Dr. <i>Walkhoff</i> , Otto, Universitäts-Professor.
82		Dr. <i>Noack</i> , Konrad Ludwig, Privatdozent.
83		Dr. <i>Strecker</i> , Herbert, Universitäts-Assistent.
84		Dr. <i>Peltason</i> , Felix, Universitäts-Assistent.
85		Dr. <i>Bolza</i> , Hans, Fabrikdirektor. Ständerbühl.
86		Dr. <i>Kirchner</i> , Heinrich, Privatdozent.
87		<i>v. Hirsch</i> , Würzburg, Ludwigstrasse.
88	1923	Dr. <i>Wagner</i> , Ernst, Universitäts-Professor.
89		Dr. <i>v. Jan</i> , Eduard, prakt. Zahnarzt.
90		Dr. <i>Steidle</i> , Hans, Universitäts-Assistent.
91		Dr. <i>Schulze</i> , Werner, Privatdozent.
92		Dr. <i>Häßler</i> , Karl, Universitäts-Assistent.
93		Dr. <i>Münch</i> , Josef, Privatdozent.
94		Dr. <i>Gauss</i> , Karl Johann, Universitäts-Professor.
95		Dr. <i>Herzog</i> , Fritz, Universitäts-Assistent.
96		Dr. <i>Schön</i> , Rudolf, Universitäts-Assistent.
97		Dr. <i>Glaser</i> , Ludwig Karl, Privatdozent.
98	1924	Dr. <i>Zöpffel</i> , Helmuth, Facharzt.
99		Dr. <i>Wöhlisch</i> , Edgar, Privatdozent.
100		Dr. <i>Gabbe</i> , Ernst, Privatdozent.
101		Dr. <i>Rapp</i> , Eugen, Universitäts-Assistent.
102		Dr. <i>Specht</i> , Richard, Universitäts-Assistent.
103		Dr. <i>Letterer</i> , Erich, Universitäts-Assistent.
104		Dr. <i>Walter</i> , Hermann, Universitäts-Assistent.
105		Dr. <i>Redenz</i> , Ernst, Universitäts-Assistent.
106		Dr. <i>Wetzel</i> , Robert, Universitäts-Assistent.
107		Dr. <i>Lobeck</i> , Erich, Universitäts-Assistent.
108		Dr. <i>Birnbaum</i> , Georg, Privatdozent.
109		Dr. <i>Termer</i> , Franz, Privatdozent.
110		Dr. <i>Schriever</i> , Hans, Universitäts-Assistent

II. Ordentliche auswärtige Mitglieder.

1	1888	Dr. <i>Landerer</i> , Robert, Facharzt, Stuttgart.
2	1891	Dr. <i>Heidenhain</i> , Martin, Universitäts Professor, Tübingen.
3	1900	Dr. <i>Wien</i> , Wilhelm, Geh. Hofrat, Universitäts-Professor, München.
4	1903	Dr. <i>Hammer</i> , Fritz, Arzt, Hamburg.
5	1906	Dr. <i>Noll</i> , Hugo, Reg.-Medizinalrat, Facharzt, Bad Kissingen.

Lfd. Nr.	Jahr der Aufnahme	
6	1907	Dr. <i>Lobenhoffer</i> , Wilhelm, Univ.-Professor, (beurl.), Krankenhausdirektor, Bamberg.
7	1914	Dr. <i>Horowitz</i> , Isaak, Facharzt, Frankfurt a. M.
8	1916	Dr. <i>Ibrahim</i> , Jussuf, Universitäts-Proffessor, Jena.
9		Dr. <i>Harder</i> , Richard, Hochschulprofessor, Stuttgart.
10	1917	Dr. <i>Süssmann</i> , Philipp Oskar, Privatdozent, Nürnberg.
11	1921	Dr. <i>Brandt</i> , Walter, Privatdozent Freiburg i. Br.

III. Ausserordentliche Mitglieder.

1	1868	Dr. <i>Böhm</i> , Rudolf, Geh. Medizinalrat, em. Univ.-Professor, Leipzig.
2	1876	Dr. <i>Braun</i> , Max, Geh. Reg.-Rat, em. Univ.-Prof., Königsberg i. Pr.
3	1878	Dr. <i>Virchow</i> , Hans, Geh. Med.-Rat, em. Universitäts-Proffessor, Berlin-Charlottenburg.
4	1879	Dr. <i>Wagenhäuser</i> , Josef, Universitäts-Proffessor, Tübingen.
5	1880	Dr. <i>Gad</i> , Johannes, Univ.-Professor i. R., Bubentsch bei Prag.
6	1885	Dr. <i>von Müller</i> , Friedrich, Geheimer Rat, Univ.-Professor, München.
7	1887	Dr. <i>Berten</i> , Jakob, Universitäts-Proffessor, München.
8	1888	Dr. <i>Lenk</i> , Hans, Universitäts-Proffessor, Erlangen.
9	1889	Dr. <i>du Mesnil de Rochemont</i> , Theodor, Sanitätsrat, Arzt, Altona.
10		Dr. <i>Heim</i> , Ludwig, Universitäts-Proffessor, Erlangen.
11	1891	Dr. <i>Sommer</i> , Robert, Universitäts-Proffessor, Giessen.
12	1892	Dr. <i>Riese</i> , Heinrich, Geh. Sanitätsrat, Professor, Berlin.
13	1893	Dr. <i>Koll</i> , Eduard, Krankenhaus-Oberarzt, Barmen.
14		Dr. <i>von Lenhossék</i> , Michael, Hofrat, Univ.-Professor, Budapest.
15	1895	Dr. <i>von Müller</i> , Koloman, Freiherr, Univ.-Professor, Budapest.
16		Dr. <i>Sobotta</i> , Johannes, Universitäts-Proffessor, Bonn.
17		Dr. <i>Wolff</i> , Gustav, Universitäts-Proffessor, Basel.
18	1898	Dr. <i>Dieudonné</i> , Adolf, Geh. Medizinalrat, Ministerialrat, München.
19		<i>Zierler</i> , Fr. E. Hj., Zahnarzt, Hamburg.
20		Dr. <i>Helbron</i> , Josef, Professor, Privatdozent, Berlin.
21	1899	Dr. <i>Weygandt</i> , Wilhelm, Univ.-Professor, Hamburg.
22	1904	Dr. <i>Peter</i> , Karl, Universitäts-Proffessor, Greifswald.
23		Dr. <i>Manchot</i> , Wilhelm, Hochschul-Proffessor, München.
24	1908	Dr. <i>Enderlen</i> , Eugen, Geh. Hofrat, Univ.-Professor, Heidelberg.
25	1911	Dr. <i>Schlagintweit</i> , Otto, Privatdozent (beurl.), Berlin.
26	1914	Dr. <i>Müller</i> , Ludwig Robert, Universitäts-Proffessor, Erlangen.

IV. Korrespondierende Mitglieder.

1	1874	<i>Doria</i> , G., Marchese, Genua.
2		Dr. <i>Senise</i> , Tomaso, Professor, Neapel.
3	1884	Dr. <i>Ludwig Ferdinand</i> , K. Hoheit, Prinz von Bayern, München.
4	1895	Dr. <i>von Ebner</i> , Viktor, Hofrat, Universitäts-Proffessor, Wien.
5		Dr. <i>Golgi</i> , Camillo, Professor, Pavia.
6	1905	Dr. <i>Einhoven</i> , W., Universitäts-Proffessor, Leyden.
7		Dr. <i>Neuburger</i> , Max, Universitäts-Proffessor, Wien.
8		Dr. <i>Spatz</i> , Bernhard, Geh. Sanitätsrat, Schriftleiter, München.