

5. 9. 1927

DIE  
NATURWISSENSCHAFTENHERAUSGEGEBEN VON  
ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE  
UND  
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN  
VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 35 (SEITE 705—720)

2. SEPTEMBER 1927

FÜNFZEHNTER JAHRGANG

## INHALT:

Versuche und Forschungen Voltas über die gleichförmige Ausdehnung der Luft und des Wasserdampfes durch Wärme und über die Spannungsdampfspannungen. Von F. MASSARDI, Mailand . . . 705	STAUDINGER, H., Tabellen zu den Vorlesungen über allgemeine und anorganische Chemie. (Ref.: A. Rosenheim, Berlin) . . . . . 719
Phälogenetische Untersuchungen über die tierische Zeichnung. Von VALENTIN HÄECKER, Halle a. S. (Mit 7 Figuren) . . . . . 710	SCHWARZ, R., Anorganische Chemie. (Ref.: A. Rosenheim, Berlin) . . . . . 720
BESPRECHUNGEN:	FOURNEAU, ERNEST, Heilmittel der organischen Chemie und ihre Herstellung. (Ref.: W. Schulemann, Vohwinkel) . . . . . 720
R. ABEGGS Handbuch der Anorganischen Chemie in 4 Bänden. 4. Band, 1. Abteilung, 1. Hälfte. (Ref.: A. Rosenheim, Berlin) . . . . . 718	WINDERLICH, RUDOLF, Chemie und Kultur. (Ref.: I. Koppel, Berlin) . . . . . 720

Soeben erschienen:

*Erster Ergänzungsband nebst Generalregister*  
ZU  
**Landolt-Börnstein**  
**Physikalisch-chemische Tabellen**

Fünfte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von

**Dr. Walther A. Roth** und **Dr. Karl Scheel**Professor an der Technischen Hochschule  
in BraunschweigProfessor an der Physik.-Techn.  
Reichsanstalt in Charlottenburg

X, 919 Seiten. 1927. Gebunden RM 114.—

## Aus dem Inhalt:

Atomgewichte und Radioaktivität. — Erdkonstanten, Schwerkraft, Geographische Lage, Erdmagnetismus. — Reduktion für Wägungen und Drucke. — Elastizität, Festigkeit, Härte, Reibung fester Körper. — Kompressibilität von Flüssigkeiten und Gasen, Gasmoleküle. — Zähigkeit von Flüssigkeiten. — Capillarität. — Diffusion. — Kritische Daten und Zustandsgleichung. — Spezifisches Gewicht, Schmelz- und Siedepunkte, Polymorphie von Elementen und Verbindungen. — Spezifisches Gewicht und Ausdehnung von Lösungen. — Mineralien. — Schmelz- und Erstarrungserscheinungen bei zwei und drei Stoffen. Legierungen. — Chemisches Gleichgewicht (Löslichkeit und Absorption). — Maßsystem, Maßeinheiten, Energie, Lichtgeschwindigkeit. — Atomphysik, Spektrum. — Optik, Absorption, Reflexion, Brechung. — Optische Drehung. — Elektrizität, Elektrochemie. — Magnetismus. — Thermometrie und Joule-Thomson-Effekt. — Wärmeausdehnung. — Spezifische Wärme. — Wärmeleitfähigkeit. — Sättigungs- und Reaktionsdrucke. — Molekulargewichtsbestimmungen. — Thermochemie. — Akustik. — Zeitschriften. — Alphabetisches Sachverzeichnis. — Sonderverzeichnis der Daten für besonders wichtige Substanzen.

In den meisten Tabellen ist die Literatur bis zum Ende 1926 berücksichtigt worden. In einzelnen Tabellen, die besonders aktuell sind, wie Feinbau der Krystalle, ist das Material aus dem Hauptbände wiederholt worden, so daß eine in sich abgeschlossene Bearbeitung des gesamten bis etwa Ende 1926 veröffentlichten Materials vorliegt. Manche Tabellen, wie Überführungszahlen in Krystallen, Brechungsvermögen und Molekularrefractionen von Metallalkylen und -arylen, sind neu aufgenommen.

Weitere Ergänzungsbande sind in Abständen von rund drei Jahren geplant.



## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 9.—. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1.— zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen:  $\frac{1}{2}$  Seite RM 150.—; Millimeter-Zeile RM 0.35. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseinganges. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24  
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch.

## Theorie und Anwendung

der

# Thermodynamik

werden in nachstehenden Bänden des „Handbuch der Physik“, herausgegeben von H. Geiger-Kiel und Karl Scheel-Berlin, behandelt.

Band IX:

## Theorien der Wärme

Redigiert von F. Henning. Mit 61 Abbildungen. VIII, 616 Seiten. 1926

RM 46.50; gebunden RM 49.20

**Klassische Thermodynamik.** Von Professor Dr. K. F. Herzfeld, München.  
**Der Nernstsche Wärmesatz.** Von Dr. K. Bennewitz, Charlottenburg.  
**Statistische und molekulare Theorie der Wärme.** Von Dr. A. Smekal, Wien.  
**Axiomatische Begründung der Thermodynamik durch Carathéodory.** Von Professor Dr. A. Landé, Tübingen.

**Quantentheorie der molaren thermodynamischen Zustandsgrößen.** Von Professor Dr. A. Byk, Charlottenburg.  
**Die kinetische Theorie der Gase und Flüssigkeiten.** Von Professor Dr. G. Jäger, Wien.  
**Erzeugung von Wärme aus anderen Energieformen.** Von Professor Dr. W. Jaeger, Berlin.  
**Temperaturmessung.** Von Professor Dr. F. Henning, Berlin.

Band X:

## Thermische Eigenschaften der Stoffe

Redigiert von F. Henning. Mit 207 Abbildungen. VII, 486 Seiten. 1926

RM 35.40; gebunden RM 37.50

**Zustand des festen Körpers.** Von Professor Dr. E. Grüneisen, Charlottenburg.  
**Schmelzen, Erstarren, Sublimieren.** Von Professor Dr. F. Körber, Düsseldorf.  
**Zustand der gasförmigen und flüssigen Körper.** Von Professor Dr. J. D. van der Waals jr., Amsterdam.  
**Thermodynamik der Gemische.** Von Professor Dr. Ph. Kohnstamm, Amsterdam.

**Spezifische Wärme (theoretischer Teil).** Von Professor Dr. Erwin Schrödinger, Zürich.  
**Spezifische Wärme (experimenteller Teil).** Von Professor Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.  
**Die Bestimmung der freien Energie.** Von Dr. Franz Simon, Berlin.  
**Thermodynamik der Lösungen.** Von Professor Dr. C. Drucker, Leipzig.

Band XI:

## Anwendung der Thermodynamik

Redigiert von F. Henning. Mit 198 Abbildungen. VII, 454 Seiten. 1926;

RM 34.50; gebunden RM 37.20

**Thermodynamik der Erzeugung des elektrischen Stromes.** Von Professor Dr. W. Jaeger, Berlin.  
**Wärmeleitung.** Von Professor Dr. M. Jakob, Charlottenburg.  
**Thermodynamik der Atmosphäre.** Von Professor Dr. A. Wegener, Graz.  
**Hygrometrie.** Von Dr. M. Robitzsch, Lindenberg.  
**Thermodynamik der Gestirne.** Von Professor Dr. E. Freundlich, Neubabelsberg.

**Thermodynamik des Lebensprozesses.** Von Professor Dr. O. Meyerhof, Berlin-Dahlem.  
**Erzeugung tiefer Temperaturen und Gasverflüssigung.** Von Dr. W. Meißner, Berlin.  
**Erzeugung hoher Temperaturen.** Von Dr. Carl Müller, Charlottenburg.  
**Wärmeumsatz bei Maschinen.** Von Professor Dr. Kurt Neumann, Hannover.



## Versuche und Forschungen Voltas über die gleichförmige Ausdehnung der Luft und des Wasserdampfes durch Wärme und über die Dampfspannungen<sup>1</sup>.

Von F. MASSARDI, Mailand.

Der erste Teil dieses Berichtes handelt von den Forschungen und Versuchen VOLTAS über die gleichmäßige Wärmeausdehnung der Luft, der zweite Teil betrifft seine Experimente und die von ihm ausgesprochenen Gesetze über die Spannungen gesättigter Dämpfe.

Dieser Bericht hat die für die Nationalausgabe der Werke von A. VOLTA unternommenen Forschungen zur Grundlage, in der die bereits erschienenen Abhandlungen VOLTAS veröffentlicht werden und seine bisher unveröffentlichten Manuskripte, die im Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Mailand aufbewahrt werden.

Die in diesem Bericht behandelten Arbeiten VOLTAS werden im zweiten Teil des jetzt im Druck befindlichen 7. Bandes der Nationalausgabe veröffentlicht.

### I. Teil.

#### *Versuche und Schlüsse Voltas über die gleichförmige Ausdehnung der Luft und des Wasserdampfes durch Wärme.*

Die ersten von VOLTA veröffentlichten Untersuchungen über die Wärme reichen bis in das Jahr 1783 zurück. In dem 3. Bande des von MACQUER übersetzten Wörterbuches der Chemie von SCAPOLI (Pavia 1783—1785) erschien ein Artikel über *Wärme*, als dessen Verfasser VOLTA nachgewiesen ist. Man kennt aber noch einen andern unveröffentlichten Vortrag von ihm über die Verdampfung, den er am 5. Juni 1787 in der Universität Pavia gehalten hat.

Diese im engen Zusammenhang mit den Anschauungen VOLTAS über die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Luftarten stehenden Arbeiten sind für uns bedeutungsvoll; denn, wenn sie auch die zeitgenössischen wissenschaftlichen Anschauungen widerspiegeln, weisen sie doch eine hervorragende Unabhängigkeit von der Art auf, wie diese herkömmlicherweise entwickelt zu werden pflegten.

Die in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts über das Wesen der Wärme und ihre Beziehungen zum Phlogiston verbreiteten Anschauungen drängten die Forscher dazu, diese beiden hypothetischen Fluida zum Gegenstand ihrer Untersuchungen vom chemischen Standpunkt aus zu machen. Nachdem nun durch LAVOISIER die Phlogistontheorie widerlegt war, drängte sich VOLTA plötzlich der

Gedanke auf, die Wirkungen der Wärme vom rein physikalischen Standpunkt zu untersuchen.

Gegen die Mitte des Jahres 1791, kann man sagen, hatte bereits VOLTA die betreffenden Versuche angestellt und seine Forschungen zum Abschluß gebracht. So beschreibt er in einem an FLEURIAN DE BELLEVUE gerichteten Brief vom 13. Juni 1791 seine Versuche über die gleichförmige Ausdehnung der Luft durch die Wärme und stellt Betrachtungen über das Verdampfen und Sieden von Wasser an. In diesem Briefe gibt er als Ausdehnungskoeffizient der Luft  $\frac{1}{200}$  für jeden Grad Réaumur an.

Von besonderer Wichtigkeit ist der Entwurf eines Briefes an Herrn D. SCASSO in London vom 16. Juni 1791; dieser enthält die erste Darstellung des experimentellen Teiles der von VOLTA zwei Jahre später in BRUGNATELLIS Annalen der Chemie (Bd. IV, Pavia 1793) veröffentlichten Abhandlung. In diesem Brief gibt VOLTA als Ausdehnungskoeffizient der Luft  $\frac{1}{210}$  für jeden Grad der 80teiligen Skala an.

Einen anderen, ebenfalls sehr interessanten Brief über denselben Gegenstand schrieb VOLTA an VAN MARUM am 28. März 1792 (veröffentlicht in einem von J. BOSSCHA herausgegebenen Band: *La correspondance de A. VOLTA et M. VAN MARUM*, Leiden 1905). In diesem Brief beschäftigt sich VOLTA zunächst mit Fragen der elektrischen Meteorologie; darauf bespricht er die Ergebnisse, mit denen MORVEAU die ungleichförmige Ausdehnung der Luft durch die Wärme nachgewiesen zu haben glaubte; sodann beschreibt er kurz die Versuche, die er selbst unter Vermeidung der Fehlerquellen angestellt hat und teilt die erhaltenen Ergebnisse mit, auf Grund deren er für den Ausdehnungskoeffizienten der Luft für jeden Grad der 80teiligen Skala  $\frac{1}{220}$  berechnet.

In einem Zusatz zu diesem Brief bemerkt BOSSCHA, daß der Wert  $\frac{1}{220}$  für den Grad Réaumur, der dem Wert  $\frac{1}{275} = 0,003637$  für den Centigrad entspricht, den scheinbaren Ausdehnungskoeffizienten der Luft in einem Glasgefäß darstellt: Fügt man nämlich den Betrag 0,000025 für die Ausdehnung des Glases hinzu, so erhält man 0,003662, was nur um 9 Milliontel von dem viel später von REGNAULT berechneten Wert 0,003671 abweicht; der Wert 0,003750, den GAY-LUSSAC 11 Jahre nach VOLTA berechnete, wich dagegen von dem REGNAULTSchen sehr viel mehr ab, nämlich um 79 Milliontel.

Wir kommen nun zu VOLTAS Abhandlung über die gleichförmige Luftausdehnung für jeden

<sup>1</sup> Die Schriftleitung verdankt die Übersetzung des Originals aus dem Italienischen Herrn Professor Dr. PAUL HERTZ in Göttingen.



Wärmegrad. Die Darstellung der in dieser Untersuchung benutzten Versuchsanordnungen nimmt den ganzen Raum der oben erwähnten Briefe ein; außerdem enthält die Abhandlung weitere Ausführungen und ganz neuartige Betrachtungen<sup>1</sup>.

Zunächst gibt VOLTA hier eine historische Übersicht über die verschiedenen von den Physikern bei ihren Untersuchungen über die Ausdehnung der Luft erhaltenen Ergebnisse. Er schreibt die Unstimmigkeiten nicht nur Fehlern zu, die von der unvollkommenen Konstruktion der Instrumente herrühren, sondern besonders dem Umstand, daß man die Entwicklung der Dämpfe nicht genügend berücksichtigt hatte, die teils von dem zur Absperrung der Luft in den Gefäßen dienenden Wasser herkommen, teils von den Wänden der Glasgefäße selbst, an denen die Flüssigkeit haften bleibt.

Darauf beschreibt VOLTA die Versuche, die er selbst mit einem DREBBELSchen Thermometer anstellte, das in ein Wasserbad mit beliebig zu variierender Temperatur eintauchte. Dieses DREBBELSche Thermometer bestand aus einer unten offenen Glasröhre, die oben in einer Kugel endete. Die Kugel war mit Luft gefüllt, die durch eine Säule von Öl oder Quecksilber abgesperrt war, das zusammen mit dem Thermometer selbst ausgekocht war. Nachdem VOLTA ausführlich die für diese Versuche erforderlichen Vorsichtsmaßregeln besprochen hat, teilt er die erhaltenen Ergebnisse mit, auf Grund deren er schließt, daß die Luft sich um  $\frac{1}{216}$  ihres Volumens für jeden Grad der 80teiligen Skala ausdehnt.

Ferner wendet sich VOLTA der ungleichförmigen Ausdehnung zu, die die Luft für eine bestimmte Anzahl von Graden für den Fall zeigt, daß man das Öl und das Thermometer nicht genug ausgekocht hat, um jede Spur von Feuchtigkeit zu entfernen; er untersucht hierauf den unregelmäßigen Gang der Luftausdehnung für den Fall, daß man das nicht ausgekochte Öl geradezu durch Wasser ersetzt, und kommt nach Betrachtungen über die von verschiedenen Forschern erhaltenen experimentellen Ergebnisse in § 42 zu dem Schluß: *daß auch der luftförmige Wasserdampf sich wie die Luft gleichförmig ausdehnt, d. h. bei gleichen Zuwüchsen der Temperatur immer die gleiche Volumenvermehrung erfährt.* Am Schluß dieser Abhandlung verspricht VOLTA wiederum, auf den Gegenstand noch einmal zurückzukommen.

Der angeführte Teil des § 42 würde an sich nicht gestatten, den Schluß zu ziehen, daß der Ausdehnungskoeffizient des Wasserdampfes dem der Luft gleich ist; er behauptet nur, daß ungesättigter Wasserdampf und Luft sich durch die Wärme gleichförmig ausdehnen. So kann man fragen: Ist nun diese Volumenvermehrung

<sup>1</sup> Diese Abhandlung wurde von VOLTA im 4. Bande von BRUGNATELLIS Annalen der Chemie veröffentlicht (Pavia 1793) und erschien später im 3. Band der von ANTINORI herausgegebenen gesammelten Werke von VOLTA (Florenz 1816).

des Wasserdampfes für jeden Grad gleich der Volumenvermehrung der Luft oder nicht?

Einfache Betrachtungen zeigen, daß VOLTA implizit diese Frage bejaht hat, wenn man zugleich die Versuchsergebnisse sich ansieht, die ihn zu seinem Schluß geführt haben. Beachten wir, daß während VOLTA sich so sehr bemüht, bei seinen Versuchen jede Entwicklung von Wasserdampf auszuschließen, er doch nicht mit Luft arbeitete, die vorher von jeder Spur von Wasserdampf gereinigt war, sondern mit gewöhnlicher Luft. Der Grund ist, daß er der Ansicht war, Luft und Wasserdampf (wenn dieser weit von seinem Kondensationspunkt entfernt ist) verhielten sich in bezug auf die Wärmeausdehnung gleich. Um seine Ansichten hierüber genau zu erfahren, braucht man nur die Aufmerksamkeit auf die sorgfältigen Beobachtungen und die klaren Ausführungen zu richten, die sich in §§ 40 und 41 der Abhandlung über die gleichförmige Ausdehnung der Luft finden. In diesen Paragraphen gibt sich VOLTA Rechenschaft von den Unregelmäßigkeiten, die der Gang der Luftausdehnung zwischen 0° und 40° zeigt, manchmal sogar bis zu 60° (niemals jedoch bis zu 80°), wenn man mit Luft arbeitet, die in einem DREBBELSchen Thermometer durch eine Ölsäule eingeschlossen ist, sofern das Öl und das Instrument nicht genügend ausgekocht und daher nicht genügend von Wasserdampf befreit sind.

Mit Recht bemerkt VOLTA:

1. daß die Unregelmäßigkeiten im Gang von der Anwesenheit kleiner Mengen von Wasserdampf herrühren, die sich im Öl befinden, oder an der inneren Oberfläche der nicht ausgekochten Glasinstrumente haften blieben;

2. daß der Bereich der Unregelmäßigkeit dieses Ganges seiner Ausdehnung nach von der Menge des sich entwickelnden Dampfes abhängt und daß die Unregelmäßigkeit sofort verschwindet, sowie die Dampfentwicklung aufgehört und der Dampf sich von seinem Sättigungspunkt entfernt hat, und daß sie in der Tat auch nicht auftritt, sofern man mit hinreichend ausgekochtem Öl und hinreichend ausgekochten Instrumenten arbeitet.

VOLTA schließt, daß in jedem Fall (mag sich nun die Unregelmäßigkeit zeigen oder nicht) der Ausdehnungskoeffizient nach dem Aufhören der Unregelmäßigkeit sich immer zu  $\frac{1}{216}$  bestimmt, wie groß auch die anwesende Menge von Wasserdampf sein mag, was nur zutreffen kann für den Fall, daß der Ausdehnungskoeffizient der Luft und der des Wasserdampfes einander gleich sind.

Diese Betrachtungen gestatten, zu behaupten, daß auf diese Weise VOLTA nicht nur die gleichförmige Ausdehnung der Luft und des Wasserdampfes bewiesen hat (sofern der Wasserdampf von seinem Kondensationspunkt weit entfernt ist), sondern, daß er auch die Gleichheit ihrer Ausdehnungskoeffizienten bewiesen hat.

Da nun GAY-LUSSAC und DALTON ihre ersten Arbeiten über diesen Gegenstand 9 Jahre später ver-



öffentlich haben, erfordert es die Gerechtigkeit und historische Genauigkeit, für VOLTA den ihm gebührenden Anteil an der Entdeckung des Gesetzes von der gleichförmigen Ausdehnung der Gase in Anspruch zu nehmen.

Zugleich mit den vorhergehenden Arbeiten VOLTAS verdient auch ein Manuskript vom Mai 1795 Erwähnung, das seine Untersuchungen über die gleichmäßige Ausdehnung der Luft durch Wärme unmittelbar betrifft. In diesem Manuskript beschreibt VOLTA ein DREBBEL'Sches Quecksilberherberthermometer und, nachdem er die notwendigen Vorsichtsmaßregeln für seinen Gebrauch und die durch die Barometerschwankungen bedingten Korrekturen besprochen hat, teilt er die Versuchsergebnisse mit, die er mit gewöhnlicher Luft erhalten, und diejenigen für Luft, die mit Wasserdampf gesättigt ist; er schließt mit Tabellen und Berechnungen über die Bestimmung der Partialdrucke der Luft und des gesättigten Dampfes.

Die Arbeiten VOLTAS über die gleichförmige Ausdehnung der Luft durch Wärme stehen in engem Zusammenhang mit anderen Arbeiten, die die Gesetze der Dampfspannungen betreffen und es sich insbesondere zum Ziele setzen, die Dampfspannung gesättigter Dämpfe als Funktion der Temperatur zu berechnen.

Diese Arbeiten, die insgesamt noch nicht veröffentlicht sind — abgesehen von einer Nachschrift zu einem Brief an VASSALLI —, sollen den Gegenstand des zweiten Teiles dieses Berichtes bilden.

## II. Teil.

### *Versuche und Gesetze Voltas über die Spannung gesättigter Dämpfe.*

Die Gruppe der jetzt zu besprechenden Manuskripte ist insofern sehr wichtig, als sie sich auf Untersuchungen beziehen, die mit denen über die gleichförmige Ausdehnung der Luft und des Wasserdampfes eng verknüpft durch den gemeinsamen Wert sind, den VOLTA in den verschiedenen Fällen ihrem Spannungs- und Ausdehnungskoeffizienten zuschreiben zu müssen glaubt. Alle diese Manuskripte sind unveröffentlicht und betreffen besonders die Gesetze über die Spannung gesättigter Dämpfe, die von VOLTA in einer Nachschrift zu einem Brief vom 27. Oktober 1795 an den Abbé ANTON MARIA VASSALLI ausgesprochen und zum ersten Mal im Jahre 1796 (Ann. d. Chemie Bd. XI, 1796) veröffentlicht wurden.

Diese Gesetze lassen sich folgendermaßen aussprechen:

1. Gesetz: Aufeinanderfolgenden konstanten Zuwüchsen der Temperatur entsprechen Zuwüchse der Spannung des gesättigten Wasserdampfes, die im geometrischen Verhältnis wachsen.

2. Gesetz: Verschiedene Dämpfe haben gleiche Dampfspannung bei Temperaturen, die gleich weit entfernt sind von Temperaturen, bei denen diese gesättigten Dämpfe gleiche Dampfspannungen haben (z. B. bei Temperaturen, die gleichweit von

den Siedepunkten der betreffenden Flüssigkeiten entfernt sind).

3. Gesetz: Die zur Sättigung eines gegebenen Raumes erforderliche Dampfmenge (und daher auch die entsprechende Dampfspannung) ist immer gleich, mag nun der Raum leer oder mit Luft erfüllt sein, und diese Menge (und daher auch ihre Dampfspannung) hängt nur von der Temperatur ab.

Zahlreich sind die Manuskripte VOLTAS, in denen Untersuchungen über diese Gesetze dargestellt und Versuche dazu beschrieben sind.

In einem am 5. Mai 1795 an der Universität Pavia gehaltenen Vortrag beschreibt VOLTA die Versuche LAVOISIER'S über das Sieden der Flüssigkeiten, hebt darauf die Konstanz der Temperatur während des Siedens hervor und die Änderung der Siedetemperatur in ihrer Abhängigkeit von der Änderung des Druckes und den Umständen, die zur Erscheinung der Überhitzung Anlaß geben, und schließt seinen Vortrag mit Betrachtungen über die vorher untersuchten Erscheinungen.

Dieser Vortrag bildet die Einleitung zu einem zweiten, den VOLTA am 17. Juni 1795 an der Universität Pavia hielt, in dem die Ergebnisse der Versuche auseinandergesetzt werden, die ihn selbst dazu führten, das erste der drei oben ausgesprochenen Gesetze aufzustellen.

In diesem Vortrag nimmt VOLTA sich vor, die Änderung der Siedetemperatur des Wassers im Zusammenhang mit den Druckänderungen zu betrachten. Er beschreibt die hierzu angestellten Versuche und zeigt, daß man zu denselben experimentellen Ergebnissen über die Beziehung zwischen der Temperatur und der ihr entsprechenden Spannung des gesättigten Dampfes gelangt, mag man nun die pneumatische Maschine oder die TORRICELLISCHEN Röhren benutzen. Nachdem er dann bemerkt, daß man mit den TORRICELLISCHEN Röhren mit größerer Genauigkeit die Zwischenwerte berechnen und den Beobachtungsbereich weiter ausdehnen kann, faßt er die Ergebnisse zusammen, indem er das Gesetz ausspricht, daß *aufeinanderfolgenden gleichen Temperaturzuwüchsen Zuwüchse der Dampfspannung entsprechen, die zueinander in einem geometrischen Verhältnis stehen*. Darauf weist VOLTA mit besonderem Nachdruck auf die Übereinstimmung der Rechnungs- und Beobachtungsergebnisse hin und, nachdem er die Apparate beschrieben hat, die von ihm für die Messung von Dampfspannungen bei Temperaturen auch über 80° Reaumur ersehen und verwandt wurden, teilt er seine Ergebnisse mit.

Als Maß für die Spannung des gesättigten Dampfes nimmt VOLTA die Zahl der Linien an, um die sich die Quecksilbersäule im Barometerrohr senkt, wenn die TORRICELLISCHE Leere von dem Wasserdampf selbst erfüllt ist. In dem uns jetzt beschäftigenden Vortrag teilt VOLTA eine kleine Tabelle mit für die Zuwüchse, die die Span-



nung von gesättigtem Wasserdampf bei je  $10^\circ$  erfährt, und zeigt, daß die Zuwächse zueinander im Verhältnis 3:5 stehen.

Diese Versuchsergebnisse erlauben VOLTA, durch sukzessives Zusammenzählen, die Spannung des Wasserdampfes für jede Temperatur zu berechnen; und, da bei der Siedetemperatur des Wassers die Spannung des gesättigten Wasserdampfes gleich dem atmosphärischen Druck sein muß, nämlich gleich 336 Linien (was die Höhe der Quecksilbersäule bei gewöhnlichen Druck ist), so folgt, daß zu diesem Ergebnis gerade die Berechnungen VOLTAS führen müssen. Auch bedient sich VOLTA selbst dieses Umstandes, um, wo es zutrifft, die bei Berechnung der Dampfspannung benutzten Werte der Konstanten zu bestätigen.

VOLTA behauptet, daß die mitgeteilte kleine Tabelle nur einen Auszug aus möglichen umfangreicheren Tabellen darstellt, die alle Zwischengrade und die vorausgehenden und folgenden Grade umfassen würden, und deren Elemente aus Versuchen mit der TORRICELLISCHEN Leere zu erhalten wären: Er fügt hinzu, daß er tatsächlich alle zahlreichen erforderlichen Experimente sorgfältig angestellt und alle notwendigen Berechnungen ausgeführt habe, um solche Tabellen in großem Umfang anzulegen und daß er mit seiner Rechnung immer Ergebnisse erhalten habe, die mit den Versuchsergebnissen übereingestimmt hätten.

Zahlreich sind die Manuskripte VOLTAS mit numerischen Berechnungen, die immer wieder an diesen Gedankenkreis anknüpfen: Oft enthalten diese Manuskripte nichts anderes als Tabellen, in denen die Zuwächse der Spannung gesättigter Dämpfe von Grad zu Grad gegeben werden, und oft auch nur eine Reihe zusammenhängender Rechnungen für die Konstruktion der oben erwähnten Tabellen.

Die drei Gesetze über die Dampfspannung, die VOLTA in der Nachschrift zu dem erwähnten Brief vom 27. Oktober 1795 VASSALLI mitteilte, werden, wie man wohl sagen kann, mit denselben Worten in einem unveröffentlichten Brief vom 16. Nov. 1795 an LANDRIANI mitgeteilt.

VOLTA beschäftigte sich lange und zu wiederholten Malen mit dem ersten dieser Gesetze, indem er das Problem von verschiedenen Seiten betrachtete, und bei der Darstellung der Ergebnisse zu verschiedenen Formulierungen gelangte.

Hierher gehört ein Manuskript, das von besonderer Wichtigkeit ist: In ihm nimmt nämlich VOLTA an, daß das Verhältnis zwischen den in aufeinanderfolgenden Temperaturzuwüchsen entwickelten Wasserdampfmenge konstant ist, und berechnet unter dieser Voraussetzung die Spannung des Wasserdampfes, indem er diesem einen Spannungskoeffizienten gleich dem der Luft zuschreibt, und diesen wiederum ihrem Ausdehnungskoeffizienten gleichsetzt.

Dieses Manuskript ist so wichtig, daß es eine besondere Betrachtung verdient.

Vor allem muß man sich gegenwärtig halten, daß sich dieses Manuskript gleichsam als die Synthese der Versuchsergebnisse und der numerischen Rechnungen darstellt, die sich in anderen Manuskripten verstreut finden, deren Blätter büchstäblich mit zusammenhängenden Rechnungen bedeckt sind für die Konstruktion von Tabellen, ähnlich den Tabellen in dem jetzt von uns betrachteten Manuskript. In diesem wird die Spannung des gesättigten Dampfes, wie üblich, durch die Zahl (französischer) Linien ausgedrückt, um die sich die Quecksilbersäule im Barometerrohr senkt, wenn die TORRICELLISCHE Leere vom gesättigten Dampf erfüllt ist. Bei der Untersuchung des Zuwachses der Spannung des gesättigten Dampfes in seiner Beziehung zu den Temperaturzuwüchsen unterscheidet VOLTA den Zuwachs der Dampfspannung, der herrührt von der „wirklichen Vermehrung der materiellen Dampfmenge infolge der Temperaturerhöhung“ und den Zuwachs, der herrührt von „der Zunahme der Elastizität infolge der Temperaturerhöhung“.

Nachdem VOLTA experimentell die Dampfspannung des Wasserdampfes beim Nullpunkt zu 2 Linien bestimmt hat, geht er dazu über, die Dampfmenge, die sich beim Übergang von  $0^\circ$  zu  $2^\circ$  entwickelt, festzustellen. Nun läßt sich das Maß jeder beliebigen Dampfmenge ausdrücken durch die Dampfspannung, die ihr, Gleichheit des Volumens vorausgesetzt, zukommen würde, wenn sie auf eine ein für allemal feste Bezugstemperatur gebracht würde (sofern jedoch keine Kondensation infolge der Abkühlung, noch neue Dampfentwicklung infolge der Erhitzung stattfindet). VOLTA nimmt also als Bezugstemperatur den Nullpunkt der Réaumurkala an, indem er gleichzeitig voraussetzt (und zwar lediglich, um das gesuchte Maß ausdrücken zu können), daß sich die Dämpfe wie ideale Gase verhalten und einen Spannungskoeffizienten, gleich dem der Luft besitzen, und genau gleich ihrem Ausdehnungskoeffizienten. Unter der Berücksichtigung nun des Umstandes, daß von  $0^\circ$  bis  $2^\circ$  sich eine Dampfmenge entwickelt, der das Maß 0,4545 zukommt, nimmt VOLTA weiter an, daß sich für jede 2 Grade Dampfmenge entwickeln, die in geometrischer Proportion wachsen, und daß der Proportionalitätsfaktor 1,108 ist, also so, daß der von  $2^\circ$  bis  $4^\circ$  Réaumur entwickelte Dampf das Maß  $0,4545 \times 1,108 = 0,504$  besitzt, der von  $4^\circ$  bis  $6^\circ$  das Maß  $0,504 \times 1,108 = 0,559$  usw. Die Zahl 3,5175, die man erhält, wenn man zu der Menge des gesättigten Dampfes bei  $0^\circ$  diejenigen hinzufügt, die sich für jede 2 Grade bis zu  $6^\circ$  entwickelt haben, ergibt uns die gesamte Menge bei  $6^\circ$ . Um aus dieser Dampfmenge die entsprechende Dampfspannung bei  $6^\circ$  zu erhalten, multipliziert VOLTA 3,5175 mit dem Bruch  $\frac{2^{19}}{2^{13}}$ , der genau dem Wert des Spannungsbinoines  $(1 + 6 \times \frac{1}{2^{13}})$  entspricht, wenn für den Spannungskoeffizienten der Wert  $\frac{1}{2^{13}}$  angenommen wird.



VOLTA geht so immer um 2 Grade weiter bis zu 80° Réaumur und findet bei dieser Temperatur für das, was er „materielle Dampfmenge“ nennt, den Wert 253,3446, der nach Multiplikation mit dem Binomialbruch  $\frac{293}{213}$  (entsprechend  $1 + 80 \times \frac{1}{213}$ ) die Zahl 348,49 ergibt, eine Zahl, die in Linien, die Spannung des gesättigten Wasserdampfes bei der Temperatur von 80° Réaumur ausdrücken sollte.

An dieser Stelle bemerkt VOLTA, daß die so berechnete Dampfspannung nicht übereinstimmt mit derjenigen, die der Wasserdampf bei 80° haben muß, und die gleich dem atmosphärischen Druck, also gleich 336 Linien, der Höhe der Barometersäule, sein muß. Daher schlägt er vor, den Anfangswert von 0,4545 (für die von 0° bis 2° entwickelte Dampfmenge) um  $\frac{1}{28}$  zu erniedrigen. Nach dieser Korrektur führt die Rechnung zu Ergebnissen, die mit den Versuchsergebnissen im Einklang stehen.

Die Methode, die die Anregung zu diesem Manuskript gab, wurde gleichzeitig mit derjenigen ausgebildet, die der Konstruktion der Tabellen zugrunde lag, die VOLTA in dem vorher besprochenen Vortrag vom 17. Juni 1795 erwähnt hat.

Zahlreich sind die Manuskripte mit Blättern voll von Berechnungen, die sich auf Verfahren von diesem Typus beziehen. Unter allen diesen Manuskripten finden sich solche, die sich nur als eine späte Wiederaufnahme jener Untersuchungen darstellen, während, wie gesagt, andere bis zu den ersten Untersuchungen VOLTAS über die Gesetze der Dämpfe zurückreichen (1795).

Ein anderes wichtiges Manuskript ist das, das die autographische Niederschrift eines von VOLTA am 14. Juni 1804 an der Universität Pavia gehaltenen Vortrages darstellt. In diesem Vortrag erörtert VOLTA zunächst die verschiedenen Hypothesen über die Verdampfung; er setzt die Gründe auseinander, die zur Aufgabe der bis zu dieser Zeit gemachten Unterscheidung nötigen zwischen der Verdampfung im leeren Raum (vaporizzazione) und der Verdampfung, die langsam in der Luft stattfindet (evaporazione); dann spricht er von der Änderung der Dampfspannung eines gesättigten Dampfes in Abhängigkeit von den Temperaturänderungen, indem er die einschlägigen Arbeiten von BETANCOURT, SCHMIDT und DALTON anführt, und, nachdem er für die von ihm vor jenen Physikern erhaltenen Versuchsergebnisse die Priorität in Anspruch nimmt, spricht er die von ihm entdeckten drei Gesetze über die gesättigten Dämpfe aus und wendet schließlich diese Gesetze auf die Erklärung der Wassermeteore an.

Von grundlegender Wichtigkeit ist jedoch ein anderes, nach 1802 entstandenes Manuskript. VOLTA behauptet hier wieder die Priorität seiner Ergebnisse über die Dampfspannung und führt seine Experimente an, die er gleichzeitig mit denen von BETANCOURT und einige Jahre vor denen von SCHMIDT und DALTON angestellt hat,

und erörtert sodann eine Behauptung von DALTON, die zu paradoxen, ja widersinnigen Ergebnissen führen würde.

Die hier angeführten Versuche von DALTON erschienen in den Memoirs Philos. Soc. Manchester, Bd. II, Teil II (1802), wo sich auf Seite 557 eine Tabelle findet, die für den Temperaturbereich von 32° bis 212° Fahrenheit, d. h. von 0° bis 80° Réaumur, die Verhältnisse der Spannungen des Wasserdampfes angibt, die den Abständen von  $11\frac{1}{4}$ ° Fahrenheit, d. h. 5° Réaumur entsprechen. Die Unterschiede der aufeinander folgenden Verhältnisse betragen im Mittel  $\frac{15}{1000}$ , und DALTON nimmt an, daß sich eine solche arithmetische Änderung der Verhältnisse der Dampfspannung, auch über die betrachteten Grenzen hinaus für jedes Anwachsen um  $11\frac{1}{4}$ ° Fahrenheit, d. h. 5° Réaumur konstant erhält.

VOLTA bemerkt nun hierzu, daß man durch Annahme dieser Folgerung zu dem widersinnigen Ergebnis kommen würde, daß mit steigender Temperatur die Dampfspannung gegen Null hin abnehmen müßte.

Indem er sich dann dem Hauptgegenstand wendet, unternimmt er es, die von Grad zu Grad entwickelte Dampfmenge zu berechnen, und bedient sich dabei eines Verfahrens, das von dem in einem früheren Manuskript dargelegten nur dadurch abweicht, daß der Wert des Verhältnisses der von Grad zu Grad entwickelten Dampfmenge nicht mehr konstant ist, wie in dem früheren Manuskript vorausgesetzt wurde, sondern von Grad zu Grad sich in geometrischem Verhältnis ändert.

Die für VOLTAS Verfahren maßgebenden Grundlagen des Problems sind die folgenden:

Die Menge des gesättigten Dampfes bei 0° (wie gewöhnlich durch ihren Dampfdruck bei 0° ausgedrückt) beträgt 2,25 Linien.

Für das Verhältnis der zwischen 1° und 2° zu der zwischen 0° und 1° entwickelten Dampfmenge nimmt VOLTA den Wert 1,0735 an. Dann nimmt VOLTA an, daß dieser Bruch von Grad zu Grad um  $\frac{5}{10000}$  abnimmt, so daß das Verhältnis der zwischen 2° und 3° zu der zwischen 1° und 2° entwickelten Dampfmenge 1,0730 beträgt usw.

Auf Grund dieser Annahme berechnet VOLTA durch sukzessives Zusammenzählen die Menge des gesättigten Wasserdampfes für t°, gemessen, wie schon bemerkt, durch die Dampfspannung, die ihr bei 0° zukommen würde, sofern sie auf diese Temperatur gebracht werden könnte, ohne daß Kondensation einträte. Die Spannung der Dampfmenge bei t° ergibt sich sodann durch Multiplikation mit  $1 + \alpha t$ , wo VOLTA für  $\alpha$  den Wert  $\frac{1}{214}$  nimmt.

Aus den Berechnungen, die ausführlich in den Blättern des Manuskriptes enthalten sind, leitet VOLTA die gesuchten Ergebnisse ab und ordnet sie in Tabellen.

Andere Manuskripte enthalten Tabellen und Rechnungen, die sich an diesen Gedankenkreis



anschließen. Auf diese Weise berechnet VOLTA die Spannung des gesättigten Wasserdampfes für 80° Réaumur, deren Wert 336 Linien, nämlich gleich dem Druck der atmosphärischen Luft, sein muß. Dieses Vergleiches bedient sich VOLTA auch, um, wo es zugänglich, die Konstanten zu bestätigen, die er seinen Berechnungen zugrundelegt.

Die Erscheinungen, deren Untersuchung VOLTA zu der Aufstellung der drei von uns angegebenen Gesetze geführt haben, wurden dann von DALTON zum Gegenstand seiner Forschungen gemacht, die zu denselben Ergebnissen führten. Indessen veröffentlichte DALTON seine Arbeiten hierüber erst im Jahre 1802, während VOLTA seine Er-

gebnisse im Jahre 1796 veröffentlicht hatte. Hier verlangen also Gerechtigkeit und historische Wahrheit, den Namen VOLTAS nicht zu trennen von der Aufstellung der drei erwähnten Gesetze über die Spannung der gesättigten Dämpfe<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Für ein vollständiges historisches Studium der Frage nach der Priorität und der Wichtigkeit der von VOLTA ausgesprochenen Ergebnisse über die gleichförmige Ausdehnung der Luft und des ungesättigten Wasserdampfes (I. Teil), sowie derjenigen Ergebnisse, die sich auf die drei Gesetze über die Spannung gesättigter Dämpfe beziehen, sehe man die Mitteilungen von Prof. FRANCESCO GRASSI, die in den Rendiconti del Reale Istituto di Scienze e Lettere in Milano, 60. 1927 veröffentlicht sind.

## Phänogenetische Untersuchungen über die tierische Zeichnung.

VON VALENTIN HAECKER, Halle a. S.

Einer freundlichen Aufforderung des Herrn Herausgebers folgend, möchte ich auch an dieser Stelle kurz über ein Untersuchungsgebiet berichten, das neuerdings in zunehmendem Maße das Interesse auf sich gelenkt hat. Ohne auf das Hauptziel dieser Forschungsrichtung, die weitere entwicklungsgeschichtliche Begründung der Vererbungsforschung, näher einzugehen, greife ich ein Kapitel heraus, welches, da es sich um augenfällige, jedermann geläufige Erscheinungen handelt, am raschesten Einblick in die Aufgaben und Ergebnisse des Arbeitsgebietes gewährt. Doch müssen zunächst einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Der wichtigste und am meisten weittragende theoretische Schritt, welchen die Mendelforschung überhaupt getan hat, ist die Erkenntnis, daß die zunächst an *äußeren Merkmalen* experimentell festgestellten Regeln der Spaltung und Unabhängigkeit streng genommen nur für die *unsichtbaren Anlagen*, Erbinheiten oder Gene Gültigkeit haben, und daß der Erbgang der äußerlich erkennbaren Merkmale nur eine Art Funktion oder Projektion des Verteilungs- und Rekombinationsmechanismus darstellt, der sich an den unsichtbaren Erbinheiten abspielt. Die Begründung der Faktorenhypothese und die Aufstellung der Polymeriehypothese bilden die nächsten wichtigen Etappen in der Weiterentwicklung der modernen Vererbungstheorie. Heute sind alle diese Vorstellungen ein Allgemeingut der Vererbungsforschung, aber Reminiszenzen an die ersten Zeiten der Orientierung und Klärung klingen immer noch durch, beispielsweise wenn wir der Bequemlichkeit halber und nicht ganz korrekt oder wenigstens nicht ganz erschöpfend sagen: „Pigmentierung dominiert über Albinismus“ oder wenn wir ebensogut von rezessiven *Merkmalen* wie von rezessiven *Anlagen* sprechen.

Im übrigen wird die Zurückführung des äußeren Erbganges auf die inneren, zunächst in erster Linie in den Chromosomenmechanismus verlegten Spaltungs- und Rekombinationsvorgänge heute als etwas ganz Selbstverständliches

betrachtet. Und so hat man nur wenig daran gedacht, daß es *zwei inkommensurable Größen* sind, die zueinander in Beziehung gesetzt werden: die sichtbaren, meßbaren, wägbaren oder in ihren physiologischen Wirkungen sonstwie faßbaren *Eigenschaften* im werdenden oder fertigen Organismus auf der *einen* Seite und die zunächst rein hypothetischen, unsichtbaren *Erbinheiten* auf der *anderen* Seite. Auch wenn man im Einklang mit zahlreichen Forschern überzeugt ist, daß in der Chromosomentheorie der Vererbung und speziell in der MORGANSCHEN Lokalisationstheorie wirklich ein Schlüssel gefunden ist, mit welchem die Türe in das dunkle Gebiet der Zusammenhänge geöffnet werden kann, so ist damit doch keineswegs die eigentliche Kluft überbrückt, welche zwischen den äußeren Eigenschaften und den unsichtbaren Anlagen besteht. Denn wir müssen doch erst festzustellen suchen, auf welche Weise die Anlagen selbst bzw. die als ihr Sitz angesehenen Chromosomenteilchen während der Ontogenese die Entfaltung der einzelnen Merkmale bewirken. Wir stehen, wie ein amerikanischer Forscher, H. E. WALTER<sup>1</sup>, vor einiger Zeit gesagt hat, wie vor einem langen Untergundtunnel. Wir befinden uns an beiden Enden des Tunnels im Licht und haben auch bis zu einem beträchtlichen Grade die Einzelheiten am Eingang und Ausgang ausfindig gemacht, aber Dunkelheit umgibt uns, während wir den Durchgang selbst passieren.

Einer der Wege, der auf diesem Gebiete weiterführen kann, ist die *entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse* oder *Phänogenetik*, welche morphologisch und entwicklungsgeschichtlich die Entstehung der expliziten Eigenschaften des fertigen Organismus untersucht und ihre Wurzeln *rückläufig* bis in möglichst frühe Entwicklungsstadien zurückverfolgt<sup>2</sup>). Speziell auf dem Gebiete der *Rassen-, Artbildungs- und Vererbungs-*

<sup>1</sup> Genetica, N. Y. (Macmillan) 1922, S. 250.

<sup>2</sup> Verhandl. d. Dtsch. Zool. Ges. (Halle) 1912, S. 317; Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre 8, 41. 1912; 14, 260. 1915; Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik), Jena 1918; Auf-



lehre beginnt sie mit der *Phänanalyse*, d. h. mit der morphologischen, histologischen und physiologischen Untersuchung (Differentialdiagnose) der im fertigen Zustand bestehenden *Rassen- oder Artunterschiede*. Es folgt dann als zweiter Schritt die *phänogenetisch-beschreibende* Untersuchung der in Frage stehenden Varianten derselben Eigenschaft, und zwar *rückläufig* bis zum *scheinbaren Gabelpunkt (phänokritische Phase)*, d. h. bis zu demjenigen Entwicklungszustand, in welchem mit Hilfe der jetzigen Methoden erstmals eine Divergenz in der Entwicklung der Varianten zu beobachten ist. Drittens ist die *phänogenetisch-entwicklungsgeschichtliche* Bearbeitung der divergierenden Entwicklungswege vorzunehmen, wobei natürlich die retrogressive Methode nicht mehr streng eingehalten werden kann. Das *ideale* Ziel ist die Feststellung des *wirklichen Gabelpunktes*, d. h. derjenigen Entwicklungsphase der Keimzellen selbst, in welcher ein verschiedenes strukturelles oder chemisches Verhalten der Varianten erstmals nachweisbar ist.

Die neue Forschungsrichtung ist, wie man jetzt wohl sagen darf, bei zahlreichen Vererbungs- und Konstitutionsforschern verschiedener Länder auf Beifall gestoßen. In Amerika hat außer einigen anderen Biologen vor allem RIDDLE die Wichtigkeit, welche ontogenetische Untersuchungen für die Weiterentwicklung der Vererbungsforschung haben, nachdrücklich hervorgehoben, zunächst ohne dabei auf die in Europa in Angriff genommene Bearbeitung dieses Grenzgebietes Bezug zu nehmen<sup>3</sup>. Bei uns ist GOLDSCHMIDT bei Untersuchungen über die Zeichnung der Schmetterlinge zu ähnlichen Fragestellungen gelangt. Er hat auch neuerdings wieder<sup>4</sup> die Bedeutung der auf diesem Gebiete liegenden Untersuchungen anerkannt und unsere Kenntnisse und Anschauungen in wertvoller Weise bereichert.

Zur Annahme der Bezeichnung Phänogenetik hat sich GOLDSCHMIDT immer noch nicht entschließen können, da in dieser Bezeichnung „eine Art von Anspruch auf Entdeckung eines neuen Wissenschaftszweiges“ versteckt sei, der ihm für die Bearbeitung eines Teilproblems der Entwicklungsphysiologie nicht berechtigt erscheint. Diese Begründung, die, worauf ich hier nicht nochmals eingehen möchte<sup>5</sup>, nach verschiedenen Richtungen hin kaum ausreichend ist, steht offenbar in einem gewissen inneren Zusammenhang mit der von GOLDSCHMIDT auch neuerdings (l. c., S. 159, 207) gaben und Ergebnisse der Phänogenetik, *Bibliographia Genetica* 1. 1925, auch selbständig erschienen (Haag: Martinus Nijhoff 1925).

<sup>3</sup> HAECKER, Phänogenetisch gerichtete Bestrebungen in Amerika. *Zeitschr. f. induct. Abstammungs- u. Vererbungslehre* 41, 232. 1926.

<sup>4</sup> GOLDSCHMIDT, *Physiologische Theorie der Vererbung*, S. 159, 207. Berlin: Julius Springer 1927.

<sup>5</sup> Bezüglich der Stellung der Phänogenetik zur Entwicklungsphysiologie darf ich wohl auf meinen Aufsatz: *Entwicklung und Vererbung. Einige Bemerkungen zu H. SPEMANN'S Münchener Referat. Zeitschr. f. induct. Abstammungs- u. Vererbungslehre* 35, 156. 1924, insbesondere auf den Schlußabsatz hinweisen.

wiederholten Erklärung, daß er solche Untersuchungen gleichzeitig mit mir (oder auch, daß ich sie gleichzeitig mit ihm) begonnen und in ihrer Bedeutung erkannt habe. Ohne daß ich damit sagen will, daß ich meinerseits Prioritätsfragen dieser Art einen besonderen Wert zuerkenne, möchte ich doch feststellen, daß GOLDSCHMIDT sich hier in einem erheblichen Irrtum befindet. Ich darf wohl auf die oben (Anm. 2) zitierten Mitteilungen aus dem Jahre 1912 hinweisen, in welchen erstmals die Aufgaben der „entwicklungsgeschichtlichen Eigenschaftsanalyse“ kurz umschrieben und unter Bezugnahme auf die Axolotluntersuchung meines Schülers PERNITZSCH (vgl. *Arch. f. mikroskop. Anat.* 82, 1. 1913) die Unterschiede der Farbenrassen im wesentlichen auf einen *verschiedenen Teilungsrhythmus* der Embryonal- und besonders der Pigmentzellen zurückgeführt wurden. An die Beschäftigung mit den rhythmisch gezeichneten Larven schlossen sich naturgemäß Untersuchungen über die Entstehung der Zeichnungsmuster des „metameroiden“ Axolotlschecks und der Wirbeltiere überhaupt an. Es konnten, wie erstmals 1915 und 1916 berichtet wurde<sup>6</sup>, die primären Zeichnungsformen (Fleckung, Längsstreifung, Querstreifung) als *Begleiterscheinungen* der in einem bestimmten Rhythmus sich abspielenden *Teilungs- und Wachstumsvorgänge der Haut* aufgefaßt werden. GOLDSCHMIDT machte über seine während des Krieges in Amerika ausgeführten Untersuchungen über das Zeichnungsmuster der Schmetterlinge zuerst im Jahre 1920 Mitteilung<sup>7</sup>. Wie er auch neuerdings (1927, S. 207) angibt, hielt er das sichtbare Relief der Zeichnung, das vor der Färbung erscheint, zunächst für den Ausdruck von Wachstumsspannungen, Faltenbildung usw. „Später (hier sind offenbar die Arbeiten von 1922 und 1923 gemeint) stellte sich aber heraus, daß dies nicht richtig ist, daß es sich vielmehr um *verschiedene Entwicklungsgeschwindigkeit der Schuppenbezirke* handelt.“ So sehr ich also meinerseits die großen Verdienste GOLDSCHMIDTS um den weiteren Ausbau dieses vielseitigen Arbeitsgebietes anerkenne, so scheint mir doch, ganz unpersönlich betrachtet, der Sachverhalt sowohl allgemein, hinsichtlich der Aufstellung des phänogenetischen Grundproblems, als auch bezüglich der entwicklungs-geschichtlichen Deutung der tierischen Zeichnungsmuster wesentlich anders zu liegen, als der Leser aus der GOLDSCHMIDTSchen Darstellung zunächst entnehmen wird.

Ich möchte an dieser Stelle ein Gebiet besonders behandeln, auf dem die phänogenetischen Untersuchungen bereits zu einer Reihe klarer Ergebnisse geführt haben, und welches auch für die Zukunft nach mehrfacher Richtung besonders aussichtsreich erscheint: es ist die schon oben berührte *Zeichnung der Tiere*. Schon seit mehreren Jahrzehnten sind da und dort Vorstöße in physiologischer und entwicklungsgeschichtlicher Richtung gemacht worden. Da Pigmentbildung und Blut in enger Beziehung zueinander zu stehen

<sup>6</sup> *Zeitschr. f. induct. Abstammungs- u. Vererbungslehre* 14, 260. 1915; *Mitt. d. Naturf. Ges. Halle* 4. 1916; *Biol. Zentralbl.* 36, 448. 1916.

<sup>7</sup> *Arch. f. Entwicklungsmech.* 47, 12ff. 1920; Roux's Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen 1920, H. 24, S. 76; *Zeitschr. f. induct. Abstammungs- u. Vererbungslehre* 29, 162. 1922; *Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsmech.* 98, 292. 1923.



scheinen, so lag es nahe, die Zeichnung mit besonderen örtlichen Verhältnissen der Hauternährung in Zusammenhang zu bringen (H. ALLEN). Auch fiel schon sehr früh das gleichzeitige oder vikariierende Vorkommen von lokalisierten Färbungen an besonderen Haut- und Haargebilden normaler und pathologischer Art, z. B. Haarwirbeln und Haarbüscheln, auf (HAACKE u. a.). Ferner fanden TOLDT jun. und HICKL, daß bei Katzen- und Schweineembryonen die dunklen Teile der Primärzeichnung genau denjenigen Stellen der Haut entsprechen, an denen zuvor die ersten reihenförmig angeordneten Haare, die sogenannten Leithaare, erschienen waren (s. unten Fig. 5). ZENNECK hat ein Zusammenfallen der primitiven Zeichnung der Schlangen mit dem Verlauf embryonaler Hautvenen festgestellt, während VAN RYNBERK einen Zusammenhang der Querstreifung der Säuger, insbesondere der Tigerpferde, mit den Ausbreitungsgebieten der segmental angeordneten Hautnerven nachzuweisen versuchte. Endlich hat KRIEG, ähnlich wie dies W. SCHULTZ und in seinen ersten Mitteilungen in gewissem Sinne auch GOLDSCHMIDT angenommen hat, die spezifische Anordnung des Pigmentes in der Haut und ihren Adnexen mit den Spannungsverhältnissen der äußeren Bedeckungen, wie sie sich gelegentlich in der Faltung der embryonalen Haut ausdrücken, in Verbindung gebracht.

Allen diesen Versuchen, die Zeichnung der Wirbeltiere zu erklären, liegt sicher ein Stück Wahrheit zugrunde, aber keine der Aufstellungen erlaubt eine Verallgemeinerung. Da aber nicht anzunehmen ist, daß die Haupttypen der Wirbeltierzeichnung, und wohl auch der tierischen (und pflanzlichen) Zeichnung überhaupt, auf vollkommen verschiedenen entwicklungsgeschichtlichen Grundlagen beruhen, so ist nach einem allgemeineren Erklärungsprinzip zu suchen, und dies kann in der ausgesprochenen *rhythmischen Wachstumsordnung* der Haut und der Hautbildungen (Schuppen, Federn, Haare) gesehen werden.

Es läßt sich nämlich auf der einen Seite zeigen, daß die *Bildung autochthonen Epidermispigments* und ebenso die *Anhäufung und Vermehrung der Pigmentzellen des Coriums* vor allem an Stellen besonders *energischer Teilungs- und Differenzierungstätigkeit* stattfindet. Beispiele sind das reichliche Vorkommen von Pigment bzw. von Pigmentzellen im Stratum germinativum oder Malpighii der Wirbeltiere, die starke Pigmentierung in der Wachstumszone von Annelidenlarven, die Anhäufung von Pigment an den Bildungsstätten der Arme und Wimperepauletten bei Seeigel-Larven u. a.

Andererseits muß von vornherein angenommen werden, daß *beim Wachstum speziell eines flächenhaften Organs*, wie es die Oberhaut ist, eine gewisse regelmäßige Ordnung und Folge in den Teilungsprozessen besteht, wodurch eine im ganzen stetige, nach den verschiedenen Richtungen hin gleichmäßig fortschreitende, dem Wachstum des übrigen

Körpers sich anpassende Ausbreitung garantiert wird. Insbesondere kann die Flächenvergrößerung eine *polyzentrische* sein, d. h. sie kann von einzelnen *Wachstumsfeldern* ausgehen, die gleichmäßig in Quer- und Längsreihen angeordnet sind, und deren jedes einen *Wachstumskern* mit besonders intensiver Teilungs- und Wachstumsenergie aufweist (*Schachbretttypus des polyzentrischen Flächenwachstums*). Oder es können die Stellen intensiver Teilungsenergie durch längs oder quer verlaufende *Wachstumslinien* dargestellt werden (*Längs- oder Querlinientypus*). Nach dem, was vorhin über den Zusammenhang von intensiver Teilungstätigkeit und Neigung zu Pigmentablagerung gesagt worden ist, werden in den als Wachstumskerne und Wachstumslinien dienenden Hautstellen schon in frühen Embryonalstadien *diejenigen Dispositionen* geschaffen, welche die *Entwicklung dunkler pigmentierter Haare* bedingen. Auf diese Weise kommen die schon von EIMER aufgestellten Haupttypen der Wirbeltierzeichnung: die Fleckzeichnung, die Längsstreifung und Querstreifung zustande. Der *statische Rhythmus*, der im nachembryonalen Leben beim jungen oder erwachsenen Tiere in dem regelmäßigen Wechsel von hellen und dunklen Hautstellen in Erscheinung tritt, ist also danach das *Produkt zweier Reihen von Veränderungen*: erstens derjenigen, in einer bestimmten Ordnung verlaufenden Wachstumsprozesse, welche eine gleichmäßige Ausbreitung der Haut bedingen, und zweitens der chemisch-physiologischen Vorgänge, welche unter Bevorzugung der Stellen regster Teilungsenergie zur lokalisierten Ablagerung von Pigment führen. Diesem statischen Rhythmus liegt aber, phänogenetisch betrachtet, ein *entwicklungsgeschichtlicher Rhythmus* zu Grunde.

Man kann sich ein ungefähres Bild von den rhythmischen, dem Hautwachstum der Wirbeltiere zu Grunde liegenden Vorgängen und von der Entstehung speziell einer regelmäßigen Fleckzeichnung verschaffen, wenn man die Entwicklung des *Keimstreifs asselartiger Krebse* (PATTEN, NUSBAUM, Mc MURRICH) betrachtet. Am Hinterende des Keimstreifs, d. h. des an der Ventralseite des Arthropodeneies liegenden Zellbezirkes, aus welchem wesentliche Teile des Embryos (Kopf, Zentralnervensystem, Gliedmaßen u. a.) hervorgehen (Fig. 1), sieht man beiderseits vom Mittelstrang (*ms*) eine bestimmte Anzahl von *Polzellen des äußeren Keimblattes (ektodermale Teloblasten, ek. t)*, welche unter fortgesetzter Teilung eine Querreihe von Ektodermzellen nach der anderen nach vorn verschieben. *Unterhalb* dieser ektodermalen Polzellen liegen, ebenfalls beiderseits vom Mittelstrang je 4 dem *mittleren Keimblatt angehörige (mesodermale) Teloblasten* (Fig. 2, *m. t*, in der Abbildung dunkel gezeichnet), die in gleicher Weise Tochterzellen nach vorn abgeben. Letztere (*tz*) sind ihrer Entstehung gemäß zunächst in regelmäßigen Längsreihen angeordnet, in älteren (nach vorn gelegenen)



Körpersegmenten aber vermehren sie sich, wobei nach und nach außer der Tendenz, sich in der Längsrichtung zu teilen, deutlich eine Gliederung in der Querrichtung hervortritt (Fig. 2). So bilden sich in jedem Körpersegment jederseits vom Mittelstrang 3 Zellgruppen (in der Fig. 2 erstmalig im 7. und 6. Thorakalsegment *th*<sup>7</sup> und *th*<sup>6</sup> erkennbar), aus denen bestimmte Teile des Embryos hervorgehen. Auch das Wachstum des Ektoderms dürfte in allgemeinen in der Weise erfolgen, daß ähnlich wie bei den Mesodermzellen auch die Vermehrung der Ektodermzellen zunächst in der Längsrichtung erfolgt, daß ferner, entsprechend den Mitten der künftigen Segmente, *hintereinander* gelegene *Wachstumskerne* (genauer: *Wachstumsquerzonen*) gebildet werden, und daß diese später, ähnlich wie die darunter liegenden

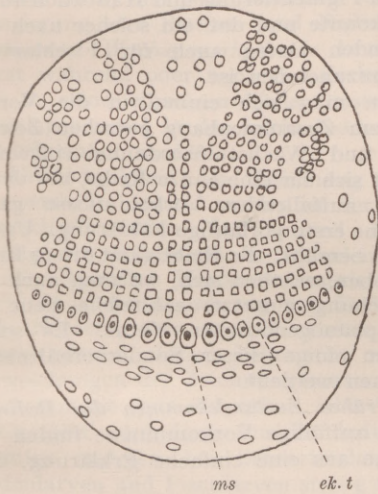


Fig. 1.

Mesodermzellgruppen, eine Gliederung in der *Querrichtung* erfahren. Wenn es nun weiter erlaubt ist, diese am Keimstreif der Asseln gewonnenen Vorstellungen im ganzen auf die Wirbeltierhaut zu übertragen, und wenn man schließlich annimmt, daß in den hinter- und nebeneinander liegenden Wachstumskernen im Zusammenhang mit der intensiveren Teilungsenergie die Dispositionen für vermehrte Pigmentbildung geschaffen werden, so kann man sich in großen Zügen eine Vorstellung machen, in welcher Weise speziell der Schachbretttypus der polyzentrischen Wachstumsanordnung und damit die regelmäßige Fleckzeichnung z. B. eines Leoparden oder einer Viverre zustande kommt.

Während die Zeichnungsmuster der Wirbeltiere als Ausdruck einer Wachstumsanordnung der *Haut* und speziell der *Oberhaut* zu betrachten sind und sich im Zusammenhang damit über die ganze Körperoberfläche oder doch über größere Hautbezirke erstrecken können, ist in anderen Fällen die Zeichnung wesentlich auf besondere Körperteile (Insektenflügel, Molluskenschale) oder

auf Kleinorgane der Haut (Haare, Federn) lokalisiert. Es ist aber mit Bestimmtheit anzunehmen, daß die entwicklungsgeschichtlichen Grundlagen aller dieser Zeichnungsmuster die nämlichen sind, wie bei der Gesamtzeichnung der Wirbeltiere. In einigen der genannten Fälle ist die entwicklungsgeschichtliche Entstehung der Zeichnung von vornherein einleuchtend: so bei den quergebengelten Säugetierhaaren und ebenso bei der Schnecken- schale, die samt ihrem Zeichnungsmuster dem Mantel ihre Entstehung verdankt, einem flächenhaften Gebilde, bei welchem, ähnlich wie beim Keimstreif der Asseln, die Wachstums- und Differenzierungsvorgänge von einer quergebengelten Randzone, dem Mantelrand, ihren Ausgang nehmen. Auch die Zeichnungsmuster des Schmetterlingsflügels müssen in ähnlichen Wachstumsordnungen

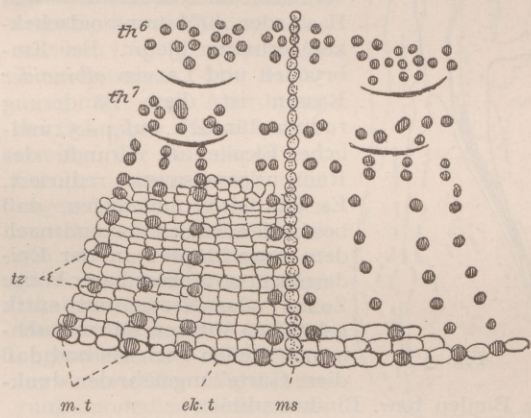


Fig. 2.

ihren Ursprung haben, wie dies ja auch GOLDSCHMIDT angenommen hat.

Die hier vorgetragenen Anschauungen haben sich nun nicht bloß aus der vergleichenden Betrachtung der Zeichnungsmuster und ihrer örtlichen Beziehungen zu den Körperteilen (vgl. z. B. die besonderen Verhältnisse der Zebrastrifen am Kopf und Rumpf, auf der Kruppe und an den Beinen) ergeben, vielmehr liegen auch tatsächliche Beobachtungen phänogenetischer Art vor, die als Stütze für meine Anschauungen dienen.

Den Ausgangspunkt für die phänogenetische Untersuchung der Zeichnungsunterschiede bildeten, wie oben erwähnt, die Farbenrassen des mexikanischen Molches oder Axolotls (*Amblystoma tigrinum*). Es konnte von meinem Schüler PERNITZSCH nachgewiesen werden, daß der Albinismus (besser: Albinoidismus) der hellen Rassen nicht, wie man zuerst annehmen möchte, auf Defekten in der Pigmentbildung, also auf *chemisch-physiologischen* Verhältnissen beruht, vielmehr im wesentlichen auf *Wachstumsunterschieden*, nämlich auf einer Verlangsamung und schließlich



Sistierung der mitotischen Teilungsvorgänge der im *Corium* gelegenen Pigmentzellen (Melanophoren und Xanthophoren). Später konnte ein anderer meiner Schüler, SCHNAKENBECK, durch längere Beobachtung einzelner Zellen am lebenden Objekt zeigen, daß diesen im *Corium* bestehenden Verhältnissen ganz entsprechende Erscheinungen in der *Oberhaut* parallel laufen, wobei eine gewisse Wahrscheinlichkeit besteht, daß die *führende* Rolle der *Epidermis* zufällt. Die Ergebnisse von PERNITZSCH haben mich weiterhin veranlaßt, auch die beim Axolotl vorkommenden *Zeichnungen* entwicklungsgeschichtlich zu untersuchen.

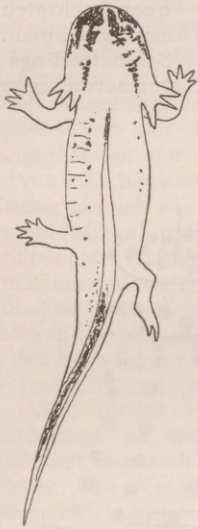


Fig. 3.

Schlüpfreife Embryonen und frisch ausgeschlüpfte Larven der *schwarzen* Rasse besitzen eine barschartige Querbänderung, die, da sie sich nicht mit der Segmentierung deckt, als *metameroid* zu bezeichnen ist und vereinzelt auch bei erwachsenen Bastarden (Metameroidschekken) erhalten bleibt. Bei Embryonen und Larven *albinoide* Rassen ist diese Bänderung rudimentär, d. h. auf 4–5 rundliche Flecke am Grunde des Rückenflössensaumes reduziert. Es läßt sich nun zeigen, daß bei beiden Rassen vor und nach dem Ausschlüpfen in der Epidermis in unverkennbarer Weise Zonen oder Nester mit stark gehäuften Mitosen mit mitosenarmen Stellen wechseln und daß diese Gürtel ungefähr den dunk-

len Binden bzw. Bindenrudimenten der betreffenden Entwicklungsstadien entsprechen. Damit dürfte tatsächlich ein kausaler Zusammenhang zwischen Querbänderung und quergerichteten Wachstumslinien nachgewiesen sein.

Auch längs der Seitenlinie, d. h. der an der Rumpfseite entlang laufenden, durch Äste des Nervus lateralis versorgten Reihe von Hautsinnesorganen (Seitenorganen), sind besonders viele Teilungsfiguren zu beobachten. Für die vom Nervus facialis versorgten Seitenorganreihen des Kopfes konnten bisher noch keine entsprechenden Bilder gewonnen werden, aber es kann wohl kaum bezweifelt werden, daß auch diese Reihen „Wachstumslinien“ darstellen. Wenn also bei den im Dunkeln aufgezogenen „*Streifenschekken*“ (Fig. 3) das Pigment am Kopfe ebenfalls auf die Seitenorganreihen und ihre Nachbarschaft konzentriert ist, und so eine Kopfzeichnung vorliegt, welche mit den bei Vögeln so vielfach beobachteten Rudimenten der *primären Längsstreifung* (Überaugen-, Zügel- und Bartstreif) zu vergleichen ist, so liegen offenbar auch hier enge Beziehungen

zwischen Wachstumsordnung und Pigmentierung vor. Auch die Mittellinie des Rückens scheint im Hinblick auf die entwicklungsgeschichtlichen Befunde eine Hauptwachstumslinie (Leitlinie) zu sein. Damit dürfte die „*aalstrich*“artige Pigmentierung des Saumes der Rückenflosse, die bei jungen Axolotllarven der hellen Rasse gelegentlich vorkommt, zusammenhängen. Man wird dann vielleicht weitergehen und sagen dürfen, daß auch der dunkle Aalstrich mancher Säuger auf dem Vorhandensein einer medianen Hauptwachstumslinie beruht, wie denn überhaupt die Entwicklung der Axolotlzeichnung noch eine Reihe von Anknüpfungspunkten für die phänogenetische Betrachtung der Wirbeltierzeichnung liefert. Bemerkenswert sei, daß SLUITER auch bei einigen Reptilienembryonen (*Draco*, *Lycosoma*, *Gecko*) einen Zusammenhang zwischen Pigmentierung und Hautwachstum nachweisen konnte und daß ein solcher nach den mir vorliegenden Daten auch für Fischlarven und Fische anzunehmen ist.

Wenn man sich einmal in die Vorstellung von einem Zusammenhang zwischen Zeichnungsmuster und Wachstumsordnung eingelebt hat, so ergibt sich für eine ganze Reihe, auf den ersten Anblick auffällender Vorkommnisse ganz von selber eine erste vorläufige Erklärung. Und indem man sich bemüht, die Richtigkeit dieser Erklärung zu erproben, erheben sich, wo man auch mit der Untersuchung einsetzt, zahlreiche neue Einzelfragen phänogenetischer Natur. Es sollen im folgenden einige dieser Sonderverhältnisse kurz besprochen werden<sup>8</sup>.

1. *Frühes Zustandekommen der Bedingungen.* Mehrere auffällige Vorkommnisse finden von der Annahme aus eine einfache Erklärung, daß die-



Fig. 4.

jenigen wachstumsrhythmischen Vorgänge, welche die zellteilungsgeschichtliche Grundlage für das Auftreten der Zeichnungsmuster bilden, schon in sehr frühen Entwicklungsstadien sich abspielen und zur Auswirkung kommen. Nur zwei Beispiele seien erwähnt. Bei einer Reihe von Fischen, so bei zwei bekannten, zu den Cichliden gehörenden Aquariumfischen, dem Flossenblatt (*Pterophyllum scalare*) und bei *Geophagus gymnogenis*, sowie bei einer kürzlich aus Neuguinea beschriebenen Seenadel (*Acanthognathus dactyliophorus*, Fig. 4<sup>9</sup>),

<sup>8</sup> Näheres in den beiden größeren Zusammenstellungen, die im folgenden abgekürzt durch Phä. (Phänogenetik 1918) und Bi. ge. (Bibliographia genetica 1. 1925) gekennzeichnet sind.

<sup>9</sup> G. DUNCKER und E. MOHR, Mitt. Zool. Staatsinst. Hamburg 41, Tf. 2, Fig. 1. 1925. Die 18–20 schwärzlichen Querbinden liegen bei diesem Fische auf etwa



durchsetzt eine der dunklen Querbinden des Körpers von oben nach unten auch die Hornhaut. Man wird schwer die Annahme umgehen können, daß hier schon vor der Differenzierung des Auges, die der Zeichnung zu Grunde liegende Wachstumsordnung festgelegt, und damit die *Disposition* für eine vermehrte Pigmentablagerung endgültig geschaffen wird.

Die Tatsache, daß die Zeichnungselemente der Vogelfedern, und zwar ebenso die einfacheren Formen der Querbänderung wie die kompliziertesten Netz- und Augenzeichnungen, z. B. vieler Hühnervögel, sich vollkommen kontinuierlich ohne irgendwelche Störungen (Unterbrechungen, Verwerfungen) über die ganze Federfläche erstrecken, läßt sich kaum anders deuten, als daß in den basalen Wachstumszonen des zylindrischen Federkeimes sehr früh, und zwar schon vor der ersten Differenzierung der Ramus- und Radiananlagen ein *bestimmter Wachstumsrhythmus* besteht, der aber erst während oder nach der Zerlegung des Keimes in seine einzelnen Teile (leistenförmige Ramusanlagen usw.) in der wechselnden Pigmentierung erkennbar wird<sup>10</sup>.

2. *Unabhängigkeit der Zeichnung von der Körpermetamerie.* Immer wieder ist der Gedanke ausgesprochen worden, daß speziell die Querbänderung der Säugetiere in irgendeiner Weise durch die allgemeine Körpermetamerie (Segmentierung), die in der Anordnung von Skelett, Muskulatur, Nervensystem und Nierenanlagen zum Ausdruck kommt, derart beherrscht wird, daß die Abweichungen der Zeichnungsmuster von der Körpermetamerie nur scheinbar oder sekundär sind. Gestützt wird diese Ansicht dadurch, daß man unter anderen bei Schmetterlingsraupen, Annelidenlarven und Fischlarven streng metamere Zeichnungsmuster findet. Indessen zeigt es sich, daß speziell die Querstreifung der Säuger keineswegs eine Übereinstimmung mit der Metamerie der Wirbelsäule und des Nervensystems aufweist. GROSSER hat dies nicht nur für die afrikanischen Tigerpferde, sondern auch für Formen mit augenscheinlich primitiven Zeichnungsverhältnissen, z. B. den Ameisenbeutel (Myrmecobius) und Beutelwolf (Thylacinus), nachgewiesen. Besonders sei auch hervorgehoben, daß viele Zebras eine unsymmetrische Zeichnung besitzen, insofern in der Mittellinie des Rückens häufig ein dunkler Streif der einen Seite mit einem helleren der anderen zusammenstößt, und überdies weist ja schon die der Rumpfzeichnung ähnliche Querbänderung der Beine darauf hin, daß hier eine weitgehende *Unabhängigkeit der Zeichnung von irgendwelchen Segmentierungsverhältnissen* besteht. Inwieweit die von KRIEG u. a. angenommenen Zug- und Druckwirkungen, die bei Säugetierembryonen in regelmäßigen Faltenbildungen der Haut zutage treten, die Verteilung der Zeichnung mitbestimmen jedem zweiten Ring, doch ohne feste Lagebeziehung zu den Ringgrenzen.“

<sup>10</sup> Phä., S. 228.

können, mag dahingestellt sein, jedenfalls lassen sich die meisten hier erwähnten Eigentümlichkeiten des Zeichnungsmusters am einfachsten erklären, wenn man für die Wachstumsordnung der Haut eine weitgehende, zum Teil vielleicht sekundär, im Laufe der Stammesgeschichte erworbene Autonomie, speziell auch eine Unabhängigkeit von der Körpersegmentierung annimmt<sup>11</sup>.

3. *Verhältnis zwischen Zeichnung und anderen Hautdifferenzierungen.* Zweifellos bestehen zwischen der Zeichnung und der Anordnung anderer Hautdifferenzierungen vielfach sehr enge Beziehungen. Hierher gehört unter anderem das schon erwähnte örtliche Zusammenfallen der primären Längsstreifung von Katzen- und Schweineembryonen mit den reihenförmig angeordneten ersten Haaranlagen (Stammhaare, Leithaare), die zunächst als Pünktchen, Strichelchen und leistenförmige Epidermisbildungen erscheinen (Fig. 5); die häufige Korrespondenz der Zeichnung mit der Anordnung der Schuppen (feine Längsstreifen der Äskulapnatter, Coluber Aesculapii); die engen örtlichen Beziehungen zwischen den Haarrichtungen, den „systematisierten“ (d. h. in bestimmten Linien lokalisierten) Naevis oder Muttermälern und den bei „gescheckten“ Menschen hervortretenden Pigmentierungsanomalien (MEIROWSKY u. a.). Auch mit feineren Strukturverhältnissen hängt die Zeichnung vielfach zusammen. Beim Zebra sollen die Haare der dunklen Binden stärker entwickelt sein als die der hellen. Ob hier ein konstantes Verhältnis vorliegt, oder ob nur beim Haarwechsel die dunklen Haare rascher wachsen, ist noch unsicher, jedenfalls liegen Dichtigkeits- oder Strukturverschiedenheiten der Haare und Federn der sogenannten *Schattenzeichnung* (Gespenster-, Moiré-, Damaszenerzeichnung) zu Grunde, die sich bei den Ferkeln weißer Schweinerassen (besonders auch bei Kreuzungsprodukten), bei Mäusealbinos, welche den Scheckcharakter in latentem Zustand mit sich führen, und bei den Federn mancher weißer Hühnerbasteerde findet. Man sieht in diesen Fällen an dem Haar- und Federnkleid die Frischlingsstreifung bzw. Scheckung, an den Federn eine Querbänderung durchschimmern, trotzdem kein Pigment vorhanden ist. Hier können nur die an den *sonst dunklen und hellen Stellen* bestehenden *Strukturverschiedenheiten* Ursache für das Durchscheinen einer Zeichnung sein, und ähnliches wird auch für die Schatten-

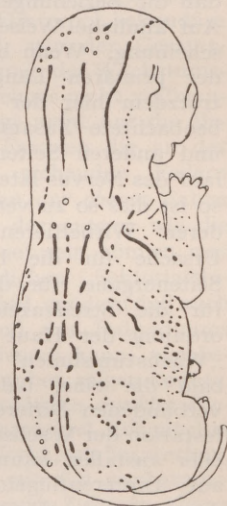


Fig. 5.

Beim Zebra sollen die Haare der dunklen Binden stärker entwickelt sein als die der hellen. Ob hier ein konstantes Verhältnis vorliegt, oder ob nur beim Haarwechsel die dunklen Haare rascher wachsen, ist noch unsicher, jedenfalls liegen Dichtigkeits- oder Strukturverschiedenheiten der Haare und Federn der sogenannten *Schattenzeichnung* (Gespenster-, Moiré-, Damaszenerzeichnung) zu Grunde, die sich bei den Ferkeln weißer Schweinerassen (besonders auch bei Kreuzungsprodukten), bei Mäusealbinos, welche den Scheckcharakter in latentem Zustand mit sich führen, und bei den Federn mancher weißer Hühnerbasteerde findet. Man sieht in diesen Fällen an dem Haar- und Federnkleid die Frischlingsstreifung bzw. Scheckung, an den Federn eine Querbänderung durchschimmern, trotzdem kein Pigment vorhanden ist. Hier können nur die an den *sonst dunklen und hellen Stellen* bestehenden *Strukturverschiedenheiten* Ursache für das Durchscheinen einer Zeichnung sein, und ähnliches wird auch für die Schatten-

<sup>11</sup> Vgl. auch oben Anm. 9.



zeichnung gelten, die bei manchen *melanistischen* Formen, so beim langschwänzigen Sundapanther und bei schwarzen Kätzchen beobachtet wird. Hierher gehört ferner die Tatsache, daß bei zahlreichen Vögeln mit gebänderten Federn, so bei Tagraubvögeln (besonders beim Wespenbussard), bei Regenpfeifern und Brachvögeln, beim schottischen Moorhuhn u. a. die pigmentierten Stellen der Federn eine größere Widerstandskraft besitzen als die hellen, weshalb bei älteren Federn die Ränder gezackt oder gesägt erscheinen.

Mindestens in manchen dieser Fälle wird man den Zusammenhang zwischen Pigmentierungsart und Struktur nicht ohne weiteres als ein direktes Kausalverhältnis betrachten dürfen. Vielmehr ist sicher anzunehmen, daß *beiden* Differenzierungen eine *gemeinsame Ursache* zu Grunde liegt, daß die Beziehungen also *konnektiver* Art sind<sup>12</sup>. Auf ähnliche Weise erklärt sich eine andere Erscheinung. Wenn bei Vögeln und Säugern Reste der primären Längsstreifung bestehen bleiben, trotzdem hier der bei Fischen und Amphibien beobachtete Zusammenhang mit der Seitenlinie und anderen Seitenorganreihen, bzw. dem Verlauf des Nervus lateralis und facialis nicht besteht, so ist dies so zu verstehen, daß auch bei den niederen Wirbeltieren die primäre, gemeinsame Ursache für die bestimmte Lokalisierung der Seitenorgane, für den Verlauf der Nerven und für die Streifenzeichnung in der Wachstumsordnung der Haut und in dem Auftreten von „Wachstumslinien“ gelegen ist, und daß daher bald die eine, bald die andere der konnektiv verbundenen Differenzierungen als äußere Manifestation der Wachstumsordnung bestehen bleiben oder ausfallen kann. Ähnliches gilt, wenn man auf Dipterenflügeln die weggefallenen Adern durch lokale Pigmentierung angedeutet sieht (VAN BEMMELEN).

4. *Übergänge (Interferenzen), Übereinanderlagerungen, Altersstufen.* Wenn man einerseits im Auge behält, daß das Wachstum der Haut sowohl in der Längs- als in der Querrichtung erfolgt, und daß daher eine Vermehrung der Wachstumskerne auch in der Querrichtung des Körpers stattfinden muß — die Entwicklung des Arthropodenkeimstreifs (s. o.) und ebenso die nachträgliche, im Alter von 4 Monaten erfolgende Längsspaltung der 7 dunklen Linien der Wildschweinfrischlinge geben Hinweise darauf —, und wenn man andererseits annimmt, daß von den *beiden Hauptkomponenten* der Zeichnung, einer uralten Wachstumsordnung der Haut und einer bestimmten Phase

oder Abstufung des Pigmentchemismus, die erstere sehr früh festgelegt ist, die letztere dagegen, je nach den Verhältnissen des Gesamtstoffwechsels, *früher oder später* verwirklicht werden kann, so wird eine weitere Reihe von besonderen Vorkommnissen im großen und ganzen verständlich.

Wenn die Bedingungen für die Pigmentablagerung zustandekommen, während von benachbarten Körperteilen *der eine* mehr Längs-, *der andere* mehr Querwachstum zeigt, so kann es zu *Übergangsformen* oder *Interferenzerscheinungen* kommen, wie z. B. auf der Kruppe der afrikanischen Tigerperde<sup>13</sup> oder am Kopf einiger Regenpfeifer (*Rhinoptilus seebohmi*, Fig. 6, und *Rh. cinctus*)<sup>14</sup>, bei welchen der Oberkopf und Nacken längsgestreift ist, und Kehle, Kropf und Oberbrust abwechselnd zwei halsbandartige Querbinden, ein längsgestreiftes Feld und wieder zwei Querbinden tragen. In anderen Fällen können auf ähnliche Weise *Übereinanderlagerungen* verschiedener Zeichnungsformen zustandekommen. So zeigen die Zwergmoschustiere und manche Antilopen aus der Gattung *Tragelaphus* eine Kombination von Längs- und Querstreifung, auf den Gehäusen von Schnecken (*Amphidromus*) können Längsbänderung und Quertigerung übereinander gelagert sein (*HANIEL*), auf den Flügeldecken von Käfern (*Phytotecta*) können zwei normalerweise auf verschiedene Rassen



Fig. 6.

verteilte Zeichnungsmuster, die Längsstreifung (Fig. 7b) und die Punktzeichnung (Fig. 7a), gelegentlich (Fig. 7c) zusammen vorkommen (*ZULUETA*). Besonders bei Artbastarden scheinen solche *Übereinanderlagerungen* nicht selten zu sein. *GERSCHLER* hat solche bei Zahnkarpfenkreuzungen gefunden<sup>15</sup>, mir selbst liegt ein Bastard von *Phasianus Soemmeringi* und *Reevesi* vor, dessen Rückenfedern den keilförmigen Schafstrich von *Soemmeringi* und die dunkle Randbinde von *Reevesi* kombinieren. Endlich lassen sich auch die Verschiedenheiten der Zeichnung, welche bei Fischen (*Fundulus majalis*) einerseits die quergebänderten Jungfische und Männchen und andererseits die längsgestreiften Weibchen zeigen, im Prinzip verstehen, ebenso wie die von *KLEINSCHMIDT* hervorgehobene vollkommene Parallelentwicklung, welche manche einander entfernter stehende Vogelarten, wie z. B. der Hühnerhabicht (*Astur palumbarius*) und der Wanderfalke (*Falco peregrinus*) bezüglich des ontogenetischen Zeichnungswechsels und der geographischen Rassenbildung zeigen<sup>16</sup>.

<sup>12</sup> Unter *Konnektion* verstehe ich zunächst die Erscheinung, daß in der Entwicklung mehrere (z. T. an verschiedenen Körperstellen gelegene) Merkmale durch mehrseitige Auswirkung *einer und derselben* pleiotropen (*PLATE*) oder polyphänen Erbinheit zur Entfaltung kommen können. Im obigen ist der Begriff etwas allgemeiner gefaßt, jedoch kommt es auch in den hier erwähnten Fällen im wesentlichen auf das Nämliche hinaus.

<sup>13</sup> Phä., S. 222. Fig. 140–143.

<sup>14</sup> Catal. Birds Brit. Mus. 24. 1896; Taf. 3.

<sup>15</sup> Phä., S. 169.

<sup>16</sup> Bi. gen., S. 197.



5. *Mehrfacher Rhythmus*. Zwei Gruppen von Erscheinungen sind hier zu unterscheiden, die beide ohne weiteres vom Boden der Hautwachstumshypothese aus verstanden werden. Es können die hellen Felder die zwischen je zwei dunklen Binden liegen, nochmals durch Zwischenstreifen von mittlerer Pigmentierung geteilt sein. Bekannte Beispiele sind die hellbraunen Zwischenbinden mancher afrikanischer Tigerpferde. Ähnlich, aber verwickelter liegen die Verhältnisse bei manchen Federn, z. B. bei den Schwanzfedern des Wespenbussards (*Pernis apivorus*). Hier folgen hinter der weißgesäumten Federspitze eine breite schwarzbraune Querbinde, dann 6 schmale blässere Querstreifen, dann wieder ein breiter dunklerer Querstreif, ferner 3 schmale blaßbraune usw. Als Grundlage dieser Rhythmen komplizierterer Art, für welche die schlankere Schere des Hummers (Zähnschere) mit ihren in achtstelliger Periode angeordneten Zähnen ein schönes Gegenstück

Zebras — ein schwarzer weißgesäumter Aalstrich, an dessen weißen Saum beiderseits schwarze Quer- und Bogenlinien anstoßen — in der Zeichnung mancher abnormer Federn des schottischen Moorhuhns ein schönes Gegenstück<sup>17</sup>. Vergleicht man die Haut eines *Zebraembryos* mit der epidermalen Rinde des zylindrischen *Federkeimes* oder die abgezogene und ausgebreitete Haut des erwachsenen Zebras mit der fertigen Feder, die sich ja nach Abstreifung der Federscheide ebenfalls flächenhaft ausbreitet, so wird die Ähnlichkeit noch größer, und die Überzeugung drängt sich ohne weiteres auf, daß hier ein im wesentlichen übereinstimmender Wachstumsrhythmus zunächst der epidermalen Teile vorliegt. So hat denn auch KRUMEL die Feder ein „Scheinindividuum“ genannt, dessen Zeichnung von denselben zum Teil ideellen Achsen und Polen (Rücken- und Bauchlinie, Seitenlinie, Vorder- und Hinterpol, sekundäre Querachsen) beherrscht wird, wie der Gesamtkörper. Daß freilich auch der Wachstumsrhythmus des Federkeimes nicht vollkommen autonom ist, zeigt nicht nur die Beobachtung, daß bei Fasanen die an der Rücken-Bauchgrenze stehenden Federn asymmetrisch (d. h. an der oberen Fahne wie die Rücken-, an der unteren wie die Bauchfedern) gezeichnet sein können und dann mit den pflanzlichen „Sektorialchimeren“ vergleichbar sind, sondern daß auch der Ernährungszustand des Individuums die Zeichnung beeinflussen kann, wie besonders RIDDLE bei Tauben zeigen konnte.

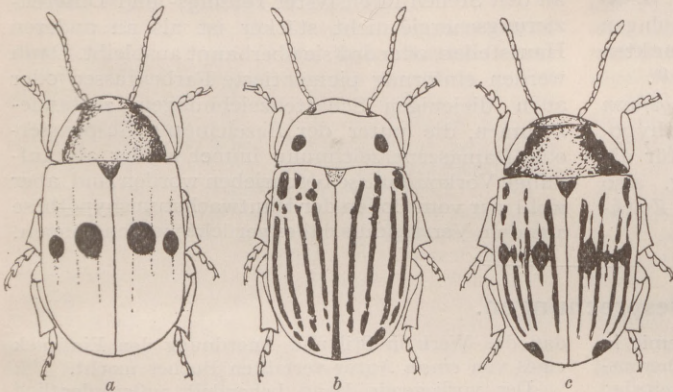


Fig. 7.

7. *Antagonismus zwischen dunkler Pigmentierung und Pigmentmangel*. Ich möchte zum Schluß noch ein Verhältnis besprechen, das sicher ebenfalls mit den wachstumsrhythmischen Vorgängen in Zusammenhang

bildet (STAHR), können natürlich ohne Schwierigkeit rhythmische Wachstumsvorgänge verwickelterer Art angenommen werden. Dasselbe gilt auch für die zweite Gruppe hierhergehöriger Vorkommnisse, für die Superposition einer Grundzeichnung, etwa der schachbrettartigen Fleckzeichnung, durch sekundäre, im Bereich der einzelnen Wachstumszentren auftretende, ebenfalls rhythmische Zeichnungsmuster. Die Flecken des Jaguars (*Felis onca*) mit ihrem dunklen Kern, mit ihrem gelblichroten ersten und ihrem schwarzen zweiten Ring, sowie die Augenflecke mancher Schmetterlinge, die vielfach mitten in andere Zeichnungsmuster gesetzt erscheinen, sind hierher zu rechnen.

6. *Übereinstimmung der Zeichnung zylindrischer und flächenhafter Organe*. Sehr auffallend ist die weitgehende Ähnlichkeit, welche die komplizierteren Zeichnungsmuster auf dem Rücken und auf der Kruppe afrikanischer Tigerpferde mit der flächenhaft ausgebreiteten Zeichnung einer Schneehuhn-, Fasanen- oder Raubvogelfeder haben. So findet z. B. das charakteristische Zeichnungsmuster auf der Kruppe des GRÉVYSCHEN

steht, dessen spezielle Ursachen aber bis jetzt noch ganz ungeklärt sind. Zahlreiche Vorkommnisse weisen auf ein *alternierendes* oder *vikariierendes Verhalten zwischen Schwarz und Weiß* (Melanismus und Leuzismus bzw. Albinismus) hin, d. h. der ganze Körper oder bestimmte, hauptsächlich auch peripher gelegene Körperstellen können bei verschiedenen Arten oder Rassen bald eine ausgesprochene Tendenz zur Dunkelfärbung, bald zu reinem Weiß zeigen, oder es kann auch in derselben Rasse oder bei demselben Individuum eine Art Konkurrenzkampf zutage treten. Beispiele sind das überwiegende Vorkommen eines schwarzen und eines weißen Schlags bei manchen Haustierrassen (ADAMETZ hat unter anderem auf den Kladruber Schimmel- und Rappenstamm hingewiesen); das vikariierende Vorkommen eines dunklen oder hellen „Aalstriches“ bzw. einer breiteren Rückenblasse beim Rinde; die Sprenkelung des Kopfes bei Schafen und Lamas und die wechselnden Zeichnungserscheinungen an den Fesseln und im Gebiet des frontalen Stirnwirbels der Pferde<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> Phä., S. 222, Fig. 140, und S. 229, Fig. 149.

<sup>18</sup> Phä., S. 152f.



Wir kommen zum Schlusse. Wenn auch die Hautwachstumshypothese infolge unseres, zur Zeit noch unzureichenden Einblicks in die Pigmentierungsbedingungen noch nicht für alle speziellen Fälle eine vollkommen erschöpfende Erklärung zu geben vermag, so dürfte sie doch alle Forderungen erfüllen, die an ein *allgemeines, übergeordnetes Erklärungsprinzip* gestellt werden können. Denn sie vermag nicht nur für sämtliche überhaupt vorhandenen Zeichnungsmuster eine erste entwicklungsgeschichtliche Erklärung zu geben, wobei freilich speziell nach der *pigmentphysiologischen* Seite hin noch manche Fragen offen stehen. Sondern die Hypothese ist auch, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll, sehr wohl imstande, die *sicher vorhandenen*, zum Teil ursprünglichen und direkten, zum Teil indirekten *Beziehungen* der Zeichnung zur Körpermetamerie und zu den Innervationsgebieten der von den Spinalnerven abgehenden Hautnerven (VAN RYNERBERK), zu den embryonalen Hautgefäßen (ZENNECK), zu der Anordnung der Leithaaranlagen (TOLDT), zu den peripher gelegenen Körperpunkten usw. unter *einen* Gesichtspunkt zu bringen<sup>19</sup>.

Und ebenso wie *jede einzelne Zeichnungsform als solche* vom Boden der Hautwachstumshypothese aus verständlicher wird, so ist auch für die eigentliche phänogenetische Untersuchung, also für die Erklärung der *Verschiedenheiten der Zeich-*  
<sup>19</sup> Phä., S. 198.

*nung bei verschiedenen Rassen und Arten* ein Wegzeiger gegeben. Kleine Abänderungen des Keimplasmagefüges (nach der gegenwärtig benutzten Terminologie „Gen-Mutationen“) können bei der Entwicklung des jungen Organismus bewirken, daß im *Zellenstammbaum*, der sich vom befruchteten Ei erhebt, einzelne Zelllinien oder Zellkeile Abweichungen vom normalen Entwicklungsverlauf zeigen, so daß, *bei normalem Pigmentchemismus*, der Wachstumsrhythmus der Haut bestimmte Abänderungen erfährt, und infolgedessen rassen- oder artmäßige Veränderungen des Zeichnungsmusters entstehen. Es kann aber auch durch die Abänderungen des Keimplasmagefüges weniger der allgemeine Wachstumsrhythmus, als vielmehr eine ganz bestimmte Seite des allgemeinen Zellstoffwechsels, z. B. eine bestimmte Phase des Pigmentchemismus (sei es der Chromogen- oder Oxydasenbildung) verändert werden, so daß, *bei normalem Wachstumsrhythmus*, die Pigmentbildung an den Stellen intensivster Teilungs- und Differenzierungsenergie nicht stärker ist als an anderen Hautstellen, oder daß sie überhaupt ausbleibt. Dann werden einförmig pigmentierte Farbenrassen oder auch diejenigen Schattenzeichnungen zustandekommen, die unter der Bezeichnung Gespenster- oder Damaszenerzeichnung immer wieder als auffällige Vorkommnisse beschrieben worden sind, aber wohl nur vom Boden der Hautwachstumshypothese aus dem Verständnis näher gerückt werden können.

## Besprechungen.

R. ABEGGS *Handbuch der Anorganischen Chemie in 4 Bänden*. 4. Band, 1. Abteilung, 1. Hälfte; herausgegeben von FR. AUERBACH und J. KOPPEL. Leipzig: S. Hirzel 1927. XII, 966 S. und 41 Figuren im Text und auf einer Tafel. 17 × 24 cm. Preis geh. RM 60.—, geb. RM 64.—.

Der neue Band des Handbuches der anorganischen Chemie behandelt die Elemente der 6. Hauptgruppe des periodischen Systems. Bearbeitet ist der Sauerstoff von H. LEY, der Schwefel und seine Verbindungen von H. VON STEINWEHR sowie von A. SCHULZE und A. KURTENACKER, das Selen und das Tellur von JULIUS MEYER, der zugleich bei sämtlichen Elementen die kritischen Abschnitte über die Atomgewichte verfaßte; das Polonium von W. MARCKWALD und die Nachträge zum Schwefel von J. KOPPEL. Die Abschnitte über die Kolloidchemie der Elemente und ihrer Verbindungen stammen von A. LOTTERMOSER.

Eine Kritik an den verschiedenen Abhandlungen dieses grundlegenden Werkes erübrigt sich nach den bisherigen Erfahrungen von vornherein. Es ist selbstverständlich, daß dieselben, besonders da sie teilweise schon vor langen Jahren verfaßt wurden und erst später auf den gegenwärtigen Stand ergänzt werden konnten — eine Folge der vieljährigen Verzögerungen im Erscheinen des Handbuches — von verschiedenen Werten sind. Aber diese Wertunterschiede verstehen sich hier nur in einer Differenzierung innerhalb der besten Eigenschaften, und auch dem jetzigen Herausgeber ist, wie seinen Vorgängern, die sehr schwierige Aufgabe fast restlos geglückt, eine Homogenisierung der verschiedenen Abhandlungen herbeizuführen, so

daß das Werk in Stil und Anordnung den Eindruck eines von *einem* Autor verfaßten Buches macht.

Der vorliegende Band behandelt außerordentlich wichtige und komplizierte Fragen und wenn es gestattet ist einzelne Teile, soweit man dieselben nach der ersten Durchsicht beurteilen kann, hervorzuheben, so erscheinen die über die allotropen Modifikationen des Schwefels, über die Polythionsäuren, sowie die kurzen und gedungenen Artikel über kolloide Eigenschaften besonders gelungen, ohne daß man damit die Verdienste der anderen Verfasser beeinträchtigen will.

Es ist für den Chemiker, speziell für den „Anorganiker“, und den Physiko-Chemiker ein „dies fastus“, wenn ein neuer Band des „Abegg“ erscheint; denn es wird ihm nicht nur dadurch die mühsame Arbeit des Sammelns literarischer Vorarbeiten bei Experimentaluntersuchungen erleichtert, sondern er kann sicher sein, auf allen behandelten Gebieten reiche Anregung für neue Arbeiten zu erhalten und auf die vorhandenen Lücken unseres Wissens hingewiesen zu werden. Dies monumentale Werk, das sich zu einem stolzen Denkmal deutscher literarischer Forscherarbeit entwickelt hat, hat neben seinem aktuellen Werte, nachdem der erste Band vor 22 Jahren erschienen ist, eine direkt historische Bedeutung. Erwachsen aus der Anregung OSTWALDS, in einem großen Handbuche die Ergebnisse der physikalischen Chemie auf die anorganische Forschung mehr als es bis dahin der Fall war, anzuwenden, ist es nicht nur ohne ebenbürtige Konkurrenz aus anderen Ländern geblieben, sondern hat als vielleicht eines der bedeutsamsten Fermente



die erstaunliche Ausdehnung der wissenschaftlichen anorganischen Forschung in den letzten Jahrzehnten mit veranlaßt. Es ist Wahrzeichen dessen, was auf diesem Gebiete in diesem Zeitraume geleistet ist, und nichts kann das deutlicher machen als die Tatsache, daß der erste, im Jahre 1905 erschienene Band, der die gesamten Elemente der 2. Hauptgruppe des periodischen Systems behandelt, in einem Umfange von gerade 700 Seiten von fünf Verfassern geschrieben wurde, die das gesamte Material damals leicht beherrschen konnten, während die 6. Gruppe des periodischen Systems jetzt schon 2 Bände von zusammen über 2000 Seiten einnimmt und die Chemie eines Elementes, wie die des Schwefels, von drei verschiedenen Spezialisten bearbeitet werden muß.

Trotzdem der „Abegg“ auf absolute Vollständigkeit der älteren Literatur keinen Anspruch macht, mußte mithin die ursprüngliche Absicht, jede Elementengruppe in *einem* Bande zu behandeln, schon aufgegeben werden, und bei den weiteren noch ausstehenden Elementengruppen wird sich dies noch mehr auswirken; denn es läßt sich wohl voraussagen, daß die Chemie und Technologie des Eisens allein wohl kaum in einem Bande bewältigt werden kann.

So erhebend es ist, diese rastlose und stets wieder nach anderen neuen Richtungen fortschreitende wissenschaftliche Forscherarbeit mit zu erleben, so sehr zwingt es auch zum Nachdenken darüber, wie man jetzt und weiterhin das gewonnene Material für die nachfolgenden Bearbeiter sammeln und gruppieren kann, und man fragt sich, wie werden derartige Handbücher, wie das vorliegende, sich gestalten.

Wir in Deutschland sind in der glücklichen Lage, zwei Handbücher zu besitzen, die, ohne sich gegenseitig zu schädigen, vorläufig diese Arbeit leisten. Während GMEIERS Handbuch der anorganischen Chemie das gesamte Tatsachenmaterial sammelt und es möglichst kritisch geordnet, aber ganz objektiv nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft darstellt, legt der „Abegg“ in mehr lehrbuchartiger Form auf Hervorhebung der theoretischen Grundlagen und Zusammenhänge Wert und gibt in stärker subjektiver Gestaltung Anregungen und Ausblicke für weitere Arbeit. Er stellt heute schon, wie man wohl ohne Übertreibung sagen kann, ein „momentum aere perennius“ dar, das stets für die Einheit physikalischer Anschauungen mit chemischer Forschung sprechen wird und dementsprechend behalten auch die zuerst erschienenen Bände, trotzdem sie nach über 20 Jahren in bezug auf die Substanz wohl etwas überaltert sind, ihren unveränderten Anregungswert. Wie ein gotischer Dombau, konnte auch dieses große Werk nicht von *einem* Baumeister vollendet werden. Nach dem Ableben von BODLÄNDER, der mit ABEGG zusammen die Grundlagen für das Werk schaffte und der leider schon das Erscheinen des ersten Bandes nicht mehr miterlebte, folgt auf ABEGG und den leider allzu früh verschiedenem FRIEDRICH AUERBACH als vierter der jetzige Herausgeber J. KOPPEL, der selbst schon an den früheren Bänden außerordentlich verdienstvoll mitgewirkt hat. Er hat diesen Band vollständig auf der Höhe der früheren gehalten und man kann die Hoffnung und das Vertrauen hegen, daß er das Werk zu einem glücklichen Abschlusse bringen wird. Möge das Schicksal ihm gestatten eine Neuauflage vorzubereiten, deren Grundlage besonders in den ersten Bänden gegen die bisherige sich, wie erwähnt, vielfach unterscheiden wird, deren Herausgabe aber für die Zukunft ein außerordentlich interessantes Problem bietet.

A. ROSENHEIM, Berlin.

STAUDINGER, H., Tabellen zu den Vorlesungen über allgemeine und anorganische Chemie. Unter Mitarbeit von A. HENSLE. Karlsruhe: G. Braun 1927. VIII, 226 S. 14 × 20 cm. Preis geh. RM 8.20, geb. RM 9.—.

Veranlaßt durch seine Hörer, hat STAUDINGER das außerordentlich reiche Tabellen- und Kurvenmaterial seiner Vorlesung über allgemeine und anorganische Chemie in Form eines Buches zusammengestellt. Es ist dadurch eine Sammlung von mehr als 200 Tabellen entstanden, die in ungewöhnlich übersichtlicher und lehrreicher Weise nicht nur die chemischen Grundgesetze wiedergeben, sondern auch eine vergleichende Übersicht der wichtigsten Verbindungen aller, auch der seltenen Elemente, gestatten. Die physikalischen Eigenschaften der Stoffe sind in umfassender Weise berücksichtigt und die physikalisch-chemischen Gesetze werden in einfachster Weise klar und verständlich gemacht. Überall, sowohl in bezug auf die allgemeine Entwicklung der Chemie wie in bezug auf die Entstehung der einzelnen Gesetze, wird die Geschichte derselben auf das Gründlichste berücksichtigt. Besonderer Wert wird auf Darstellungen gelegt, die die wirtschaftliche Bedeutung der verschiedensten Natur- und Kunstprodukte wiedergeben, deren Produktion und Weltverbrauch in zahlreichen Tabellen und Kurven angeführt wird.

Das Werk ist in vier Hauptteile gegliedert. Die Einleitung bringt die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik und anschließend eine Reihe von Tabellen, die, um einen Überblick über die Energieproduktion und den Energiebedarf der Kulturwelt zu ermöglichen, die Kohleförderung, die Erdölgewinnung, die Wasserkräfte in den einzelnen europäischen Ländern und in den Vereinigten Staaten von Amerika zusammenstellen. Originell und belehrend ist die Umrechnung der Menge der energieerzeugenden Mittel in Arbeitsleistung, die in PS-Jahren ausgedrückt wird und die mehr als alles andere den derzeitigen technischen Kulturstand der einzelnen Länder widerspiegelt. Aus diesen Tabellen Folgerungen auf wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten zu ziehen, liegt nahe, und es entspricht offenbar der Absicht des Verfassers, in dem Leser derartige Betrachtungen auszulösen. An diese Tabellen schließen sich weitere Zusammenstellungen über die Entwicklung der Eisenproduktion der Bedeutung der Düngemittel u. v. m.

Der erste Teil bringt Zusammenstellungen aus der allgemeinen Chemie auf Grund ihrer historischen Entwicklung und lehrt so die stöchiometrischen Gesetze und die Entstehung des Molekular- und Atombegriffes, sowie die Umbildung desselben bis in die neueste Zeit hinein.

Der zweite, sehr umfangreiche Teil bringt in einem sehr reichen Tabellenmaterial im Zusammenhange mit der Besprechung des Sauerstoffes, des Wasserstoffes und ihrer Verbindungen, die meisten physikochemischen Grundgesetze. Auch hier zeichnen sich alle Tabellen durch ungewöhnliche Reichhaltigkeit und Übersichtlichkeit in der Anordnung aus.

Der dritte Hauptteil ist der Vergleichung aller anderen Elemente und ihrer Verbindungen, geordnet nach den verschiedenen Gruppen des periodischen Systems, gewidmet. Auch hier bewähren sich dieselben Eigenschaften, wie in den anderen Teilen. Bei allen wichtigen Stoffen wird die wirtschaftliche Bedeutung gekennzeichnet und die Geschichte der Chemie wird weitgehend berücksichtigt.

STAUDINGER hat uns in diesem kleinen Buche ein außerordentlich wichtiges und anregendes neues Lehr-



mittel geschenkt, dessen Gebrauch über den Kreis seiner Hörer hinaus allen Studierenden als Ergänzung zu den Lehrbüchern aufs Dringendste empfohlen werden muß. Aber noch weiter wird dieses Buch auch älteren fertigen Chemikern vieles neue bringen und manchem Hochschullehrer in der sorgfältigen Zusammenstellung oft weitverstreuten statistischen Zahlenmaterials die Vorarbeit für seine Vorlesungen erleichtern.

A. ROSENHEIM, Berlin.

SCHWARZ, R., **Anorganische Chemie**. (Wissenschaftliche Forschungsberichte, Naturwissenschaftliche Reihe, herausgegeben von R. E. LIESEGANG, Band 16). Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1927. XI, 139 S. 15 × 22 cm. Preis geh. RM 8.—, geb. RM 9.20.

In dem vorliegenden Forschungsberichte hat der Verfasser die Ergebnisse der Jahre 1914–1925 in übersichtlicher Weise zusammengestellt. Diese Forschungsberichte, die aus dem Bedürfnisse entstanden, die durch die Kriegsjahre bei vielen Naturwissenschaftlern entstandenen Lücken möglichst schnell wieder auszufüllen, machen naturgemäß nicht auf die absolute Vollständigkeit in den Literaturangaben Anspruch. Sie werden daher weniger dem Spezialfachmann wie dem Chemiker oder Naturwissenschaftler, der andere Gebiete bearbeitet, ein bequemes Hilfsmittel sein. Daß das vorliegende Material mit großer Umsicht und Verständnis geordnet und wiedergegeben ist, dafür birgt der wissenschaftliche Name der Verfasser.

A. ROSENHEIM, Berlin.

FOURNEAU, ERNEST, **Heilmittel der organischen Chemie und ihre Herstellung**. Übersetzt von MICHAEL TENNENBAUM. Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn A.G. 1927. VIII, 336 S. und 24 Abbildungen. 14 × 22 cm. Preis geh. RM 19.50, geb. RM 22.—.

Fast für jedes Gebiet der Technik hat sich heute die Auffassung durchgesetzt, daß praktische Ziele am besten erreicht werden durch Anwendung des ganzen Rüstzeuges exakter Wissenschaft. Der frühzeitigen Erkenntnis dieser Tatsache durch unsere führenden Männer im Reiche der Chemie ist der hohe Stand zu danken, den Deutschland in diesem Teile von Wissenschaft und Technik heute einnimmt. Aber nicht das Vermögen, rein chemisch zu denken und die Kenntnis rein chemischer Methoden genügt, für den in der Praxis oder für die Praxis tätigen Forscher. Er muß es auch verstehen, sich in wissenschaftliche und technische Nachbargebiete einzufühlen, um den von ihm dargestellten Verbindungen ein Anwendungsgebiet zu erschließen. Besonders großen Schwierigkeiten begegnet da der Chemiker, welcher neue Arzneistoffe aufsuchen will. Sein Nachbarland ist das gewaltige Reich der Medizin, das so viele und ausgedehnte Spezialgebiete hat. Nur wenige Forscher existieren, welche Chemie und Medizin wenigstens in ihren Grundlagen beherrschen. Einer derselben ist ERNEST FOURNEAU, als Chemiker ein Schüler EMIL FISCHERS. Die Denk- und Arbeitsweise dieses erfolgreichen Mannes kennenzulernen, ist für den Chemiker, wie für den Mediziner gleich lehrreich. So war es eine dankenswerte Tat TENNENBAUMS, das Buch von FOURNEAU in die deutsche Sprache zu übersetzen.

FOURNEAU verwebt seine chemisch-synthetischen Darlegungen mit Hinweisen auf die pharmakologischen und therapeutischen Eigenschaften, um Chemiker und Mediziner dahin zu bringen, die Zusammenhänge zu erfassen und selbständig und zielstrebig weiter zu forschen unter möglichster Vermeidung oft erfolgloser,

zum mindesten aber zeitraubender Systematik. Dabei hat FOURNEAU es meisterhaft verstanden, diese Zusammenhänge darzulegen, ohne etwa ein Buch zu schreiben „über die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und Wirkung“, und damit in fruchtlose Theorien zu verfallen. Im Gegenteil begegnen wir auf Schritt und Tritt praktischen Hinweisen, sei es wirtschaftlicher Natur, wie z. B. der Auswahl der für die Praxis geeignetsten Wege zur Synthese von Arzneistoffen, sei es Hinweisen auf noch notwendige Ergänzungen der schon vorhandenen Arzneistoffe, oder Anregungen zur Synthese noch für viele Indikationsgebiete völlig fehlender Arzneistoffe. Auch die Schwierigkeiten werden nicht vergessen, welche sich der medizinischen Prüfung und der Einführung eines Arzneistoffes in die Therapie entgegenstellen. So ist das Buch zu werten als das Werk eines Praktikers von ausgezeichneten wissenschaftlichen Qualitäten, geschrieben für den Praktiker. Daß auf so wenigen Seiten eine erschöpfende Darlegung der chemischen und medizinischen Methoden und Theorien nicht möglich ist, ist selbstverständlich und nimmt dem Buche nichts von seinem Wert. Im Gegenteil regt diese gewollte Unvollständigkeit zum weiteren Denken und Handeln an. In erster Reihe ist das Werk für den Chemiker geschrieben, aber auch der Mediziner wird voll Interesse und Nutzen lesen, wie medizinische Anschauungen sich im Gehirn des Chemikers malen und auswirken. Zugleich aber führt das Buch den Mediziner ausgezeichnet in die Chemie der Arzneistoffsynthese ein.

W. SCHULEMANN, Vohwinkel.

WINDERLICH, RUDOLF, **Chemie und Kultur**. Leipzig: Leopold Voss 1927. VI, 139 S., 8 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. 15 × 23 cm. Preis geh. RM 3.30, geb. RM 4.50.

Eine Reihe von neueren Büchern, von denen einige auch in dieser Zeitschrift angezeigt wurden, haben es sich zur Aufgabe gesetzt, einem weiteren, nicht fachmännisch gebildeten Leserkreise die wirtschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit klar zu machen; im Gegensatz zu diesen Schriften behandelt R. WINDERLICH nicht den Nützlichkeitswert der Chemie, sondern ihren Kulturwert, wobei „Kultur“ im engeren, geistig-sittlich-künstlerischen Sinne genommen werden soll. Indem der Verfasser von Feuer, Nahrung, Quarz und Ton, Gebrauchsmetallen, Spreng- und Schießstoffen, Farben, Heilmitteln und den chemischen Elementen anregend und in überall zutreffenden Ausführungen erzählt, findet er Gelegenheit, darauf hinzuweisen, wie durch den Fortschritt der wissenschaftlich- und technisch-chemischen Forschung die ideelle Kultur beeinflusst worden ist. Hierbei darf man freilich nicht vergessen, daß mit diesem Begriff bei verschiedenen Individuen äußerst verschiedene Vorstellungen verbunden sind, und daß zwischen ideeller und materieller Kultur enge Wechselbeziehungen bestehen, wenn sie auch keineswegs parallel gehen.

Den naturwissenschaftlich Gebildeten sind WINDERLICHS Hinweise gewiß nicht neu, aber den immer noch sehr vielen, die nur Geisteswissenschaften als Quelle geistiger Erhebung gelten lassen, wird eine Betrachtung von der anderen Seite sehr nützlich sein.

Angenehm aufgefallen sind mir des Verfassers erfolgreiche Bemühungen um eine reine Sprache. Die Ausstattung des Buches ist durchaus anerkennenswert, so daß es sich zu Geschenkzwecken eignet.

I. KOPPEL, Berlin.



VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Aus

**Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen**

Herausgegeben von **Wilhelm Roux**

Heft XXX:

**Die Prinzipien der Streifenzeichnung bei den Säugetieren**

abgeleitet aus Untersuchungen an den Einhufern

Von Dr. phil. et med. **Hans Krieg**, Tübingen

Mit 58 Abbildungen im Text. IV, 102 Seiten. 1922. RM 5.—

Heft XXXI:

**Die Geltung der von W. Roux und seiner Schule für die ontogenetische Entwicklung nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten auf dem Gebiete der phylogenetischen Entwicklung**

Ein Beitrag zur Theorie der Stammesentwicklung (Theorie des phylogenetischen Wachstums)

Von **Hermann Kranichfeld**

IV, 92 Seiten. RM 4.50

Heft XXXII:

**Formen und Kräfte in der lebendigen Natur**

Beitrag VII zur synthetischen Morphologie

Von Professor Dr. **Martin Heidenhain**

Vorstand des Anatomischen Instituts zu Tübingen

Mit 22 Abbildungen. VI, 136 Seiten. 1923. RM 5.60

Als Fortsetzung der

**Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen**

von W. Roux erscheinen die

**Abhandlungen zur Theorie der organischen Entwicklung**

Herausgegeben von

**H. Spemann**    **W. Vogt**    **B. Romeis**  
Freiburg i. Br.    München    München

Heft I:

**Adaptiogenese und Phylogenese**

Zur Analyse der Anpassungserscheinungen und ihrer Entstehung

Von **Albert Eide Parr** in Bergen, Norwegen

II, 60 Seiten. 1926. RM 4.20

Heft II:

**Das Exponentialgesetz**

als Grundlage einer vergleichenden Biologie

Von Dr. phil. **Ernst Janisch**

Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem

Mit 400 Abbildungen. IV, 383 Seiten. 1927. RM 28.20

Heft III:

**Ontogenie und Phylogenie**

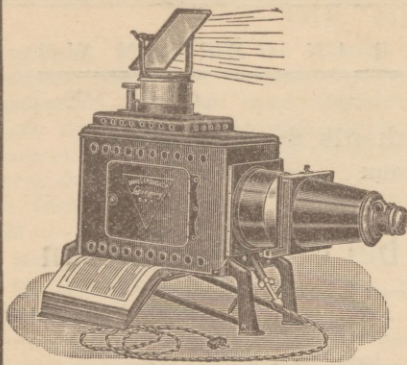
Das sogenannte biogenetische Grundgesetz und die biometabolischen Modi

Von Professor Dr. **V. Franz**, Jena

II, 51 Seiten. 1927. RM 4.—

Weitere Hefte sind [in Vorbereitung





Listen frei!

# Janus-Epidiaskop

(D. R. Patent Nr. 366044 und Ausland-Patente)

Der führende Glühlampen-Bildwerfer zur Projektion von  
**Papier- und Glasbildern**

Verwendbar für alle Projektionsarten!

## Qualitäts-Optik

höchster Korrektion und Lichtstärke für Entfernungen bis zu 10 Meter! Auch  
als „Tra-Janus“ mit 2. Lampe bei um 80% gesteigerter Bildhelligkeit lieferbar!

# Ed. Liesegang, Düsseldorf

Postfach 124

## Physiker oder Chemiker

mit guten Kenntnissen auch auf den Grenzgebieten (Mathematik, Astronomie, Mineralogie usw.) von großem volkstümlich-wissenschaftlichem Verlag zu sofortigem Antritt als

### Schriftleiter

gesucht. Redaktionelles Geschick und stilistische Begabung unerlässlich, Übersiedlung nach Leipzig notwendig. Angebote unter B. L. 235, Nw. 457 an die Expedition dieser Zeitschrift.

## Zu kaufen gesucht:

Ahlborn, Mechanik des Vogelfluges.

Bayliss, Enzymwirkung.

Benzenberg, Umdrehung der Erde.

Charlier, Mechanik des Himmels,  
Bd. II.

Emden, Gaskugeln.

Hübl, Phot. Lichtfilter.

Lorentz, Abhandl. über theoretische  
Physik, Bd. I.

Nernst, Weltgebäude.

Proell, Thermodynam. Rechentafeln.

Rebeur-Paschwitz, Horizontalpendel.

Rohr, Theorie d. fotogr. Objektivs.

Waals, Lehrbuch d. Thermodynamik,  
Bd. I.

Naturwissenschaften, einzelne Hefte.

Gefl. Angebote erbeten unter Nr. 458 an die  
Geschäftsstelle dieser Zeitschrift bei der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W9.

Verlag von Julius Springer in Wien I

## Bauernregeln und Lostage in kritischer Beleuchtung

Von

Dr. Hermann Kaserer

o. ö. Professor für Pflanzenbau  
an der Hochschule für Bodenkultur in Wien

(Sonderabdruck aus  
„Fortschritte der Landwirtschaft“,  
1. Jahrgang, Heft 8, 9, 11, 13, 14, 18)

36 Seiten. 1926. Preis: RM 1.10

# Ascaris

Eine Einführung in die Wissenschaft vom Leben für Jedermann

Von

Professor Dr. Richard Goldschmidt

Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem

Mit 163 Abbildungen. 296 Seiten. 1922. Broschiert RM 6.—; gebunden RM 7.50

Inhaltsübersicht: Form, Farbe, Anpassung. — Leben und Zweckmäßigkeit. — Haut, Atmung. — Lymphe, Muskeln, Bewegung. — Nerven und Sinnesorgane. — Gehör und Gleichgewichtssinn, das zentrale Nervensystem. — Erwerb der Nahrung. — Verdauung, Stoffwechsel, Ausscheidung. — Geschlecht, Fortpflanzung, Befruchtung. — Kern, Chromosomen, Geschlechtsbestimmung. — Mendelsche Gesetze und Vererbungslehre. — Entwicklungsgeschichte.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9