Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 14 (1928)
Heft: 52

Anhang: Mittelschule : mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe : Beilage zur "Schweizer-Schule"
Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.09.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mittelschule

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

Beilage zur „Schweizer-Schule"

1928

XIV. Jahrgang

Gedruckt beim Verlag Otto Walter A.-G., Olten

Inhaltsverzeichnis der „Mittelschule" 1928

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe

I. Abhandlungen

Die Normung und Messung der Farben. Von R. Kopp, Ing. forest., St. Gallen. Seite 1, 9, 18, 28.

Zur Entwicklungsgeschichte des Kinematographen. Von Dr. A. Stäger, Zürich. Seite 4, 13.

Ueber einige mathematische Aufgaben und ihre Lösung. Von Dr. Baum, Immensee. Seite 7.

Fleischfressende Pflanzen. Von Aug. Knobel, Erstfeld. Seite 14.

In den Laven am Vesuv. Von M. Bütler, Ing., Cham. Seite 21.

Maximilian Westermaier. Von Dr. P. E. Scherer, Sarnen. Seite 25, 36, 46.

Das Geheimnis der Obstbaumblüten. Von Aug. Knobel, Erstfeld. Seite 30.

Vom Werdegang der Entfernungs- und Größenmessungen der Himmelskörper. Von Dr. P. Th. Schwegler, Einsiedeln. Seite 33, 41.

Aus der Paarungszeit des großen Lappentauchers. Von J. Bußmann, Hitzkirch. Seite 40.

Atomphysik und Astronomie. Von Dr. A. Stäger, Zürich. Seite 49.

Blattläuse. Von J. Stähli, Glarus. Seite 51.

Technische Geheimnisse der Alten. Von Aug. Knobel, Erstfeld. Seite 53.

Südland 1928. Von Dr. M. Diethelm, Schwyz. Seite 55.

Der Wald als Vermögensobjekt. Von R. Kopp, Ing. forest., St. Gallen. Seite 57.

Ein neues Instrument zur Dreiteilung des Winkels. Von A. Scholer, Basel. Seite 62.

II. Literatur

Buchbesprechungen: Seite 7, 16, 24, 64.

14. Jahrgang Nr. 1 12. Januar 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Professor, Luzern

Inhalt: Die Normung und Messung der Farben — Zur Entwicklungsgeschichte des Kinematographen — Ueber einige mathematische Aufgaben und ihre Lösung — Literatur —

Die Normung und Messung der Farben.

Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendungen.

Von R. Kopp, Ing. forest, St. Gallen

Im Jahre 1922 führten in rascher Folge in- und ausländische Industriegesellschaften und Postverwaltungen die vom Normenausschuß der deutschen Industrie propagierte Größenordnung der Papierformate ein. Begreiflicherweise ist diese Neuerung anfangs bei den Papierfabriken, Großhandlungen und Druckereien auf Widerstand gestoßen; heute aber werden fast alle behördlichen und die Mehrzahl der großindustriellen Drucksachen im Normalformat erstellt, und es machen sich bei der Benutzung desselben bereits namhafte Ersparnisse geltend, infolge Vereinfachung der Papierlager vom Fabrikanten bis zum Konsumenten. Was nun beim Papier immer noch als ein Mangel empfunden wird, ist eine Normung bezüglich Farbe und stofflicher Zusammensetzung.

Verfolgt man die Normungsbestrebungen weiter zurück, so zeigt es sich, daß dieselben eigentlich schon so alt sind, wie Handel und Verkehr, indem eben der Austausch der Produkte stets an gewisse Maßeinheiten gebunden war. Allerdings herrschte bis zur Einführung der mittleren Sonnenzeit im 18. Jahrhundert in Bezug auf das Zeitmaß, und bis zur Annahme des Metersystems (Paris 1791) auch bezüglich der Längen-, Hohl- und Gewichtsmaße eine unrationelle Vielgestaltigkeit. Als erste feststehende Normung ist aber eigentlich die dekadische Zahlenreihe zu betrachten, welche ohne Zweifel auf die Fingerzahl zurückzuführen ist. Diese urälteste Norm wird wohl kaum mehr eine Aenderung erfahren, obschon man längst erkannt hat, daß das Zwölfer-Zahlensystem bezüglich Teilbarkeit günstiger wäre.

Wie die Zahlenreihe, so sind auch die Einheiten des von Gauß im Jahre 1832 aufgestellten absoluten Maßsystems (cm. gr. sek.) willkürliche Normen, indem sie sich auf an und für sich unbegrenzte Größen beziehen. Bei seiner allgemeinen Untersuchung über die Normungsfrage hat 1913 Prof. Ostwald nachgewiesen, daß nur beim Winkelmaß und bei der Farbennormung begrenzte Einheiten schon durch die Natur dieser quantitativen Größen resp. Eigenschaften gegeben sind. Für die Winkel bildet der Vollkreis die natürliche Einheit, und bei den Farben ist es die Stärke des auffallenden Lichtes einerseits und der geschlossene Farbkreis anderseits. Willkürlich zu wählen sind bei den bunten Farben nur der Anfangspunkt, die Fortschrittsrichtung und die Skalenteilung. Die Vorschläge Prof. Ostwald's: als Anfangspunkt das hellste Gelb ($\lambda=572\mu\mu$), die Skala in der Richtung gegen orange, rot ... fortschreiten zulassen und den Farbkreis wissenschaftlich in 100 und für die Praxis in 24 Farbtöne zu teilen, sind unwidersprochen geblieben.

Wenn man nach der Bedeutung der Farben im heutigen wirtschaftlichen Leben frägt, so genügt allein schon ein Hinweis auf die vielen Berufe, in welchen mit Material gearbeitet wird, bei dem die Farbe eine wesentliche Rolle spielt, wie z. B. in der gesamten Textilindustrie, in den graphischen Gewerben, beim Drucker, Kunstgewerbler, Maler, Tapezierer, Dekorateur, Architekt, sowie bei den Naturwissenschaftern verschiedener Gattung. Deswegen muß auch auf jeder Stufe der Schulerziehung die nötige Kenntnis und Uebung in der Beobachtung und Anwendung der Farben vermittelt werden. Die Aufgabe wird erleichtert durch den Umstand, daß weitaus die meisten Menschen, und zwar schon in frühester Jugend, besondere Freude empfinden bei der Beschäftigung mit buntem Material. An solchem besteht große Auswahl, sodaß sich ohne Mühe für jede Schulstufe passendes finden läßt. Für den Kindergarten und die unteren

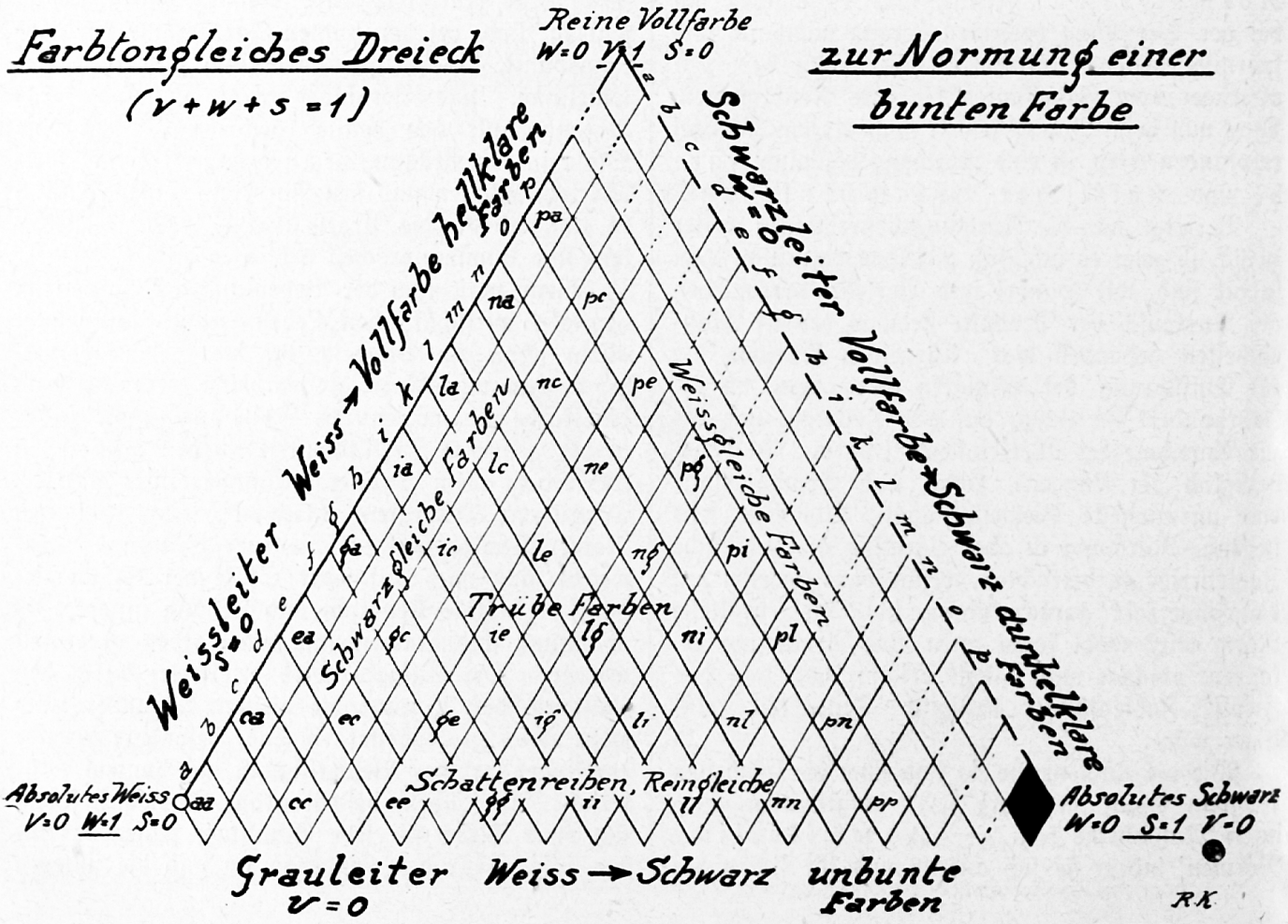
Primarklassen eigenen sich hauptsächlich die Buntpapiere und daraus gestanzte Formen, sowie gefärbte Holz-, Ton-, Porzellan- und Textilartikel. Sodann folgen die Farbenbleistifte und Pastellkreiden, und weiter die Wasserfarben, Tuschen und Lacke.

Was aber bei allen diesen Farben und gefärbten Produkten bis vor wenigen Jahren fehlte und z. T. heute noch mangelt, ist die eindeutige Benennung und feststehende Bemusterung für eine hinreichende Anzahl von Farbtönen. Je mehr man sich, sei es als Fabrikant, Kaufmann, Lehrmeister oder Konsument, mit Farben und farbigen Stoffen befaßt, desto mehr vermißt man eine durchgehende Normung der Farben.

Es ist nun den jahrelangen Bemühungen (seit 1915) von Prof. Wilh. Ostwald zu verdanken, daß heute ein auf wissenschaftlich einwandfreien Grundsätzen beruhendes, absolutes Farbenmaßsystem vorliegt und dementsprechend auch konstantes Farbenmaterial bereits zur Verfügung steht. Damit bietet sich die Möglichkeit, jede wünschbare Ordnung und Stetigkeit an die Stelle des noch vielfach herrschenden Farbenwirrwars zu bringen. Beim Studium der Ostwald'schen Farbentheorie erhält man den Eindruck, daß die noch übliche, unsichere Farbenbezeichnung gewisse Aehnlichkeit hat zu dem Kunterbunt von Längenmaßen vor Einführung des Meters. Die Farbenlehre, welche früher wegen ihren Unklarheiten und Widersprüchen ein schwer zu behandelndes und daher vernachlässigtes Unterrichtsgebiet war, erhält durch den streng logischen Aufbau der Ostwald'schen Theorie eine derart solide Grundlage, daß dieses Wissensgebiet anhand passender Lehrmittel*) leicht lehrbar wird. Demzufolge und wegen ihrem offensichtlichen praktischen Wert findet die neue Farbenlehre auch dankbare Aufnahme beim Lernenden.

Wie bei den Papierformaten, so strebt man heute auch bei den Farben eine internationale Normung an und zwar nach dem Vorbild der Ostwaldschen Theorie. Diese besitzt daher die größte Aktualität und es empfiehlt sich daher für jeden, der sich beruflich mit Farben beschäftigt, diejenige von den zahlreichen Publikationen Ostwalds eingehend zu studieren, welche den speziellen Bedürfnissen und Vorkenntnissen entspricht.*) Alsdann wird die nachfolgende übersichtliche Darstellung genügen, um jederzeit rasch wieder die Grundzüge der Farbentheorie present zu haben. Die Normung und Messung der Farben nach Wilh. Ostwald stützt sich auf folgende Naturgesetze:

*) Verzeichnis des Verlages Gebr. Zürcher, Zürich 1.



I. Die Farbe ist eine objektive Eigenschaft der Körper.

II. Das Fechner'sche Gesetz bezogen auf die Farben: Die Reize müssen eine geometrische Reihe bilden, damit die Empfindungen gleichabständig erscheinen. Auf Grund unseres dekadischen Zahlensystems muß also die Normabstufung der Farben in einer unendlichen geometrischen Reihe erfolgen.

Normgrenzen	1.00	0,79	0,63	0,50	0,40	0,32
Mittl. % gehalt	89	71	56	45	35	
Stufenzeichen	a	b	c	d	e	
Normgrengen	0,32	0,25	0,20	0,16	0,13	0,10
Mittl. % gehalt	28	22	18	14	11	
Stufenzeichen	f	g	h	i	k	
Normgrenzen	0,100	0,079	0,063	0,050	0,040	0,032
Mittl. % gehalt	8,9	7,1	5,6	4,5	3,5	
Stufenzeichen	l	m	n	o	p	
Normgrenzen	0,032	0,025	0,020	0,016	0,013	0,010
Mittl. % gehalt	2,8	2,2	1,8	1,4	1,1	
Stufenzeichen	q	r	s	t	u	

III. Stärke des auffallenden Lichtes : Stärke des zurückgeworfenen Lichtes = konstant = r.

Die Rückwurfszahl r ist also unabhängig von der Stärke des Lichtes, wohl aber abhängig von der Farbe (Wellenlänge) des Lichtes, ferner von der Ebenheit und bestimmten Falles auch von der Stellung der zurückwerfenden Fläche.

IV. Stärke des ausgelöschten Lichtes + Stärke des zurückgeworfenen Lichtes = Stärke des auffallenden Lichtes; oder: Intensität der Absorption (I a) + Intensität der Reflexion (I r) = Intensität des auffallendes Lichtes. Nimmt man die Stärke des auffallenden Lichtes als Einheit an, so gilt die Beziehung I a + I r = 1.

Bei einer bunten Körperfarbe entspricht ihr Schwarzgehalt (s) dem absorbierten Licht, während der Weißgehalt (w) und der Gehalt an reiner Vollfarbe (v) zusammen das reflektierte Licht (r) ausmachen. Es bestehen daher auch die allgemeinen quantitativen Beziehungen:
w + s + v = 1 und r = w + v = 1—s und s = 1—r oder s = 1—w—v; w, s, v und r können von 0 bis 1 variieren.

Es sind demnach folgende Fälle zu unterscheiden:

1.) w, s, v, $\gtrless \begin{matrix}0\\1\end{matrix}$; w+s+v=1 ; r=w+v=1—s; s=1—r

Diese Beziehungen treffen zu für die sog. trüben Farben, welche als eine Mischung einer Vollfarbe mit neutralem Grau aufgefaßt werden können. Das ist der Fall bei den sog. bezogenen oder natürlichen Körperfarben.

2.) w, v, $\gtrless \begin{matrix}0\\1\end{matrix}$, s=0, w+v=1; r=w+v=1

Dies gilt für sog. hellklare Farben, entstanden durch Mischung der Vollfarbe mit Weiß.

3.) v, s, $\gtrless \begin{matrix}0\\1\end{matrix}$, w=0, v+s=1, r=v=1—s

Dies gilt für sog. dunkelklare Farben, entstanden durch Mischung der Vollfarbe mit Schwarz.

4.) w, s, $\gtrless \begin{matrix}0\\1\end{matrix}$, v=0, w+s=1, r=w=1—s

Dies gilt für neutrale Grau, entstanden durch Mischung von Weiß und Schwarz oder technischer Gegenfarben. w wird die Kennzahl oder Weiße genannt.

5.) w=0, s=0, folglich v=1, r=v=1

Dies ist die Vollfarbe, d. h. der reine bunte Farbton, zutreffend bei den Spektralfarben.

6.) w=0, v=0, folglich s=1, r=0

Dieses ist das absolute Schwarz; nach Kirchhoff darstellbar durch die Wandöffnung an einem mit schwarzem Samt austapezierten Kästchen. (Gute Druckerschwärze hat noch 3 % Weißgehalt, erreicht also die Normstufen p bis q.)

7.) s=0, v=0, folglich w=1, v=w=1

Dieses ist das absolute Weiß; nach Ostwald technisch am nächsten erreichbar mittelst geschliffenem Barytanstrich, optisch durch Mischung aller Spektralfarben.

Ist r=1, so liegt totale Reflexion vor. Eine absolut glatte Fläche reflektiert die Strahlen vollkommen geordnet, nach bestimmten Richtungen; man spricht dann von Spiegelung. Weniger glatte Flächen werfen das Licht teilweise geordnet zurück; sie besitzen Glanz. Rauhe (unpolierte) Flächen werfen die auffallenden Lichtstrahlen ungeordnet (diffus) zurück; sie erscheinen matt. Im letzten Falle gilt das Lambert'sche Cosinusgesetz: Helligkeit der schief bestrahlten Fläche = Helligkeit der senkrecht bestrahlten Fläche × cos des Einfallwinkels.

Bunte Körperflächen reflektieren so viel vom gleichfarbigen auffallenden Licht, als ihr Weiß- und Vollfarbegehalt zusammen betragen; gegenfarbiges Licht aber wird vom vollfarbigen und schwarzen Anteil der Körperfläche absorbiert.

V. Bunte Farbtöne variiren sowohl quantitativ nach dem Weißgehalt resp. Schwarzgehalt, als auch qualitativ nach der Wellenlänge also nach der Farbe des auffallenden Lichtes.

VI. Die Vollfarben, hellklaren, dunkelklaren, sowie auch die verschiedenen trüben Farben bilden geschlossene Farbkreise.

VII. In einem Farbkreis liegen die Komplementärfarben (Gegenfarben) diametral ge-

genüber. Vollfarben an Körperflächen bestehen nicht aus einer engbegrenzten (homogenen) Spektralfarbe sondern je aus einem Farbenhalb, d. h. aus allen Wellenlängen im gegenüberliegenden Halbkreis.

Gegenfarben vereinigen sich zu weiß: bei der additiven Mischung von Vollfarben, z. B. wenn solche Lichtstrahlen auf den gleichen Fleck eines weißen Schirmes fallen, wo sie reflektiert werden;

zu neutralem Grau, wenn sie dem gleichen Farbkreis angehören;

zu schwarz: bei der subtraktiven Mischung des Lichtes durch zwei gegenfarbige Filter hindurch oder durch Schluckung auf einer vollfarbigen oder dunkelklaren Körperfläche.

VIII. Ostwald's Prinzip der innern Symmetrie: Mischt man optisch zwei gleich reine Farbtöne a und c, oder Farbmengen in umgekehrtem Verhältnis ihrer Reinheit, so befindet sich die Mischfarbe b in der Mitte zwischen beiden.

IX. Ordnet man die Spektralfarben im Farbtonkreis psychologisch gleichabständig d. h. so, daß deren Unterschiedsschwelle überall gleich groß ist, so erhält man damit die rationelle Einteilung des Farbtonkreises nach der Wellenlänge.

X. Die Normung der Vollfarben muß sich auf den 100teiligen Farbkreis stützen; für die Praxis sind hingegen folgende 24 Farbennormen zweckdienlich.

Hauptfarben: Urfarben	Hauptfarben: Zwischenfarben	Farb-Stuf.	Kreis-punkt	Farben-nummer	Wellen-länge
Gelb		I	00	1	572
		II	04	2	578
		III	08	3	582
	Orange	I	13	4	593
		II	17	5	616
		III	21	6	641
Rot		I	25	7	Purpur fehlt im Spektrum
		II	29	8	
		III	33	9	
	Violett	I	38	10	
		II	42	11	
		III	46	12	423
U.-blau		I	50	13	440
		II	54	14	464
		III	58	15	475
	Eisblau	I	63	16	481
		II	67	17	483
		III	71	18	485
Seegrün		I	75	19	487
		II	79	20	518
		III	83	21	534
	Laubgrün	I	88	22	551
		II	92	23	561
		III	96	24	566

(Fortsetzung folgt).

Zur Entwicklungsgeschichte des Kinematographen

Von Dr. A. Stäger, Zürich.

Motto: „Und sieh, und sieh, an weißer Wand,
da kam's hervor wie Menschenhand."

Obwohl die aufsteigende Bewegung des Kinematographen in technischer, wissenschaftlicher und künstlerischer Richtung sowie die sozial-kulturelle Bedeutung noch keineswegs zum Stillstand gekommen ist, sondern uns immer noch vor neue Ueberraschungen stellen kann, dürfte es nicht unangebracht sein, die Embryologie dieses Omnivoren Revue passieren zu lassen.

Vorboten: Einfachste Formen der Camera obscura kann man allerorts beobachten, z. B. wenn das bunte Tageslicht durch ein enges Schlüsselloch ein verkehrtes Bildchen farbenprächtig auf die weiße Wand eines dunklen Korridors projeziert. Wer hätte nicht schon unter einem Lindenbaum Kaffee getrunken und die auffallend kreisrunden Sonnenscheibchen sinnend angestaunt! Wer die Beobachtung zur Zeit einer partiellen Sonnenfinsternis anstellt, kann die Projektionen sich in Halbmonde verwandeln sehen und bei einer ringförmigen Verfinsterung sogar in Kreisringe!

Wenn man den Chronisten Glauben schenken darf, so verwendeten die Priester von Eleusis und Memphis im grauen Altertum die Lichtprojektion beim Kult.

Sichere Nachrichten haben wir schon über Archimedes, der bekanntlich bewußt die Gesetze der geometrischen Optik, die geradlinige Lichtausbreitung und das Reflexionsgesetz benützte, um die feindlichen Schiffe im Hafen von Syracus mit gesammelten Sonnenstrahlen in Brand zu stecken und in den Grund zu bohren.

Die Römer sollen keine Ignoranten in opticis gewesen sein. In der Pariser Nationalbibliothek wird ein Manuskript des arabischen Philosophen und Astronomen Abu-Ali-al-Hassan aufbewahrt, der, im XI. Jahrhundert lebend, staunenswerte Kenntnisse der Optik entfaltete.

Das Universalgenie Leonardo da Vinci, der Schöpfer der Mona Lisa, der sich auch mit Flugproblemen befaßte, kannte nicht nur die Camera

obscura, sondern die verwickelteren Gesetzmäßigkeiten des stereoskopischen Sehens. Durch Porta wurde die genannte Kamera vulgarisiert, weshalb man sie auch Porta'sche Kamera nennt.

Nach Plinius und andern römischen Schriftstellern wurden Projektionsapparate häufig zur Erzeugung von Göttererscheinungen gebraucht; z. T. wurden die geheimnisvollen Bilder auf künstliche Wolken projiziert.. Die Gläubigen erwiesen diesen Schatten göttliche Verehrung. Könnte man das heute von unserem Kinopublikum nicht auch sagen?

Benvenuto Cellini erzählt in seiner Autobiographie schaurige Erscheinungen von Verstorbenen, von Legionen von Geistern die nach stundenlangem Warten in der Wolke von Wohlgerüchen auftauchten und die Zuschauer ängstigten. Vermutlich handelte es sich um optische Effekte.

Aus der Camera obscura des erwähnten Neapolitaners Porta entstand im XIX. Jahrhundert der Photographenapparat.

Zu den Vorläufern der Kinematographie kann man einige Spielzeuge des 18ten und 19ten Jahrhunderts rechnen, so den Farbkreisel, dessen einzelne Sektoren abwechslungsweise zugedeckt werden und zu mannigfaltigen Aenderungen des Farbenspiels Anlaß geben.

Das Thaumatrop des Dr. Pâris besteht aus einer Pappscheibe, die durch Bindfaden um ihren Durchmesser gedreht werden kann; auf der einen Seite ist z. B. ein Vogelkäfig gezeichnet, auf der andern der Vogel; bei der Drehung sieht man den Vogel im Käfig. Georges Demeny hat schon 1909 in Paris einen Vortrag über ein Stereothaumatrop gehalten, das körperliche Bilder liefert.

Im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts endlich tauchte das Phenakistiskop auf, das Plateau erfunden und in den Annales de Chimie et de Physique 1833 publiziert hat. Das Modell wird heute im South Kensington Museum in London aufbewahrt und besteht lediglich aus einer auf einer Achse drehbaren Pappscheibe, deren hintere, dem Beschauer zugewandte Seite schwarz, deren andere Seite weiß und mit Zeichnungen versehen ist, die eine Bewegung in verschiedenen Phasen darstellt. Z. B. wird ein Turner 20 mal hingezeichnet, so daß jedes Bild gegen das vorhergehende ein bischen verändert ist. Die Scheibe enthält zwischen diesen Bildchen schlitzförmige Oeffnungen, durch die man die Bilder im Spiegel betrachten kann: Man sieht bei Rotation nicht mehr einzelne Bilder sondern einen sich bewegenden Turner.

Der Apparat, der vom Erfinder nur als Spielzeug gedacht war, fand bald Nachahmungen und muß im besonderen Maß als unmittelbarer Vorläufer der Kinematographie bezeichnet werden.

Eine Imitation ist das zylindrische Phenakistiskop, bestehend aus einem rotierenden Hohlzylinder, in dessen Innern sich ein Papierstreifen mit den getrennt gezeichneten Phasen eines Bewegungsvorgangs befindet, der durch Schlitze des Zylinders betrachtet wird und sich so zu einer scheinbar zusammenhängenden Bewegung vereinigt.

Nach der Darstellung von G. Kimpflin muß Plateau, der schon 1829, obwohl blind — oder vielleicht weil blind —, das Prinzip der Kinematographie beschrieb, als ihr Großvater betrachtet werden.

Im 19. Jahrhundert war das Phenakistiskop ein beliebtes und sehr verbreitetes Spielzeug; kein Wunder, daß sich fast von selbst die Idee aufdrängte, die beweglichen Bilder nicht nur subjektiv zu betrachten, sondern durch eine Kombination mit der laterna magica, mit dem Projektionsapparat, objektiv auf einen Schirm zu werfen. Louis Lumière und Edison seien in dem Zusammenhang genannt. (Siehe weiter unten.)

Molteni hat die Plateau'sche Phenakistiskopscheibe aus Glas konstruiert und an der Peripherie, mit den Bildphasen versehen, im Lichtkegel eines Projektionsapparates rotieren lassen, während eine nicht transparente Scheibe mit einem Sektorausschnitt rascher im entgegengesetzten Sinn gedreht wurde.

Das Prinzip wurde in verschiedener Ausführung auf den Markt gebracht und hieß bald Chromaskop, bald Eidotrop, Choreutoskop usw.

Molteni, dem ein großes Verdienst um die Entwicklung der Projektionskunst zugeschrieben werden muß, wurde 1837 in Paris geboren, trat nach dem Tod seines Vaters in dessen Geschäft für optische, mathematische und geodätische Instrumente ein und vervollständigte seine unterbrochene Kollège-Bildung durch Besuch von Abendkursen. 1839 wurde er mit Daguerre bekannt und konnte so die Entwicklung des Photographenapparates miterleben und fördern. Das Choreutoskop Moltenis enthält bereits das Malteserkreuz, eine Vorrichtung, die das ruckweise Bewegen der Phenakistiskopscheibe besorgt, d. h. bewirkt, daß sie eine kurze Zeitdauer unbeweglich steht und dann während einer andern kurzen Zeitdauer rasch das nächste Bildchen an die Stelle des ersten bringt. Die Bildverschiebung selbst wird durch einen rotierenden Sektor dem beobachtenden Auge unzugänglich gemacht. So ist die Illusion schon viel größer als bei den früheren primitiven Apparaten.

Das Stroboskop des Wiener Stampfer ist dem Phenakistiskop ähnlich; in der Physik versteht man darunter jedoch einen Apparat, der das Gegenteil leistet, der nicht aus unbeweglichen Bildern ein scheinbar lebendes macht, sondern der gestattet, rasche Bewegungen, z. B. Rotation, scheinbar zum Stillstand zu bringen. Sehr leicht ist der Gedanke ausführbar, wenn man ein rotierendes, mit Spei-

chen versehenes Rad oder einen Kreisel im intermittierenden Licht betrachtet, das entweder von einer an ein Wechselstromnetz angeschlossenen Glimmlampe bezogen oder durch einen Mechanismus unterbrochen wird.

Nach der Entdeckung der Photographie war die Voraussetzung zu weiterer Entwicklung gegeben.

Dubosq führte die Projektion undurchsichtiger Gegenstände und photographischer Abbildungen ein, während vorher meist nur gezeichnete oder gemalte Bilder verwendet wurden.

1851 benützte Claudet, dem Daguerre, der Erfinder der Photographie, die Ausbeutung seiner Ideen in England übertrug, ein Phenakistiskop mit photographischen Bildern.

Ab 1861 begannen sich die Erfindungen in dieser Richtung zu häufen. Das Kinematiskop des Amerikaners Sellers besteht aus einem rotierenden Schaufelrad, dessen Schaufeln einseitig mit den Bildphasen beklebt sind. Der Leser kann sich das Prinzip aller dieser Apparate sowie auch der modernen Kinematographie selbst veranschaulichen, indem er einen Stoß Visitkarten oder die Blätter eines dicken Notizbuches, alle an der entsprechenden Stelle mit einfachen Zeichnungen versieht, die gegen einander ein wenig verändert sind; man kann zunächst mit einer Stecknadel alle Blätter durchstoßen, um für alle Bilder ein gemeinsames Zentrum zu fixieren; nun kann man eine gerade Linie durch dieses Zentrum ziehen, sodaß sie auf jedem folgenden Blatt gegenüber dem vorhergehenden um einen kleinen Winkel verschoben ist. Läßt man diese primitiven Skizzen mit der Hand abblättern, so sieht man alle Bilder sukzessive und bekommt den Eindruck eines rotierenden Stabes.

Die Entdeckung der Photographie. Einfachste Arten der Photographie führt die Natur aus, wenn sie ein Blatt mit seinen genauen Umrissen auf die Oberfläche eines reifenden Apfels fixiert. Wer hätte nicht schon bei Gebirgswanderungen die weiße Kopie seiner Brille oder von Haarbüscheln auf der sonst rotgebrannten Haut entdeckt. 1727 untersuchte J.-H. Schulze die Wirkung von Sonnenstrahlen auf Silbersalze. Der geniale englische Physiker und Chemiker Priestley, der im 18. Jahrhundert lebte, überzog eine Glasflasche mit Chlorsilber und legte ein mit ausgeschnittenen Figuren versehenes schwarzes Papier darauf. Die Sonnenstrahlen schwärzten das Chlorsilber nur an den ihnen zugänglichen Stellen, wodurch die Kopie des „Negativs" auf die Unterlage resultierte. Gegen 1770 kopierte Prof. Charles, der u. a. die mit warmer Luft betriebene Montgolfière durch einen Wasserstoffballon, „Charlière", ersetzte, Silhouetten vermutlich mit Silbersalzen auf Papier. Humphrey Davy benützte die Methode für sein Sonnenmikroskop, James Watt, der Schöpfer der Dampfmaschine, versuchte, die Bilder der Camera obscura chemisch auf Papier zu bannen. Unzählige Versuche von deutschen, französischen und englischen Forschern ebneten die Wege, sodaß die Franzosen Niepce und Daguerre 1835 ihre Entdeckung der Photographie, damals genannt „Daguerréotypie", verkünden konnten.

Nun überstürzten sich die Ereignisse, bald wurden die anfänglich benützten Metallplatten durch Glas ersetzt. Begeistert schrieb ein französisches Blatt: „Wie groß würde unser Entzücken sein, wenn wir die Fortschritte der Daguerréotypie in hundert Jahren sehen könnten, wenn es nicht mehr ein Ausschnitt aus dem Leben sein wird, sondern wenn es das ganze pulsierende Leben sein wird, das man erfaßt und das sich vor den erstaunten Augen unserer Nachkommen entrollen wird. Ich habe nie den Propheten gespielt, aber ich fühle und weiß, daß diese Dinge kommen werden."

Bald wurden die Beschleuniger und Fixiermittel entdeckt, man brauchte nicht mehr wie früher enorme Expositionszeiten anzuwenden. Lange stellten die Photographen ihre Platten selbst her. 1886 begann Lumière mit der gewerblichen Herstellung von lichtempfindlichen Platten.

Der Rohfilm.

Kurz nachdem Niepce die Verwendung der Glasplatten gefunden hatte, begann die Suche nach einem unzerbrechlichen, biegsamen Substrat. Zuerst wurde transparent gemachtes Papier erprobt; zwischen 1865 und 1869 erfanden die Amerikaner Brüder Hyatt das Celluloid. 1876 wurde in Stains bei Paris die Compagnie française de celluloid gegründet. Ein Bestandteil des neuen Materials ist Nitrozellulose, also brennbar und explosiv wie Schießbaumwolle. Ferrier verwendete 1879 Celluloidstreifen für photographische Aufnahmen. Die Eastmann-Kodak-Gesellschaft fabrizierte Films seit 1889. Einige Jahre später beschäftigte die Fabrik schon gegen 400 Arbeiter. 1894 studierten die Gebrüder Lumière mit Planchon die Frage der Verwertbarkeit der Celluloidfilms für kinematographische Zwecke. Um 1896 wurde die Société des Pellicules Françaises in Lyon ins Leben gerufen. Von 1907 an nannte sich die Gesellschaft „Société des Celluloses Planchon", seither „Compagnie Industrielle des Films" und die Produktion betrug schon 1912 50,000 Meter Film pro Tag. In neuerer Zeit treten hauptsächlich die Eastman-Kodak in Rochester (U. S. A.), die Agfa in Chemnitz und die Pathé-Cinéma in den Vordergrund der Filmfabrikation. Im Jahre 1925 fabrizierte allein die Pathé-Cinéma-Gesellschaft, die erst an dritter Stelle steht, über 300,000 Meter im Tag.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber einige mathematische Aufgaben und ihre Lösung.

In verschiedenen Lehrbüchern der Differenzialrechnung findet sich die folgende (oder doch ähnlich formulierte) Aufgabe. In einer gewissen Höhe a (Vergl. Fig. 1.) befindet sich an einem Turme das

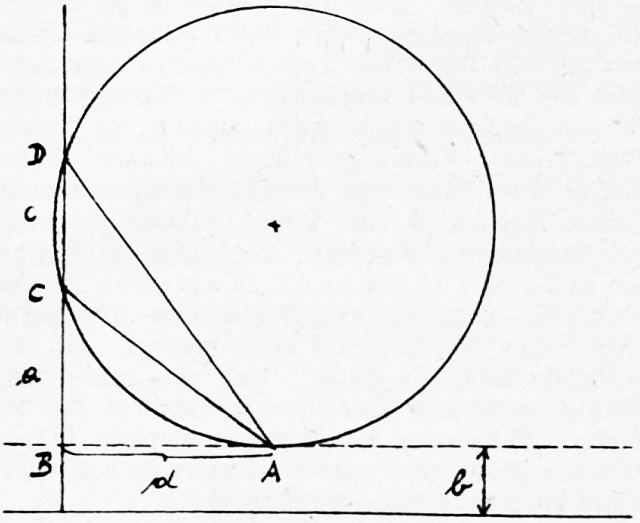


Fig. 1

Zifferblatt der Uhr. Senkrecht gegen die betr. Seite des Turmes geht ein ebener Weg. An welchem Punkte des Weges muß ein Beobachter, dessen Augenhöhe b ist, stehen, damit ihm das Zifferblatt unter dem größten Sehwinkel erscheint? Trotz vielen Suchens finde ich nun in keinem Lehrbuche der Geometrie diese Aufgabe, obschon mir scheint, daß sie einem Schüler der 4. Gymnasialklasse wohl mehr Freude machen könnte, als einem der 8. Klasse. Oder sollte sie so nicht viel anregender wirken, als etwa in der hergebrachten Form: „Einen Kreis zu beschreiben der durch zwei Punkte geht und eine gegebene Gerade berührt"? Und doch sind beide im Grunde genommen ganz die gleiche Aufgabe, wie folgende Ueberlegung dartut. Von einem Punkte A der gegebenen Linie aus (dies ist hier die durch das Auge des Beobachters gelegte Parallele AB zum Weg) ziehe man nach den Endpunkten C und D des Zifferblattes die Geraden A C und A D, so ist der von ihnen gebildete Winkel, unter dem dem Beobachter die Höhe des Zifferblattes erscheint. Dieser Winkel als Peripheriewinkel auf dem Bogen C D ist aber am größten für den Kreis, der unter den gegebenen Bedingungen der k l e i n s t e ist, für den also der Punkt A Berührungspunkt ist mit der Geraden A B ist. Daraus folgt dann für die gewünschte Entfernung $AB^2 = BD \times BC$ oder aber $AB = \sqrt{BD \times BC}$.— Es gibt dann auch in jeder Klasse den einen oder andern Schüler, der sich für das alte Problem der Dreiteilung eines beliebigen Winkels interessiert, ja manchmal geradezu aufregt. Viele Lehrer nehmen darum auch beim Unterrichte in der analytischen Geometrie gerne die Gelegenheit wahr, die Lösung dieses Problems mit Hilfe der Hyperbel zu erwähnen, vielleicht zieht er auch noch die Lösung mittels der Pascal'schen Schnecke heran. Wieviel Lehrer wissen denn aber dem wißbegierigen Schüler der 3. oder 4. Klasse, der für das Problem vielleicht noch mehr begeistert ist, bei der Behandlung des Kreises etwas von der Lösung zu sagen, die bereits Archimedes gefunden hat? Sie ist ja allerdings nur eine „mechanische", aber abgesehen davon daß sie durchaus exakt ist, bietet neben dem historischen Gesichtspunkte auch der Nachweis ihrer Richtigkeit eine einfache Aufgabe für die Schüler. Ist nämlich Fig. 2 Winkel ACB in 3 gleiche Teile zu teilen, so ist nur nötig die Linie A D so zu ziehen,

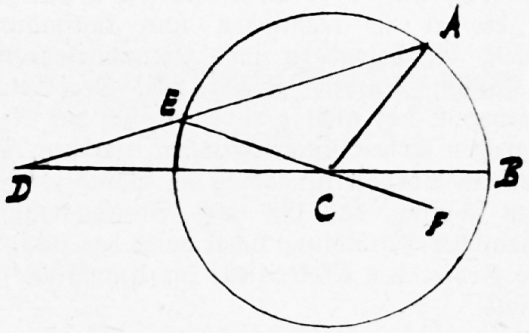


Fig. 2

daß das Stück D E gleich dem Radius des um C beliebig gezogenen Kreises ist. Rein mechanisch (nicht aber elementar mathematisch) läßt sich dies einfach bewerkstelligen. Man braucht nur auf einen Papierstreifen mit geradem Rand die Strecke E D = A C aufzutragen und den Streifen so lange um A zu verschieben, bis der Punkt, der E entspricht auf die Peripherie des Kreises und D auf B C fällt. Damit erhält man Winkel C D E resp. D C E die beide gleich ⅓ Winkel A C B sind.

Dr. Baum.

Literatur

Fröbes, Josephus, S. J., Psychologia speculativa. In usum scholarum. Tomus I: **Psychologia sensitiva.** 8° (VIII und 254 S.). Freiburg im Breisgau 1927, Herder. Mk. 4.—; gebunden in Leinwand Mk. 5.50.

Der Verfasser des früher besprochenen, zweibändigen Werkes über Experimentale Psychologie, das als erstes seiner Art von der Kritik anerkannt ist, bietet im vorliegenden Bande seiner für die Schule bestimmten Psychologia speculativa ein Werk, das eine ausgezeichnete Verbindung der Resultate mo-

derner Forschung mit der alten scholastischen Seelenlehre verbindet. Diese sensitive Psychologie bietet wohl jedem Naturforscher, der nicht an der Oberfläche der Erscheinungen haften bleibt, reichliche Anregungen. Steht nicht heute die hier eingehend behandelte Tierpsychologie mit ihren Fragen über Instinkt, Tierintelligenz, Vitalismus etc. im Vordergrunde der Erörterungen? Und welch reiches Material hat die heutige Spezialforschung über die Fragen bestimmter Leistungen des sinnlichen Lebens, z. B. über Lokalisation, Apperzeption, willkürliche Bewegungen, die verschiedenen Gefühle zutage gefördert, das hier in trefflicher Art zusammengetragen, und gesichtet und bearbeitet ist. Wer sich über diese und ähnliche Fragen des sensitiven Lebens schnell und zuverlässig orientieren will, dem kann das neue Werk einer anerkannten Autorität auf diesem Gebiete bestens empfohlen werden. Kein humanistisch Gebildeter möge sich vom Studium des Buches abschreckeкn lassen, weil es lateinisch geschrieben ist, es wird ihm leichter verständlich erscheinen, als manche neuere deutsche, besonders auch philosophische Bücher! Dr. Baum.

„Experimentelle Einführung in die angewandte Elektrizitätslehre." Von Dr. J. Staub, Seminarlehrer in Luzern.

Wie der Verfasser in seiner Einleitung sagt, ist die Arbeit aus Experimentalkursen herausgewachsen, die er in technischen und kaufmännischen Kreisen, im besondern im „Sekundarlehrerverein des Kantons Luzern" geleitet hat. Der Sekundarlehrerverein hat nicht geruht, bis sich der Referent der großen Arbeit unterzogen hat, um dem Physiklehrer ein Vorbereitungsbuch im Sinne jenes Kurses zu schaffen, das ihn nach Stoffauswahl und methodischer Darbietung sicher durch das stetig wachsende Gebiet der Elektrizität im Unterricht begleiten soll.

Ob es dem Verfasser gelungen ist, in seiner Elektrizitätslehre diesen Zweck zu erreichen, ist keine Frage mehr, wenn man das vorzügliche Buch durchgeht. Obgleich das Werk 250 Seiten stark geworden ist, weist die übersichtliche Anordnung auf eine begrüßenswerte Einschränkung des Lehrstoffes hin. „Vieles, aber nicht vielerlei" scheint die Devise bei der Abfassung der Arbeit gewesen zu sein. Die Darstellungen selber sind in eine klare, bündige Form gebracht worden. Der Stoff ist derjenige, der im Einführungsunterricht geboten werden kann und soll, um ein durchgreifendes Verständnis der elektrischen Erscheinungen zu erreichen. Für den Lehrer ist dann aber der gleiche Stoff in elektrotechnischer Hinsicht vertieft worden. Und das ist das Eigenartige dieser Elektrizitätslehre. Der Verfasser ging hier vom Grundsatz aus, daß der Lehrer punkto Können über dem Schüler stehen soll. So sind die Kapitel über das „Messen bei den elektrischen Erscheinungen", über „Selbstinduktion", über „Elektrische Maschinen" ebenso elementar, als gründlich gefaßt. Das sind Abhandlungen, die in die angewandte Elektrotechnik eingreifen und das Interesse des Lesers in hohem Maße zu fesseln vermögen; geschaffen für die Orientierung des Anfängers wie für die Fortbildung desjenigen, der etwas tiefer in die Geheimnisse des elektrischen Geschehens einzudringen wünscht. Das letztere aber ist m. E. doch Pflicht und Schuldigkeit des Unterrichtenden. Nebst der präzisen Form des Textes kommen dem Leser aber die über 100 sorgfältig, z. T. farbig ausgeführten Zeichnungen zu Hilfe. Eine große Anzahl eingestreuter Rechnungsbeispiele bringen Ruhepunkte in den Unterricht und zugleich Abwechslung. Jedem Kapitel ist eine kurze „Zusammenfassung" des Behandelten angefügt. So bringt der Verfasser eine Menge neuer Momente in den Unterricht, durch die der Physiklehrer angespornt wird, seine Lehrweise auf eine breitere, auf die praktische Basis zu stellen. Und eine solche Einstellung weckt das Interesse des Schülers für die Materie, sei es am Einführungsunterricht in der Sekundarschule, oder gelte der Unterricht dem Elektrotechniker in der Fortbildungsschule.

Was dem Buche seinen besondern Reiz verleiht, sind neben der ansprechenden Ausstattung in Papier und Schrift die der eigentlichen Elektrizitätslehre angefügten Abhandlungen, wie diejenige über „Elektrischer Unfall", die allgemeine Beachtung finden wird und m. W. zum erstenmal in einer Elektrizitätslehre Platz findet. Den Abschnitt „Schweizerische Elektrizitätswirtschaft" wird der Lehrer besonders begrüßen, zeigt er doch eindringlich die große volkswirtschaftliche Bedeutung der elektrischen Energieerzeugung für unsere Heimat. Noch mehr werden wir von dieser allgemein wirtschaftlichen Bedeutung überzeugt durch das Kapitel „Neuere Anwendungen des elektrischen Stromes" im Haushalt, im Gewerbe und besonders in der Landwirtschaft. Mit konkreten Beispielen und zahlenmäßigen Angaben werden hier die ökonomischen Vorteile der „elektrischen Hilfe" dargetan. Da erhalten besonders unsere Landwirte manchen Hinweis, wie sich der elektrische Strom zu mancher Arbeit mit Vorteil heranziehen läßt. Auch das elektrische „Tarifwesen" ist einer kurzen Betrachtung unterzogen. Ferner präsentiert uns der Verfasser auf 10 Kunstdrucktafeln das Wissenswerte über schweizerische Elektrizitätskraftwerke. Diese Tafeln sind eine Zierde des schönen Buches. Und endlich ist dem Buche eine wertvolle Schweizerkarte beigeschlossen mit der Eintragung der Wasserkraftwerke und ihrer Verbindungsleitungen.

Mit seiner Arbeit hat uns der Verfasser ein praktisches Lehrerbuch überreicht, ein Buch, das wir den Kollegen warm empfehlen dürfen. Das Buch ist im Selbstverlag des Verfassers für Fr. 8.— zu beziehen. Dr. Br.

14. Jahrgang Nr. 2 1. März 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Professor, Luzern

Inhalt: Die Normung und Messung der Farben — Zur Entwicklungsgeschichte des Kinematographen — Fleischfressende Pflanzen — Literatur —

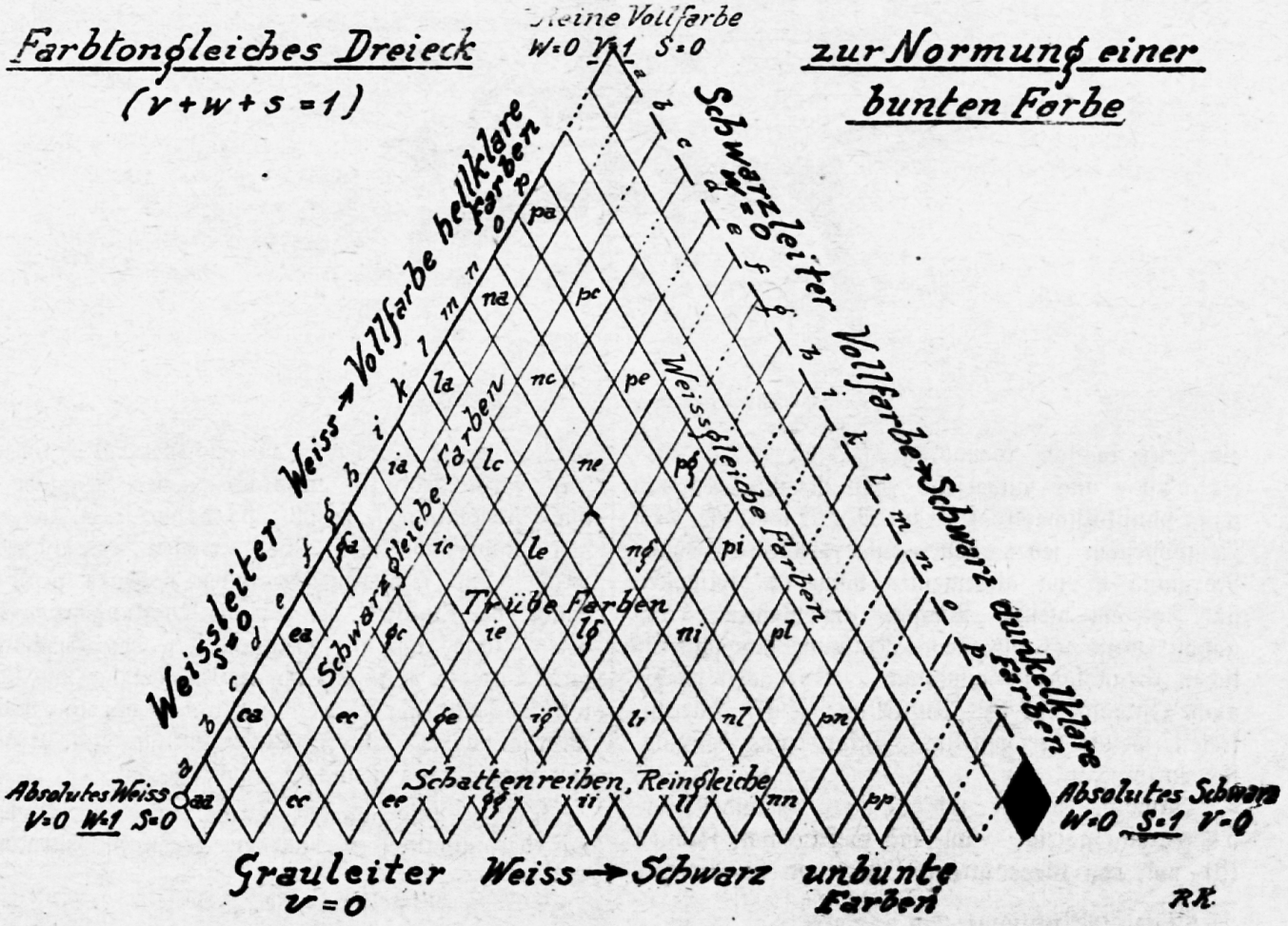
Die Normung und Messung der Farben.

Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendungen.

Von R. Kopp, Ing. forest, St. Gallen

II.

Bevor die Ostwald'sche Farbentheorie existierte (1915), mußte man die Farbe prinzipiell als rein qualitative Eigenschaft der Körper betrachten, denn es fehlten die physikalischen Grundlagen, um an Stelle der vagen Benennungen eindeutige, durch exakte Messungen feststellbare Bezeichnungen gen treten zu lassen. Durch die Praxis der Farbenmischung hatte man zwar schon längst den polartigen Gegensatz von Weiß und Schwarz und den stetigen Uebergang vom einen zum anderen durch die Grautöne erkannt. Anderseits war für die Reihenfolge der bunten Vollfarben das Spektrum als Vorbild



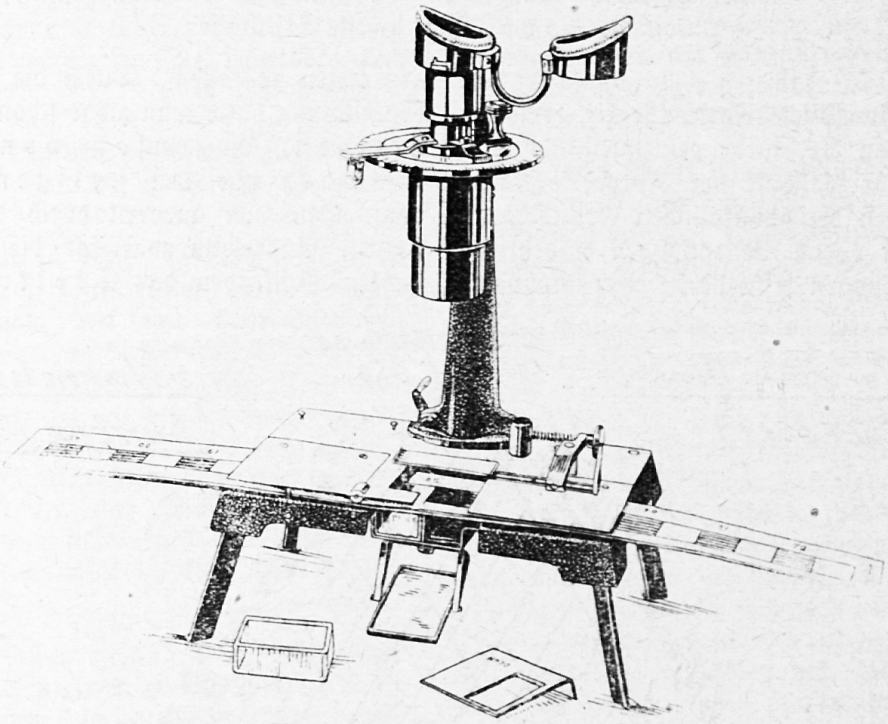
gegeben; und es führte ferner die Praxis der Farbenmischung auch zur Einsicht, daß die Purpurfarben zwischen Rot und Dunkelblau einzusetzen sind, wodurch ein geschlossener Farbkreis entsteht. Hering brachte sodann als erster den Gedanken zum Ausdruck, daß die Farbe eine dreipolare Eigenschaft sei und dementsprechend auch die trüben Farben in einem farbtongleichen Dreieck eingeordnet werden können, wie dies nun in der Ostwald'schen Theorie geschieht (siehe Abbildung). Mit diesem Stande der Erkenntnis mußte man lange Zeit zufrieden sein und es galt als unmöglich, naturgesetzliche Farbenskalen einzuführen, wenn auch in Wissenschaft, Technik und Gewerbe längst das Bedürfnis nach einer Normung der Farben vorhanden war.

Die Ostwald'sche Farbentheorie vermittelt nun einerseits logische Grundsätze für die Skalenbildung und anderseits zeigt sie die Anwendung physikalischer Gesetze zur Messung der drei Komponenten jedes beliebigen Farbtones. Eine Normung ist im allgemeinen dann am solidesten und hat am meisten Aussicht auf bleibende Annahme, wenn sie mit einem Minimum von willkürlichen Grundlagen auskommt. Darnach strebte auch Ostwald bei der Aufstellung seiner Farbenskalen, welche der gestellten Anforderung bestmöglich entsprechen.

Ostwalds Skalenbildung gründet sich, wie bereits gezeigt [1]) auf die Gesetze von Fechner (II), von den Gegenfarben (VII), von der inneren Symmetrie (VIIII), von der Unterschiedsschwelle (IX) und von der dekadischen und durch 3 teilbaren Numerierung (X). Die Farbenmessung hat das Gesetz von der konstanten Rückwurfszahl (III) zur Voraussetzung; sie bestimmt qualitativ den Ton der Buntfarbe mittelst dem Gesetz von der Gegenfarbe (VII) und von der inneren Symmetrie (VIII) und analysiert sodann quantitativ durch Anwendung des Reflexionsgesetzes $la + lr = 1$ (IV) und des Gesetzes von der Gegenfarbe (VII). Zur eindeutigen Bestimmung einer Farbe sind sowohl die qualitative als auch die quantitative Messung notwendig, sofern nicht schon durch einfachen Vergleich mit einer Farbmustertafel die nötige Genauigkeit erreichbar ist.

Für die qualitative Messung des Farbtons sind erforderlich: eine 100teilige Farbtonleiter, eine Vorrichtung zur optischen Mischung zweier Farben, sowie ein neutrales Grau. Die Farbtonskala ist entsprechend den Angaben [2]) nach Wellenlängen geeicht; sie basiert also auf einem unveränderlichen, stets wieder erreichbaren Maß. Als Fehlerquellen fallen dagegen in Betracht: die Qualität des zur Beleuchtung verwendeten Lichtes und die Sehtüchtigkeit des Beobachters. Ostwald postuliert als Normalbeleuchtung das diffuse Tageslicht bis 2—3 Stunden vor und nach Mittag, welch' letztere Einschränkung sich erfahrungsgemäß als genügend erwiesen hat.

Die zu untersuchende Farbe wird gleichzeitig mit der unmittelbar daneben liegenden Farbton-



Chrometer nach Wilh. Ostwald

[1]) Siehe Mittelschule No. 1, Seite 3.

[2]) Siehe Mittelschule No. 1, Seite 4.

leiter beobachtet, und zwar durch ein kombiniertes Prismensystem hindurch: Wollastonkalkspatprisma unten und Nicolprisma darüber. Das Wollastonprisma entwirft von den beiden zu vergleichenden Farbfeldern je zwei Bilder, von welchen die beiden mittleren aufeinanderfallen und daher eine Mischfarbe erzeugen. Um das Mischungsverhältnis beliebig verändern zu können, ist über dem Wollastonprisma ein Nicolprisma drehbar montiert. Durch die Drehung desselben wird das polarisierte Licht vom einen Farbfeld verstärkt und zugleich dasjenige vom anderen Farbfeld geschwächt. Da die zu messenden Körperfarben weniger rein sind als die Töne der Normalfarbenskala, so benötigt man von den letzteren Farben eine kleinere Lichtmenge, wenn durch Mischung mit dem Körperfarbenlicht ein neutrales Grau erzeugt werden soll. Es entspricht dies auch dem Gesetz der inneren Symmetrie (VIII), wonach zwei Farben im umgekehrten Verhältnis ihrer Reinheit gemischt werden müssen, wenn man diejenige Mischfarbe erhalten will, welche von den beiden ursprünglichen Tönen gleichabständig erscheint. Die Farbenmischung mit Hilfe der Prismen ist optisch ein *additives* Verfahren; es ergänzen sich daher reine (volle) Gegenfarben physiologisch zu weiß. Dies trifft zu für je zwei Farbtöne, die im Ostwald'schen Farbkreis diametral gegenüber liegen, so z. B. für die Hauptfarben: Gelb und Ultramarineblau, Orange und Eisblau, Rot und Blaugrün, Violett und Gelbgrün. Bei den Körperfarben, welche in der Regel neben der Vollfarbe noch Weiß und Schwarz enthalten, ergänzen sich die gegenfarbigen Töne, und nur diese, zu neutralem Grau. Die instrumentelle Bestimmung der *Farbnummer* eines zu untersuchenden Farbtones besteht also darin, daß man durch Vergleich mit einer normalen Farbtonleiter den Gegenfarbton aufsucht. Die Uebereinstimmung der Mischfarbe mit einem neutralen Grauton erreicht man in jedem Falle durch die drei Veränderungen: Verschieben der Farbleiter, Drehen des Nicols zwischen 0°—45° resp. 45°—90° und Auswechseln der Graukarte. Der Vergleich mit einem neutralen Grau ist deshalb notwendig, weil sonst durch Nachbilder optische Täuschungen unterlaufen können. Durch Drehung um eine horizontale Achse kann die Beleuchtung der annähernd passenden Graukarte noch genauer mit der Helligkeit der erzeugten Mischfarbe in Uebereinstimmung gebracht werden, sodaß ein scharfer Vergleich stattfindet.

Die vorliegende Abbildung zeigt das Meßinstrument nach Ostwald, Polarisation-Farbenmischer (Pomi), oder Chrometer genannt.[3]) In der neueren Ausführung ist der Apparat mit mechanischem Farbleiter-Transport sowie Glasküvetten und durchbrochenen Farbleitern für die Untersuchung von Flüssigkeiten, Pulvern und festen Massen versehen. Von den Hauptbestandteilen sind sichtbar: die Grundplatte, darauf ein drehbarer Träger, unter welchen die Normalfarbenleiter und auf welchen die Grautäfelchen gelegt werden. Oben am Stativ sind die Beobachtungseinrichtung, der Drehhebel für den Prismensatz und die Gradskala sichtbar.

Die *quantitative Farbenmessung* erfüllt die Aufgabe, die 3 Komponenten einer Körperfarbe (Weiß, Schwarz und Vollfarbe) aus ihren Anteilen am reflektierten Licht zu bestimmen durch Anwendung des Reflexionsgesetzes (IV) im Sinne der Gleichung.

(1.) $W + S + V = 1$

Eine farbige Körperfläche wirft vom auffallenden Lichte so viel zurück, als ihr Gehalt an Weiß und Vollfarbe zusammen beträgt. Beleuchtet man die Körperfläche (z. B. eine rote) mit gleichfarbigem Licht (also rotem), so wirft sowohl ihr weißer als ihr bunter (roter) Anteil auffallendes Licht zurück; der schwarze Anteil aber verschluckt es. Demnach ist also das reflektierte Licht gleich dem Gehalt an Vollfarbe und Weiß.

(2.) $Jr' = V + W$

Beleuchtet man aber die gleiche Körperfläche mit gegenfarbigem Licht (hier grünem), so verschlucken der schwarze und der bunte (hier rote) Anteil der Körperfläche das auffallende Licht und nur der weiße Anteil reflektiert es (:grün).

Es ist also in diesem zweiten Fall das reflektierte Licht

(3.) $Jr'' = w$

d. h. gleich dem *Weißgehalt* der Körperfläche. Aus Gleichung (2.) ergibt sich nun der *Vollfarbegehalt*.

(4.) $V = Jr' - W = Jr' - Jr''$

und weiter durch Substitution von (3.) u. (4.) in Gleichung (1.) der *Schwarzgehalt*

(5.) $S = 1 - W - V = 1 - Jr'' - (Jr' - Jr'')$
$= 1 - Jr'$

Vergleicht man in den beiden vorstehend beschriebenen Beleuchtungsfällen die reflektierende Fläche mit einer 100teilig geeichten Grauskala, so erhält man direkt die Werte Jr' und Jr'' als Prozentgehalte der betreffenden Körperfarbe, denn es ist ihr

Weißgehalt $= Jr''$
Schwarzgehalt $= 100 - Jr'$
Vollfarbegehalt $= Jr' - Jr''$

Praktisch benutzt man bei der quantitativen Farbenmessung statt farbiger Beleuchtung entsprechende Filter, die zu oberst an einem Sehrohr eingeschoben werden. Das Meßverfahren wird damit wesentlich bequemer ohne effektiv ein anderes Resultat

[3]) **Bezugsauskünfte erteilen: Gebrüder Zürcher, Brunnengasse, Zürich 1**

zu ergeben. Die gleichfarbigen Filter (für Jr') nennt man Paßfilter, die gegenfarbigen Filter (für Jr") Sperrfilter. Ostwald fand durch vergleichende Anwendung einer größeren Auswahl von Glasfiltern, daß deren Zahl auf nur 8 Stück beschränkt werden kann, wenn die betreffenden Durchlaß- resp. Absorptionsgebiete zweckentsprechend über den ganzen Farbkreis verteilt werden. Die Auswahl der Filter ist wichtig, denn sie muß physiologisch einheitlich sein. In den Grenzgebieten zweier Filter ist bei Paßfiltern dem größeren, bei Sperrfiltern dem kleineren Wert der Vorzug zu geben. Die Gruppe der sog. kalten Farben: violett, ultrablau, eisblau und seegrün enthält einen unabtrennbaren natürlichen Schwarzgehalt, z. B. 44—45 % bei der Weiß-Stufe I. Die Normen c, e, g . . . der Schwarzgehalte der trüben kalten Farben werden daher vom natürlichen Schwarzgehalt aus abgestuft.

Das Filter-Sehrohr kann in das Stativ des Chrometers eingesetzt werden; bei der neueren Meßeinrichtung ist es praktischerweise auf einem separaten Stativ montiert.

Wie bereits erwähnt, gilt als Normalbeleuchtung das Tageslicht zur Mittagszeit. Um diese zeitliche Beschränkung zu umgehen, benützt man heute die sog. Tageslichtlampen, das sind gasgefüllte Glühlampen, umgeben von einem Reflektor, der innen mit Normalweiß belegt ist.

Bei der Messung von Oel- und Lackfarben und anderen mehr oder weniger glänzenden Materialien wird empfohlen, den Glanz durch Auflegen dünner Gläser, Gelatine- oder Zelluloidplatten auszugleichen. In Fällen wo dieser Notbehelf nicht genügt, erreicht man die genaueste Untersuchung mittelst dem Universal-Photometer nach W. Ostwald, Modell III v. Dr. Wolski, 1927. Dieser Apparat ist speziell zur Messung des Glanzes, aber auch aller andern optischen Eigenschaften farbiger Materialien, wie: Helligkeit, Farbton, Weiß- und Schwarzgehalt. Deckfähigkeit und Mischfähigkeit eingerichtet.[4])

Da die 3 Komponenten: Weiß, Schwarz, Vollfarbe, welche zusammen die Einheit einer bunten Farbe ausmachen so durch die Gleichung

$$w + s + v = 1$$

verbunden sind, ist bei Angabe von zweien dieser Werte, auch die dritte Komponente algebraisch eine bekannte Größe. Zur eindeutigen Bezeichnung irgend einer Farbe sind daher nur 3 Zahlen oder Buchstaben notwendig, nämlich die Punktzahl- oder Farbnummer im Ostwald'schen Farbkreis, sowie der Gehalt an w und s, w und v, oder s und v.

[4]) Prospekte durch Gebr. Zürcher, Brunnengasse, Zürich 1.

Nach Ostwald's Vorschlag bildet man die Kennzahl einer Farbe aus den 3 Angaben: Kreispunkt, Weißgehalt und Schwarzgehalt.

Der Vollfarbegehalt ergibt sich dann aus der Differenzgleichung

$$v = 1 - (w + s)$$

Als Grenzfälle erscheinen dann einerseits bei $w + s = 1$, $v = 0$ die unbunten, grauen Farbtöne und anderseits bei $w + s = 0$, $v = 1$, die reinen Vollfarben.[5]) $w + s$ kann nicht größer als 1 und die Summe der betreff. Prozentzahlen höchstens 100 sein.

Eine Kennzahl z. B. 25.06.11, wie sie etwa hellem Zinnober entspricht, bedeutet somit die Stufe 1 von Rot und einem Weißzusatz von 6 Prozent und Schwarzzusatz von 11 Prozent.

An Stelle dieser rein zahlenmäßigen Fixierung eines Farbtons empfiehlt Ostwald für praktische Bedürfnisse die Anwendung der 24teiligen Nummerierung im Farbkreis[6]) und die Bezeichnung des Weiß- u. Schwarzgehaltes mittelst kleiner Buchstaben entsprechend der Fechner'schen geometrischen Reihe.[7]) Daraus ergeben sich dann die sog. Farbzeichen, bestehend aus einer Nummer und zwei Buchstaben, von welchen der erste den Weißgehalt und der zweite den Schwarzgehalt bezeichnet. Alle Farbtöne mit gleicher Nummer haben ihren geometrischen Ort in einem gleichseitigen Dreieck, dem farbtongleichen Dreieck, wie die Figur eines zeigt.[8]) Aus der Lage des betreffenden Farbtones (z. B. na) ist sofort ersichtlich wie groß sein relativer Gehalt an w, s und v etwa sein kann. Liegt das von den beiden Buchstaben bezeichnete Rautenfeld nahe der Ecke v, so handelt es sich um eine Farbe, die wenig Weiß und Schwarz aber viel Vollfarbe enthält, also sehr rein ist. Anderseits ist ersichtlich, daß alle Farben, deren erster Buchstabe gleich lautet, gleichen Weißgehalt besitzen. Die betreffenden Rautenreihen laufen parallel der Dreieckseite von v nach s. Die Felderreihen parallel zur Seite von v nach w, stimmen im zweiten Buchstaben überein und bezeichnen geometrisch die Lage der Farbtöne von gleichem Schwarzgehalt. Die Felderreihen parallel zur Dreieckseite von w nach s enthalten je die Farben mit gleichem Vollfarbgehalt, die man daher auch reingleiche oder Töne der gleichen Schattenreihe nennt.

[5]) Siehe Mittelschule Nr. 1, Seite 3, IV 4 und IV 5

[6]) Siehe Mittelschule Nr. 1, Seite 4 rechts

[7]) Siehe Mittelschule Nr. 1, Seite 3 links.

[8]) Seite 9.

Handelt es sich darum, zu einer Kennzahl das Farbzeichen oder umgekehrt die Kennzahl zu einem Farbzeichen zu suchen, so ist zu beachten, daß der Weißgehalt in der Reihenfolge des Alphabets zunimmt, das Schwarzgehalt aber abnimmt, weil bei Verschwinden des Vollfarbegehalts Weiß und Schwarz sich zu 1 resp. 100 ergänzen müssen. Es bezeichnet also derselbe Buchstabe folgende Prozentgehalte bei Weiß und anderseits bei Schwarz:

		a	b	c	d	e
weiß	%	89	71	56	45	35
schwarz	%	11	29	44	55	65

		f	g	h	i	k
weiß	%	28	22	18	14	11
schwarz	%	72	78	82	86	89

		l	m	n	o	p
weiß	%	8 9	7.1	5.6	4.5	3 5
schwarz	%	91.1	92.9	94.4	95 5	96.5

		q	r	s	t	u
weiß	%	2.8	2.2	1.8	1.4	1.1
schwarz	%	97.2	97.8	98.2	98.6	98.9

Dem vorerwähnten Beispiel einer Kennzahl 25 . 06 . 11 entspricht also das vereinfachte Farbzeichen 7 na. (Schluß folgt.)

Zur Entwicklungsgeschichte des Kinematographen

Von Dr. A. Stäger, Zürich. (Schluß.)

Zwecks Austauschbarkeit der Filme wurden folgende Abmessungen zwischen den Fabriken vereinbart:

Breite des Films 35 Millimeter, Breite zwischen den Perforationsachsen 28,5 Millimeter, Bildbreite 24 Millimeter, Bildhöhe 18 Millimeter, Perforation 3 mal 2 Millimeter; auf einen Meter gehen 52 Bilder.

Zur Verminderung der Brennbarkeit der Filme verwenden die Firmen Kodak, Pathé und Agfa seit 1910 Azetatcellulose statt Nitrocellulose; die Azetatindustrie scheint von Elberfeld ausgegangen zu sein.

Die Chronophotographie.

Die Chronophotographie stellte sich die Aufgabe, durch Serienaufnahmen einen Bewegungsvorgang zu analysieren, z. B. die Bahn eines fliegenden Geschosses oder den Vogelflug zu studieren. Der Aufgabe nach ist also die Chronophotographie das Gegenteil der Kinematographie, deren Ziel die Verschmelzung einzelner Bilder zu einer Bewegung ist. Die Chronophotographie hat heute noch großen wissenschaftlichen Wert für physikalische, physiologische u. a. Probleme. Onimus und Martin photographierten 1865 die Herzbewegungen eines Tieres mit Hilfe von beweglichen Platten; aus der Aufnahme war lediglich das Maximum und Minimum des Herzvolumens ersichtlich. Der Astronom Janssen verwendete einen photographischen Revolver, eine Vorrichtung, mit der er Serienaufnahmen in bestimmten Zeitabständen machen und so den Venusdurchgang genau feststellen konnte (1874).

Muybridge benützte eine etwas komplizierte Methode, um die Bewegung von Pferden und andern Säugetieren serienmäßig zu photographieren. Eine ganze Reihe von 12 bis 30 Photographenapparaten wurde mit elektromagnetisch betätigten Verschlüssen versehen. Bewegte sich ein Tier vor diesem „Schießstand", so löste es durch Berühren von gespannten Fäden und dergl. die Kontakte aus und knipste sich auf diese Weise selbst ab. Die ganze Anlage kam auf Fr. 300,000 zu stehen.

E. Reynaud patentierte 1888 einen Apparat, der geeignet sei, die Illusion der Bewegung hervorzubringen und der ein bewegliches Band ohne Ende mit einer Bilderserie benützt. Das Band war perforiert und wurde durch entsprechende Zahnräder bewegt. Man kann daher wohl Reynaud als den Vater des Films ansprechen. Viele schreiben die Priorität Edison zu.

Der Engländer Potter verband bewegliche transparente Filme mit dem Projektionsapparat.

Le Prince, geb. 1842 in Metz, patentierte 1888 in Amerika eine Methode und Apparat zur Herstellung „lebendiger Photographien" sowie einen Projektionsapparat. Perforierte Filme werden erwähnt.

William Friese-Greene — nach englischer Auffassung der eigentliche Erfinder der Kinematographie — erhielt 1889 das englische Patent Nr. 10131 für Photographie von Bildern in rascher Reihenfolge auf ruckweise beweglichen Film. Der unglückliche Erfinder hatte 20,000 Pfund für Versuche ausgelegt und wurde wegen Zahlungsunfähigkeit eingesteckt.

Gegen 1885 macht der französische Physiologe Marey viel von sich reden. Mit einem photographischen Gewehr studierte er den Vogelflug. Marey hat verschiedene Chronophotographenapparate konstruiert. Bald fabrizierten die Gaumont-Werke einen „Chronophotographe Demeny", der erstaunliche Aehnlichkeit mit modernen Aufnahmeapparaten aufweist.

Das Werk Edisons und seiner Zeitgenossen.

W. Kennedy L. Dickson, der intimste Mitarbeiter des amerikanischen Erfinders, berichtet, daß 1888 bereits gute Resultate erhalten wurden mit einem Aufnahmeapparat mit Malteserkreuz, der

einseitig perforierte Celluloidfilme von Eastman-Rochester benützte. Das Edisonsche Kinetoskop enthielt einen langen elektrisch bewegten Celluloidstreifen, dessen Bilder man mit Hilfe einer Lupe subjektiv betrachtete, indem man sich über den Apparat neigte.

Léon Boulie schuf zwar keinen glänzenden Apparat, verdient jedoch Erwähnung wegen der Einführung der Bezeichnung „Kinematograph".

A. Reynaud, der zuerst die Filmperforation einführte, förderte die neue Technik durch unzählige Ideen und Anregungen und führte auch seine Apparate im Musée Grevin in Paris vor.

Allgemeines über die Kinematographie.

Nicht zu unterschätzen für die Kinematographie ist das Verdienst des englischen Forschers P. M. Roget, der das Prinzip der Nachwirkung eines Lichteindrucks auf der Netzhaut des Auges erkannte. Lange wurde diese Entdeckung Plateau zugeschrieben, doch war das Prinzip auch im Altertum nicht unbekannt. Daß starke Lichteindrücke sekunden- ja minutenlang auf unserer Retina (Augennetzhaut) nachwirken, weiß jedermann aus eigener Erfahrung; ein Blick in die Sonne oder in eine andere starke Lichtquelle genügt hiezu. Normale Lichteindrücke halten zirka eine Zehntels Sekunde lang an. Einfach läßt sich dies durch Betrachtung einer schwingenden Stimmgabel von geeigneter Frequenz beweisen. Man sieht die Endstellungen der Lamellen scheinbar gleichzeitig, was nur durch die Nachwirkung des Lichteindrucks erklärbar ist. Aehnlich wirkt ein rotierendes Speichenrad, eine leuchtende Rakete oder Sternschnuppen, wobei freilich das wirkliche Nachleuchten von der subjektiven zu unterscheiden ist. Periodische Erscheinungen, wie z. B. ein sich in Tropfen auflösender Wasserstrahl können stroboskopisch, d. h. durch eine sich drehende, mit Sektoren oder Löchern versehene Scheibe betrachtet, ruhend erscheinen, obwohl das Auge keinen kontinuierlichen Lichteindruck erhält, sondern eine rasche Folge von gleichen Bildern dazwischen. Das Licht elektrischer Lampen erreicht unser Auge beim Wechselstrom in 100 einzelnen Stößen, die sich infolge der Nachbildwirkung scheinbar lückenlos überlagern. Wenn die Zeitdauer der Lichteindrücke gleich groß ist wie die dazwischen liegenden Pausen, so ist die Verschmelzung am leichtesten möglich. Die Frequenz 50 sek. ist besonders günstig. Beim Kino läßt man 16 bis 17 Bilder pro Sekunde passieren; um der optimalen Frequenz 50 näher zu kommen, werden die Bilder durch rotierende Sektoren entzweigeschnitten. Man sieht das gleiche Bild dreimal nacheinander und hat so weniger den Eindruck des Flimmerns, als wenn diese zusammenhängend projeziert würden. Meist werden die Bilder ruckweise durch den Apparat bewegt; während der Projektion stehen sie still. Neuerdings macht eine Mtehode von sich reden, die den Film mit konstanter Geschwindigkeit, also nicht ruckweise, abrollen läßt und durch einen Kompensationsmechanismus, einen rotierenden Spiegel, den beweglichen Lichtstrahl für kurze Zeit auf der Leinwand stehen läßt.

Das Werk der beiden Lumière. Die beiden Söhne Auguste und Louis traten um 1880 in das Geschäft ihres Vaters Antoine Lumière. Die Entwicklung der Lyoner Unternehmung war jahrzehntelang maßgebend für die ganze Photoindustrie. Das Edisonsche Kinetoskop, bei dem das lebende Bild nur subjektiv beobachtet wurde, regte Louis Lumière zur Projektion an. Er kannte alle die erwähnten Vorarbeiten über die Kinematographie und verfügte über die weitgehendsten Kenntnisse aller photographischen Einzelheiten, sodaß ihm die Kombination gelingen mußte. Die Erfindung des Kinematographen wird von den Franzosen Louis Lumière zugeschrieben, da er die vielen früheren Ideen, Versuche, Pläne und Mißerfolge zu einem praktisch brauchbaren Ganzen vereinigte und durch lebenslängliche Arbeit vervollkommnete.

Fleischfressende Pflanzen

Von Aug. Knobel.

Im Jahre 1782 stellt zuerst ein deutscher Gelehrter, Dr. Roth, die Behauptung auf, daß es fleischfressende Pflanzen gäbe; man lachte über diese Entdeckung. Als jedoch später der berühmte englische Naturforscher Darwin mit einer Fülle von Tatsachen, die er in jahrelanger, eingehender Beobachtung und durch seine ausgedehnten Versuche gewonnen, vor die Oeffentlichkeit trat und nachwies, daß es Pflanzen gäbe, die nicht durch Zufall, wie die Blüten der Roßkastanien vermittelst ihres klebrigen Saftes, kleine Tiere fangen und töten, sondern fast mit Absicht sich vieler Insekten bemächtigen, sie gefangen halten und aussaugen, also sich vom Raube ernähren — ist es unstreitig festgestellt, daß es fleischfressende Pflanzen gibt. In neuerer Zeit lernte man gegen 500 Pflanzenarten von solch merkwürdiger Lebensgewohnheit kennen.

Manche dieser Pflanzen sind für den Insektenfang vorzüglich ausgerüstet und gehen dabei in

raffinierter Weise zu Werke, andere sind etwas harmloserer Natur. Die Pflanzen sondern nämlich eine Flüssigkeit ab, die dem tierischen Magensafte vergleichbar ist. Die gefangenen Insekten werden wirklich verdaut. Die modernen Beobachtungen und Untersuchungen fördern über diesen Punkt immer neue, überraschendere Ergebnisse zu Tage. Wir wollen also im Nachstehenden einige der merkwürdigsten dieser Raubgesellen aus dem sonst so friedlichen, harmlosen Reich der Pflanzen bei ihrer „verbrecherischen" Tätigkeit belauschen.

Da steht vor uns eine hübsche Pflanze mit rundlichen Blättern — der Sonnentau. Ein schöner Name und doch so trügerisch! Die Pflanze sieht so unschuldig aus, daß keine Fliege Bedenken tragen würde, auf den Blättern sich niederzulassen, im Gegenteil, die Blätter glänzen in der Sonne wie vom frischesten Tau betröpfelt, und dies ist das Lockmittel für die Insekten. Bei näherer Untersuchung erweisen sich die Tröpfchen nicht als Wasser, sondern als klebriger, fadenziehender Schleim. Diese Flüssigkeit wird von dem kolbenförmig verdickten rötlichen Ende zahlreicher Drüsenhaare abgesondert. Läßt sich nun eine Fliege oder ein anderes Insekt auf das Blatt nieder, so bleibt es zuerst an dem klebrigen Tau hängen; es strebt natürlich fortzukommen, es übt einen Druck auf die Borsten aus. Diese geraten dadurch in eine Art Aufruhr und biegen sich immerfort nach innen. Dann ergreifen sie das Insekt, umwickeln es fester und fester und ziehen und pressen dasselbe gegen die Blattmitte hinein. Das Blatt krümmt sich durch diese Bewegung und rollt sich über das Opfer zusammen. Das Insekt ist unentrinnbar gefangen und stirbt schnell. Nun beginnt die chemische Absonderung und Verdauung. Erst wenn alles vorbei ist, strecken sich die Fangarme wieder; lose Flügel flattern im Winde, und unverdauliche Chitinreste sind die letzten Spuren dieses eigenartigen Kampfes ums Dasein, wobei die feststehende Pflanze dank ihrer vorzüglichen Ausrüstung immer Siegerin bleibt über das leichtbeschwingte Insekt.

Darwin hat auch entdeckt, daß der Sonnentau einen eigentümlichen Geruch aussendet, der Insekten anlockt, und daß der Gegenstand direkt mit den Drüsen in Berührung kommen muß, bis sie die Einschließung veranlassen. Ein Windstoß, ein Grashalm, ein Tropfen Wasser, der die Blätter trifft, üben gar keine Wirkung auf die Drüsen aus.

Merkwürdiger noch als der Sonnentau ist ein anderer Raubgeselle der Pflanzenwelt, die Venusfliegenfalle (Dionaela muscipula). Sie ist die älteste unter den fleischfressenden Pflanzen und nach Darwin die stärkste und flinkste im Fange und Verzehren. Sie findet sich nur in Nordkarolina auf feuchtem Boden. Aus einer knolligen Verdickung, die ein Wassersauger zu sein scheint, entwickeln sich kurze Zweige mit zweilappigen Blättern. An den Rändern dieser stehen scharfe, starre Spitzen so nach innen gerichtet, daß, wenn das Blatt sich schließt, die Stacheln fest wie ein Gitterwerk ineinander greifen. Während jedoch beim Sonnentau eine klebrige Masse durch den Druck des Zentralsystems die Schließung veranlaßt, besitzt die Fliegenfalle keine derartige Saftausschwitzung, sondern durch die Berührung der Blätter schließen sich die Lappen augenblicklich, und nun beginnt die Blattfläche den Verdauungssaft abzusondern, der das Insekt auflöst und von der Pflanze aufgesogen wird. Höchst wunderbar ist noch bei dieser Fliegenfalle, daß sie keine kleinen Tiere fressen kann. Die Stacheln der Blatträndern stehen nämlich 1½ bis 2½ Millimeter voneinander entfernt; kleine Tierchen sind daher imstande, durch dieses Gitter dem sichern Tode zu entschlüpfen, größere Käfer vermögen durch ihre Kraft sich durch die Stacheln zu zwängen, sodaß die Pflanze einerseits sich weder erschöpft durch vieles Fangen kleiner Tierchen, noch anderseits Tiere einschließen kann, deren Masse über ihre Eßkraft geht. Darwin stellt fest, daß die Fliegenfalle keine größeren Tiere fressen könne als solche, die halb so groß wie die umschließenden Blätter sind. Unter vierzehn ihm zugesandten Blättern, die auf natürlichem Wege Insekten gefangen und getötet hatten, enthielten drei große Ameisen, das vierte eine Fliege, die zehn übrigen Blätter alle große Insekten, so acht dicke Käfer, ferner eine große dicke Spinne und eines einen Skolopender (Vielfüßler). Die Natur verfährt also hier so wunderbar, daß die Pflanze gezwungen ist, eine Menge kleinerer über sie hinwegkriechende Tierchen entschlüpfen zu lassen, bis dasjenige kommt, dessen Größe dem Nahrungsbedürfnis der Pflanze entspricht.

Ebenfalls nicht harmlos sind die Drosophyllum-Arten der Kalkflora Portugals und in Marokko. Das unscheinbare Drosophyllum lusitanicum, das portugiesische Taublatt, ist einer äußerst gefährlichen Leimrute vergleichbar. An 19 Blättern einer Pflanze zählte man 233 Fliegen, die ganz kleinen Insekten gar nicht eingerechnet. Die portugiesischen Bauern der Umgebung von Oporto benutzen diese Pflanzen in ihren Häusern geradezu als „Fliegenfänger".

Die bisher beschriebenen „Mordpflanzen" sind so mannigfaltig in ihren Fangvorrichtungen und Verdauungsorganen, daß man glauben möchte, die sonderbaren Fleischfresser seien damit erschöpft. Noch lange nicht! Die Natur hat auch hier, bei diesen scheinbaren Ausnahmegeschöpfen, eine erstaunliche Fülle hervorgebracht. Die großartigsten Familien dieser Raubgesellschaft haben wir noch

erst zu erwähnen. Es sind die Schlauchpflanzen und die Kannenträgersträucher der Sümpfe in Nordamerika. Bei den Schlauchpflanzen sind die Blätter zu schlauchförmigen Organen umgebildet. Man kennt acht Arten der Gattung im östlichen Amerika. Sie zeichnen sich aus durch die Massenhaftigkeit ihres Auftretens, durch die Farbenpracht und besonders durch die gewaltige Größe. Die Schläuche erreichen eine Länge von 75 Zentimetern bis einem Meter. Der kurze, feste Blattgrund erweitert sich nach oben. Die Blattspitze ist zu einem Deckel geformt. Dieser hat eine zweifache Bestimmung. Einmal schützt er je nach der Ausbildung das Schlauchinnere mehr oder minder vor dem Eindringen des Regenwassers, welches die Verdauungssäfte verdünnen und unwirksam machen würde. Dann aber wirkt seine weithin leuchtende, purpurrote oder gelbgrüne Farbe als Anlockungsmittel. Der Deckel ist zuweilen noch gespalten und bildet bequeme, trügerische „Anflugbrettchen" für die vorbeifliegenden Insekten. Das gern naschende Insekt wird durch den reichlich vorhandenen Honig immer weiter hineingelockt bis zur spiegelglatten Gleitzone. Unrettbar muß es in die Tiefe stürzen, von wo es keine Rückkehr mehr gibt. Auch hier hat die Verdauungsflüssigkeit zugleich desinfizierende Wirkung, um bei großer Anzahl vorhandener Insektenleichen die sehr schädliche Fäulnis fernzuhalten. — Den Höhepunkt fleischfressender Pflanzen bilden nach Professor Bachmann die Kannenträgersträucher. Sie bewohnen den Sumpfboden der Urwälder. Die Blätter dieser Pflanzen sind zu eigenartigen, tiefen Kannen geformt. Sie sind meist bunt gefärbt und scheiden am oberen Rande Honig ab. Hiedurch angelockt, lassen sich zahlreiche Insekten am Rande nieder. Da dieser nach innen, ähnlich wie bei den Schlauchpflanzen, abschüssig und sehr glatt ist, so stürzen die Näscher alsbald hinein. Infolge der außerordentlich scharfen Verdauungsflüssigkeit werden diese baldigst getötet, erweicht und binnen wenigen Stunden aufgelöst von der Pflanze resorbiert.

So erscheint uns diese merkwürdige Gesellschaft fleischfressender Pflanzen für sich schon als eine überaus interessante und rätselhafte Lebewelt. Zweifellos echte Pflanzen, scheinen sie tierische Eigenschaften zu haben. Da ihnen der Boden die notwendige Nahrung nicht in ausreichender Menge bieten kann, so haben sie die erstaunliche Einrichtung, je nach den Verhältnissen ihre Nahrung durch tierisches Eiweiß zu ergänzen. Weitere Einzeluntersuchungen werden noch helleres Licht in das geheimnisvolle Dunkel dieser Pflanzengattungen bringen

Literatur

Stäger A., Gewitter und Luftelektrizität. 8°. 84 Seiten. — Verlagsanstalt „Tyrolia", Innsbruck-Wien-München.

Dieses in der Sammlung „Natur- und Kulturschriften" der Vereinigung „Natur und Kultur", München, herausgegebene, von unserem Mitarbeiter verfaßte Bändchen ist berufen, in vortrefflicher Weise in das interessante Gebiet der Gewitter- und Luftelektrizität einzuführen. Als Schüler Eckels ist der Verfasser befähigt, wie nicht gerade einer, die Materie klar und bündig darzulegen. Ich muß gestehen, daß ich mit wachsendem Interesse den einzelnen Kapiteln gefolgt bin. An Hand von einfachen Versuchen, die jeder leicht wiederholen kann, geleitet der Verfasser den Leser mühelos von den Grundlagen der statischen zu denen der Gewitterelektrizität, und so baut sich hübsch und interessant ein gutes Bild von der Sache auf. Das Bändchen ist auch Schülern der Mittelschulen warm zu empfehlen. Th.

Wunder im Weltall. Ein Buch aus Natur und Werk. Herausgegeben von Paul Sieberts. 375 Abbildungen, 422 S. — Verlag J. Kösel & F. Pustet K.-G., München. Lex.-Form. in Ganzleinen geb. 10 Mark

Das Buch unternimmt es, die großen Probleme in der Gesamtheit der Welt, in Tier- und Pflanzenleben, die geheimnisvollen Kräfte der Natur und deren Erforschung und Auswertung durch des Menschen Werk auf dem klar gezeichneten und doch nicht aufdringlichen Hintergrund des Gottesglaubens in einer zwanglosen Folge gut illustrierter Aufsätze vorzuführen. Es ist ein willkommenes Unternehmen, denn solcher Bücher, die ernste Sachlichkeit mit faßlicher Aufklärung aus allen Forschungs- und Nutzungsgebieten der Natur verbinden, sind nicht zu viele. Und daß es auf den ersten Wurf vorzüglich gelungen ist, verdient umso freudigere Anerkennung. Von den mehr als 100 kleinern und größern Einzelbeiträgen von ca. 50 Fachmännern liest man jeden mit befriedigtem Interesse und liest und blättert gern wiederholt dies und jenes nach. Das bei seinem Inhalt und seiner Ausstattung preiswerte Buch bleibt dauernd wertvoll und brauchbar. P. Konrad Lötscher, Engelberg.

14. Jahrgang Nr. 3 19. April 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Professor, Luzern

Inhalt: Die Normung und Messung der Farben — In den Laven am Vesuv — Literatur —

Die Normung und Messung der Farben.

Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendungen.

Von R. Kopp, Ing. forest., St. Gallen. (Fortsetzung.)

III.

Die Grundsätze der Ostwald'schen Farbenlehre sind nun bereits ein Dezennium bekannt und haben keine Aenderung mehr erfahren. Was in theoretischer Beziehung noch ergänzt wurde war bereits ursprünglich in Aussicht genommen; so publizierte Ostwald im Jahre 1925 seine Untersuchungen über den natürlichen Schwarzgehalt der sog. kalten Farben: Blaugrün, Blau und Violett. [1])

Jede Anwendung der Ostwald'schen Theorie hat zur Voraussetzung, daß die entsprechenden Farbstoffe zur Verfügung stehen; es mußten daher zunächst die Farbstoff-Fabriken veranlaßt werden, neue Farbrezepte auszuprobieren, um solche sodann auch den Fabrikanten bunter Rohstoffe zur Verfügung stellen zu können. Diese Neuorientierung stieß begreiflicherweise anfangs auf vielerlei Widerstände und erforderte große Arbeit; sie ist daher noch nicht in allen Fabrikationszweigen durchgeführt. Immerhin besteht heute für viele Gewerbe, in denen die Farbe eine wesentliche Rolle spielt, die Möglichkeit genormtes Farbenmaterial anzuwenden und es treten auch bereits einzelne praktische Ergebnisse der Ostwald'schen Theorie zutage, so z. B. in der Architektur.

Für welche Berufsgattungen die neue Farbenlehre von besonderer Bedeutung ist, wurde bereits früher [2]) erwähnt, doch wäre es nicht möglich, alle Anwendungen hier eingehend zu behandeln, auch kann man nicht voraussagen, welche weiteren Folgerungen sich in der Praxis noch ergeben werden. Die nachfolgenden Betrachtungen bilden daher mehr nur Ausblicke auf die wichtigsten Anwendungsgebiete, und es bleiben spezielle Untersuchungen für spätere Mitteilungen reserviert.

Die Skalen der neuen Farbenlehre erinnern lebhaft an die Tonleiter und es liegt daher der Gedanke nahe, daß die Ostwald'sche Theorie berufen sei, für die Malerei eine äquivalente Rolle zu spielen wie die Musiktheorie für die Tonkunst. Der Vergleich zwischen Tönen und Farben in mathematisch-physikalischer Beziehung, zeigt nun aber nur eine teilweise Analogie. Einmal läßt sich nur die Grauskala mit der Tonleiter vergleichen, welche beide linearen Charakter haben. Die Skala der reinen Buntfarben hingegen ist ein Kreis, in welchem auf die Töne kleinster Schwingungszahl (rot) ein Uebergang zu den Farbtönen mit der größten Schwingungszahl resp. kleinsten Wellenlänge (viol.) folgt. Aber auch die Grauskala unterscheidet sich noch wesentlich von der Tonleiter dadurch, daß sie durch zwei fixe Punkte, das absolute Schwarz und das absolute Weiß begrenzt ist, während die Endpunkte der Tonleiter von der individuell verschiedenen Empfindlichkeit des Hörorgans abhängen. Anderseits fehlt dagegen der Grauskala eine natürliche Einteilung in Oktaven. Uebereinstimmung zwischen Graureihe und Tonleiter besteht aber bezüglich Stetigkeit, Einfaltigkeit, Einseitigkeit und Ordnung nach einer geometrischen Reihe entsprechend dem Gesetz von Fechner. [3]) Bei der Grauleiter bilden die beiden Fixpunkte 0 und 1 die natürlichen und absoluten Stützen des Systems, während bei der Tonleiter durch die Beziehung zwischen Schwingungszahl und Tonhöhe eine naturgesetzliche Grundlage gegeben ist. Als Fixpunkt dient bei der Tonleiter das willkürlich gewählte Normal-

[1]) Sammelschrift „Die Farbe“, Nr. 42, Abt. II, 1925. Verlag Gebr. Zürcher, Zürich 1.

[2]) Mittelschule, 1928, Seite 1 rechts.

[3]) Vergl. Mittelschule, Nr. 1, Seite. 3.

a mit 435 Schwingungen in der Sekunde. Die Analogie zwischen Musik und Malerei erstreckt sich bekanntlich auch auf ihren Zweck, indem uns beide als Ausdrucksmittel für bestimmte seelische Stimmungen dienen. Geht man dieser Ähnlichkeit auf den Grund, so ergibt sich, daß bei beiden Künsten die psychologische Wirkung in erster Linie von der Art des Zusammenklingens der Töne abhängt. Im Bereiche der Musik wie auf dem Gebiete der Malerei empfinden wir gewisse Zusammenklänge als angenehm, schön, andere dagegen als unangenehm und schreiend. Im ersten Falle spricht man von Wohlklang, Konsonanz, Harmonie, im zweiten Falle von Mißklang, Dissonanz oder Disharmonie. Vorübergehende Mißklänge bewirken wohl eine gewisse Spannung im betreffenden Sinnesorgan und erhöhen durch ihre Auflösung in harmonische Klänge die angenehme Wirkung der letztern. Eine übermäßige, mißbräuchliche Anwendung von Disharmonien wirkt aber beleidigend und auf die Länge verderblich, abstumpfend, für das aufnehmende Organ.

Auf dem Gebiete der Akustik erkannte schon Pythagoras (582—500 v. Chr.) den naturgeschichtlichen Unterschied zwischen Konsonanz und Dissonanz, welcher in folgenden Worten zum Ausdruck kommt: Der Zusammenklang mehrerer Töne gibt eine um so angenehmere Empfindung für das Ohr, je einfacher das Verhältnis ihrer Schwingungszahlen ist. Das einfachste Schwingungszahlverhältnis besteht bekanntlich zwischen Grundton und Oktave (Intervall 1:2), sodann folgen die Quinte (2:3), Quarte (3:4), große Terz (4:5), kleine Terz (5:6), dann der große ganze Ton (8:9), der kleine ganze Ton (9:10) und der halbe Ton (15:16). Die drei letzten Intervalle haben bereits den Charakter eines Mißklangs, und noch mehr trifft dies zu für alle übrigen Zusammenklänge mit noch komplizierterem Schwingungszahlverhältnis. Harmonische Tonverbindungen enthalten also nur drei Primfaktoren 2, 3, 5.

Die weitgehende Analogie zwischen der Tonleiter und der Grauleiter legte den Gedanken nahe, das Harmoniegesetz der Musiktheorie auf die neue Farbentheorie zu übertragen. Ostwald fand auch hier durch vielerlei Versuche die Bestätigung des Harmoniegesetzes, und wandte es weiter noch auf die Formen an. Er erkannte als erster, daß die Kunst in allen ihren Mannigfaltigkeiten auf dem Grundsatz beruht: Harmonie = Gesetzlichkeit, oder: alles Harmonische ist gesetzmäßig, und alles Gesetzmäßige ist harmonisch. Das Harmoniegesetz ist daher auch das Grundgesetz der Aesthetik.

Wie die Harmonie zusammenklingender Töne auf der Einfachheit ihres gesetzmäßigen Abstandes beruht, so müssen auch aneinanderstoßende Farbtöne in möglichst einfachem Abstandsverhältnis in Bezug auf die Farbenskalen zu einanderstehen, wenn ein harmonisches Zusammenwirken der Farben erzielt werden soll. Das Einfachste ist in dieser Hinsicht die Gleichabständigkeit. Handelt es sich um Grautöne, so ergeben sich also harmonische Zusammenstellungen ohne weiteres aus drei oder mehr unmittelbar aneinandergrenzenden Stufen z. B.: a—b—c, oder durch Ueberspringen von einer oder mehreren Stufen a—c—e, a—d—g, a—e—i, a—f—l, a—g—n, a—h—p, wobei man natürlich die Harmonie mit jeder beliebigen Stufe beginnen kann, z. B. e—g—i, c—g—l, usw. Ferner kann auch die Reifenfolge wechseln z. B. e—g—i, e—i—g, g—e—i, g—i—e, e—i—g, i—g—e,.

Bei den bunten Farben kommen zweierlei Harmonieverhältnisse in Frage, weil einerseits eine Variation des Weiß- resp. Schwarzgehalts, anderseits der Farbkreisnummer möglich ist. Nehmen wir zunächst die Farbkreisnummer als fest an, so haben wir die Wahl unter allen Tönen eines farbtongleichen Dreiecks.[4]) Analog wie bei der Grauskala, wirken auch drei oder mehr gleichabständige Farben einer Schattenreihe, einer schwarzgleichen oder weißgleichen Reihe. Beispiele: ec—ig—nl, ec—ic—nc, nc—ng—nl, u. s. w. In der Schmuckkunst nennt man solche Farbengebungen „Ton-in-Ton" oder „schattierte Muster" (Tapeten, Teppiche). Die Harmonien aus den Schattenreihen besitzen eine ausgesprochene Reliefwirkung, wogegen die weißgleichen in der Ebene liegen bleiben. Die schwarzgleichen Harmonien sind z. Z. noch am wenigsten bekannt.

Verlegen wir die Anfangs- oder Endstufe einer weißgleichen oder schwarzgleichen Harmonie in die Grauleiter, so ergibt sich die gesetzmäßige Kombination bunter Farben mit dem zugehörigen Grauton. Es ist dies von praktischer Bedeutung, wenn zu einer Malerei der passende Untergrund oder Rahmen gewählt werden soll. Beispiel: Bildfarben 22pc 22lc 22gc, Grundton cc, oder einfach c. Der passende Grauton wird also bei schwarzgleichen Harmonien ohne weiteres durch den zweiten Buchstaben des Farbzeichens, und bei den weißgleichen Harmonien durch den ersten Buchstaben des Farbzeichens angegeben. Als weitere Folgerungen ergeben sich: Zu hellklaren Bildfarben paßt nur Weiß als Grund und umgekehrt. (Anwendung: Porzellanmalerei.) Zu weißarmen Farben paßt ein schwarzer Grund am besten, und umgekehrt.

Statt zu zwei oder mehreren bunten Tönen den

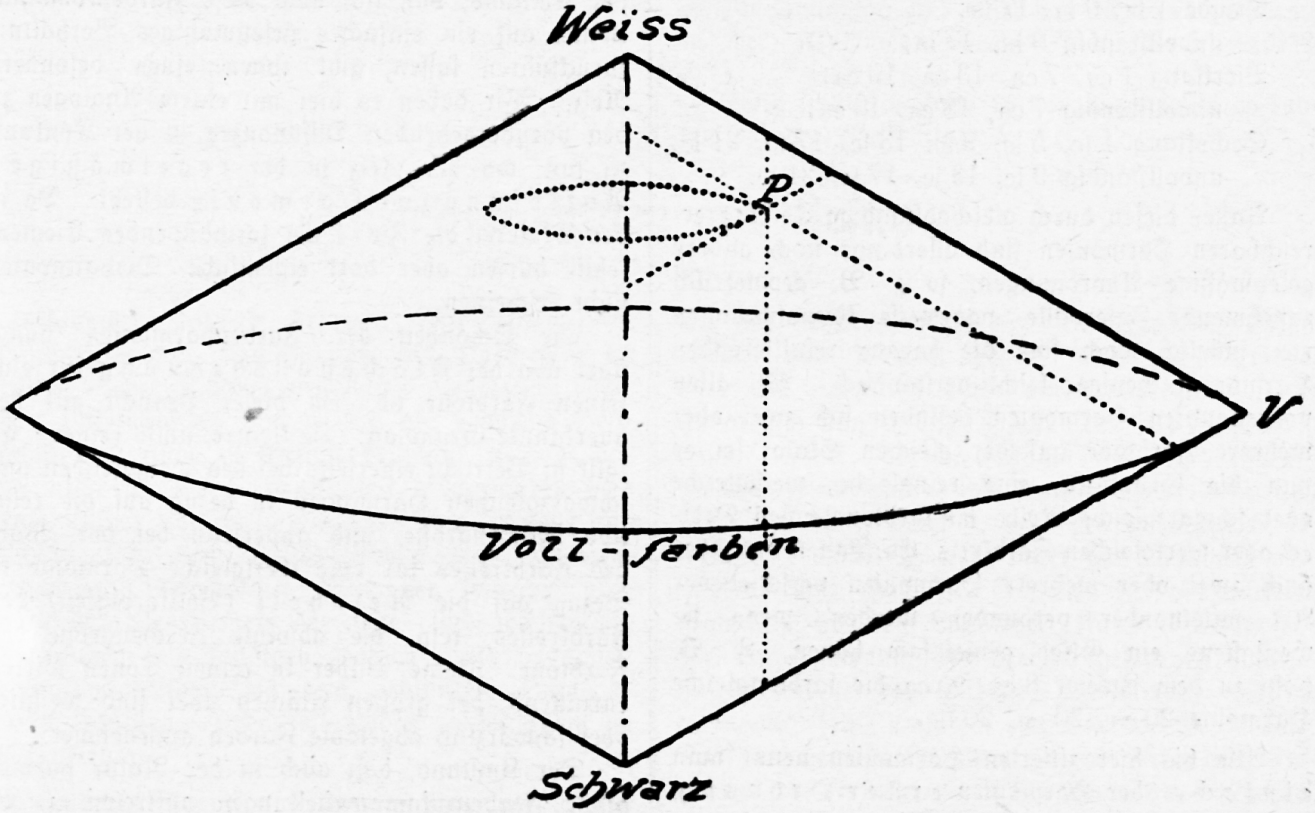
[4]) Siehe die Figur Seite 9, Mittelschule, Nr. 2.

entsprechenden Grauton zu suchen, kann auch die Aufgabe vorliegen, zu zwei oder mehreren Grautönen einen resp. mehrere passende Bunttöne zu wählen. Sind z. B. die Graustufen cc, gg, ll oder einfach c, g, l gegeben, so passen hiezu die Buntfarben mit den Buchstaben gc, lc und lg. Der Zusatz einer Buntfarbe gc wirkt sanft und hell, lc lebhaft, freudig, lg tief und ruhig.

Während die bisher erwähnten Harmonien ohne weiteres aus der ebenen Figur des farbtongleichen Dreiecks ersichtlich sind, benötigen wir zur Veranschaulichung der Harmonieverhältnisse bei variabler Farbkreisnummer einer Körperfigur. Denkt man sich nämlich das farbtongleiche Dreieck um die Seite Weiß-Schwarz rotierend, so entsteht ein Doppelkegel, welcher alle existierenden Farben umfaßt. Die Achse dieses Ostwald'schen Farbkörpers wird also von der Grauleiter gebildet, und sein Basiskreis von den reinen Vollfarben. Durch jeden anderen Punkt an der Oberfläche oder im Innern des Doppelkegels kann man ebenfalls einen Kreis legen zentral zur Achse und parallel zum Basiskreis.

Jeder solche Kreis (wie der punktierte in vorliegender Figur) ist der geometrische Ort aller Farben mit gleichen Buchstaben, also konstantem Weiß- und Schwarzgehalt, aber variabler Farbtonnummer. Ostwald nennt solche Farben wertgleich, in Anlehnung an den bei den Kunstmalern üblichen Ausdruck „gleiche Valör". Wertgleiche Farben stehen also wie die Grautöne auf der gleichen Farbskala und können daher harmonische Verhältnisse bilden.

Wie bereits gezeigt, entsprechen den besten musikalischen Harmonien die einfachsten Schwingungszahlverhältnisse, und analog haben gute Grautonharmonien einfache, regelmäßige Abstandsverhältnisse. Die einfachste Beziehung zwischen drei oder mehr Grautönen ist wie gezeigt die Gleichabständigkeit; diese vermittelt daher leicht verständliche harmonische Verhältnisse. Ueberträgt man nun den Grundsatz der Gleichabständigkeit auf den geschlossenen Farbkreis, so ergeben sich die einfachsten, harmonischen Verhältnissen, indem man den Vollwinkel von 360° durch die Primzahlen 2, 3 und ferner durch ihre nächsten Vielfachen 4, 6, 8, teilt. Während man nun auf der linearen Grauleiter mindestens 3 Töne zur Bildung einer Harmonie benötigt, bilden bei den kreisförmig geschlossenen Buntfarbenskalen schon 2 Töne die einfachste Harmonie. Demnach sind in jedem Farbkreis alle Paare von Gegenfarben harmonisch. Solche beschränken sich durchaus nicht auf die 24 genormten Töne,[5]) sondern die Auswahl ist unbeschränkt, sofern es sich nicht um bereits gefärbtes Material handelt. Es gilt dies natürlich auch für die anderen Teilungen des Farbkreises.



Farbkörper, mit Ringstern, nach Wilh. Ostwald.

[5]) Siehe Mittelschule, 1928, Nr. 1, Seite 4.

Sowohl bei den durch Dreiteilung des Farbkreises erhaltenen Harmonien (Triaden) als auch bei den Vierer- und Sechser-Harmonien (Vierklänge, Sechsklänge) erhält man durch Weglassung von einem bezw. 1 oder 2 Tönen neue, abgeleitete Harmonien, welche noch interessanter und reizvoller sind als die vollständigen Harmonien. Zum raschen Aufsuchen dieser wertgleichen Harmonien leisten die sog. Harmoniesucher von F. Illgner gute Dienste.[6]) — Beispiele wertgleicher Harmonien:

Zweiklang 1 na, 13 na;
Triade 1 ia, 9 ia, 17 ia;
unvollständig 9 ia, 17 ia;
Vierklang 1 ca, 7 ca, 13 ca, 19 ca;
unvollständig 7 ca, 13 ca, 19 ca;
Sechsklang 1 lc, 5 lc, 9 lc, 13 lc, 17 lc, 21 lc;
unvollständig 9 lc, 13 lc, 17 lc, 21 lc.

Außer diesen durch gleichabständige Teilung erreichbaren Harmonien sind allerdings noch andere gesetzmäßige Anordnungen, so z. B. geometrisch zunehmende Intervalle, paarweise Kombinationen etc., möglich, doch sind die daraus resultierenden Harmonien weniger leicht verständlich. Bei allen vorgenannten Harmonien befinden sich zwei oder mehrere Farbtöne auf der gleichen Skala, sei es nun die Grauskala, eine reingleiche, weißgleiche oder schwarzgleiche Reihe im farbtongleichen Dreieck oder wertgleichen Farbkreis. Es können nun aber auch zwei oder mehrere Harmonien verschiedener Art miteinander verbunden werden, wenn sie wenigstens ein Glied gemeinsam haben. Z. B. paßt zu dem Zweier 8 ca, 20 ca die farbtongleiche Harmonie 20 ca, 20 ge, 20 li.

Alle bis hier zitierten Harmonien nennt man einfache oder Harmonien erster Ordnung, im Gegensatz zu den komplizierteren zusammengesetzten Harmonien oder Harmonien zweiter resp. höherer Ordnung. Wie letztere zustande kommen, vergegenwärtigt man sich am besten anhand der Figur vom Farbkegel. Die punktierten Geraden und der punktierte Kreis bezeichnen die geometrischen Oerter aller derjenigen Farbtöne, welche mit einer gegebenen Farbe (die durch den Punkt P im Farbkegel fixiert sei) unmittelbare, harmonische Verhältnisse bilden können. Die Gesellschaft aller dieser Farbtöne bildet, wie in der Figur ersichtlich, einen sechsstrahligen, ungleicharmigen Stern, verbunden mit einem Kreis durch sein Zentrum. Der Stern liegt in der Ebene des farbtongleichen Dreiecks Weiß-Schwarz-V, und der Kreis steht senkrecht und zentral zur Grauachse W-S. Alle Harmonien, welche dem gleichen Ringstern entnommen sind, nennt man einfache. Nun kann man aber an irgend einem Punkte dieses vorgezeichneten Ringsterns wieder einen neuen Ringstern konstruieren, dessen Farbtöne also mit denjenigen des ersten Ringsterns in einem entfernteren Verwandtschaftsverhältnis stehen. Es kann somit ein buntes Muster zwei oder mehr harmonische Farbengruppen enthalten, wenn diese im genannten Sinne mit einander verbunden sind. Die Mannigfaltigkeit der Farbenharmonien ist daher unbegrenzt. Die Harmonien höherer Ordnung verlangen sowohl vom Ersteller als auch vom Beschauer mehr Verständnis und Ueberlegung; aber gerade der Umstand, daß sich auch diese Farbenkombinationen auf ein einfaches gesetzmäßiges Verhältnis zurückführen lassen, gibt ihnen einen besondern Reiz. Wir haben es hier mit einem Analogen zu den vorübergehenden Dissonanzen in der Tonkunst zu tun, wo der Reiz in der regelmäßigen Auflösung zur Harmonie besteht. Da in der Malerei die Zeit als formbildendes Element fehlt, dürfen aber dort eigentliche Disharmonien nicht erscheinen.

Die Schönheit der Farbenharmonien hängt stark von der Flächenausdehnung der einzelnen Farbtöne ab. In dieser Hinsicht gilt der anerkannte Grundsatz: „Je kleiner, umso reiner." Er fällt in Betracht einerseits bei den weißgleichen und schwarzgleichen Harmonien in bezug auf die relative Flächengröße, und anderseits bei der Wahl des Farbkreises für eine wertgleiche Harmonie in Bezug auf die Reinheit (Vollfarbigkeit) des Farbkreises, resp. die absolute Flächengröße der Farbtöne. Kleine Bilder in reinen Tönen wirken entzückend, bei großen Flächen aber sind weißlich oder schwärzlich abgetönte Farben angenehmer.

Der Umstand, daß auch in der Natur harmonische Farbenzusammenstellungen auftreten, z. B. bei Blumen, Schmetterlingsflügeln, Mineralien, u. s. w. spricht sehr zu Gunsten der Ostwald'schen Theorie. In Anbetracht der unbegrenzten Kombinationsmöglichkeit ist anderseits die Ansicht durchaus falsch, wonach die neue Farbenlehre die Kunst in Fesseln schlagen wolle. Wie sich aus den mehrfach nachgewiesenen Analogien ergibt, kommt der Farbentheorie eine äquivalente Aufgabe und Bedeutung zu, wie der Musiktheorie.

Zur Untersuchung bestehender Malereien auf Harmonie, sowie auch zum Studium und zur Ausführung neuer harmonischer Kompositionen benötigt man eine ausreichende Zahl von geordneten Tönen in bequem anwendbarem Material. Das einfachste und billigste Hülfsmittel ist hier das Buntpapier. Solches ist auch insofern sehr bequem als man direkt die betreffenden Flächenformen aufzeichnen, ausschneiden und probeweise in verschiedener Weise zusammenstellen kann. Als Nachteile fallen dagegen in Betracht, daß: 1. nur 6×24 bunte und

[6]) Erhältlich vom Verlag Gebr. Zürcher, Zürich 1.

8 graue Normtöne zur Verfügung stehen, 2. daß die Reinheit nur den Kreis na erreicht, und 3. daß die Buntpapiere bezügl. Normung nicht mit wissenschaftlicher Genauigkeit produziert werden. Dennoch reichen die Buntpapierhefte für viele Studien aus. [7])

Für Farbenvergleiche benötigt man aber schon eine größere und exaktere Normenauswahl. Dies bietet der sog. Farbnormenatlas[7]), enthaltend die 28×24=672 Buntfarben der Kreise

pa, pc, pe, pg, pi, pl, pn,
na, nc, ne, ng, ni, nl,
la, lc, le, lg, li,
ia, ic, ie, ig,
ga, gc, ge,
ea, ec,
ca

sowie die 8 Graustufen a, c, e, g, i, l, n, p. Da die Farben in Kartenform 40×57 mm lose gebündelt sind, können bequem einzelne derselben an das zu untersuchende Objekt angelegt werden, was die Vergleichung sehr erleichtert. Etwas weniger beweglich sind die einzelnen Töne bei den Farbenfächern, Farbentonleitern und Farbenkreisen.

(Schluß folgt.)

Korrekturen.

Seite 11 Gleichung (3.) sollte das W gleich groß sein wie in Gleichung (1.), (2.), (4.) und (5.). — In Gleichung (5.) fehlt das Minuszeichen in der Klammer: S=1—W—V=1—Jr"—(Jr'—Jr").

— Seite 12 links, Zeile 16 von oben, sollte es lauten bei der Weiß-Stufe l.

In den Laven am Vesuv

Von M. Bütler, Ing.

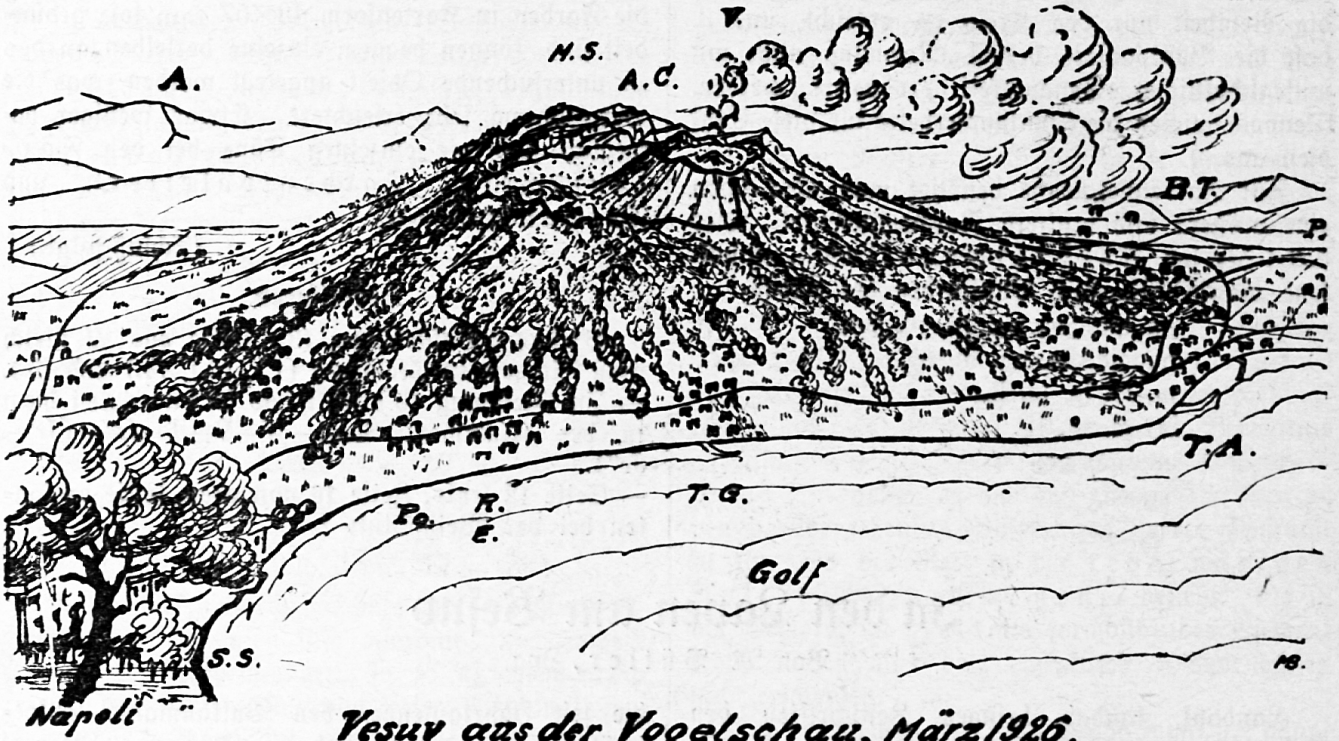
Landauf, landab bringen Zeitschriften den Vesuvkrater mit Dampfsäulen und Gaswolken im Bilde, ohne daß dabei viel Neues eingebracht wird. Viel Interessan.es, das freilich der bequeme Seilbahntourist nicht zu Gesicht bekommt, gelangt daher nicht an die Oeffentlichkeit. Es wären dies etwa Bilder und Beschreibungen vom Aschen- und Schlackenfuß, vom Atrio, Monte Somma, Erosionsrelief, Lavaströme. Nur der Flieger, noch mehr der Bergsteiger, der tage- und wochenlang die rauhen und sandigen Halden pfadet, sammelt Erinnerungsbilder, die dem ordinären Fremdenstrom entgehen. Ueber die Laven zu berichten, sei hier versucht.

Zwischen Neapel und Pompej quert das 20 km lange Trace der Ferrovia Circumvesuviana 9 besonders ausgeprägte Lavaströme, das sind die gletscherstromartig erstarrten, einst feuerflüssigen vulkanischen Magmamassen des Vesuv. Zwar sind sie meistens mit üppigen Obstgärten, Weinbergen, Pinien, Olivenwäldchen maskiert, so daß sie aus dem Landschaftsbild im untern Teil für den Ungeübten als Lavastrom weniger leicht zu erkennen sind. Das Ueberwinden der Ströme ergibt sich ferner durch Steigen und Fallen im Längenprofil der Bahn zu erkennen. Einige tiefe wasserlose Rinnsäler ziehen zwischen den Lavarücken zum Meer. Die gefährlichsten Strecken der Talfurchen sind in mit Lavaquadern verbaute Kanäle umgewandelt, welche bei größeren Eruptionen die gefürchteten heißen Regen und Schlammassen abzuführen haben. Alle jetzt sichtbaren Lavaströme verdecken ein System von noch viel älteren Laven, die seit Jahrtausenden den Vulkanmantel aufgeschüttet und verbackt haben. Kurz vor Pompei quert die elektrische Bahn eine ausgedehnte flache Lavawüste von 4 km² Fläche, den Lavastrom von 1906, der die Stadt Torre Annunziata (30,000 Einwohner) und Bosco Reale zum Teil verwüstet hat. Wohl 1 km² des paradiesisch gelegenen Weinberges liegt unter der Lavadecke vernichtet. Noch ragen die Schienen der verschütteten Bahnlinie aus dem Lavawerk. Kaum 5 Meter vor der Umfangsmauer des herrlich gelegenen Campo Santo stoppte der glühende Lavastrom. „E un miracolo" sagte einst ein eingeborener Vesuvianer. Dort auf dem Bahndamm stehend starrt dem Beschauer die finstere, zerrissene Lavastirne entgegen, ein Schweigen und Nachsinnen auslösend, an die Schreckensnächte von 1906 erinnernd. Das geistige Auge sieht den Vulkan explodieren. Aus gistenden Narben der Flanke blutet Magma, flammend, fauchend, wälzend bergab durch Schlaken und Sand, Gebüsch, Obstgärten, Dörfer versengend, vernichtend. Trotz der 21 Jahre ist der bis 400 Meter breite Strom Wüste geblieben, in deren schwarzen Blockgewirr nur ab und zu Pinien und Ginster sich einstellen.

Doch der Vesuvbauer liebt seine Scholle. Auf dem Trümmerchaos erstrahlt heute ein Dorfteil typischer kastenförmiger Tuffhäuschen im blendenden Weiß und Rosa. Die Heimatliebe beweist dort ferner das am entzückenden Golfufer dominierende Torre del Greco (ca. 30,000 Einwohner) das vierzehnmal vulkanischen Katastrophen zum Opfer fiel und einer neuen Zerstörung wartet.

Nur auf der Meerseite wälzt der Vesuv seit ca. 1850 Jahren seine Glutmassen bis zur Ebene.

[7]) Im Verlag bei Gebr. Zürcher, Zürich 1.



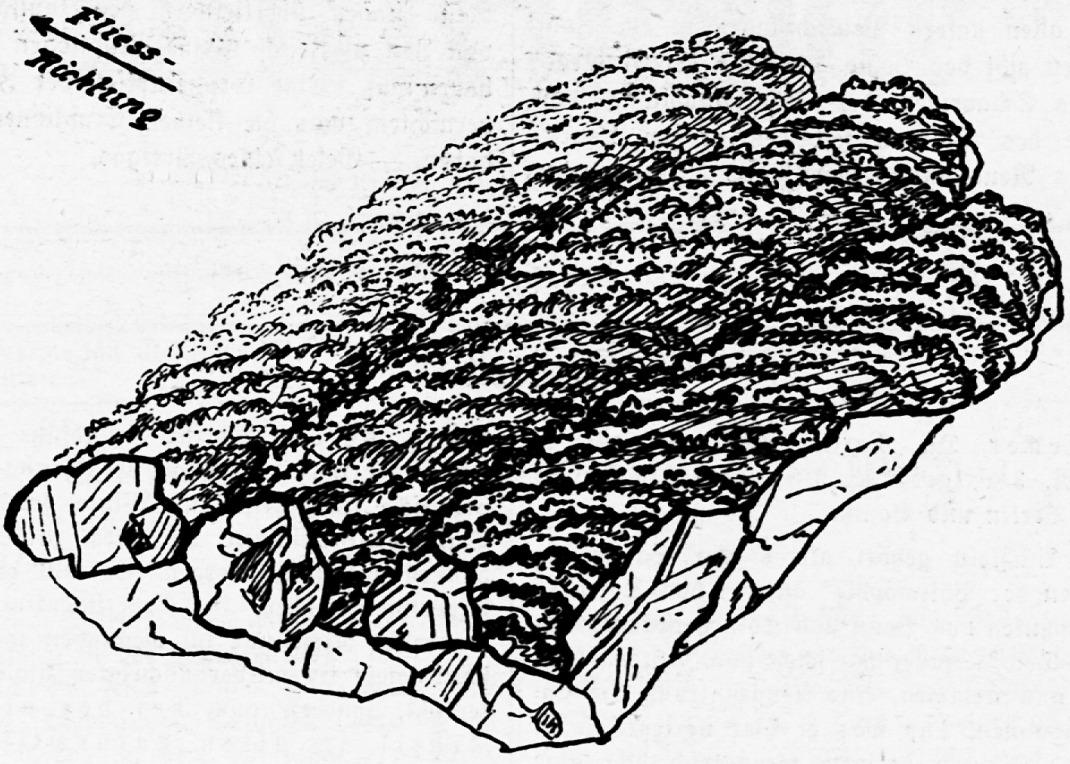
Vesuv aus der Vogelschau, März 1926.

A = Apenin M.S. = Mte. Somma A.C. = Atrio di Cavallo V = Vesuv
B.T. = Bosco Tre Case P = Pompei T.A. = Torre Annunziata T.G. = Te Greco
R. = Resina E = Ercolano Po. = Portici S.S. = San Sebastiano

Die Gegenseite ist seither wenig verändert außer der Modellierung durch Erosion und Wandel in der Vegetation. Die meerseitigen Lavaströme verteilen sich im Grundriß annähernd radial. Einige erreichen 5 bis 6 Kilometer Länge, bis 1000 Meter Breite und 10 Meter Mächtigkeit. Im ganzen Vulkanmantel zeichnen sich etwa 18 Lavazungen besonders aus. Antike Lavazungen haben an einigen Stellen das Meer erreicht.

An der Westflanke des Vesuv hängt als markantester Vulkanzeiger der aus dem Atrio di Cavallo 1872 geflossene schokoladebraune Lavastrom, der den erhaben gelegenen Flecken San Sebastiano z. T. verwüstete. Aus tiefer Bresche des Pompei-Kraters zwängte das Magmagut, gletscherabsturzähnlich, Wald und Feld überdeckend, tief auf dem Bergfuß sich ausbreitend und in zwei Arme sich aufteilend. Windungen und Wülste der Lava sind kilometerweit recht typisch zu erkennen. In 300 Meter breiter Gasse hat der längere Stromarm San Sebastiano durchpflügt, 2- bis 3stöckige Palazzi wegschiebend, zerreibend, versengend. Und hektarenweit talwärts das starre Leichentuch inmitten des endlosen Weinberges am Vesuv. Ein heute noch trauriges Bild ist ein Gang durch San Sebastiano. Auch hier ersteht stellenweise neues Leben, aber es bedeutet einen harten Kampf 3 km² Wüste in das einstige Paradies umzuwandeln. An die 20 Millionen m³ Gestein starren in einem einzigen Strom dem Nordländer entgegen und verraten den Vulkan, falls sein Haupt in einer Nebelkappe steckt. Im scheidenden Herbstabend kontrastiert das weinrote Trümmerband zwischen flankierenden grünen Wäldern des Monte Somma, und wenn im Purpur des Firmaments die Rauchfahne zum Golfe weht und die scharf geschnittenen Profilhyperbeln des lilafarbenen Berges sich abheben, dann thront der Vulkan königlich.

Sehen wir uns eine Lavastirne in der Nähe an. In einem Steinbruch sind bereits Hunderte von Kubikmetern abgebaut, auf lotterige Zweiräderkarren mit bunter Bemalung verladen und von Maultieren, den Lastautos des Vesuvianers zur technischen Verwendung gefahren worden. Die Oberfläche des Gesteins ist uneben, rauh, zerrissen, schlackig, daher schlecht gangbar. Metertiefe Taschen, handbreite Schwindrisse und Wulste wechseln ab. Im Querbruch des Gesteins kommt das innere Gefüge deutlich zum Ausdruck. Die Ober-Tiefenflächenzone ist blasig durchsetzt. In etwa ½ Meter Tiefe wird das Gestein kompakter und im Kern des Stromes annähernd dicht. Nach



Lava vom Vesuv. Oberflächenstück, nat. Gr. M. 1926

unten dasselbe Bild, entsprechend dem Kontakt mit dem Untergrund. Das Oberflächenbraun wechselt über gelbgrün zum Grau des Lavakernes. Das dichte Lavagestein heißt Basalt, ist klingend und nicht sehr hart. Schon die alten Pompeianer verwendeten Basalt zu Straßenpflaster und Brunnentrögen. Das Material hat damals ebensowenig getaugt, wie heute in Neapel. Beiderorts sind 15 Zentimeter tiefe Gleisrinnen zu sehen. Die gelbgrünen Laven entwickeln oft ein lebhaftes Feuer, d. h. bei Sonnenlicht blinzeln an der Oberfläche Hunderte feinster Kriställchen. Der kompakte Basalt enthält 30 bis 70 Prozent Kieselsäure und ist häufig mit grünen Olivinkristallen durchsetzt.

Der Abbau der Basalte bezw. Laven ist einfach. Man braucht nur vorsichtig die Ackerkrume des Liegenden zu entfernen, damit die Blöcke nachstürzen können. Der Abbau wird natürlich mit doppeltem Interesse betrieben, denn jeder gewonnene Quadratmeter Fläche bedeutet Wiederbesitz von Kulturland.

Die weit interessantesten Lavagebilde findet man in den Bocche, das sind die Ausflußstellen der Laven aus dem Berginnern, die Quellen der Lavaströme. Durchwandern wir das ganze Atrio di Cavallo, ein Ringstück des Pompeikraters, so sind an dessen südlichen Ende die Bocche von 1906 leicht zu erreichen. Wir stehen auf 850 Meter Meereshöhe. Ein Wirrwar von geflossenen, gestauten, gehäuften, gestülpten, in Stücke zerbrochenen, glasigen, braunroten Lavamassen. Bald sich durchwindend geht es auf und ab, dann auf einer Platte wagrecht, wie auf einem Trottoir, auf dessen Oberfläche eine Serie von verdrehten Lavaseilen aufgebacken scheint. Wunderlichste Formen fesseln nebenan, so verschlungene Wurzelstöcke, Schlangen, Wülste, verdrehte Seile, oft zehnmal repetiert, ausgeschüttete Kuchen, bombenartige Blähungen. In den Gruppen phantastischer Gebilde glaubt man allenthalben auch lebende Tiere zu ertappen. Doch nicht. Von den Pflanzen wagt der bescheidene Ginster sich nicht mehr ins öde Reich der Lavaquellen. Friedhofstille, leblos, laut-

los, wasserlos, kein Mensch, kein Tier, keine Pflanze — Steinwüste am Vesuv.

Bei allen unsern Betrachtungen in der Zone der Laven gibt der Vesuv das Bild der Naturgewalt, des Schaurigen, der Oede, Unablässig kocht die Esse des Vulkans seit den großen Lavenergüssen. Neuerdings steigt das Niveau der flüssigen Magmen im Zentralkrater. Die Druckhöhe wird größer, die Gefahr nicht kleiner. Neue Laven überkleistern den konischen Mantel von Zeit zu Zeit. Kleine Eruptionen und Ergüsse bauen auf. Eine Großeruption der Zukunft wird vernichten, was die kleinen Eruptionen aufgebaut haben — Gesetz eines Vulkans.

Literatur

Honecker, Dr. Martin, **Logik.** 8°, 194 S. Preis M. 3.80, geb. M. 5.—. Ferd. Dümmlers Verlag, Berlin und Bonn.

Das Büchlein gehört als 5. der Sammlung „Leitfäden der Philosophie" an, die von Dozenten der Hochschulen von Bonn und Köln herausgegeben werden Der Verfasser hat schon vor Jahren einen Versuch unternommen, eine Neugestaltung der Logik anzubahnen, und was er hier vorlegt, ist in derselben Richtung gelegen, wenngleich hier eine stärkere Hinneigung zur Phaenomenologie bemerkbar ist, wie dem Referenten scheint, nicht immer zugunsten des Buches. Wenn der Verfasser manches alte bringt und aus der neueren Problemlage manchem zustimmt, so geht er doch vielfach ganz eigene Wege, so daß seine „Logik", wie er selbst sagt, eine „ganz eigentümliche Prägung" aufweist. Indem Referent gestehen muß, daß ihm die eigenen Wege des Verfassers an einigen Stellen bedenklich, an einigen Stellen sogar ungangbar erscheinen, so ist doch anzuerkennen das entschiedene Streben des Verfassers nach Klarheit und Schärfung des Ausdrucks, Dinge, deren die Logik sicher noch bedarf. Dr. Bauer.

„Die Unfallverhütung im chemischen und physikalischen Unterricht, als Grundlage der Unfallverhütung in Haushalt und Technik." — Bearbeitet von Professor Otto Ohmann. 3. durchgearbeitete und ergänzte Auflage mit 68 Abb. im Text. 1928, Winckelmann & Söhne, Berlin SW. 11. Preis 5 Mark.

Das vorliegende Buch zeigt, wie die Gefahren bei gewissen chemischen und physikalischen Unterrichtsversuchen mit Sicherheit umgangen werden können. Es stellt hierfür Grundsätze und Regeln auf und bringt aus langer Erfahrung gewonnene, praktische Handgriffe und Winke, sowie gefahrlose Versuchsanordnungen, die durch zahlreiche Abbildungen unterstützt werden. Es will hierdurch alle Experimentierscheu in Experimentierfreude verwandeln. Nicht nur im chemischen und physikalischen sowie im mitberücksichtigten biologischen Unterricht, sondern auch bei der praktischen Arbeit in allen naturwissenschaftlichen Laboratorien werden die hier gebotenen Grundsätze, Handgriffe und Winke sich als nutzbringend erweisen und werden unfallverhütend wirken.

Darüber hinaus dient das Buch aber noch einer allgemeinen sozialen Sache. Es behandelt nämlich auch die Unfälle, die im Haushalt und anderwärts drohen, z. B. die großen Gefahren der oft bis zum Hauseinsturz gesteigerten Leuchtgasexplosionen, die Vergiftungsgefahren mit Kohlenoxyd und anderen Gasen, die Erstickungsgefahr der Brunnen- und Kanalgase, und zwar nicht nur durch Belehrungen und Warnungen — die erfahrungsgemäß, selbst bei Unterstützung durch abschreckende Bilder, nicht immer die gewünschte vorbeugende Wirkung ausüben —, sondern unter Vorführung bestimmter, die Gefahren aufdeckender Versuche. Indem der Verfasser dafür eintritt, daß ein so gearteter Unterricht in allen Schulen, besonders auch in der Volksschule und in allen gewerblichen Fachschulen und Fortbildungsschulen Platz greife, hofft er gerade auch dem werktätigen Volk das Auge für die Gefahren zu schärfen, damit die erschreckend große Anzahl der jährlichen, ja täglichen Opfer mehr und mehr verringert werde.

14. Jahrgang Nr. 4 31. Mai 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Professor, Luzern

Inhalt: Maximilian Westermaier — Die Normung und Messung der Farben — Das Geheimnis der Obstbaumblüten.

Maximilian Westermaier (1852—1903)

Zur 25. Wiederkehr seines Todestages.

Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B.

Am 1. Mai dieses Jahres waren es 25 Jahre, daß zu Freiburg in der Schweiz Maximilian Westermaier seine Augen für diese Welt schloß. Mit schmerzlichen Gefühlen denke ich an diesen Tag zurück, an dem die junge Freiburger Hochschule einen ihrer glänzendsten Vertreter, und wir, seine Schüler, unsern geliebten Lehrer verloren. Maximilian Westermaier vereinigte in sich den frommen, tiefgläubigen Katholiken mit dem hervorragenden Gelehrten in so seltener Weise, daß es mir in unseren an Charakterstärke und Seelengröße so armen Tagen, wohl angezeigt erscheint, die Erinnerung an diese wahrhaft große Persönlichkeit, im Leserkreise der „Schweizer-Schule“ wachzurufen.



Maximilian Westermaier

Maximilian Westermaier erblickte das Licht der Welt am 6. Mai 1852 zu Kaufbeuren in Bayern, als vierter Sohn des Rechtsanwalts Josef Westermaier. Der reichbegabte Knabe genoß im elterlichen Hause eine sorgfältige Erziehung und kam dann, schon früh, an das Gymnasium in Kempten. Diese Lehranstalt verließ der Achtzehnjährige mit dem Zeugnis der Reife, um sich in München an der Universität und technischen Hochschule dem Studium der Naturwissenschaften zu widmen. Hier fesselte ihn besonders die Chemie, und ihrem Studium hätte sich Westermaier wohl dauernd hingegeben, wenn nicht der persönliche Verkehr mit dem Professor der Botanik, Radlkofer, ihn für dieses Fach gewonnen hätte. Nachdem er 1873 die Lehramtsprüfung für Chemie und Mineralogie, sowie für die beschreibenden Naturwissenschaften bestanden hatte, bot ihm Radlkofer eine Assistentenstelle an und führte ihn in die mikroskopische Technik und Untersuchungsmethoden ein. Einen Wendepunkt des Lebens bedeutete für den strebsamen jungen Mann das Jahr 1875; er trat als Privatassistent bei dem andern Ordinarius für Botanik in München ein, dem weltberühmten Karl von Nägeli.

In den vorausgegangenen zwei Jahrzehnten hatte die Botanik eine mächtige Förderung erfahren und neben der Systematik, die bis ins 19. Jahrhundert hinein die erste Stelle behauptet hatte, waren nun auch Anatomie und Physiologie zu mächtigen, verheißungsvollen Wissenschaftsgebieten herangewachsen. Und ein neuer Fortschritt war hinzugetreten, als die Forscher anfingen, nicht bloß die ausgebildeten, fertigen Zustände zu beschreiben, sondern auch die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen aufzusuchen und miteinander in

Beziehung zu setzen: es entstand die entwicklungsgeschichtliche Anatomie, deren Förderung und Ausbau in hervorragender Weise mit Nägelis Namen verknüpft ist. Und nun war es Westermaier beschieden, bei dem großen Meister selbst zu arbeiten und in regen wissenschaftlichen Verkehr mit ihm zu treten. Nägeli darf unbestritten den erfolgreichsten Forschern und scharfsinnigsten Denkern zugezählt werden. Die Schärfe seiner Auffassung, die Kritik seiner Methode sind auf Westermaier lebenslang von Einfluß geblieben; in der strengen Schule Nägelis hat er den Grund zu dem gelegt, was er später selbst geworden ist. Es ist natürlich, daß er sich zunächst ebenfalls entwicklungsgeschichtlichen Studien zuwandte, und daß auch einige seiner spätern Arbeiten sich auf diesem Gebiete bewegen. 1876 erwarb er sich an der Münchener Hochschule den Doktorgrad, durch eine berühmt gewordene Untersuchung über „Die ersten Zellteilungen im Embryo von Capsella bursa pastoris“.[1]) Die gründliche und sorgfältige Arbeit, die eine alte Streitfrage entschied und wesentlich Neues brachte, wurde von der Universität mit einem Preise ausgezeichnet. Bei Nägeli blieb Westermaier bis 1878. Dann siedelte er nach Berlin über und ein neuer Lebensabschnitt begann.

Die anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Forschungsrichtung, in die Westermaier durch Nägeli eingeführt worden war, erhebt keine Frage nach der funktionellen Bedeutung eines Organs; sie sucht nicht nach einer causa finalis, einer Zweckursache. Schon längst hatte sich aber die Erkenntnis aufgedrängt, daß den einzelnen Organen eines Pflanzenkörpers bestimmte Leistungen, Funktionen zukommen und daß da ein Zusammenhang bestehen müsse. Doch war man bis zu dieser Zeit über einige Angaben allgemeiner Natur und die Kenntnis weniger, zusammenhangloser Einzelheiten nicht hinausgekommen. Einem Schüler Nägelis, und gleich diesem Schweizer von Geburt, Simon Schwendener, war es vorbehalten, durch eine planmäßige, erschöpfende Darstellung des Zusammenhanges zwischen Bau und Leistung eines bestimmten Gewebesystems der Begründer der teleologischen Forschungsrichtung zu werden. Rasch erkannte Westermaier die große Bedeutung dieser neuen Strömung; mit ganzer Hingabe schloß er sich ihr an und zog nach Berlin, wohin der Begründer der neuen Richtung von Tübingen eben berufen worden war. Westermaier wurde dessen erster Assistent. Volle elf Jahre blieb er als Mitarbeiter Schwendeners auf diesem Posten und stellte seine Kräfte ganz in den Dienst des neuen Institutes. Hier machte er zunächst eine lange, gründliche Schule durch, und zwar so, daß er Schwendener allzeit als seinen eigentlichen Lehrer mit einer seltenen Pietät verehrte. In ihm erblickte er vor allem den genialen, bahnbrechenden Forscher, der einer streng wissenschaftlichen und zugleich teleologischen Auffassung in der pflanzlichen Anatomie den Weg gezeigt hat. Auf dieser, von seinem Lehrer geschaffenen Grundlage, baute Westermaier mit unermüdlichem Eifer fort.

Im Jahre 1879 habilitierte er sich an der Universität Berlin als Privatdozent für Botanik. Seine Habilitationsschrift handelt über die ungewöhnliche Lagerung der Gefäßbündel gewisser Begonia-Arten.[2]) Die Gefäßbündel bilden das Leitungssystem der Pflanzen, dessen Aufgabe es ist, die Rohnahrung aus dem Boden in Stamm und Blätter zu führen und nach entsprechender Verarbeitung den wachsenden Teilen zuzuleiten. In den Stengeln sind nun die Gefäßbündel in der Regel zu einem Hohlzylinder zusammengereiht, der das in der Mitte liegende Mark umschließt. Solches Verhalten zeigt auch ein Teil der Begoniaceen, während andere Angehörige dieser Familie auch im Marke Leitbündel besitzen. Hier nun stoßen wir erstmals bei Westermaier auf die Frage nach dem „Wozu“? einer Einrichtung, eine Frage, die fortan bei allen seinen Untersuchungen im Vordergrunde steht. Die Begoniaceen-Arten mit markständigen Leitbündeln besitzen, wie die Untersuchung lehrte, unterirdische Knollen oder verwandte Gebilde. Die Arten, ohne solche Knollen, haben keine markständigen Bündel. Der Besitz solcher Bündel bedeutet ohne weiteres eine Vermehrung des Leitungssystems. Westermaier gelang der Nachweis, daß diese Vermehrung einem Bedürfnis entspricht, oder daß sie, anders ausgedrückt, eine zweckmäßige Einrichtung darstellen. Die Erdknollen sind Ueberwinterungsorgane. Sie füllen sich im Herbst mit Baustoffen, die aus den Blättern durch den Stengel in kurzer Zeit zugeleitet werden. Durch die Vermehrung der Leitungsbahnen wird der Transport großer Vorratsmengen ganz außerordentlich erleichtert. Leicht verständlich ist nun auch, daß die Begoniaceen-Arten ohne Knollen solche Leitbündel nicht besitzen; bei ihnen unterbleibt aus mangelndem Bedürfnis die Ausbildung markständiger Bündel. Ich glaube, der Grundgedanke, von dem Westermaier ausging und der ihn die teleologische Erklärung der geschilderten Verhältnisse finden ließ, ist verständlich. Der besprochene Fall diene zugleich als Beispiel teleologischer Erklärungsweise, wie sie die Forschungsrichtung der Schwendenerschen Schule pflegte.

Von einer solchen Betrachtungsweise ausgehend, hat Westermaier in den folgenden Ber-

[1]) Flora, 1876.

[2]) Ueber das markständige Bündel der Begoniaceren. Regensburg 1879. Auszug in Flora 1879.

linerjahren eine ganze Reihe Untersuchungen angestellt. Mit Vorliebe wandte er sich dabei Dingen zu, die einem weniger fortgeschrittenen Standpunkte als „abnorm" erschienen, und fast immer gelang der Nachweis, daß die vermeintliche Abnormität eine zweckmäßige Einrichtung darstellt. So behandelte er in den „Beiträgen zur vergleichenden Anatomie der Pflanzen" einen solchen „abnormen" Dicotylentypus, der bei bestimmten Glokkenblumen vorkommt. Im Jahre 1881 unternahm er gemeinschaftlich mit Ambronn die physiologisch-anatomische Bearbeitung der Lianen (zumeist tropische Schlingpflanzen) [3]), die auch für abnorm galten. In überzeugender Weise wiesen die Verfasser nach, daß der von unsern Holzpflanzen abweichende anatomische Bau der Lianen als eine für die veränderte Lebensweise außerordentlich zweckmäßige Erscheinung aufzufassen ist. Unter die wertvollsten Arbeiten, die Westermaier in Berlin ausführte, sind unstreitig zu rechnen seine Untersuchungen über das Hautgewebesystem [4]) und die Wasserleitung in der Pflanze [5]) Die erste Frage hat er durch seine Bearbeitung völlig geklärt; für das heute immer noch nicht vollständig gelöste Problem des Wassertransportes die Grundlinien angedeutet, auf denen die Forschung schließlich doch zur Lösung gelangen dürfte. Die allgemein teleologische Richtung hatte so sehr seine Gedankenwelt erfüllt, daß er auch an Probleme entwicklungsgeschichtlicher Natur von dieser Warte aus herantrat. Am glücklichsten vielleicht in der Frage nach dem Nutzen der im Embriosack der bedecktsamigen Pflanzen auftretenden sog. Antipodenzellen. [6]) Bisher hatte man diese als rückgebildete, aus vollkommenen Organen verkümmerte Zellkomplexe aufgefaßt. Sie sollten bei den Vorfahren der Antipoden führenden Pflanzen höher differenziert gewesen sein und eine bestimmte Aufgabe gehabt haben. Westermaier dagegen kam durch seine vergleichenden Untersuchungen zu dem interessanten Ergebnis, daß man es hier mit einem ernährungsphysiologischen Apparate zu tun habe, von höchster Nützlichkeit für den jugendlichen Pflanzenembryo, und durchaus nicht mit einem unnützen, rückgebildeten Ueberbleibsel.

Neben diesen und andern Arbeiten von bleibendem Werte, die teils in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie, teils in botanischen Fachzeitschriften erschienen, betätigte sich Westermaier als treuer unermüdlicher Mitarbeiter seines Lehrers. Eine große Zahl der für Schwendeners Untersuchungen nötigen Präparate stammt von Westermaiers Hand. Mehr als zehn Jahre hat er mit dem Meister im regsten Gedankenaustausch gestanden und wurde mit dessen Ideen so völlig vertraut, daß er allgemein als einer der besten Kenner der Schwendenerschen Schule galt. Er war denn auch die geeignetste Persönlichkeit, als es sich darum handelte, nach dem zehnjährigen Bestehen des Schwendenerschen Botanischen Instituts ein Bild der in ihm geleisteten wissenschaftlichen Arbeit zu entwerfen. Neben einer gedrängten Zusammenfassung der Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen bringt Westermaier zugleich eine sachliche Kritik, die bei seinen eigenen Publikationen besonders streng erscheint. [7]) Schwendener selbst bemerkt in seinem Nachruf auf Westermaier [8]), über diese Arbeit, daß aus ihr vor allem das warme Interesse hervorleuchte, womit der Verfasser die wissenschaftlichen Bestrebungen des Instituts verfolgt und durch eifrige Mitwirkung selbst gefördert habe. „Seine Darstellung läßt keinen Zweifel darüber aufkommen, daß er (Westermaier) mit meinen Ideen und Zielen im allgemeinen und ebenso mit der Fragestellung für die einzelnen Aufgaben im besondern wohl vertraut war." Für die Beurteilung der wissenschaftlichen Qualifikationen Westermaiers. ist dieses abgewogene, sachliche Urteil aus dem Munde Schwendeners von größtem Werte. Aber auch sonst gedenkt dieser seines einstigen Assistenten mit anerkennenden Worten. Er sagt unter anderm von Westermaier, daß dieser während elf Jahren sein zuverlässiger Mitarbeiter gewesen sei, dem er für seine treuen Dienste aufrichtigen Dank schulde.

Im Jahre 1882 wurde in Berlin die Deutsche Botanische Gesellschaft be-

[3]) Westermaier und Ambronn, Beziehungen zwischen Lebensweise und Struktur der Schling- und Kletterpflanzen. Flora, 1881.

[4]) Untersuchung über den Bau und die Funktion des pflanzlichen Hautgewebes. Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1882. — Ueber Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebesystems. Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Band 14, 1883.

[5]) Zur Kenntnis der osmotischen Leistungen des lebenden Parenchyms. Berichte der deutschen Bot. Gesellschaft. I. 1883. — Untersuchungen über die Bedeutung toter Röhren und lebender Zellen für die Wasserbewegung in der Pflanze. Sitzungs-Berichte d. k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1884

[6]) Zur Embryologie der Phanerogamen, insbesondere über die sogenannten Antipoden. Nova Acta d. kgl. leop. carol. D. Akademie der Naturforscher. Bd. 57, 1890.

[7]) Die wissenschaftlichen Arbeiten des botanischen Institutes der k. Universität zu Berlin in den ersten zehn Jahren seines Bestehens. Berlin, Julius Springer, 1888.

[8]) Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft, Bd. 22, 1904.

gründet. Westermaier gehörte ihr gleich von Anfang an und war auch durch längere Zeit Mitglied der Redaktionskommission. Eine besondere Ehrung wurde ihm zuteil von der Akademie der Naturforscher zu Halle; sie ernannte ihn zu ihrem Mitgliede, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Förderung der botanischen Wissenschaft.

Mehr als ein Jahrzehnt war so in fruchtbarer, emsiger Forscherarbeit dahin geflossen; doch an die wissenschaftlichen Erfolge knüpfte sich nicht die längst verdiente Beförderung. Zwar hatte das Königlich Preußische Ministerium Westermaier im Wintersemester 1887/88 nach Caspary's Tod mit der Vertretung der Botanikprofessur und der Leitung des botanischen Gartens in Königsberg betraut. Aber die Ernennung zum Professor erfolgte nicht. Daran trug jedenfalls weder Mangel an Lehrbegabung, noch an wissenschaftlicher Befähigung die Schuld, sondern lediglich die ausgesprochen katholisch-kirchliche Einstellung Westermaiers. Er hat das wohl empfunden, aber ohne Bitterkeit ertragen. Schon damals hatte sich die Seele dieses Mannes zu einer Größe der Lebensauffassung durchgerungen, die wir nur bewundern können. Wir haben seine wissenschaftliche Tätigkeit, die in gewissem Sinne zugleich apologetisch wirkte, kennen gelernt, doch würde sein Bild aus der Berliner Zeit unvollständig sein, wollten wir uns nur darauf beschränken. Westermaier war ein Katholik von tiefstem Glauben und demütiger Frömmigkeit, ein Mann von lauterer Gesinnung und Herzensgüte, wie sie nicht allzuoft vorkommen. Wir besitzen leider nur dürftige Nachrichten von seiner charitativen Tätigkeit in Berlin, aber schon dort widmete er einen großen Teil seiner freien Zeit den Armen und Kranken, deren Unterstützung ihm zeitlebens als eine Pflicht erschien. Oft auch fand er sich im Kreise einfacher Arbeiter- und Gesellenvereine ein, um sie mit einem gehalt- und humorvollen Vortrage zu erfreuen. Einer der aufblühenden katholischen Gemeinden Berlins hat er längere Zeit Organistendienste geleistet. Seine Weltanschauung stand freilich zu der seiner meisten Lehrer und Kollegen in starkem Gegensatz, und die Verschiedenheit der Meinungen führte oft zu lebhaften und gründlichen Auseinandersetzungen. Aber Westermaier verstand es, mit dem ihm angeborenen Takte, trotz aller Entschiedenheit seines Standpunktes, jede Härte zu vermeiden und niemals verletzend zu werden. Sein Lehrer und Meister Schwendener stellt ihm auch in dieser Hinsicht ein schönes Zeugnis aus, wenn er von ihm schreibt: „Seine Ansichten und Ueberzeugungen verteidigte er im Gespräche mit Kollegen und Fachgenossen, wie mir gelegentlich berichtet wurde, mit mannhafter Festigkeit, aber immer taktvoll und ohne sich zu verletzenden Aeußerungen hinreißen zu lassen. Er war überhaupt eine sanfte, stille Natur und ein keuscher Charakter. Alles Rohe, Heftige, Frivole war ihm unsympathisch.“ Dem großen und doch so bescheidenen Gelehrten, dem überzeugungstreuen, charaktervollen Manne konnten auch solche, die einer anderen Weltanschauung huldigten, den Tribut ihrer Achtung und Hochschätzung nicht versagen.

(Fortsetzung folgt.)

Die Normung und Messung der Farben.

Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendungen.

Von R. Kopp, Ing. forest., St. Gallen. (Schluß.)

Was nun die Brauchbarkeit dieser 680normigen Skala zu Meßzwecken anbetrifft, so ergibt ein Versuch mit verschiedenem Material etwa folgende Erfahrungen. Bei den Farbstiften und Aquarellfarben tritt der aufgetragene Farbstoff quasi in Mischung mit dem Farbton des Malgrundes. Malt man z. B. auf weißem Papier, so entstehen mehr oder weniger weißhaltige Töne, auf schwarzem Papier dagegen schwärzliche Töne. Beide Malergebnisse nähern sich aber sehr, wenn man darauf Bedacht nimmt, die Farbe möglichst gut deckend aufzutragen. Bei weißem Malgrund erhält man dann z. B. folgende Farbzeichen für die z. Z. im Handel stehenden, gebräuchlichen Wasserfarben: Chromgelb hell 3 pa, Cadmium imit. 1 la bis 2 la, Grün 22 bis 23 pg, Ultramarin 13 pa oder noch reiner Preußischblau 13 pe, Zinnober 6 na bis 7 na, Carmin 7 pc, Siena 4 lc bis 4 pg, gebrannte Siena 6 pi, brauner Ocker 3—4 pi bis 3—4ic, Sepia nat. 22pi. Die technischen Farbtöne liegen also häufig in der weißgleichen Reihe pa—pp. Unter den verschiedenartigen Buntpapieren findet man die reinsten Töne beim Glanzpapier. Die reinste Stufe pa im Normenatlas reicht hier nicht immer aus zur Bestimmung des Farbzeichens; auch ist das weiße Glanzpapier von ungewöhnlicher Reinheit. Die modernen Filzpapiere bewegen sich auch fast nur in der weißgleichen p-Reihe und gehen bezüglich Schwarzgehalt höchstens bis zur Stufe g. Im Vergleich zu den vorgenannten Buntpapieren sind die genormten Ostwaldpapiere, welche bezüglich Vollfarbigkeit bis zur Stufe na gehen, also nicht in allen Tönen das reinste Material; da-

für zeichnen sie sich aber sehr wohltuend durch den Umstand aus, daß ganze Farbkreise von gleicher Reinheit, also wertgleiche Serien zur Verfügung stehen. Wenn schon die durch das Tauchverfahren produzierten Filzpapiere eine auffallende Reinheit erreichen, so wird dieselbe doch noch übertroffen bei den durch Aufstreichen gutdeckender Farben fabrizierten Tonpapieren und Ton- oder Plakatkartons. Solches Tonpapier findet z. B. Verwendung bei den neueren Klebformen. Diesen gegenüber erscheinen die von altersher gebräuchlichen glatten Naturpapiere als ein sehr unreines Material. Bei den Packpapieren und Kartonagekartons spielt die Farbeneinheit eine nebensächliche Rolle; da aber z. B. das gebliche Javapack (2 ec) und auch Graupack (5 ec) einem hellen Grauton sehr nahe liegen, bilden sie ein zum Zeichnen, Malen und Buntkleben sehr geeignetes neutrales Untergrundmaterial. Brauner Karton besitzt in der Regel das Zeichen 20 ie, zeigt also einen der trübsten Farbtöne. Die Filzkartons oder Photokartons sind durchschnittlich nicht so reinfarbig wie die Tonkartons und auch wesentlich verschieden in der Reinheit.

Eine große Farbenreinheit läßt sich bei den Textilstoffen erzielen, insbesondere wenn solche vor dem Färben gut gebleicht werden. So findet man z. B. bei der Mooswolle Töne von seltener Reinheit; häufig ist besonders der Farbkreis pa vertreten. Beim Filz sind z. Z. hauptsächlich hellklare Farben beliebt.

Interessant sind ferner die Resultate von Farbuntersuchungen an lebenden und toten Naturkörpern. Das Grün der Blätter z. B. bewegt sich zumeist in den Tönen pe, pg, pi der Farbnummern 22 und 23. Die Blütenfarbe des Alpenveilchens fand Ostwald bei 10 ic, also einem ziemlich hellklaren Ton.

Bei der Farbenbestimmung mittels dem Normenatlas macht man alsbald die Erfahrung, daß die Nummer der Buntfarbe viel leichter zu finden ist als der Farbkreis, d. h. der Weiß- und Schwarzgehalt. Man vergleicht daher am besten zunächst das Objekt mit den Farbproben der Reihe pa auf dem Uebersichtsplan und sucht sodann bei den nächstliegenden Farbnummern die bezüglich Helligkeit passendsten Farbkreise. Diese Farbkreise entnimmt man nun dem Atlas und führt den exakteren Vergleich anhand der Farbkärtchen weiter. Je reiner eine zu bestimmende Farbe ist, desto rascher und sicherer gelangt man mit dem Normenatlas zum Ziel. Deshalb sind technisch reine Farbprodukte im allgemeinen leichter zu untersuchen als z. B. sehr helle oder sehr dunkle Naturkörper. Bei den letztern treten ferner häufig noch der Glanz und die Struktur als erschwerende Umstände hinzu. Man richtet sich daher am besten so ein, daß die zu vergleichenden Farbflächen möglichst nur aus einer Richtung beleuchtet werden, beobachtet ebenfalls aus dieser Richtung und hält die Proben tunlichst in gleicher vertikaler Ebene und etwas schief zur Lichtrichtung. So gelingt es, den Vergleich auf die diffus reflektierte Farbe zu beschränken.

Da die Farbkärtchen des Atlasses eine feinkörnige Struktur besitzen, sind sie unter sich am leichtesten zu vergleichen; soll aber ein farbiger Körper mit grober oder unregelmäßiger Oberflächenbeschaffenheit mit den Kärtchen in Vergleich gebracht werden, so stört diese Verschiedenheit sehr. In manchen Fällen kann der Uebelstand dadurch behoben werden, daß man den Farbvergleich aus einer Distanz vornimmt, in welcher die Strukturunterschiede kaum mehr erkennbar sind. Diese Maßnahme empfiehlt sich bei Filz und Textilien aller Art sowie bei manchen Naturkörpern.

Bei extremem Weiß-, Schwarz- oder Vollfarbgehalt reichen die Kartenserien des Atlasses u. U. nur für eine approximative Farbbestimmung aus. In solchen Fällen, sowie dann, wenn die höchstmögliche Genauigkeit der Farbbestimmung verlangt ist, muß eine getrennte Messung der drei Komponenten W, S und V stattfinden unter Anwendung des 100teiligen Farbkreises und der 20stufigen Grauleiter. Für solche exakteste Messungen dient der beschriebene Polarisationsfarbenmischer nach Ostwald.

Eine exakte Messung der drei Farbkomponenten ist besonders dann notwendig, wenn der Verlauf von Farbveränderungen untersucht werden soll. Die eingehendere Behandlung dieses interessanten Gebietes der Kolorimetrie bleibt einer späteren Mitteilung vorbehalten, doch soll auch hier die praktische Bedeutung erwähnt werden. Die Veränderung der Farbe von Rohmaterialien, Halbfabrikaten und gebrauchsfertigen Sachen ist in gewissen Fällen erwünscht, in anderen ohne Belang; manchmal aber ist sie ein Anzeichen von Verderbnis oder doch einer Wertverminderung. Beispiele: Der Geigenbauer läßt die Oberfläche der neu gebauten Instrumente an Luft und Licht oxydieren und erzielt so eine zur nachfolgenden Lackierung gut passende Untergrundfarbe. Das bei feinern Möbeln gebräuchliche Satinholz zeigt frisch eine angenehme braune Tönung, die aber durch andauernde Belichtung nach und nach in ein unschönes Grau übergeht, so daß die Renovation der betreffenden Bestandteile nötig wird. Solche gegenteilige Fälle sind noch viele bekannt, insbesondere bei den Nahrungs- und Genußmitteln, deren Güte mitunter hauptsächlich nach der Farbe beurteilt

wird. Systematische Farbmessungen mit Bezugnahme auf den zeitlichen Verlauf geben die zuverlässigste Auskunft über die Lichtechtheit der Farbstoffe, welche Eigenschaft speziell für die Textilien eine große Rolle spielt. Auch bei der industriellen Erzeugung von Zelluloid, Zellstoff, Papieren, Kartons, Oelen, Rostschutzmitteln, Wasch- und Bleichmitteln ermöglicht die Kolorimeterie nach Ostwald eine zuverlässige Betriebskontrolle. Für das gesamte Kunstgewerbe, die Architektur und Gärtnerei ist die Ostwald'sche Harmonielehre in doppelter Beziehung willkommen, nämlich einerseits für die Farbenkomposition bei einzelnen Erzeugnissen und anderseits für das Zusammenstimmen verschiedenartiger Gegenstände wie z. B Möbel, Teppiche, Wandbekleidungen und Tapeten, Bilder und deren Rahmen, Pflanzen und Buketts.

Mit der Anwendung der wissenschaftlichen Farbenlehre im Schulunterricht befaßten sich schon verschiedene separate Schriften, sowie Publikationen in pädagogischen Zeitschriften. Unter den letzteren beziehen sich die interessanten Mitteilungen von Kunstmaler A. Boßhardt, Zürich [8]) und von Seminarlehrer Ad. Eberli, Kreuzlingen [9]) speziell auf schweizerische Verhältnisse. Der Letztere konnte bereits über die Resultate seiner zweijährigen praktischen Versuche referieren. Die bisherigen Erfahrungen in dieser Angelegenheit führten zu folgenden Schlüssen. — Die Ostwald'sche Farbenlehre entspricht durchaus dem Hauptzweck des Zeichenunterrichts: das Urteilsvermögen über Farben und Formen zu wecken und mit einfachen Mitteln eine bestimmte Darstellungsfertigkeit zu lehren. Im Gebiete der Farbe fehlte dem Unterricht früher eine sichere wissenschaftliche Grundlage. Die neue Farbenlehre zeichnet sich durch ihre verblüffende Ordnung aus und ermöglicht einen klaren, methodisch gut faßlichen Aufbau des großen Stoffgebietes der farbigen Darstellung. Statt planlos mit den verschiedensten Mitteln die Fertigkeit im Malen zu fördern, strebt man nach der neuen Farbenlehre mit wenigen Farbstoffen systematisch einem festsetzbaren Lehrziel zu. Beginnend mit 2 unbunten und 2 bunten Farben (Weiß, Schwarz, Rot, Grün) wird den Kindern beim Malen stufenweise eine zunehmende Auswahl der reinen Hauptfarben zur Verfügung gestellt. Auf die 8 Grundfarben und die 24 Farbstufen folgen dann die hellklaren, hierauf die dunkelklaren und endlich trübe Töne. Da das kindliche Auffassungsvermögen bis zu einem gewissen Alter auf das Sehen von Farbflecken beschränkt bleibt, während die Linie schon eine Abstraktion bedeutet, so geht physiologisch richtig das Ausschneiden und Malen als wichtige Vorstufe dem Zeichnen voraus. Die neue Farbenlehre bietet nun nicht nur sichere Grundlagen, sondern, was sehr zu schätzen ist, es steht auch das entsprechende Farbenmaterial in konstanter, geordneter Tönung zur Verfügung.[10]) Unter diesen kommen zunächst die Buntpapiere in Frage. Sie sind zum Ausschneiden durchaus geeignet. (Ob die derzeitige Papierqualität auch für Klebarbeiten im Kindergarten paßt, ist noch zu prüfen.)

Die Ostwald'schen Malfarben in Pillenform haben sich gut bewährt; sie zeichnen sich aus durch leichte Löslichkeit und Mischbarkeit, Giftfreiheit, reine Abstammung, konzentrierte Form, gute Haltbarkeit, große Leuchtkraft und Ausgiebigkeit. Die Lichtbeständigkeit ist befriedigend. In Anbetracht der Ausgiebigkeit sind diese Farben auch preiswürdig. Der kleine Farbkasten läßt sich vorteilhaft als individuelles Lehrmittel anwenden, mit welchem der Schüler im Sinne des Arbeitsprinzips vorweg die theoretischen Ergebnisse der neuen Farbenlehre selbst erproben kann. Sodann entspricht das Studium der Farbenharmonien ausgezeichnet der neuzeitlichen Forderung, daß im Fache Zeichnen die Erziehung zur Freude am Schönen mehr gepflegt werden soll.

[8]) A. Boßhardt, Farbe und Form in der Schule. Schweiz. Pädagog. Zeitschrift, 1924, Nr. 11/12.

[9]) Ad. Eberli, Die Bedeutung der Farbe in Schule und Leben, mit besonderer Berücksichtigung der Ostwald'schen Farbenlehre. Das Schulzeichnen, 1927, Nr. 1, 2, 3.

[10]) Farbmaterial nach Ostwald ist erhältlich beim Verlag Gebr. Zürcher, Zürich 1.

Das Geheimnis der Obstbaumblüten

Von Aug. Knobel

Schneeige Blütengewinde, buschige Blütensträuße, zartrosig angehauchte Blütenrosetten — das ist der duftige Schmuck, den unsere Obstbäume in verschwenderischer Fülle zur Begrüßung des unter Vogelgeschmetter einziehenden, von blinkendem Sonnengold umrauschten Lenzes anlegen. Wenn erst die Obstbäume in Blüte stehen, dann wird uns die frohe Gewißheit, daß der unwirtliche Winter endgültig seine Macht verloren hat, daß wir beglückt neuem siegreichen Leben entgegensehen können.

Es ist ein geheimnisvoller, zauberischer Anblick,

den uns das weißschaumige Blütenmeer der in jungfräulicher Keuschheit stillprangenden Fruchtbäume gewährt, und der darum in unserer Brust den höchsten, reinsten Frühlingsjubel auslöst. Aber nicht nur dem entzückten Bewunderer der Schönheit, sondern ebensosehr dem ernst abwägenden Beobachter, der das Wie und Warum der Erscheinungen zu erklären sucht, ist der schimmernde Blütenkranz der Obstbäume ein Gegenstand sinniger Betrachtung. Denn nicht zuletzt offenbart sich an der Obstbaumblüte das zweckmäßige Walten der schaffenden Naturkräfte, ihr engverbundenes Zusammenwirken zur Erreichung des gewollten Zieles.

Ueberraschend ist es, wie plötzlich sich die Obstbäume mit ihrem alabasternen Blütengeschmeide bedecken. Noch wenige Tage vorher stehen sie kahl und schlafversunken da. Ein lauer Regen geht hernieder; die Sonne scheint leuchtend und erwärmend — und mit einem Schlage haben die Obstbäume ihre Hunderttausende von Blüten entfaltet.

Aber diese wunderbare Schnelligkeit ist nur ein Trugbild. Denn alle die Blüten, die in einem Frühling aufbrechen, sind schon lange vorher angelegt und vorbereitet, sind das Erzeugnis des vorausgegangenen warmen Jahresabschnittes. Bereits, wenn sich in den ersten warmen Frühlingstagen die Blüten erschließen, bilden sich die Anfänge zu den Blütenknospen des kommenden Jahres.

Die erste Anlage zu einer Blütenknospe ist ein unscheinbarer winziger Wulst, der allmählich Zelle um Zelle ansetzt, sich mehr und mehr vergrößert und bereits im Juli sich so weit entwickelt hat, daß man schon mit unbewaffnetem Auge den Kelch und den schlüsselförmigen Blütenboden erkennen kann. Aber die Weiterentwicklung dauert noch immer fort. Anfang Oktober sind auch die Samenkernchen ausgebildet. Das alles birgt schon die kleine Blütenknospe während des ihrer Entfaltung vorausgehenden Jahres.

Von jetzt an ruht die Ausgestaltung ihrer Teile und ihr Größenwachstum. Aber dafür gehen bis Ende Dezember desto wichtigere chemische Veränderungen in ihr vor. Bringt man Ende November oder Anfang Dezember einen Kirschenzweig mit seinen rosettenförmig angeordneten Blütenknospen in das warme Zimmer und stellt ihn in ein Wasserglas, so rühren und regen sich die Blütenknospen nicht im mindesten. Kirschenzweige dagegen, die in gleicher Weise Ende Dezember oder Anfang Januar behandelt werden, bedecken sich alsbald mit zartem Blütenschnee, ein sichtbares Zeichen, daß sich inzwischen in den Knospen innere bedeutsame Veränderungen chemischer Art vollzogen haben müssen, die nun eine Fortentwicklung der Blüte und damit ihr Aufblühen ermöglichen. Welcher Art diese Veränderungen in den Baustoffen der scheinbar toten Blüte sind, werden wir sogleich sehen.

Erst wenn die Temperatur mit Beginn des Frühlings mehr und mehr steigt, nimmt die Blütenknospe auch wieder ihr Größenwachstum auf, und zwar beschleunigt sich dieses um so mehr, je näher die Zeit des Aufbrechens heranrückt. So verdoppelt beispielsweise die Kirschenblütenknospe in der letzten Woche vor der Entfaltung ihr Gewicht, indem sie täglich um $^1/_{30}$ Gramm schwerer wird. Für den ganzen Kirschbaum bedeutet dies eine gewaltige Arbeitsleistung; denn ein mittelgroßer Kirschbaum zählt durchschnittlich im Jahr 200,000 bis 250,000 Blütenknospen. Das Gewicht seiner Blütenanlagen vermehrt sich also in dieser Zeit täglich um rund 14 Pfund. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei den anderen Obstbäumen.

Woher nimmt nun der Obstbaum diese riesigen Mengen von Stoffen, die zum Aufbau der jetzt so stürmisch wachsenden Blütenknospen nötig sind? Damit kommen wir zu einer zweiten Fürsorgemaßregel, die der Obstbaum bereits im vorausgehenden Jahre trifft, die in ihrem weiteren Verlauf zugleich auf die erwähnten inneren Vorgänge, die gegen Ende des Dezembers oder Anfang Januar ihren Abschluß erreicht haben, hinweist. Fast das ganze vorausgehende Jahr hindurch sammeln nämlich die Bäume Reservestoffe, die erst in dem nächsten Jahre Verwendung finden, und die in der Hauptsache aus Stärke bestehen.

Nach dem herbstlichen Laubfall sind die Rinde und der Holzkörper der Obstbäume mit großen Stärkekörnern vollgepfropft. Im Spätherbst erfährt indessen die Reservestärke der Rinde eine eingreifende Umwandlung, indem sie in Zucker umgesetzt wird. Ein Teil des Zuckers bleibt in der Rinde liegen und dient hier als ein Schutzmittel gegen das Erfrieren. Die größere Menge dagegen wandert in den Holzkörper, wo sie während des Winters wohl geborgen ist. Je näher nun der Frühling mit seiner Temperaturzunahme herankommt, destomehr wird der Zucker des Holzkörpers befähigt, nach der Rinde und ihren Blüten- und Laubknospen zurückzuwandern und sich dort wiederum zu Stärke umzuwandeln.

Wir erkennen jetzt also, welche inneren Vorgänge sich von Ende Oktober an bis Ende Dezember in den Blütenknospen und den Zweigen, an denen sie sitzen, abspielen und welche inneren Gründe demgemäß das Aufbrechen der Kirschblüten im warmen Zimmer bis gegen Ende Dezember verhindern und es auf der andern Seite von dieser Zeit an ermöglichen. Die Reservestärke ist eben in den Monaten Oktober, November und De-

zember in Zucker umgewandelt und in den Holzkörper abgewandert; sie besitzt außerdem jetzt noch nicht die Fähigkeit, sich wieder in Stärke zurückzuverwandeln und nach ihren früheren Lagerstätten zurückzugleiten. Darum fehlt es bis gegen Ende Dezember den Kirschenblütenknospen und den Blütenknospen der Obstbäume überhaupt an Baustoffen, um wachsen und aufblühen zu können, auch wenn die übrigen Erfordernisse, wie Temperaturhöhe und Wasserzufuhr, erfüllt sind.

Unsere Obstbäume blühen nicht alle zu einer und derselben Zeit, sondern sie halten an einer bestimmten Reihenfolge fest. Den Anfang machen Jahr für Jahr die Kirschen, denen sich dann die Birnen anschließen, worauf die Apfel- und Pflaumenbäume ihre Blüten entfalten. Diese Folge beruht auf dem Wärmebedürfnis der einzelnen Obstbaumarten. Zählt man die Höchsttemperaturen zusammen, die die Tage vom 1. Januar an aufweisen, so ergibt sich die Wärmesumme, die ein jeder Obstbaum benötigt, um seine ersten Blüten zur Entfaltung zu bringen. Für den Kirschbaum beläuft sich nun die Wärmesumme auf 1100 Grade C., für den Birnbaum auf 1304, für den Apfelbaum auf 1423 und für den Pflaumenbaum auf 1448 Grade. Diese ansteigende Summe der Wärme deckt sich demnach mit der Reihenfolge, in der die verschiedenen Obstbäume zu blühen beginnen, und sie zeigt deshalb, daß es in Wirklichkeit das Wärmebedürfnis ist, das den Reigen im Aufblühen unserer Obstbäume alljährlich ordnet.

Wir sehen, daß die Blüten unserer Obstbäume weiß gefärbt sind. Nur die Apfelblüten haben stellenweise einen rötlichen Anflug. Diese Weißfärbung steht nun einerseits im engsten Zusammenhang mit der erwähnten Lufthaltigkeit der Blütenblätter, andererseits erwächst aus ihr den Obstbäumen ein sehr wertvoller Vorteil. Die Weißfärbung der Obstbaumblüten beruht nämlich nicht auf einem besonderen weißen Farbstoff, sondern ausschließlich auf den unzähligen lufthaltigen Zellen des Blütenblattgewebes. Denn nur dadurch, daß sich die Lichtstrahlen, die uns die Sonne sendet, in den Luftzellen brechen, erscheinen uns die Blätter weiß.

Der Vorteil, der den Obstbäumen aus der Weißfärbung ihrer Blüten entsteht, bezieht sich auf die Anlockung der Insekten und die damit verbundene Befruchtung. Die Obstbaumblüten brechen vor der Entfaltung der grünen Laubblätter auf. Sie haben also als Hintergrund nur das braunschwärzliche Geäst. Von diesem hebt sich aber gerade die weiße Farbe am auffälligsten ab, und darum ist sie für die ausschwärmenden Bienen u. andere Honigsucher am besten sichtbar, so daß sie auf diese Weise die Obstbäume leicht auffinden können und, indem sie den Blütenhonig einsammeln, durch die gleichzeitige Uebertragung des Blütenstaubes von einer Blüte auf die andere die Befruchtung derselben, von der die Fortexistenz der Obstbaumart in der Zukunft abhängt, umso sicherer ausführen.

Zur erfolgreichen Anlockung der die Befruchtung vermittelnden Insekten besitzen die Obstbäume aber noch ein zweites Hilfsmittel. Das ist die Massenhaftigkeit ihres Blütenansatzes. Die Obstbaumblüte ist verhältnismäßig klein. Einige wenige Blüten würden daher von den Insekten nur schwer gesehen werden. Dadurch aber, daß ein Obstbaum zwei- und dreimalhunderttausend Blüten hervorbringt, wird die Kleinheit der einzelnen Blüte aufgewogen, denn der ganze massenhafte Blütenflor stellt nun sozusagen eine einzige Riesenblüte dar.

Fernerhin dient die lange Blühdauer der Obstbäume ebenfalls zur leichteren Anlockung der Insekten und damit dem eigenen Interesse des Baumes. Der Obstbaum kann seine Blüten den Insekten wochenlang zur Befruchtung darbieten, und so wird die Zahl der Blüten, abgesehen von der Ungunst der Witterung, immer noch groß genug sein, um dadurch die Pollenbestäubung zu befördern und einen reichen Fruchtansatz zu gewährleisten.

Es ist nun eine alte Erfahrung, daß auf ein gutes Obstjahr ein schlechtes oder nur ein mäßiges folgt. Diese Erscheinung erklärt sich aus dem Zeitpunkt, in dem die ersten Anlagen für die Blütenknospen, die im nächsten Jahr zum Aufblühen gelangen, schon im Sommer zuvor herbeigeführt werden. Bringt nun aber ein Obstbaum in einem Sommer viele Früchte hervor, so muß er fast alle Nährstoffe, die er sich erwirbt, auf den Aufbau dieser zahlreichen Früchte verwenden. Die Folge davon ist, daß er in diesem Sommer nur wenig Baustoffe übrig behält, um aus ihnen Blütenknospen anlegen zu können. Daher kann sich auch im nächsten Frühling nur eine geringe Anzahl von Blüten entfalten, so daß dann in diesem Sommer notwendigerweise nur ein mäßiges Obstjahr gezeitigt wird.

14. Jahrgang Nr. 5 19. Juli 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Professor, Luzern

Inhalt: Vom Werdegang der Entfernungs- und Größenmessungen der Himmelskörper — Maximilian Westermaier — Aus der Paarungszeit des großen Lappentauchers

Vom Werdegang der Entfernungs- und Größenmessungen der Himmelskörper

Von Dr. P. Theodor Schwegler O. S. B., Einsiedeln.

Wenn einer, der nicht über tiefere Kenntnis in der Sternkunde verfügt, liest oder hört, der Sirius z. B. sei von uns 8,6 Lichtjahre entfernt, d. h. das Licht, das in der Sekunde 7½ mal die Erde umkreisen könnte, brauche vom Sirius bis zu uns 8,6 Jahre, von andern Fixsternen dagegen Hunderte und Tausende von Jahren, von den sogen. kosmischen Nebeln gar viele Hunderttausende von Jahren, so drängt sich ihm unwillkürlich die Frage auf, wie denn solche Entfernungen bestimmt werden könnten. Im folgenden soll versucht werden, zu zeigen, wie die Wissenschaft schrittweise dazu kam, solche Entfernungen festzustellen.

Den ersten wissenschaftlich beachtenswerten Versuch, wenigstens ein Verhältnismaß für die Abstände von Sonne und Mond, dieser für unsere Erde wichtigsten Himmelskörper, zu gewinnen, machte, so weit bekannt ist, der griechische Mathematiker und Astronom Hipparch um die Mitte des 2. vorchristlichen Jahrhunderts. Er wußte, daß Sonne, Erde und Mond zur Zeit des 1. und letzten Viertels ein rechtwinkliges Dreieck bilden mit dem rechten Winkel an der durch die Erde dargestellten Ecke. Läßt sich nun der Winkel bestimmen, den die Strahlen Sonne-Erde und Sonne-Mond miteinander bilden, dann ist es für einen Jünger der Planimetrie ein Leichtes, das gegenseitige Verhältnis der Abstände der Erde von Sonne und Mond zu erhalten. Freilich waren die ihm zu Gebote stehenden Mittel der Zeit- und Winkelmessung noch zu ungenau, um ein einigermaßen richtiges Ergebnis zu bekommen. Der richtige Weg aber für derartige Entfernungsmessungen war jetzt gezeigt. Denn wenn die zu messende Strecke als Seite in ein Dreieck gebracht werden kann, von dem wenigstens eine Seite und dazu zwei Winkel bekannt bezw. meßbar sind, so verstand man schon damals, in geeignetem Maßstabe ein verkleinertes Dreieck zu konstruieren, das jenem ähnlich ist und in dem die in gleichem Maßstabe verkleinerte unbekannte Seite ohne weiteres meßbar ist. Um die unbekannten Stücke aus den gegebenen zu berechnen, erfanden die Griechen die Trigonometrie, die dann durch die Inder und Araber, schließlich durch die westeuropäischen Mathematiker der beginnenden Neuzeit bedeutend vervollkommnet wurde. Doch stets bleibt die Kenntnis von wenigstens einer Strecke und zwei Winkeln die notwendige Voraussetzung jeglicher Berechnung. Die Strecke aber, auf der schließlich alle astronomischen Maße beruhen, ist der (äquatoriale) Halbmesser der Erde. Doch um diesen genau zu bestimmen, mußte die Wissenschaft einen langen Weg machen.

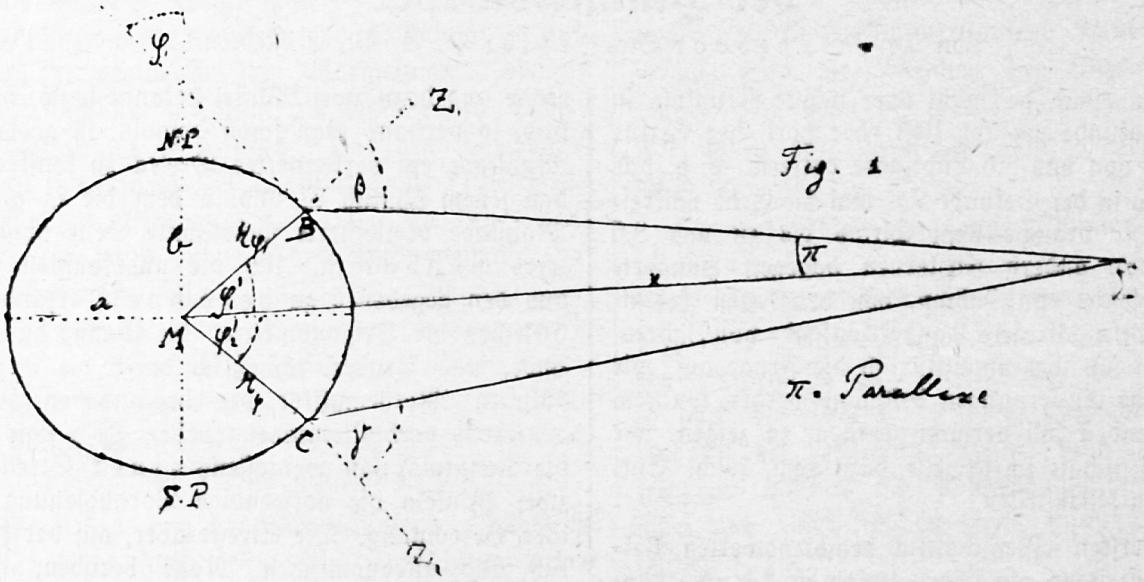
Die Erde.

Die erste bekannte Berechnung des Erdumfanges und damit des Erdhalbmessers machte der alexandrinische Gelehrte Eratosthenes (276 bis 194 v. Chr.). Er wußte, daß in Syene, dem heutigen Assuan in Oberägypten (32° 54' ö. Gr. und 24° 6' n. Br.) zur Zeit der Sommersonnenwende die Sonne sich in einem tiefen Brunnen spiegelte, also (wenigstens beinahe) im Zenite stand — in Wirklichkeit fehlten zur Zenitstellung damals rund 20' —; in Alexandrien dagegen (29° 52' ö. Gr. und 31° 12' n. Br.) maß er als Zenitabstand der Sonne 7° 12', d. h. den 50. Teil des Vollkreises. Auf Grund von Reiseberichten wußte er weiter, daß der Abstand der beiden Orte rund 5000 Stadien = 925 Kilometer betrage. Bezeichnet R den Erd-

halbmesser, so fand er aus der Verhältnisgleichung

$$2R\pi : 5000 = 50 : 1$$

für den Erdumfang 250,000 Stadien, für den Erdhalbmesser 39,800 Stadien = 7350 Kilometer, r. 1000 Kilometer (= 15 Prozent) zuviel. Dieser Fehler erklärt sich daraus, daß Eratosthenes nicht wußte oder nicht beachtete, daß Syene weder auf dem Meridian von Alexandrien noch genau auf dem Wendekreise lag, und die wahre Entfernung nur 845 Kilometer = 4560 Stadien betrug. — Genaue Werte konnte erst eine eigentliche Gradmessung liefern. Eine solche veranstalteten zuerst die arabischen Geometer des Kalifen Al Mamun im Jahre 827 in der Gegend von Bagdad. Eine N-S gelegene Strecke, innerhalb der die Polhöhe sich um ½° änderte (also r. 55 Kilometer), maßen sie mit Latten und Schnüren. Auch so fiel ihr Wert für den Erdhalbmesser noch zu groß aus, doch beträgt ihr Fehler bloß etwa 7 Prozent. Aehnliches gilt auch von den mit primitiven Mitteln unternommenen Gradmessungen des Franzosen Frenel (1525), des Holländers Baeu (1600) und des Engländers Norwood (1633). Doch hatte damals schon der Holländer Willibrord Snellius (1581—1626) aus Leyden mit dem Triangulationsverfahren den Weg gezeigt, auch große Strecken genau zu bestimmen. Er legte zwischen die Endpunkte der zu messenden Strecke eine Reihe von Dreiecken mit annähernd gleichen Seiten. Die Winkel wurden möglichst genau gemessen, ebenso eine Seite eines angeschlossenen kleinern Hilfsdreieckes, die sogen. Basis. Nunmehr ließen sich mittelst der Trigonometrie nicht nur die Seiten all dieser Dreiecke berechnen, sondern auch der Abstand der Endpunkte. Schon 1617 veröffentlichte Snellius die Ergebnisse einer solchen Gradmessung, die er bei Leyden vorgenommen hatte; sie zu überprüfen, war ihm nicht mehr vergönnt. Auch die nächste, von Picard 1669/70 begonnene, von Cassini Vater und Sohn fortgesetzte und 1718 abgeschlossene über 8½° sich erstreckende Triangulation befriedigte noch nicht, denn nach ihr hätten gegen N die Meridiangrade sich verkürzen müssen, statt sich zu strecken, wie es die von den englischen Astronomen vertretene Theorie verlangte. Diese erhielten recht, als 1735/36 zwei neue Gradmessungen unternommen wurden, durch Bouguer und La Condamine in Peru (also in der Nähe des Aequators) und durch Clairaut, Celsius und Maupertuis in Lappland (also in größerer Polnähe). Die Ergebnisse dieser letztgenannten Gradmessungen wurden durch die zahlreichen, im letzten Jahrhundert mit aller wissenschaftlichen Schärfe durchgeführten neuen Messungen nur um einige Tausendstel des Gesamtwertes verbessert. Die jetzt festgestellten Werte sind: für die große oder äquatoriale Halbachse a = 6378,388 Kilometer und für die kleine oder Pol-Halbachse b = 6356,515 Kilometer.



Der Mond.

War einmal der Erdhalbmesser (wenigstens mit einiger Genauigkeit) bekannt, so konnte man an die Abstandsbestimmung der nähern Himmelskörper herantreten. Im Jahre 1752 begab sich der französische Astronom Lalande nach Berlin, Lacaille nach Kapstadt, um gleichzeiig den Zenitabstand des Nord-Randes des kulminierenden Mondes zu beobachten. Diese beiden Orte, der Erdmittelpunkt und der gewählte Punkt des Mondrandes geben zusammen ein Viereck (s. Figur 1). Zwei Seiten darin sind die Erdradien der betreffenden Orte, die je einen Zwischenwert der großen und kleinen Halbachse darstellen, berechenbar nach der Formel:

$$r_\varphi^2 = \frac{a^2 . b^2}{a^2 . \sin^2 \varphi' + b^2 . \cos^2 \varphi'}$$

worin φ die geographische Breite, φ' die

geozentrische Breite bezeichnet; jene ist gleich der Polhöhe des betreffenden Ortes, diese gleich dem Winkel, den die zwei Fahrstrahlen bilden, die vom Erdmittelpunkt aus gezogen werden, teils nach dem betreffenden Orte, teils nach dem Schnittpunkt des Ortsmeridians mit dem Aequator. Zwischen beiden Breiten besteht die Beziehung:

$$\operatorname{tg}\varphi' = \frac{b^2}{a^2} \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad .$$

Der von den Erdradien der beiden Orte eingeschlossene Winkel ist die Summe der beiden geozentrischen Breiten. Außerdem sind durch Messung bekannt zwei Außenwinkel des Vierecks, nämlich die beiden Zenitabstände β und γ. Dann ließ sich trigonometrisch der Abstand x des Mondpunktes vom Erdmittelpunkt berechnen — freilich keine Schüleraufgabe —, vorausgesetzt, daß die vier Punkt in einer Ebene liegen. Dies traf zwar nicht genau zu, weil der Längenunterschied der beiden Orte etwa 6° beträgt, doch ist der entstehende Fehler geringfügig. Für den gesuchten Abstand des Mondes ergab die Rechnung 57,8 Erdhalbmesser. Nun ist der jeweilige Mondabstand umgekehrt verhältnisgleich dem scheinbaren Monddurchmesser, d. h. dem Winkel, unter dem der Durchmesser der Mondscheibe erscheint. Aus seinen beiden Grenzwerten, 33' 33" und 29' 26", ließen sich daher durch eine einfache Verhältnisgleichung der kleinste und größte Mondabstand berechnen; diese betragen 57 bzw. 63½ Erdhalbmesser. Nicht minder leicht berechnete man dann auf trigonometrischem Wege, aus einem bestimmten scheinbaren Monddurchmesser und dem entsprechenden Mondabstande, den wirklichen Monddurchmesser und daraus das Volumen des Mondes, das sich zu dem der Erde verhält wie 1 : 49,6. Um auch die Masse und damit die Dichte des Mondes zu bestimmen, hatte man sich des Newtonschen Gesetzes von der Massenanziehung zu bedienen, wonach zwei Körper sich anziehen mit einer Kraft, die direkt verhältnisgleich ist dem Produkt der beiden Massen und umgekehrt verhältnisgleich den Quadraten des Abstandes ihrer Mittelpunkte. Mittelst der Infinitesimal-Rechnung werden aus dem Newtonschen Gesetz die drei Keplerschen abgeleitet, von denen uns hier und im folgenden besonders das dritte angeht, nämlich: Die Quadrate der Umlaufzeiten (T) der Begleiter eines Zentralkörpers verhalten sich wie die 3. Potenzen der großen Halbachsen (a) ihrer Bahnen, oder als Formel:

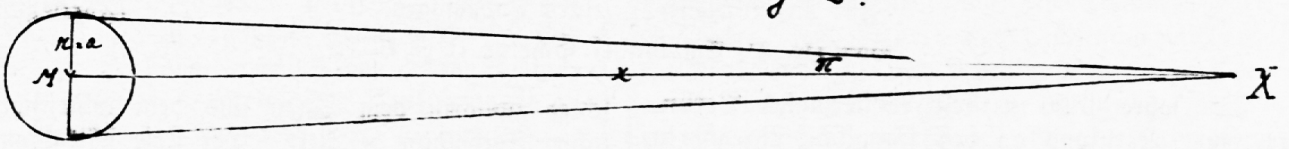
$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{M \cdot f} ,$$

wobei M die Masse des Hauptkörpers, f die sogen. Gravitationskonstante bezeichnet, die jetzt durch verschiedene gute Versuche hinlänglich genau bestimmt ist: $f = 66{,}85\ 10^{-9}$ Dyn **). Die Rechnung ergibt, daß die Massen von Mond und Erde sich verhalten wie 1 : 81,5, und ihre Dichten somit wie 0,61 : 1.

Sonne und Planeten.

Es lag nun nahe, das von Lalande und Lacaille angewandte Verfahren auch auf die andern Himmelskörper auszudehnen, indem man ein Dreieck mit dem Erddurchmesser als Basis und dem betreffenden Himmelskörper als Spitze wählt. Doch sehr bald wurden die beiden Zenitabstände so gut wie supplementär, und die geringste Ungenauigkeit in ihrer Messung gab ein sehr ungenaues Ergebnis für den Winkel an der Spitze des Dreiecks. (S. Fig. 2.) Indes reichte dieses Verfahren noch hin, die Abstände der unserer Erde zunächst gelegenen Planeten in ihrer Erdnähe zu bestimmen, nämlich den Abstand der Venus in ihrer untern Konjunktion (wenn die Venus zwischen Sonne und Erde liegt), den Abstand des Mars und einiger Planetoiden, wie der Flora, des Eros u. a. in ihrer Opposition (wenn die Erde zwischen der Sonne und einem der genannten Körper liegt). Durch das dritte Keplersche Gesetz ist zunächst das gegenseitige Verhältnis der Abstände der Planeten von der Sonne bekannt, wenn ihre Umlaufzeiten um die Sonne gegeben sind. Nun ist die siderische Umlaufzeit der Erde, d. h. die Zeit, innerhalb der die Erde bezüglich der Sterne wieder die gleiche Stellung einnimmt, bekannt, nämlich 365,25636 Tage = 365 Tage, 6 Stunden, 9 Minuten, 9 Sekunden. Bei den andern Planeten ist wenigstens die synodische Umlaufzeit unmittelbar beobachtbar, d. h. die Zeit, in der Planet, Erde und Sonne wieder die gleiche gegenseitige Stellung einnehmen. Be-

Fig 2.



**) Anmerkung: 1 Dyn ist gleich der Kraft, die der Masse von 1 Gramm die sekundliche Beschleunigung (Geschwindigkeitszunahme) von 1 cm erteilt.

zeichne nun T die siderische Umlaufzeit der Erde, T_1 die siderische Umlaufzeit eines Planeten, und T_1' seine synodische Umlaufzeit, so ist:

$$T_1 = \frac{T \cdot T_1'}{T_1' \mp T} \quad ;$$

hier und im folgenden gilt das obere Zeichen bei einem äußern Planeten (z. B. Mars), das untere bei einem innern (Venus). T_1' ist nämlich die Summe einer unendlichen konvergenten geometrischen Reihe, deren Anfangsglied T (bezw. T_1) und deren Quotient T/T_1 (bezw. T_1/T) ist, also:

$$T_1' = \frac{T}{1 - T/T_1} \text{ bezw. } \frac{T_1}{1 - T_1/T},$$

je nachdem es sich um einen äußern oder innern Planeten handelt. Durch einige leichte Umformungen geht aus dieser die obige Gleichung hervor. Sei nun s der ermittelte Abstand der Erde von dem Planeten, x der zu suchende Abstand der Erde von der Sonne, dann gilt in der Erdnähe des betreffenden Planeten nach dem 3. Keplerschen Gesetze:

$$x : (x \pm s) = T^{2/3} : T_1^{2/3}, \text{ oder } x = \frac{\pm T^{2/3}}{T_1^{2/3} \mp T^{2/3}} \times s.$$

Neben dieser Bestimmungsweise des Sonnenabstandes gibt es noch andere, in denen zunächst die Sonnenparallaxe bestimmt wird, d. h. der Winkel, unter dem, von der Sonne aus gesehen, der äquatoriale Halbmesser der Erde erscheint. Das äußerst mühsam erarbeitete Ergebnis ist 8,80". Daraus ergibt sich für den mittleren Sonnenabstand der Betrag von 149,5 Millionen Kilometer. Diese Strecke nennen wir fortan Sonnenweite. Diesem Abstande entspricht der mittlere scheinbare Sonnendurchmesser 31'59,2", während die Grenzwerte 32'33,8" und 31'27,6" sind. Aus den beiden genannten Mittelwerten ergibt sich ein Sonnenhalbmesser von 109,045 Erdhalbmessern und dementsprechend ein Sonnenvolumen von r. 1,300,000 Erdkugeln. Da aber nach dem 3. Keplerschen Gesetz die Sonnenmasse bloß 324440 mal größer ist als die der Erde — nach andern Berechnungen 333432 mal —, so beträgt die Dichte der Sonne bloß 0,255, wenn die der Erde 1 gesetzt wird. Ist einmal der Abstand der Erde von der Sonne bekannt, so lassen sich nach dem 3. Keplerschen Gesetze auch die Abstände der andern Planeten vom Zentralgestirn angeben, wie oben gezeigt wurde; desgleichen auch ihre Größe und Dichte, wenn die scheinbaren Durchmesser ihrer Scheiben gemessen sind.

(Fortsetzung folgt).

Maximilian Westermaier (1852—1903)

Zur 25. Wiederkehr seines Todestages. (Fortsetzung.)

Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B.

Im Jahre 1890 verließ Westermaier Berlin, um einer Berufung an das königliche Lyzeum in Freising Folge zu leisten. Dort lehrte er Botanik, Zoologie und Anatomie, Mineralogie und Chemie und bewältigte allein, was später auf zwei Lehrkräfte verteilt wurde. Seine Lehr- und Erziehungstätigkeit in Freising erwarb ihm nicht nur die unwandelbare Liebe seiner zahlreichen Schüler, sondern auch die Hochachtung seiner Vorgesetzten und weitester Kreise. Ungeachtet der vielen Verpflichtungen fand er noch Zeit, ein Kompendium der allgemeinen Botanik für Hochschulen[9]) abzufassen. Der Form wie auch dem Inhalte nach, weicht es von den gewöhnlichen Lehrbüchern erheblich ab. Da es von einem Anhänger der Schwendenerschen Schule verfaßt ist, finden sich Morphologie und Physiologie nicht getrennt behandelt, sondern nach Möglichkeit verschmolzen. Es ist durchaus ein Buch für Fortgeschrittene, was schon aus der Berührung von zahlreichen Hypothesen und Streitfragen erhellt. „Aus letzteren besonders" sagt der Verfasser im Vorwort, „wird der Jünger unserer Wissenschaft erkennen, wie eigentümlich sich manchmal der Unterschied zwischen dem Laien und dem wissenschaftlichen Fachmann gestaltet. Der Laie hält manche Verhältnisse des Pflanzenlebens für überaus klar und leicht verständlich, der Fachmann dagegen vermag darzulegen, daß betreffs derselben Dinge tiefe Unwissenheit herrscht. Ein wissenschaftlicher Fortschritt liegt aber auch hier in der klaren Erkenntnis der gegenwärtigen Grenze unseres Wissens. Da ferner fast jedes wissenschaftliche Gebiet Berührungspunkte mit der allgemeinen Weltanschauung hat, so ist eine Stellungnahme in dieser Hinsicht keineswegs ausgeschlossen, sondern es tritt vielmehr bei dem einen oder andern Autor mitunter deutlich das Bestreben hervor, die Leser in seinem Sinne auf die prinzipielle Seite solcher Fragen aufmerksam zu machen. Von dieser Freiheit habe ich an manchen Stellen Gebrauch gemacht." Die objektive Fachpresse besprach das Buch mit großer Anerkennung und hob hervor, daß die Behandlung des Stoffes in einer ungewöhnlichen Art, gelungen sei. Auch Schwendener, in seinem mehrfach zitierten Nachruf, rühmt an dem Buche, daß es manche Vorzüge habe und Abschnitte enthalte, die in andern Kompendien viel weniger eingehend behandelt seien. Der Studierende, der es zur Hand nimmt,

[9]) Freiburg i. Br., Herder, 1893.

wird von einer oberflächlichen Betrachtung abgelenkt, um zu einem tiefern, wissenschaftlichen Durchdringen hingeführt zu werden. Ich selbst muß gestehen, daß mir das schlichte Buch umso wertvoller und tiefgründiger erscheint, je älter ich werde. Mit dem ihm eigenen Humor äußerte sich Westermaier einmal, „er habe an diesem Kompendium den großen Spaß und die kleine Freude erlebt, daß es in New York ins Englische übersetzt wurde,[10]) während es im deutschen Vaterlande weniger zu gefallen schien, weil das Bekenntnis des Schöpfers aller Pflanzen, des Schöpfers aller Geister in dem Büchlein enthalten sei, eine Wahrheit, die zwar von wissenschaftlicher Seite geleugnet werde, aber nicht mit wahrer Wissenschaft bestritten werden könne."

Im Jahre 1891 starb in München Westermaiers ehemaliger Lehrer, Karl von Nägeli, dem er zeitlebens ein dankbares Andenken bewahrt hat und von dem er auch in seinen Freiburger Jahren stets mit der größten Hochachtung und Verehrung sprach. Es muß ihm deshalb als ein Beweis unbestechlicher Wahrheitsliebe angerechnet werden, daß er trotz der hohen persönlichen Wertschätzung, die er für seinen einstigen Lehrer hegte, es doch nicht unterließ, 1894 Nägelis Stellung zur christlichen Weltanschauung kritisch zu untersuchen. Der Aufsatz[11]) macht nach des Verfassers eigenen Worten den Anspruch, die akademische Gedächtnisrede Professor Göbel's auf Karl von Nägeli zu ergänzen. Göbel hatte den Gelehrten und Forscher, losgelöst von jeder Weltanschauung, gefeiert. Westermaiers Ausführungen zu diesem Gegenstande sind auch heute noch von höchstem Interesse und ich kann mir nicht versagen, einige Stellen daraus mitzuteilen. „Die gläubige wissenschaftliche Welt" sagt Westermaier, „kümmert sich nicht darum, ob es üblich ist, bei einem Gelehrten auch nach seinem Verhältnis zur christlichen Weltauffassung zu fragen, sondern sie frägt selbstverständlich darnach. Das Niveau der christlichen Welt- und Naturbetrachtung ist und bleibt doch das höchste und darf sich nie unter ein anderes Urteilsniveau stumm beugen. In der Zeitperiode nach Christus ist es für die wissenschaftlich gebildeten Christen nicht bloß eine Pflicht, Angriffen gegenüber ihren Standpunkt geltend zu machen, sondern auch dem immer gewöhnlicher werdenden Irrtum entgegenzuarbeiten, man brauche an die Leistungen und sogenannten Forschungsergebnisse eines geistig hervorragenden Mannes nicht auch den Maßstab des Christentums anzulegen. Ein gefährlicher Irrtum ist das deshalb, weil die großen christlichen Wahrheiten alle geschaffenen Geister betreffen und daher jeder Widerspruch gegen sie alle Menschen angeht und die empfindlichsten Störungen im sozialen und innern Leben der Menschheit verursacht. Solche Irrtümer können deshalb auch kein Bestandteil der wahren Wissenschaft sein."

Die Mahnung: „de mortuis nil nisi bene", fährt Westermaier fort, könne doch selbstverständlich nicht den Sinn haben, daß veröffentlichte Irrtümer Verstorbener nicht als solche bezeichnet werden dürften. Zurückgewiesen werden alsdann besonders der Satz Nägelis: „Die Urzeugung leugnen heißt das Wunder verkünden", von dem Westermaier mit Recht sagt, er müsse als Motiv aufs schärfste verurteilt werden; ferner Nägelis apodiktische Behauptung, daß der genetische Zusammenhang der Lebeformen so sicher sei, wie das Gesetz der Erhaltung von Kraft und Stoff in der anorganischen Natur; endlich Nägelis Ansicht, daß die Verschiedenheit zwischen materiellen und geistigen Vorgängen (bewußte Empfindung!) wesentlich nur eine gradweise sei. Gegen diese unbewiesenen und unbeweisbaren Behauptungen wendet sich Westermaier entschieden und führt sie auf ihren Unwert zurück. Zu seiner Freude findet er in dem letzten großen Werke Nägelis, in der mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre, auch einen Lichtpunkt im Sinne der idealistischen Weltanschauung. „Die Dankespflicht des Schülers gegen den Lehrer," sagt Westermaier, „hält mich nach obigem zwar nicht ab, des Lehrers Widersprüche gegen die höchsten, d. h. gegen die christlichen Wahrheiten, als solche zu bezeichnen, aber um so freudiger ergreife ich die Gelegenheit, einen Punkt im Geistesleben Nägelis zu beleuchten, der, für sich allein betrachtet, mindestens der christlichen Naturauffassung nahe steht." Nägeli hatte auf der Münchener Naturforscher-Versammlung 1877 einen Vortrag gehalten über „die Schranken der naturwissenschaftlichen Erkenntnis" und von diesem Vortrage bekannt, daß er das Ergebnis der Gedankenarbeit eines ganzen Lebens darstelle und auch das Buch über die Abstammungslehre veranlaßt habe. Dieser Vortrag wurde denn auch in das abschließende Werk über die Abstammungslehre hinübergenommen, aber, worauf Westermaier hinweist, mit einem sehr interessanten Zusatz.

„Während für den Naturforscher" sagt Nägeli, „die Endlichkeit nur monistisch sein kann, so steht ihm für die Ahnung des Ewigen der Monismus wie der Dualismus offen. Der letztere mag ihm vielleicht selbst besser behagen und es mag ihm vielleicht annehmbarer erscheinen, daß in der ihm räumlich bekannten Welt nicht das ganze große Geheimnis eingeschlossen sei, daß diese vielmehr nur eine der vielen Gedankenreihen des höchsten We-

[10]) Uebersetzt von Albert Schneider. New-York, John Wiley and Sons, 1896.

[11]) Karl von Nägeli und die christliche Weltanschauung. Natur und Offenbarung Bd. 40 (1894).

sens darstelle." Zu dieser Stelle bemerkt Westermaier, daß sich Nägeli, wenn wir diese seine Worte „präzis," auffassen, auch in seinen letzten Jahren der Annahme eines Schöpfers nicht allzeit verschlossen habe. Das Schlußurteil über Nägeli lautet: „Als Denker und Verstandes-Arbeiter steht Nägeli in der wissenschaftlichen Welt ungewöhnlich hoch da, aber wir vermissen an ihm jenen Glanz, den wir an Newton und ähnlichen Geistern bewundern. Dieser Glanz wird bedingt durch die konsequent durchgeführte Harmonie zwischen der menschlichen Forschung und der göttlichen Offenbarung, durch die das höchste Wesen auf verschiedene Weise zur Menschheit gesprochen hat und spricht."

Tritt Westermaier in den eben skizzierten Auslassungen bereits der Nägelischen Lehre von der genetischen Beziehung aller Lebewesen zu einander entgegen, so bekämpft er in einer 1895 im Jahresbericht der Görresgesellschaft niedergelegten kleinen, aber ungemein scharf durchdachten Abhandlung [12]) ausdrücklich die natürliche Abstammungslehre, wie sie von Haeckel und Richard Hertwig vorgetragen wurde und weist auf die verderblichen Folgen dieser Art der Naturbetrachtung für unser ganzes Geistes- und Kulturleben hin. „Einschneidende Irrtümer in der Naturwissenschaft", sagt Westermaier, „mit andern Worten: eine Fälschung dessen, was im Buche der Natur geschrieben steht, ist deshalb besonders geeignet, die Geister zu verderben, weil auf die wahre Naturerkenntnis kein geringerer Preis, als der Preis der Gotteserkenntnis gesetzt ist. Allen Menschen, auch den Heiden, die nie etwas vom Christentum hören, ist dieser Weg zur Gotteserkenntnis geöffnet, und alle vernünftigen Menschen sollten ihn gehen. Weil die wahre Naturerkenntnis etwas so großes ist, muß auch die gefälschte Naturerkenntnis die verderblichsten Folgen nach sich ziehen. Dieser Gedanke, wenn als richtig anerkannt, muß laut ausgesprochen werden, gerade in unserem Kreise, so laut, daß er in jene Kreise dringt, wo man vielleicht keine Ahnung davon hat, daß ein einziger ungläubiger Naturforscher oder Mediziner ein Unglück für Generationen ist. Die Wissenschaften, die die lebenden Organismen zum Gegenstande haben, sind gegenwärtig von der Deszendenztheorie und damit zusammenhängenden Ideen vielfach durchsetzt und durchdrungen. Fragt man spezieller: Welche Momente unmoralischer Natur sind in dieser Theorie, wie sie von manchen Autoren vertreten wird, enthalten? — so sind namentlich drei anzuführen: 1. Im strengsten Gegensatz zur christlichen Lehre von der Erkennbarkeit Gottes aus der Natur steht die Lehre von der Entbehrlichkeit eines Schöpfers. 2. Setzen sich die Lehre von der tierischen Abkunft des Menschen und endlich 3. die Lehre vom ersten Beginn des organisierten Lebens ohne übernatürlichen Eingriff in deutlichsten Gegensatz zur christlichen Naturauffassung." Auf die gründliche Zurückweisung dieser Lehren vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus kann hier leider nicht eingegangen werden; es sei aber nachdrücklich auf die Originalabhandlung hingewiesen.

Im Jahre 1896 wurde die naturwissenschaftliche Fakultät der katholischen Universität Freiburg in der Schweiz begründet. Für den Lehrstuhl der Botanik strebte man die Berufung Westermaiers an. Hochgestellte Persönlichkeiten Bayerns machten die größten Anstrengungen, um den verehrten Lehrer seinem engeren Vaterlande zu erhalten. Den Ausschlag gab für Westermaier der Wunsch Papst Leos XIII., der ihm durch den Münchener Nuntius ausgesprochen wurde, in dem Sinne, daß er nach Freiburg ziehen und der jungen Hochschule seine bewährte Kraft leihen möge. Diesem Wunsche des hl. Vaters folgte Westermaier „mit einer ganz ungewöhnlichen Freude."

Mit der Uebersiedelung nach Freiburg beginnt der letzte Abschnitt im Leben Westermaiers. Jetzt lag die Möglichkeit vor ihm, an einer Anstalt tätig zu sein, von der er schon lange geträumt, an einer katholischen Hochschule. Und er widmete sich der neuen Aufgabe mit jener zähen Ausdauer und jenem unbesiegbaren Eifer, wie sie dem großen Forscher und zielbewußten Manne zeitlebens eigen waren. Es galt ein Institut, eine Bibliothek, eine Sammlung zu schaffen. Das alles gelangte im Laufe weniger Jahre, mit verhältnismäßig geringen Mitteln, zu einem schnell brauchbaren, befriedigenden Ausbau. Durch den ausgezeichneten wissenschaftlichen Ruf und die herzgewinnenden persönlichen Eigenschaften zog er rasch zahlreiche Schüler an sich, und eine ansehnliche Zahl wissenschaftlicher Arbeiten wurden unter seiner Leitung ausgeführt. „Die Dissertationen," urteilt Schwendener, „die unter seiner Leitung entstanden, gehören unstreitig zu den besseren Arbeiten dieser Art und würden daher auch an andern Universitäten den üblichen Anforderungen in durchaus befriedigender Weise entsprochen haben." Den einstigen Schülern wandte er aber auch späterhin noch, in oft rührender Weise, seine Sorge zu, indem er ihnen Stellungen zu verschaffen suchte oder sie sonst mit Rat und Tat unterstützte. Seine Vorlesungen hielt er stets in freiem Vortrage; für etwas Fortgeschrittene war es ein hoher Genuß, den gedankentiefen und klaren Darlegungen zu folgen; für Anfänger dagegen hatte das wohl einige Schwierigkeiten. Das Bestreben Westermaiers ging vor allem darauf, durch

[12]) Ueber die natürliche Abstammungslehre und damit Zusammenhängendes. Jahresbericht der Görres-Gesellschaft 1895.

eine kritische Behandlung des Stoffes den Hörer mit dem derzeitigen Stande unseres Wissens vertraut zu machen und durch kurze Bemerkungen eine klare Einsicht zu eröffnen in das, was für erwiesen gilt, und das, was noch zweifelhaft ist. Es ist selbstverständlich, daß sich auch in Freiburg die Arbeiten Westermaiers selbst, wie die seiner Schüler vorzugsweise auf den Gebieten der physiologischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte bewegten. Das Arbeiten unter der Leitung eines so kenntnisreichen und von väterlicher Sorge für seine Schüler erfüllten Meisters gewährte Genuß und hohe Befriedigung. Und welch' menschlich schöne Eigenschaften blickten dabei im nahen täglichen Verkehr immer wieder aus der Erscheinung und dem Wesen dieses seltenen Mannes hervor! Er war immer gleich gut aufgelegt, gleich liebenswürdig und heiter gestimmt. Nie habe ich ihn ungeduldig gesehen, nie ein unfreundliches, geschweige ein barsches Wort aus seinem Munde gehört, mochte auch eine noch so ungeschickte Frage an ihn gerichtet werden. Wie milde und nachsichtig hat er stets über andere geurteilt, auch da, wo Gründe vorhanden gewesen wären, sich schärfer auszusprechen! Uns, seinen Schülern, kam es manchmal vor, er denke nur zu bescheiden von sich selbst. Aber wir wußten auch wieder genau, sein Benehmen war die aufrichtige ungekünstelte Aeußerung einer tiefen inneren Demut und einer an Vollkommenheit grenzenden Selbstentäußerung. Es waren unvergeßliche Stunden, die wir einst in seinem Hörsaal, seinem Institute, auf kleinen Spaziergängen, überhaupt in seiner stets so heitern und friedvollen Gesellschaft verbrachten. Der Schreiber dieser Zeilen rechnet die Stunden, die ihm im engern Gedankenaustausch mit seinem unvergeßlichen Lehrer beschieden waren, zu den schönsten und tiefsten Erinnerungen seines Lebens.

Als 1899 Schwendener seinen siebenzigsten Geburtstag begehen konnte, brachten ihm seine zahlreichen Schüler eine Festschrift dar. Dazu steuerte Westermaier eine wertvolle Abhandlung, „über Spaltöffnungen und ihre Nebenapparate" bei.

In demselben Jahre unternahm Westermaier, mit Unterstützung der Görresgesellschaft eine botanische Studienreise nach der Insel Java. Die Fahrt ging durch den Suezkanal, über Bombay und Ceylon, nach Buitenzorg, der Sommerresidenz der Vizekönige von Niederländisch-Indien. Dort besteht seit mehr als hundert Jahren ein prachtvoller, mit reichen Mitteln ausgestatteter botanischer Garten, in dem die holländische Regierung mit vollendeter Liberalität Gelehrten der ganzen Welt Arbeitsplätze zur Verfügung stellt. Gerade für einen Anhänger der Schwendenerschen Forschungsrichtung mußte ein Studienaufenthalt in den Tropen von größtem Interesse sein. Westermaier nützte denn auch die Zeit seines Buitenzorger Aufenthaltes aufs eifrigste aus. Einerseits sammelte er für das Freiburger Institut zahlreiche botanische Schauobjekte, anderseits legte er durch Beobachtungen in der Natur, Sammeln und Konservieren von Untersuchungsmaterial den Grund zu einer Reihe fortlaufender Veröffentlichungen, die unmittelbar nach seiner Rückkehr als „Botanische Untersuchungen im Anschluß an eine Tropenreise" zu erscheinen begannen [13]). Auch Tijbodas, die Alpenstation des Buitenzorger Gartens, ward besucht. Daß es ihm gegönnt war, mit eigenen Augen die Tropenwelt zu sehen, betrachtete er als eine besondere Gunst des Himmels. Gerne erzählte er von dieser Reise, von den fernen Ländern, durch die sie ihn geführt, von Buitenzorg und seinen Instituten, von deren allzeit liebenswürdigem Direktor Treub († 1910). Als ich einst die Frage an ihn richtete, ob es denn wirklich so schön sei in der Tropenwelt, wie alle berichteten, die je ihren Fuß auf diesen Boden gesetzt hätten, bestätigte er, daß dem wirklich so sei, daß die Tropen mit ihrer eigentümlichen Pflanzen- und Tierwelt, ihrem ewig milden Klima wirklich etwas Paradiesisches an sich trügen. „Und" fuhr Westermaier fort, „für uns kommt noch etwas anderes hinzu; wir sagen uns: wenn es auf Erden schon so schön ist, wie herrlich muß es erst in jener andern, uns verheißenen Welt sein."

In die letzten Lebensjahre Westermaiers fällt eine berühmte wissenschaftliche und grundsätzliche Auseinandersetzung mit dem Berliner Paläobotaniker Potonié. Die teleologische Forschungsweise war Westermaier ein Lebensinhalt geworden, aber er gab sich mit der bloßen Feststellung der Zweckmäßigkeit nicht zufrieden. Die Zweckmäßigkeit selbst wollte er erklärt wissen. Bis zu diesem Punkte wanderte er zusammen mit seinem Lehrer Schwendener. Dieser hatte die Unzulänglichkeit der Darwinischen Selektionstheorie längst erkannt. Schon Nägeli hatte ein vernichtendes Urteil darüber gefällt. Den falschen Weg betrat Schwendener nicht: er blieb an der Grenze stehen, sich begnügend mit der Feststellung und dem Nachweise der Zweckmäßigkeit, die ihm etwas Gegebenes ist, das wir nicht erklären können. Westermaier ging weiter. **Wo das Auge des Naturforschers nicht mehr ausreichte, um den Zusammenhang zu finden, da half das Auge des gläubigen Christen. Die Religion enträtselte ihm das dunkle Geheimnis. Und hier, an der Grenze der Naturwissenschaft, erschien ihm die Hand des allmächtigen Schöpfers, der in weisem Plane die Zweckmäßigkeit in die Geschöpfe gelegt hat.**

(Schluß folgt.)

---

[13]) Freiburg in der Schweiz (B. Veith), 1900 bis 1901, im Ganzen drei Hefte.

Aus der Paarungszeit des großen Lappentauchers

Von J. Bußmann, Hitzkirch.

Er ist zwar für viele kein Unbekannter, der große Lappentaucher, oder wie er auch heißt: Großer Steißfuß, Holle, Töchel. Er bewohnt ja die meisten unserer Schweizerseen. Aber trotzdem dieser Vertreter der Taucherarten kein Unbekannter ist, wollen Sie mir erlauben, etwas aus dem Leben dieses sehr gewandten Schwimmers und Tauchers zu bringen. Doch sei nur ein Teil seines interessanten Lebens hier erwähnt, seine Paarungszeit.

Während des Winters mögen noch so viele Lappentaucher unsern See bewohnen, wo sie dem Fischfang obliegen, man hört von ihnen selten ihre nicht gerade schöne Stimme. Kaum aber haben die Februarstürme recht ausgetobt, so wird's reger auf den grauen Wassern. „Kraorr, kraorr," tönt's da, „gaurr, gaurr," ruft's dort. Es ist der Lockruf der „Töchel", die auch in ihrer Gewandung eine Umwandlung durchzumachen beginnen. Das fadenscheinige Winterkleid wird abgelegt und gegen ein prächtiges Hochzeitskleid vertauscht, wie ja die meisten Freier, so lange sie auf Freiersfüßen gehen, recht viel auf ihre Toilette geben. Den Kopf des Tauchers schmückt nun ein herrlicher Kragen, nach dem bei uns der Vogel „Holle" benannt wird. Von der Stirn ragen wie Hörner zwei ziemlich schwarze Federbüsche. Der Kragen besteht aus braunen, an den Spitzen schwarzen zerschlissenen Federn. Der Hinterhals wird dunkler und das Weiß des Bauches glänzender. Mit dem Kopfkragen wissen die „Töchel" recht viele Gefühle auszudrücken. Beim Lockruf hebt ihn das Männchen, drückt ihn bisweilen direkt nach vorne, bläht den Hals, sodaß der Liebeschmachtende einen ganz drolligen Anblick gewährt. Aber auch das Hollenweibchen versteht es, mit dem Kragen innere Erregungen anzuzeigen.

Hat das Hollenmännchen seine Auserlesene gefunden, beginnt ein recht zartes Liebesleben, ein Leben voll der anmutigsten Spielereien. Den ganzen Tag vernimmt man vom See her das Locken der Verliebten. Während der Paarungszeit halten sich die Taucher recht gerne in der Nähe der Schilfsäume auf, wo sie ja dann auch mit Gelegenheit ihre Nester hineinbauen. „Kraorr, kraorr," ruft's langgezogen übers stille Wasser. Mit raschen Ruderstößen kommt das Steißfußmännchen dahergeschwommen. Und als Antwort tönt's herüber „tegg, tegg, tegg." Hinterher gondelt sie. Und zum liebevollen Empfang seiner Gnädigen bläht das Männchen seine Flügel, ähnlich den Schwänen, und streckt den Kopf leicht nach vorn. Nun stehen „sie" und „er" einander gegenüber, fast Brust an Brust. Die Hälse werden gereckt, so lange sie sind. Dabei werden die schwarzen Federbüsche schräg nach vorne gerichtet, und die Kopffedern stehen wie ein Strahlenkranz nach außen. Ein wahrhaft schönes Bild. Sekundenlang schauen sich die Verliebten an. Und als ob das Männchen sagen wollte: „Ich kann nicht begreifen," schüttelt es den Kopf. Das Weibchen macht sofort die gleichen Bewegungen. Dann fährt er mit dem Schnabel nach der Bürzelgegend oder in einen Flügel. Auch sie macht's nach. Minutenlang kann dieses Spiel dauern. Des Treibens müde, gondelt das Männchen fort, unter beständigem Locken: tegg, tegg, tegg. Aber die Liebe ist erfinderisch. Kaum hat das Weibchen den davongeeilten Gatten eingeholt, legt es den langen Hals in merkwürdiger Linienform aufs Wasser, läßt Kopf und Leib tiefer ins Wasser sinken und verharrt in dieser komischen Stellung, während das Männchen wieder sich reckt und streckt und schüttelt und nicht begreifen kann. Und wie wenn nun die Verliebte dem Freier sagen wollte: „Nimm mich," verschwindet sie sachte unter dem Wasserspiegel. Es folgt nun ein Haschen und Tauchen nach Herzenslust, bis plötzlich der eine der Vögel sich im Wasser erhebt und mit senkrechtem Oberkörper die Flügel schlägt, um dann, mit den Füßen das Wasser tretend, davonzueilen. Rasch folgt der Verlassene. Ueber dem Wasser beginnt nun ein wildes Jagen, daß es nur so klatscht und spritzt.

Ende April, anfangs Mai, wird mit dem Nestbau begonnen. Das ärmliche Nest, aus dürren Schilfrohren, Grashalmen und vorjährigen Binsen bestehend, wird im Schilfsaum angelegt. Auf dieser schwimmenden Insel legt nun das Weibchen 1 bis 4 weiße Eier, die beim Verlassen des Nestes mit Nestmaterial zugedeckt werden, um sie vor dem Erkalten, besonders aber vor den Blicken Uneingeweihter zu schützen. Und wenn auch die Eier oft mehr als zur Hälfte im Wasser liegen, das brütende Weibchen bringt sie doch zur Reife, oft auch das Brutgeschäft Mutter Sonne stundenlang überlassend. Kaum sind die ausgeschlüpften Jungen trocken, so folgen sie der Mutter ins nasse Element, wo sie von den Alten im Fischfang unterrichtet werden.

14. Jahrgang Nr. 6 30. August 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Professor, Luzern

Inhalt: Vom Werdegang der Entfernungs- und Größenmessungen der Himmelskörper — Maximilian Westermaier —

Vom Werdegang der Entfernungs- und Größenmessungen der Himmelskörper

Von Dr. P. Theodor Schwegler O. S. B., Einsiedeln. (Schluß)

Die Fixsterne und Nebel.

Mittelst des Abstandes der Erde von der Sonne in die Tiefen des Weltalls vorzudringen, suchte man schon, als man bloß wußte, daß dieser sehr groß sein müsse. Der Kampf um das Kopernikanische Weltsystem drängte förmlich dazu. Denn die Anhänger des Ptolomäus wendeten, und von ihrem Standpunkt aus nicht mit Unrecht, gegen das neue Weltsystem ein: Wenn die Erde sich um die Sonne bewegt, warum weisen dann die Fixsterne keine gegenseitige Verschiebung auf; warum zeigen sie keine Parallaxe? Denn wenn wir an einer Gruppe von Gegenständen vorübergehen oder vor ihr eine Strecke weit uns hin und her bewegen, die im Verhältnis zur Entfernung der Gruppe nicht allzu klein ist, so nehmen wir je nach unserer Stellung eine andere Gruppierung wahr, und zwar um so mehr, je größer die Parallaxe ist, d. h. der Winkel, unter dem von der Gruppe aus der von uns zurückgelegte Weg erscheint, in unserem Falle der Durchmesser bezw. Halbmesser der Erdbahn, die Sonnenweite. Wohl konnten die Anhänger des Kopernikus das Fehlen einer Parallaxe auf die zu große Entfernung der Fixsterne zurückführen, aber widerlegen konnten sie damit ihre Gegner nicht. Es blieb also für sie nichts anderes übrig, als mit stets besseren Mitteln und Verfahren nach einer Fixstern-Parallaxe zu suchen. Dieses Suchen zeitigte eine Reihe wichtiger Entdeckungen, die der Doppelsterne durch Galilei (1564—1642), die der Aberration des Lichtes durch Bradley (1728); aber eine Parallaxe ließ sich nicht auffinden. Aus den Vergleichen alter und neuer Sternkarten hatten indes die Astronomen gelernt, daß die Fixsterne eben nicht „fix“, fest sein können, sondern daß jeder eine Eigenbewegung besitze, weil sonst die Sternbilder im Laufe der Zeit ihr Aussehen nicht ändern würden. Ja, man fand bereits Sterne mit deutlich meßbarer seitlicher Verschiebung, so Stern 61 im Sternbild des Schwan. Da überlegte der große Königsberger Astronom Bessel (1784—1846) also: Es darf vernünftigerweise angenommen werden, daß im Weltall Geschwindigkeiten herrschen, die mit denen im Sonnensystem von gleicher Größenordnung sind — diese schwanken zwischen 48 und 5 Km. in der Sekunde. Dann erscheint uns die seitliche Eigengeschwindigkeit*) eines Sternes umso größer, je näher der Stern ist. Sterne mit großer seitlicher (tangen-

*) Die Sterne werden sich in der Regel nicht bloß seitlich (tangential) bewegen, sondern auch radial, d. h. in der Richtung der Sehstrahlen. Die wirkliche Geschwindigkeit ist dann die geometrische Resultante der beiden Komponenten, in unserm Falle die Hypotenuse des Dreieckes, dessen Katheten die beiden Komponenten darstellen. Von der tangentialen Komponente läßt sich zunächst die sog. Winkelgeschwindigkeit (im absoluten Bogenmaß) unmittelbar messen. Kennt man dazu noch den Abstand des Körpers, so gibt das Produkt der beiden Werte die wirkliche tangentiale Komponente. — Die radiale Komponente findet man mittelst des Dopplerschen Effektes in Verbindung mit den Fraunhoferschen Linien. Doppler (1803—53) fand, daß von einem herannahenden (sich entfernenden) Körper umso mehr (bezw. weniger) Schall- und Lichtwellen zu uns gelangen, je größer die Geschwindigkeit ist, mit der er sich bewegt. Wie die Vermehrung der Schallwellen den Ton erhöht, die Verminderung ihn erniedrigt, so bewirkt eine Vermehrung der Lichtwellen, daß die von Fraunhofer

tialer) Geschwindigkeit bieten also am ehesten Aussicht, eine meßbare Parallaxe zu besitzen. Mittelst des Heliometers, das Fraunhofer konstruiert hatte und das bereits Winkel von 0,1″ zu messen gestattete, entdeckte dann Bessel 1837 eine Parallaxe bei oben genanntem Stern 61 des Schwan. Den anfangs gefundenen Wert von 0,31″ verbesserte er nachträglich auf 0,344″. Da nun der Erdbahnhalbmesser erst im 206265-fachen**) Abstande unter dem Winkel 1″ erscheint, und Abstand und Parallaxe sich umgekehrt verhalten, so ist jener Stern 600,000 Sonnenweiten von uns entfernt. Den der Parallaxe 1″ entsprechenden Abstand nennen wir eine Sternweite. Um diese zu durcheilen, braucht das Licht, das in der Sekunde 300000 Km. macht, 3,26 Jahre. Demnach ist jener Stern 9,48 Lichtjahre von uns entfernt. Seit Bessel hat man die Parallaxe von über hundert weitern Fixsternen bestimmt, und es gelingt bereits, Parallaxen bis 0,01″ mit 0,005″ Unsicherheit zu messen. Als größte Parallaxe galt bis vor kurzem die von α Centauri, mit 0,76″; neuestens fand man nun, daß ein 2°11′ (4-fache Vollmondbreite) davon entferntes Sternchen 11. Größe eine noch größere Parallaxe besitzt, nämlich 0,77″. Bis auf weiteres hat also dieses dem unbewaffneten Auge unsichtbare Sternchen als der uns nächste Stern zu gelten. Sein Abstand beträgt rund 268,000 Sonnenweiten.

Die Größe der Fixsterne, d. h. ihre Ausmaße, läßt sich nicht mehr wie innerhalb des Sonnensystems bestimmen, weil auch in den stärksten Fernrohren sie nur als leuchtende Punkte erscheinen. Wenn indes zwei oder mehrere Fixsterne zusammen ein System bilden und ihr Abstand mittelst der Parallaxe oder sonstwie bekannt ist, so läßt sich unter bestimmten Bedingungen ihre Größe (im bisherigen geometrischen Sinne) wenigstens annähernd angeben. Diese Bedingungen sind, daß sich die scheinbaren Abstände und die Umlaufzeiten feststellen lassen. Da kein vernünftiger Grund besteht, dem Newton'schen Gesetze der Massenanziehung die Allgemeingültigkeit abzusprechen, so dürfen auch die von jenem ableitbaren Keplerschen Gesetze als allgemein gültig behandelt werden; in einzelnen Fällen können die zwei ersten (Kegelschnittform der Bahnen und der Flächensatz) unmittelbar nachgewiesen werden. Die Anwendung des für uns so wichtigen 3. Gesetzes dagegen ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Bei den drei- und mehrfachen Sternen scheinen zunächst Verhältnisse vorzuliegen wie in unserm Sonnensystem, wo ein Zentralkörper von mehreren Begleitern und diese wieder von Trabanten (Monden) umkreist werden, über die das 3. Keplersche Gesetz uns so wichtige Aufschlüsse verschaffen konnte. Hier aber stehen wir mitten im sogen. Dreikörper-Problem, der Aufgabe nämlich, die Bahnen zu bestimmen, die drei (oder mehr) Körper unter dem Einflusse der gegenseitigen Anziehung beschreiben. Diese Aufgabe haben bis heute die Mathematiker nur unter vereinfachenden Bedingungen lösen können, wie sie in unserm Sonnensystem vorliegen, wo die Planetbahnen beinahe in derselben Ebene liegen und, was die Hauptsache ist, der Zentralkörper die Masse aller Begleiter weit übertrifft, nämlich um das 750-fache; selbst der größte Planet, der Jupiter, hat nur den 1047sten Teil der Sonnenmasse. Bis auf kleinere Störungen durch allfällig benachbarte größere Planeten befolgen daher die Planeten die Gesetze des Zweikörperproblems, eben die Keplerschen Gesetze. Mögen in der Fixsternwelt auch Systeme von der Art des unsrigen vorkommen, in solchen Entfernungen kann das Fernrohr uns nur Kunde geben über Systeme, deren Glieder Massen von der gleichen Größenordnung besitzen. Wohl kann man auch hier den hellsten Stern als Zentralkörper der lichtschwächern betrachten und diese wieder als Zentren der ganz lichtschwachen, kann die betreffenden Umlaufzeiten feststellen, aber endgültig beantworten läßt sich die Frage nach den Massen und ihren Verhältniszahlen nicht. Günstiger liegen die Dinge bei den Doppelsternen. Es kann zwar auch hier von einem eigentlichen Zentralkörper nicht die Rede sein, denn die beiden Körper drehen sich in der gleichen Zeit um den gemeinsamen Schwerpunkt, der bezüglich des betreffenden Systems ruht und die Verbindungslinie der Mittelpunkte der beiden Körper im umgekehrten Verhältnis der Massen teilt. Dies gilt zwar auch für die Glieder unseres Sonnensystems, aber der gemeinsame Schwerpunkt von Sonne und Planet, Planet und Mond liegt noch innerhalb des Zentralkörpers, nur der von Sonne und Jupiter

(1787—1826) entdeckten Spektrallinien sich nach dem violetten Ende des Spektrenbandes verschieben; bei einer Verminderung der Lichtwellen dagegen verschieben sich die Linien nach dem roten Ende hin. Erscheint im Spektrum eines Sternes eine Linie, die für ein bestimmtes Element sonst kennzeichnend ist, nach dem einen oder andern Ende hin verschoben, so kann aus der Größe dieser Verschiebung die Geschwindigkeit berechnet werden, mit der dieser Körper herannaht oder sich entfernt. Die also gefundenen Geschwindigkeiten liegen zwischen einigen zehn und einigen hundert Kilometern, so daß sich Bessels Annahme als richtig erwies.

**) Diese Zahl ist der Quotient der Anzahl Sekunden im Halbkreis und der Zahl π, also 648000 : 3,14159 ... 1 : 206264,8 ... = 0,000004848 ... ist das absolute Bogenmaß für 1″, 1 : 3437,7 ... = 0,000290 ... das Bogenmaß für 1′, 1 : 57,2957 ... = 0,17453 ... das Bogenmaß für 1°. Auf einen Bogen von der Länge des Halbmessers trifft es 57°. 2957 ... = 3437′, 7 ... = 206264″, 8 ...

liegt ein wenig (7 % des Halbmessers) außerhalb der Sonne. Bei genauer Durchführung des 3. Keplerschen Gesetzes ist daher entweder der mittlere Abstand vom gemeinsamen Schwerpunkt als Halbachse zu wählen, oder man läßt den kleinern Körper um den größern kreisen, dem man aber die Summe der beiden Massen gibt. An Hand dieses zweiten Weges soll das Verfahren am Beispiel des Sirius, erläutert werden. Daß der Sirius, dieser hellste Stern der südlichen Himmelshälfte, einen Begleiter haben müsse, sprach schon 1844 Bessel aus, aber erst 18 Jahre später gelang es dem Amerikaner Clark in Boston, diesen zu entdecken. In 49,7 Jahren vollendet er seinen Umlauf um den Sirius (im oben angegebenen Sinne) und ist im Mittel 7,57″ von diesem entfernt. Da der Sirius die Parallaxe 0,37″ hat, so ist der Abstand der beiden Körper, wie eine leichte trigonometrische Rechnung zeigt, 20,10 $\left(=\frac{7.57}{0,37}\right)$ Sonnenweiten und entspricht dem Abstand des Uranus von der Sonne, der 19,191 Sonnenweiten beträgt. Für seinen Umlauf aber braucht der Uranus 84,0135 Jahre. Nach den einen Beobachtungen teilt der Schwerpunkt den Abstand der beiden Sterne im Verhältnis 2 : 3, nach andern dagegen im Verhältnis 5 : 11. Wenden wir also das 3. Keplersche Gesetz auf die beiden Systeme an, bezeichnen mit a den Abstand Sonne—Uranus, mit T die Umlaufzeit des Uranus, mit M die Summe der Massen von Sonne und Uranus, mit a', T' und M' die entsprechenden Größen im System des Sirius: dann erhalten wir die Gleichungen:

$$(T^2.M) : (T'^2.M') = a^3 : a'^3;$$

$$\text{also } M' = \left(\frac{a'}{a}\right)^3 \cdot \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \cdot M = \left(\frac{20,19}{19,19}\right)^3 \cdot \left(\frac{84\,0135}{49,7}\right)^2 \cdot M$$
$$= 3,4222\ M.$$

Durch eine einfache Verhältnisgleichung erhält man aus diesem Wert nach den erstgenannten Angaben für den Sirius die 2,57-fache Sonnenmasse, nach der andern Angabe die 2,35-fache Sonnenmasse. Auf den Begleiter trifft es dann die 0,86-fache bezw. die 1,07-fache Sonnenmasse. — Noch mehr! Auf Grund der Angaben der Astrophysik über die Spektral- und optischen Größenklassen dieser Sterne können wir sogar, wenigstens annähernd, das Verhältnis ihrer Halbmesser angeben. Beide Sterne gehören der Spektral-Klasse F an und haben daher die gleiche Temperatur, ungefähr 7000° Celsius. Dann aber verhalten sich nach dem Strahlungsgesetz von Planck (*1858, Prof. der Physik in Berlin) die strahlenden Flächen und damit auch die Quadrate der Halbmesser wie die Helligkeiten. Da der Sirius die Helligkeit —1,58, sein Begleiter aber 8,44 hat, stehen sie 10 optische Größenklassen voneinander ab, und daher verhalten sich ihre Helligkeiten wie 10,000 : 1*), die Halbmesser also wie 100 : 1. Beachtet man, daß die Masse des Begleiters rund ⅔ von der Masse des Sirius ist, so muß der Begleiter rund 400,000 Mal dichter sein als sein Zentralkörper. Eine Dichte, die rund 53,000 Mal größer ist als die des Wassers, konnte nicht anders als Bedenken erregen. Sie wird aber neuestens bestätigt durch die von Einstein (geb. 1879, seit 1914 in Berlin) auf Grund seiner Relativitätslehre geforderte, und nun auf der Mount-Wilson-Sternwarte entdeckte Rotverschiebung der Spektrallinien, während die moderne Atomtheorie eine befriedigende Erklärung solcher Dichten als möglich erscheinen läßt. — In andern Fällen verrät sich ein Doppelstern durch die abwechselnde Verschiebung der Spektrallinien nach dem roten und violetten Ende hin oder durch eine

*) Die Spektralanalyse gibt uns nicht nur Auskunft über die Elemente, die in den Himmelskörpern vorkommen, sondern auch über den Grad der Verdichtung des Stoffes, indem feste und flüssige Körper ein sogen. Banden-Spektrum liefern, Gase und Dämpfe dagegen ein Linien-Spektrum, dessen Linien umso schärfer und einfacher sind, je höher die Temperatur ist. Eine Einteilung der Sterne nach dem Spektrum gab schon der Jesuit Secchi (1818—78). Nach den vorherrschenden Linien teilt man heute die Sterne in 6 Klassen ein:

B	He-Linien (Helium)	12,000 Grad
A	H-Linien (Wasserstoff)	9,000 „
F	Ca-Linien (Kalzium)	6,500 „
G	Ca- und Metall-Linien	5,500 „
K	Metall-Linien und Banden	4,000 „
M	Starke Banden	3,000 „

Viel älter als diese Einteilungen ist die nach der Helligkeit. Die hellsten Sterne zählte man zur ersten Größenklasse, die dem unbewaffneten Auge eben noch sichtbaren zur 6. Die modernen Photometer gestatten, auch die Zwischenstufen in Hundertsteln anzugeben; zugleich sah man sich gezwungen, auch rückwärts, über Null hinaus zu zählen, wenn man von einer bestimmten Helligkeit ausgehen wollte. Der steigenden arithmetischen Reihe der Klassen entspricht eine abnehmende geometrische Reihe der Helligkeiten selber, indem diese von einer Klasse zur nächsten um das $10^{0,4}$ (= 2,5119...)-fache abnimmt. Um das Helligkeitsverhältnis zweier Sterne zu erhalten, hat man also 0,4 mit dem Klassenunterschied zu vervielfachen und zur erhaltenen Zahl als gemeinem Logarithmus den Numerus zu suchen.

Wenn nach Einstein ein Atom bezüglich des ruhend gedachten Beobachters in Bewegung ist, so müssen die von diesem Atom ausgehenden Lichtwellen eine Verschiebung nach dem roten Ende hin erfahren, deren Stärke von den Potenzialen P und P' der beiden in Frage kommenden Körper abhängt. Bezeichnet λ eine bestimmte Länge der Lichtwellen und c die Geschwindigkeit des Lichtes in cm

gesetzmäßig wiederkehrende Verdunkelung. Im ersten Falle lassen sich Geschwindigkeiten und Umlaufzeit, im zweiten Falle die Umlaufzeit und das ungefähre Massenverhältnis feststellen; die andern Größen ergeben sich dann aus dem 3. Keplerschen Gesetze. In diesen beiden Fällen ist zur Größenbestimmung die Kenntnis der Parallaxe bezw. des Abstandes nicht einmal erfordert.

Bis auf hundert Sternweiten, wie oben bereits bemerkt wurde, können die Entfernungen von Fixsternen aus den gemessenen parallaktischen Verschiebungen trigonometrisch bestimmt werden. Um weiter in den Weltenraum hinauszudringen, muß man sich der Ergebnisse der sogen. Spektroskopsie über die Zusammenhänge von Spektralklasse und absoluter Helligkeit bedienen.

Die Leuchtkraft eines Sternes nimmt natürlich wie jede andere physikalische Kraft ab mit dem Quadrate der Entfernung. Die ohne Rücksicht auf die Entfernung bestimmte optische Größenklasse gestattet also noch nicht, die Sterne bezüglich ihrer Helligkeit miteinander zu vergleichen. Man rückt daher alle Sterne in den gleichen Abstand von zehn Sternweiten, dem die Parallaxe 0,1″ entspricht. Dadurch werden lichtschwache Sterne viel heller, helle Sterne dagegen rücken in eine höhere, lichtschwächere Klasse. Der Sirius z. B., dessen Parallaxe 0,37″ ist, erhält dadurch einen 3,7 Mal größeren Abstand, wird 13,7 (= $3{,}7^2$) mal lichtschwächer und seine optische Größenklasse nimmt um 2,84 (= 5.log 3,7) zu, aus einem Sterne von der Größe —1,58 wird er ein Stern von der Größe 1,26: dies ist nun die absolute Helligkeit des Sirius. Entsprechendes gilt von den andern Fixsternen. — Im Jahre 1914 nun untersuchte der Amerikaner Russel den Zusammenhang zwischen Spektrum und absoluter Helligkeit. Dabei zeigte es sich, daß die Sterne der

Spektralkl.	B	zwisch.	d.	opt.	Größenkl.	-3	und	1 liegen,
„	A	„	„	„	„	-2	„	2
„	F	„	„	„	„	0	„	4
„	G	„	„	„	„	0	„	9
„	K	„	„	„	„	0	„	10
„	M	„	„	„	„	-1	„	12.

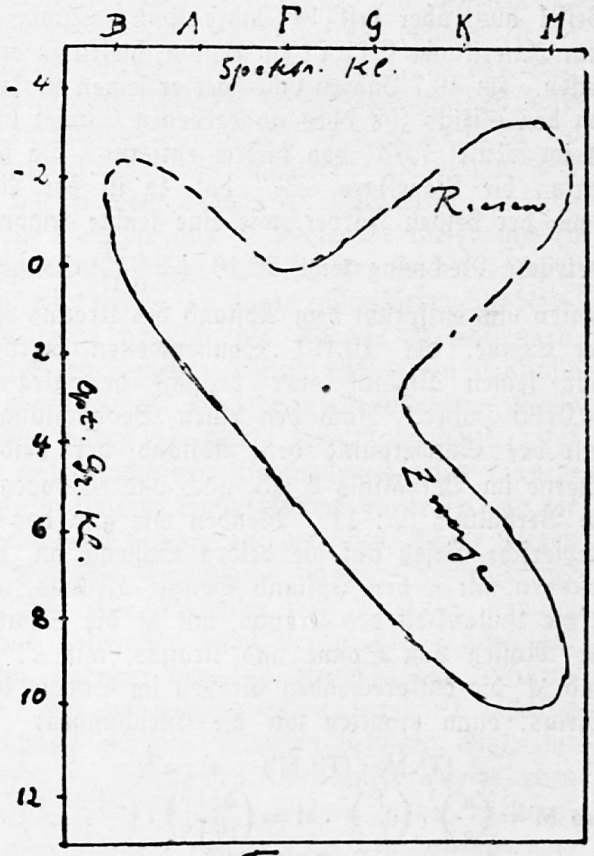


Fig. 3.

Von der Klasse F an scheiden sich die Sterne der einzelnen Spektralklassen in je eine Gruppe der Riesen und der Zwerge. Diese Trennung konnte der deutsche Astronom Kohlschütter bei den Klassen G, K und M an der Schärfe und dem Aussehen gewisser Spektrallinien z. F. der H-Linie bei der M-Klasse durchführen. Da innerhalb der beiden Aeste die Helligkeiten sich wie bei den Klassen B, A und F auf wenige optische Größenklassen verteilen, so genügt es, die absolute Helligkeit eines Riesen bezw. eines Zwerges zu kennen, um aus dem Unterschiede der absoluten und der scheinbaren Helligkeit die Entfernungen der andern Sterne dieses Typus zu berechnen. Ist z. B. die absolute Helligkeit eines Zwerges vom Typus M 8, die scheinbare Helligkeit eines andern solchen Zwerges dagegen 18, so entspräche diesem Größenunterschiede 10, wie wir früher gesehen haben, ein

(3. 10^{10} cm), so beträgt die Verlängerung der Spektrallinien: $\Delta\lambda = (P - P') : c^2$, worin $P = f.\frac{M}{R}$, ebenfalls im cm-Maß. Die Werte, die diese Formel für die meisten Systeme liefert, fallen so klein aus, daß sie sich vom Doppler-Effekt des bewegten Körpers nicht abheben. Einzig beim Sirius-Begleiter ist diese Verlängerung groß genug, um beobachtet werden zu können. Einstein berechnete für $\lambda = 450\,\mu\mu$ (= 0,00045 mm) eine Verlängerung von $\Delta\lambda = 0{,}029\,\mu\mu$, während die Beobachtung 0,032 $\mu\mu$ ergab, eine Uebereinstimmung, die angesichts der obwaltenden Schwierigkeiten als sehr gut bezeichnet werden muß. Nach der modernen Atomtheorie sind die Atome Sonnensysteme im kleinen: ein Kern von 10^{-13} cm Durchmesser bildet die Hauptmasse des Atoms, der von einer größern oder kleinern Anzahl von Elektronen umkreist wird in Abständen bis zu 10^{-8} cm. Fallen wegen übermäßiger Verdichtung und Hitze die Elektronen aus ihren Bahnen heraus, so können die Kerne schon so nahe aneinander rücken, daß sie einen förmlichen Brei bilden und Dichten von der oben angeführten Größenordnung erreichen.

10,000-mal größerer Abstand. Auf der Mt. Wilson-Sternwarte in den Ver. Staaten sind denn auch schon mehrere Tausende dieser spektroskopischen Parallaxen berechnet worden. Doch kam man noch nicht über 30,000 Lichtjahre (= r. 10,000 Sternweiten) hinaus, weil die Spektren so weit entfernter Sterne zu schwach werden, als daß sie noch untersucht werden könnten.

Wo die Spektroskopsie versagt, da führt das Studium der sogen. Blinksterne weiter. Unter den periodisch veränderlichen Sternen, deren Abstände bestimmbar sind, gibt es solche, bei denen der Aufstieg zum Höchstwert der Helligkeit viel rascher erfolgt als der Abstieg zum Mindestwert. Nach dem bekanntesten Beispiele dieser Art, δ -Cephei werden diese Blinksterne auch Cepheiden genannt. Bestimmt man bei diesen die absolute Helligkeit zur Zeit ihres Höchst- und Mindestwertes, nimmt daraus das arithmetische Mittel und ordnet diesem Mittel in einem Diagramme die ganze Dauer eines

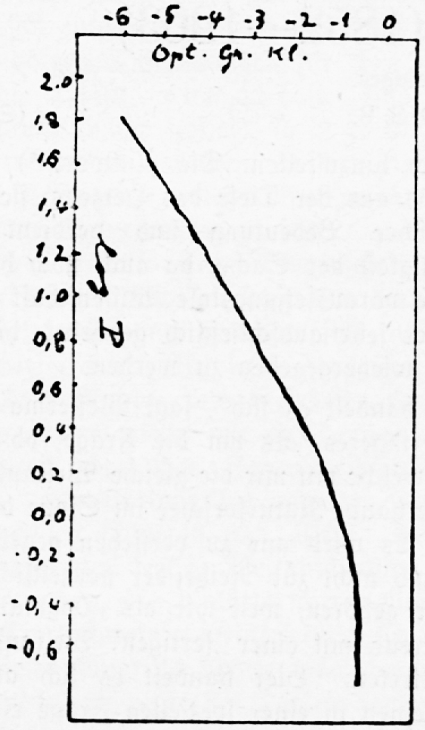


Fig. 4.

solchen Lichtwechsels (bezw. den Logarithmus der Dauer) zu, so ergibt sich: Je länger die Dauer, umso größer die absolute Helligkeit. Der längsten Dauer von 60 Tagen entspricht die absolute Helligkeit —6; wenn die Dauer auf einen Tag hinabsinkt, so zeigt sich kein Helligkeitswechsel mehr; ihre Helligkeit ist noch — 0,25 und damit noch 5 Größenklassen größer als selbst die der Sonne, die, in die angenommene Normalentfernung gebracht, zu einem Sterne von der Größe 4,74 hinabsinkt; dem Klassenunterschied 5 entspricht nach den früher gegebenen Regeln ein Helligkeitsverhältnis 100 : 1.

Nun finden sich auf der nördlichen Himmelshalbkugel, ganz unregelmäßig zerstreut, kugelförmige Sternhaufen, die aus schwachleuchtenden Sternen bestehen und eigene Fixsternwelten darzustellen scheinen. Ein solcher Sternhaufe im Bilde der Jagdhunde (in der Nähe des Gr. Bären) enthält 900 Sterne von den Größen 14—16, während die noch lichtschwächern gar nicht zu zählen sind. Unter diesen 900 gibt es 150 kurzperiodisch Veränderliche, deren mittlere Helligkeit bei 15,5 liegt. Nimmt man an, und die bisher mit solchen Annahmen gemachten Erfahrungen berechtigen uns dazu, daß für diese Sternhaufen dieselben Gesetze gelten wie für unser engeres Sternsystem, so gestattet das Diagramm, aus dem Unterschiede der absoluten und scheinbaren Helligkeiten der Blinksterne gleich kurzer Periode die Entfernung dieses Sternhaufens zu ermitteln: Man kam auf 40,000 Lichtjahre. Auf Grund von Messungen auf einer großen Anzahl von Sternaufnahmen gelang es weiter dem Amerikaner Shapley, den Abstand des uns nächsten Sternhaufens auf 23,000, des entferntesten noch bestimmbaren Haufens dagegen auf 220,000 Lichtjahre zu errechnen, nämlich die Sternhaufen in den Bildern der Jungfrau und des Haares der Berenice.

Auf solche Erfolge hin untersuchte dann der Amerikaner Hubble auf der Mt. Wilson-Sternwarte den Nebel im Sternbild der Andromeda. Darin zeigten sich langperiodische Veränderliche, die, wenn sie am hellsten waren, erst die 18. Größe erreichten. Dehnte Hubble die vorhin genannten Erkenntnisse auch auf diese Nebel aus, so gelangte er zu einem Abstande von 90,000 Lichtjahren; und da der Durchmesser eines solchen Nebels, der scheinbaren Ausdehnung entsprechend, 50,000 Lichtjahre beträgt, so stellen diese Nebel Weltinseln dar, die hinter der nur wenig zurückstehen, der wir angehören, deren Durchmesser 60,000 Lichtjahre ist.

Diese Berechnung Hubbles wird dadurch bestätigt, daß diese Nebel, nach der Linienverschiebung ihrer Spektren zu schließen, eine sehr große radiale Geschwindigkeit haben müssen, während eine tangentiale Komponente sich niemals zeigt. Es ist aber ganz unwahrscheinlich, daß all diese am ganzen Himmel zerstreuten Nebel sämtlich geradlinig von uns weg oder auf uns zu eilen, vielmehr ist mit Bessel anzunehmen, daß ihre tangentiale Komponente von der gleichen Größenordnung ist wie die radiale und nur wegen der ungeheuren Entfernung der Nebel nicht mehr wahrgenommen wird. Einen Anhaltspunkt für die wirkliche Entfernung boten nun die sogen. Novae, die bisweilen neu aufleuchtenden Sterne, die nach einiger Zeit ihre unge-

wöhnliche Helligkeit wieder verlieren. Da alle Novae mit bestimmbarer Parallaxe im Aufleuchten wie im Erlöschen stets absolute Helligkeiten von der gleichen Größenordnung aufwiesen, so dehnte der Schwede Lundmark diese Regeln auch auf die in den Andromeda-Nebeln auftauchenden Novae aus und kam zu einem Abstand von 60,000 Lichtjahren, einem Werte, der von der gleichen Größenordnung ist wie der oben von Hubble gefundene. Der Unterschied erklärt sich daraus, daß all diesen Verallgemeinerungen eine gewisse Ungenauigkeit anhaftet; die verhältnismäßig große Uebereinstimmung aber beweist, daß die Berechnung im wesentlichen richtig ist.

In unfaßbare Fernen ist die Forschung bereits vorgedrungen, der bisherige Werdegang läßt aber erwarten, daß sie dabei nicht stehen bleiben, sondern bis an die Grenzen des Weltalls vorzudringen suchen wird. Denn das Weltall ist weder im Sinne des Philosophen noch in dem des Mathematikers unendlich. Wirklich unendlich ist bloß Gott, und was größer ist als jede angebbare Zahl, besteht bloß in der Ideenwelt des Mathematikers. Aus seiner Relativitätstheorie, um die heute ein ähnlicher Kampf der Geister ausgefochten wird, wie vor drei Jahrhunderten um das heliozentrische System des Kopernikus, folgert Einstein, daß das Weltall begrenzt sein müsse und sein Durchmesser nur einige wenige Millionen Lichtjahre betrage.

Wenn der Anblick des gestirnten Himmels schon die Alten, Juden und Heiden, zu anbetender Bewunderung der Gottheit hinriß trotz der Unkenntnis der Entfernungen und Größen dieser Zeitenmesser, wie viel mehr Grund haben wir jetzt, mit dem Psalmisten zu beten und zu singen:

Lobet den Herrn, ihr Sonne und Mond, lobet ihn, alle Sterne und Leuchten! Auf Jahrtausende hat er euch hingesetzt, euch ein Gesetz gegeben, das nicht vergeht. (Ps. 148, 3, 6).

Maximilian Westermaier (1852—1903)

Zur 25. Wiederkehr seines Todestages.

Von Dr. P. Emmanuel Scherer O. S. B. (Schluß.)

H. Potonié nun hatte in seiner Antrittsvorlesung[14]) die Behauptung aufgestellt, daß die ältesten bekannten fossilen Pflanzen an Zweckmäßigkeit hinter den heutigen zurückständen. Er versuchte dabei, an dem vorhandenen paläozoischen Material angebliche Unzweckmäßigkeiten nachzuweisen. Diesen Behauptungen trat Westermaier in einer kritischen Besprechung[15]) ausführlich entgegen und wies zunächst allgemein die Unhaltbarkeit der Behauptungen Potoniés nach, zeigte sodann in einem besonderen Teile, daß dieser sich bezüglich des Tatsachenmaterials grobe Beobachtungs- und Denkfehler habe zu Schulden kommen lassen. Westermaier schloß seine wohlüberlegten Ausführungen mit den Worten: „Nach dem Vorstehenden und allem, was wir wissen, ist der Satz, daß die Zweckmäßigkeit der pflanzlichen Organismen ebenso alt ist als diese Organismen selbst, durch keine Tatsache widerlegt." Potonié trat in seiner Erwiderung den Rückzug an, ging jedoch dabei in wenig taktvoller Weise zu persönlichen Angriffen über und suchte Westermaiers Weltanschauung und Naturauffassung als unwissenschaftlich hinzustellen. Die Antwort[16]) Westermaiers kam aus der Tiefe des Herzens, sie ist von grundsätzlicher Bedeutung und verdient wegen der Wichtigkeit der Sache, da auch noch heute die sogenannte voraussetzungslose Wissenschaft sich hin und wieder sehr ausschließlich gebärdet, hier auszugsweise wiedergegeben zu werden.

„Hier handelt es sich", sagt Westermaier, „um nichts Geringeres, als um die Frage, ob ich und alle jene, welche mit mir die gleiche Weltanschauung teilen, überhaupt Naturforscher im Sinne der Neuzeit sind. Es wird uns zu verstehen gegeben, daß wir deshalb nicht zur Reihe der neuzeitlichen Naturforscher gehören, weil wir als ‚Dogmatiker' der Natur bereits mit einer ‚fertigen' Weltanschauung gegenübertreten. Hier handelt es sich also nicht bloß um einen in einer speziellen Frage eingenommenen Standpunkt, sondern kurzweg um die Naturforscherqualität für mich und alle jene, welche auf dem Boden der gleichen Weltanschauung stehen. Hierzu nun bemerke ich an dieser Stelle folgendes: Stellen wir uns einmal, ich meine Herrn Potonié und mich, im Geiste neben einen dritten Naturforscher, welcher der Vergangenheit angehört, neben Newton. Unsere bescheidenen Leistungen werden uns bei diesem Vergleiche wohl nicht entgehen.

[14]) Die von den fossilen Pflanzen gebotenen Daten für die Annahme einer allmählichen Entwicklung vom Einfacheren zum Verwickelteren. Antrittsvorlesung zur Habilitation für Paläobotanik an der Friedrich Wilhelms-Universität in Berlin (6. März 1901).

[15]) Die Pflanzen des Paläozoikums im Lichte der physiologischen Anatomie. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Bd. I. 1902.

[16]) Grundsätzliches zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit paläozoischer Pflanzen. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Bd. I. 1903.

Ich lerne nun für meine Person von einem solchen Manne unter anderem das, daß die Voraussetzung einer höchsten Intelligenz als Ursache des Weltalls und der echte Naturforscherberuf vereinbare Dinge sind, und ich habe nicht die Kühnheit, sondern scheue davor zurück zu sagen, ein solcher Forscher sei im neuzeitlichen Sinne eigentlich kein echter Naturforscher, sondern ein ‚Dogmatiker', weil er der Natur bereits mit einer ‚fertigen' Weltanschauung gegenübertrete.

„Ansichten, welche in ihren Konsequenzen zu Absurditäten führen, sind selbst Verirrungen. Wenn ein Forscher sich in folgender Weise äußern würde: ‚Zum Verständnis der gesamten Natur brauche ich nie und nimmermehr die Annahme einer übernatürlichen Intelligenz', so wäre das unter Umständen auch eine fertige Weltanschauung zu nennen, so fertig wie jene Anschauung, welche die Annahme eines höchsten Wesens als Ursprung der Natur fordert. Einem tiefer blickenden Beobachter kann eine solche Scheidelinie der Auffassungen da und dort nicht entgehen. Wenn man nun die Negative der obigen Anschauungen für den wahren Naturforscher zuläßt, *obwohl* sie eine fertige Weltanschauung in sich schließt, so ist es unzulässig, einem Vertreter der positiven Anschauung zu bedeuten, der Besitz einer fertigen Weltansicht hindere ihn, ein echter Naturforscher zu sein.

„Unhaltbar ist also jene Ausweiseformel aus dem Tempel der Naturwissenschaft: Der Besitz einer fertigen Weltanschauung verträgt sich nicht mit einem Naturforscher! Sie sollte je früher, desto besser aus dem Munde eines Gelehrten verschwinden. Diese Formel macht nur auf denjenigen noch einen Eindruck, der ihre Fadenscheinigkeit nicht durchschaut. Sie ist innerlich unwahr, weil man trotzdem gewissen jüngeren und älteren Naturforschern, die auch eine fertige Weltanschauung zu besitzen beanspruchen, die Naturforscherqualität nicht abspricht. Ein Schweigen meinerseits auf die gegen mich gerichteten Angriffe könnte möglicherweise so gedeutet werden, als ob in der Tat ein konsequenter Gottesgläubiger nicht zugleich ein unbefangener Naturforscher sein könne. Es soll aber nicht einmal der Schein aufkommen, als ob das Eindringen in die natürlichen Wahrheiten unsereinem erschwert sei, als ob die Konsequenzen unserer Weltanschauung der Erforschung der natürlichen Dinge hinderlich oder gar feindlich im Wege ständen.

„Betrachten wir das Verhältnis zwischen Naturforscherstellung und Weltanschauung etwas näher. Das Ideal liegt selbstverständlich einzig in der Harmonie beider. Ist die eine als wahre erkannt, so liegt im Einklang beider auch ein Beweis für die Wahrheit der anderen. Ein Widerspruch zwischen beiden Stellungen deutet auf einen Irrtum auf einer oder auf beiden Seiten. Weltanschauung und Naturforscherstellung sind selbständig neben einander existenzfähig. Die Frage nach der Bedeutung des menschlichen Lebens wird z. B. nicht durch botanische Studien gelöst. Anderseits haben manche naturwissenschaftliche Fragen keine unmittelbare Beziehung zur allgemeinen Weltanschauung. Trotz ihrer relativen Selbständigkeit beeinflussen aber beide einander.

„Wenn mein naturwissenschaftliches Urteil in Hinsicht auf Zweckmäßigkeit der Organismen sich z. B. mit meiner Weltanschauung deckt, so kann man das so ausdrücken, daß in diesem Falle die wissenschaftliche Ueberzeugung eine befriedigende Ergänzung, gewissermaßen eine Stütze meiner Weltanschauung bildet. Dadurch, daß ich Naturforscher bin, wird in der Tat in mancher Hinsicht meine Weltanschauung geläutert. Anders als mancher Gebildete, der nicht Naturforscher ist, anders, seitdem ich Naturforscher bin, betrachte ich die Pflanzenwelt, und zweifellos tiefer, sachverständiger; darin liegt eine Läuterung meiner Weltanschauung.

„Ist nun aber meine Weltanschauung von den *verschiedensten Seiten her* fest in ihrer Wahrheit gegründet und handelt es sich anderseits um schwankende naturwissenschaftliche Hypothesen und unsichere Schlüsse, so kommt der modifizierende, korrigierende Einfluß der umfassenden Weltanschauung zur Geltung, und ich zögere nicht, dieser Weltanschauung den ihr zukommenden beherrschenden Einfluß zuzuerkennen und sie als Maßstab zu benützen zur Beurteilung kühner und unsicherer Hypothesen.

„Meine allgemeine Weltanschauung weist der Naturbetrachtung einen so hohen Platz an, wie kein auf anderer Basis stehender Naturforscher ihn erhabener finden könnte.

„Worin hat die Erhabenheit und der unergründliche, durch Jahrhunderte sich erhaltende Reiz der Naturforschung eigentlich seinen Grund? Darin, daß der menschliche Geist befähigt ist, in die *Fundgrube göttlicher Gedanken* einzudringen und der übrigen Menschheit einige Schriftzüge, in denen solche Gedanken ausgedrückt sind, zu entziffern. Jeder, der Naturforschung treibt, hat nicht nur die Möglichkeit, sondern es ist eine Notwendigkeit für ihn, wenigstens stückweise in der unendlichen Gedankenreihe des Schöpfers sich zu bewegen."

Westermaier schloß seine Verteidigung mit den Sätzen: „Mit meinen Ausführungen wende ich mich direkt an jenes *allgemeine Forum der Wissenschaft*, das so alt ist, wie die Wissenschaft selbst. Die auf ihm verkehren, die nehmen das Vernünftige, woher es kommt, und prüfen es auf seinen wissenschaftlichen Wert. Dort wollen wir uns auch mit unsern wissenschaftlichen Gegnern freundlichst begegnen. Ich schließe mit dem Satz:

Es gibt vor der Wissenschaft keine einzige Tatsache, welche beweist, daß im Reiche der Natur überhaupt, im Reiche der Pflanzenwelt insbesondere, eine Reihe von fehlerhaften Versuchen der Periode der Meisterwerke vorausgegangen sei."

Kein geringerer als Gutberlet bezeichnete diese tiefe, aus der Seele quellende Verteidigung des gläubigen Forschers als eine geradezu vernichtende Kritik seines Gegners. Für Potonié erhob sich niemand aus den Reihen seiner Gesinnungsgenossen; aber auch Westermaier mußte sich damals mit der stillen Anerkennung von Seiten seiner Fachgenossen begnügen. Heute liegt die Sache anders. In einer Rede über die Anpassung fossiler Pflanzen, gehalten im Mai 1910, gibt der englische Forscher Dunkinfield H. Scott, Präsident der Linnean Society of London, Westermaier vollständig recht. „Im besondern wird," sagte der genannte Gelehrte, „Westermaiers Behauptung, daß der Bau der Steinkohlenpflanzen, ebenso wie es bei den heutigen Pflanzen der Fall ist, den Gesetzen der mechanischen Stabilität und Materialersparnis folge, vollständig bestätigt durch genaue Untersuchungen über ihre Struktur, während seines Gegners vermeintliche Entdeckung paläozoischer Strukturen, die in direktem Widerspruche ständen mit den Grundsätzen des Technikers, nur beweist, daß der Kritiker Potonié nicht zwischen Stützgewebe und Leitgewebe der Pflanze hatte unterscheiden können."

Das Tatsachenmaterial hat demnach Westermaier recht gegeben; er ist als Sieger aus jenem Kampfe hervorgegangen, seine Zuversicht hat ihn nicht betrogen.

Aber schon waren auch die Tage dieses unbeugsamen Kämpfers für Wahrheit und Wissenschaft gezählt. Nachdem Westermaier am Mittwoch, den 29. April 1903, noch, wie gewöhnlich, den ganzen Tag im botanischen Institute gearbeitet hatte, wurde er am andern Morgen plötzlich von heftigen Leibschmerzen befallen. Die Aerzte erkannten eine Darmverschlingung und schritten gegen Abend zur Operation. Diese erwies leider die gänzliche Aussichtslosigkeit jeder menschlichen Hilfe. Im vollen Bewußtsein seiner Lage ordnete der Kranke am Freitagvormittag seine zeitlichen und seelischen Angelegenheiten und nahm von seinen Kollegen, Freunden und Schülern ergreifenden, jedem unvergeßlichen Abschied. Wie er sein ganzes Leben zugebracht hatte, so starb er, als frommer, überzeugungstreuer Katholik, eines wahrhaft heiligmäßigen Todes. Am 1. Mai 1903, kurz nach Mittag, hauchte er seine edle Seele aus, aufs tiefste betrauert von den Kollegen, Freunden und Schülern, die weinend an seinem Sterbelager knieten, von allen, die im Leben ihm jemals näher getreten waren.

Die Leichenfeier gestaltete sich zu einer großartigen Kundgebung für den so jäh aus seinem vollen Wirkungskreise Herausgerissenen. Die gesamte Universität, Professoren und Studenten, die Spitzen der Behörden, der bayerische Gesandte in Bern, zahlreiche Freunde und Verehrer, ja die ganze Stadt Freiburg wollten dem Heimgegangenen das letzte Geleite geben. In der Sankt Michaelskirche beim Kollegium fand das feierliche Requiem statt, und in der Gruft der Kirche wurde, was sterblich war an Maximilan Westermaier, dem Schoß der Erde übergeben.

Für die Freiburger Hochschule bedeutete das frühe Hinscheiden Westermaiers einen sehr schmerzlichen Verlust. Es war nicht allein der große Gelehrte, der ihr und seinem Fach entrissen wurde, es war auch der edle Mensch, der immer das Hohe und Ideale vertrat, der in der katholischen Hochschule ein Lebensziel erblickte, der so manche persönliche Gegensätze zu vermitteln und zu überbrükken verstand, kurzum, der Mann, der nur für das Wohl seiner Universität lebte. Was Westermaier außerdem in Freiburg wirkte an stillem Wohltun, indem er Kranke besuchte, das wird dereinst am Tage offenbar werden, an dem jedes gute Werk seinen Lohn empfängt. Der Dominikaner P. M. Albert Weiß bezeugte von Westermaier, daß es keine Tugend gebe, die er nicht heroisch geübt habe.

Westermaier war unverheiratet geblieben, und in den letzten Jahren auch ohne nähere Verwandte. Für sich selbst brauchte er sehr wenig, da er fast bedürfnislos war. Sein nicht unbeträchtliches Vermögen vermachte er der Universität. An ihr hing er mit der ganzen Innigkeit seines reichen Gemütes. In den letzten Lebensstunden äußerte er kein Wort der Klage über seine qualvollen Schmerzen; alle seine Aussprüche waren entweder Gebete oder Aeußerungen fürsorgender Liebe für die Universität. Seine ganze Lebensrichtung aber wird gekennzeichnet durch die Worte, die er eine Viertelstunde vor seinem Ende zu einem Kollegen sprach: „Katholisch und wissenschaftlich muß immer unser Streben sein; aber noch mehr katholisch als wissenschaftlich. Denn für die Wissenschaft kann man genug tun, für den katholischen Glauben aber kann man nie genug tun." Wahrlich in Maximilian Westermaier hatte das Ideal eines katholischen Gelehrten Leben und Gestalt angenommen. Wehmütig gedenke ich heute, nach 25 Jahren, des Dichterwortes: „Wir werden nimmer Seinesgleichen sehen."

14. Jahrgang Nr. 7 11. Oktober 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule“

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. Theiler, Professor, Luzern

Inhalt: Atomphysik und Astronomie — Technische Geheimnisse der Alten — Baukunst — Sudoku 1928 —

Atomphysik und Astronomie

Von Dr. A. Stäger, Zürich.

Lange war das Newtonsche Gravitationsgesetz das einzige Mittel zur exakten Erforschung der astronomischen Verhältnisse; die kinematische Beherrschung der Sternenwelt schien der Gipfel des Erreichbaren zu sein. Nachdem aber Bunsen und Kirchhoff die Spektralanalyse entdeckt, die Umkehrung der Spektrallinien (Fraunhofersche Linien) erklärt und auf Grund ihrer Methode einige neue Elemente entdeckt hatten, da schienen ferne Welten so nahe gerückt, daß man sie sozusagen im Reagenzglas untersuchen konnte. Die Methoden waren indes nur qualitativ; man beobachtete zunächst, welche Linien in einem bestimmten Sternspektrum auftraten und mit welchen Linien bekannter Substanzen sie identifiziert werden konnten.

Heute wird, abgesehen von der durch den Dopplereffekt bedingten Spektrallinienverschiebung (vrgl. Ansteigen des Tons bei Annäherung der Schallquelle; Sinken bei Entfernung), die die Relativbewegung zwischen Stern und Erde, sowie bei der Sonne die Rotation erkennen läßt, berücksichtigt, daß ein und dieselbe Substanz unter verschiedenen Anregungsbedingungen verschiedene Spektren gibt und daß daher aus der genauen Analyse des Spektrums der physikalische Zustand des lichtentsendenden Gestirns ermittelt werden kann.

W. Gerlach bringt in seinem sehr lesenswerten Buch „Materie, Elektrizität, Energie“ (Verlag Steinkopff, Leipzig) eine übersichtliche Zusammenstellung der für die Astronomie wichtigsten Sätze der Spektralphysik und anschließend die Grundtatsachen der Astronomie und Astrophysik:

a) Physikalische Sätze:

1. Das Spektrum einer glühenden Masse hängt nur von ihrer Temperatur ab.
2. Ein und dasselbe Atom kann in verschiedenen Zuständen existieren und daher verschiedene Spektren emittieren.
3. Diese Zustände unterscheiden sich durch ihren Energieinhalt; man kann daher durch die Energiezufuhr die Zustände und damit die zugehörigen Spektren erhalten.
4. Das Linienspektrum gibt somit Kunde von der chemischen Natur (alte Spektralanalyse) und dem physikalischen Zustand des Atoms (moderne Spektralforschung).
5. Nach N. Bohr ist die Linienstrahlung durch den Uebergang von einem energiereichern Zustand in einen energieärmeren bedingt.
6. Ueberschreitet die Energiezufuhr die zur Anregung (-Ueberführung des Atoms von einem energieärmeren in einen energiereicheren Zustand) nötige Grenze, so wird das Atom ionisiert, d. h. es wird ein Elektron aus der äußersten Schale (im Bohrschen Sinn) entfernt. Das Ion kann, wenn noch mehr Ionen da sind, durch weitere Energiezufuhr angeregt und schließlich zur Abgabe eines zweiten Elektrons gebracht werden, wodurch das Atom doppelt ionisiert ist. Beim Zurückfallen des Ions in energieärmere Zustände wird die verfügbare Energiedifferenz durch Emission von Spektrallinien emittiert.
7. Die Spektrallinienemission bei Uebergängen unterhalb der Ionisierungsgrenze nennt man gewöhnlich Flammen- oder Bogenspektrum, oberhalb der Ionisierungsgrenze spricht man von Funkenspektrum. Die beiden Spektren sind selten ganz getrennt. Aus der Intensität der Spektrallinien schließt man auf die Zahl der sie emittierenden Atome.

8. Die Anregungs-Energie für die Strahlung sowie die Jonisations-Energie sind für die betreffenden Atome charakteristische Grundkonstanten.
9. Außer diesen Konstanten hängt der physikalische Zustand der Atome im thermischen Gleichgewicht von dem Druck und der Temperatur in der strahlenden Schicht ab. Zwischen normalen und angeregten Atomen besteht ein Gleichgewicht, das von Temperatur und Druck abhängt.
10. Dieses Gleichgewicht kann durch Einstrahlung sowie durch elektrische Kräfte gestört werden.
11. Die Messung der Spektrallinienbreite ermöglicht wichtige Schlüsse auf die Beschaffenheit des Drucks, der Dichte, der Dicke usw. in der emittierenden Schicht.

b) Die wichtigsten Tatsachen der modernen Astronomie und experimentellen Astrophysik stellt **Gerlach** folgendermaßen zusammen:

1. Alle Fixsterne haben ungefähr die gleiche Masse, nämlich 10^{33} bis 10^{34} Gramm. Die Fixsterne unterscheiden sich demnach hauptsächlich durch ihre Ausdehnung und Temperatur.
2. Die Temperatur läßt sich aus der Energieverteilung im Spektrum bestimmen.
3. Die beobachtbare Gesamthelligkeit eines Sternes ist kein Maß für die Temperatur oder Leuchtstärke, da die Entfernung auch eine Rolle spielt.
4. Bei bekannter Entfernung läßt sich erst die absolute Helligkeit oder die „absolute Größenklasse" bestimmen.
5. Die absolute Helligkeit steht in keiner Beziehung zur Temperatur der strahlenden Oberfläche; dagegen wächst die absolute Helligkeit mit zunehmender strahlender Oberfläche.
6. Dementsprechend teilt man die Sterne heute ein in Riesensterne und Zwergsterne. Riesen und Zwerge können gleiche Temperatur haben, aber die Oberflächen und damit die Durchmesser sind verschieden. Da nach 1 die Massen annähernd gleich sind bei allen Fixsternen, haben Riesensterne eine viel geringere Dichte als Zwergsterne.
7. Durch graphische Verarbeitung von ca. 2000 zu dem Zweck hinreichend bekannten Sternen, wobei die Helligkeit als Funktion der Temperatur eingetragen wird, zerfallen die Sterne in zwei Gruppen. Die eine Gruppe bildet ein zur Temperaturachse paralleles Band, das heißt diese Gruppe, die Riesensterne strahlen unabhängig von der Temperatur stets ungefähr gleiche Energiemengen pro Sekunde und pro Grammasse.
8. Die Fixsterne zeigen ein kontinuierliches Spektrum mit Linienspektren bekannter chemischer Elemente in Absorption. (vgl. Fraunhofer'sche Linien). Früher vermißte man bei einigen Sternen, z. B. der Sonne die Linien von einigen auf der Erde bekannten Atomen; heute wissen wir, daß nicht alle diese Linien sondern nur bestimmte Gruppen (z. B. Funkenlinien) infolge mangelnder Anregung fehlen.
9. Die Fixsterne werden nach Art dieser Linienspektren in Spektralklassen eingeteilt.
10. Diese Spektralklassen sind im Gegensatz zur Größenklasse ein Maß für die Temperatur. Die Spektralklasse gibt also Auskunft über den physikalischen Zustand (Temperatur) des Sterns.
11. Die Breite der Spektrallinien ermöglicht nach 2, Aussagen über Dichte, Dicke, sogar chemische, magnetische und elektrische Kräfte zu machen.

Die folgerichtige Anwendung der 11 physikalischen und der 11 astrophysikalischen Sätze führt beispielweise beim Wasserstoff auf folgendes Resultat:

Treten in einem Sternspektrum die für den Wasserstoff charakteristischen Balmerlinien nicht auf, so sind überhaupt keine Wasserstofflinien feststellbar, weil das ionisierte, des einzigen Elektrons beraubte Jon kein Leuchtelektron mehr hat, die Temperatur ist bei Fehlen der Balmerserie entweder unter der Dissoziationsgrenze oder über der Jonisationsgrenze. Jonisierte Wasserstoffatome können spektralanalytisch überhaupt nicht nachgewiesen werden.

Die oben mitgeteilten Sätze umfassen nicht alle Angriffspunkte der astronomischen Probleme; es kommen weitere Möglichkeiten hinzu:

a) Die Polarlichtforschung, die zu der Annahme geführt hat, daß positive und negative Korpuskeln (positive Jonen und negative Elektronen) von der Sonne her in die Erdatmosphäre eindringen und in deren oberen Schichten mit niederem Gasdruck die als Nord- und Südlicht bekannten Leuchterscheinungen hervorrufen. Die treibende Kraft ist nach Arrhenius der von der Sonne ausgehende Lichtdruck; in zeitlichem Zusammenhang mit den Polarlichtern pflegen bekanntlich erdmagnetische Störungen, sog. magnetische Gewitter und meteorologische Verschiebungen parallel zu gehen; es kann also die Verfolgung dieser Vorgänge für die Sonnen- und allgemeine Fixsternphysik von Bedeutung sein.

b) Die Verfolgung luftelektrischer Eigenschaften unserer Lufthülle führte vor etwa 2 Jahrzehnten zur Entdeckung der Kosmischen Strahlung oder

Durchdringenden Strahlung, auch Heß'sche Strahlung genannt. Damit war eine völlig neuartige Erschließung der Fixsternwelt gegeben und die Messungen zielten bald auf die Lokalisierung bestimmter strahlender Zentren (Vermutungen: Milchstraße, rote Riesensterne) des Fixsternhimmels hin. Eine endgültige Entscheidung dürfte die nächste Zukunft bringen.

c) Sind die bisherigen Methoden alle auf die Vermittlertätigkeit elektromagnetischer Wellen resp. des Lichtdrucks basiert, so mag der skeptischste Zweifler durch die „schlagenden Beweise" eindringender Meteore von der wirklichen Existenz außerirdischer Welten überzeugt werden. Chemische Untersuchungen solcher Botschaften aus dem Weltenraum haben bisher immer auf bekannte Elemente geführt; es ist nach dem jetzigen Stand der Forschung auch nicht anzunehmen, daß uns gänzlich unbekannte Elemente bei andern Sternen eine Rolle spielen; das periodische System hat nur noch wenige Lücken zur Besetzung mit „neuen" Atomen offen, und Atome mit höherem Atomgewicht als das Uran, die hypothetischen Transurane, sind einstweilen noch nicht nachgewiesen.

Der ganze Kosmos darf wohl als aus denselben Urbausteinen, Elektron und Proton, bestehend angesehen werden und immer deutlicher drängt sich die Verwandtschaft aller Gestirne, die Einheit des Kosmos, aber auch die erfolgreiche Methodik der modernen Naturwissenschaft auf. Seltsame Fäden verbinden die Enden des Raumes und überbrücken die — Zeit; mögen diese Verbindungen elektromagnetische Wellen, mögen sie vom Lichtdruck getriebene Atome oder Trümmer von vergangenen Kometen sein, sie alle lassen uns hineinblicken zugleich in die innersten Geheimnisse des Atoms und in die Weiten und Tiefen des Raumes.

Blattläuse

J. Stähli, Glarus.

Die Insekten sind eine Welt für sich. Nicht in tausenden, nein in hunderttausenden von Arten (es gibt über hunderttausend verschiedene Käfer!) bevölkern sie alle Teile der Erde, und unermeßlich ist die Zahl der Individuen. In und auf der Erde krabbeln und hüpfen sie, von Larven und auch von entwickelten Tieren wimmelt's im Wasser und ihr Gesumm und Gesurr erfüllt die Luft. Die große Masse läßt zwar den Menschen im allgemeinen gleichgültig, zahlreiche Arten aber sind als gefährliche Schädlinge gefürchtet. Zu diesen gehören nicht selten gerade die kleinsten, die, infolge ihrer Kleinheit oft wenig beachtet, durch ihr massenhaftes Auftreten die Arbeit des Menschen in Frage stellen. Wer hätte nicht schon etwas gehört vom Vernichtungswerk der Reb- und Blutläuse, von der zerstörenden Tätigkeit der wenige Millimeter langen Borkenkäfer und Miniermotten? Nicht so gefährlich sind die Blattläuse. Sie können zwar die befallenen Pflanzen empfindlich schädigen; aber wohl in den wenigsten Fällen ganz vernichten. Im übrigen gehören sie zu den interessantesten Vertretern des Insektenreichs, das doch sicher an fesselnden biologischen Erscheinungen nicht arm ist.

Die Blattläuse gehören mit den Wanzen, Zikaden, Blattflöhen, Schildläusen und einigen weniger bekannten Tribus zur Ordnung der Schnabelkerfe. Diese besitzen alle vier lange Saug- und Stechborsten, die in ein Futteral zurückgezogen werden können. Die Verwandlung ist unvollkommen. Die Blattläuse insbesondere zeichnen sich gegenüber den meisten Wanzen und Zirpen durch ihre Kleinheit aus. Der Chitinpanzer ist nicht sehr widerstandsfähig. Der Tribus zerfällt in zahlreiche Arten, von denen bis jetzt über zweihundert bekannt und beschrieben wurden. Die meisten befallen nur eine oder einige wenige Pflanzenarten. Es gibt darunter solche, die im Frühling und Vorsommer an jungen Zweigen schmarotzen, während die spätern Generationen sich auf Gräsern aufhalten. Sehr zeitig stellen sie sich im Frühjahr ein. Ich besitze einige Rosenstauden, deren zarte Sprossen regelmäßig schon Ende April von einigen Blattläusen besetzt sind. Es sind ungeflügelte, grüne Tierchen mit langen Fühlern. Bei schwacher Vergrößerung entdeckt man leicht die schwärzlichen Facettenaugen und auf dem Rücken zwei röhrenförmige Fortsätze. Es sind weibliche Tiere, die vor kurzer Zeit aus überwinterten Eiern entstanden sind. Interessanterweise finde ich sie am Anfang immer nur auf den niedrigen Sträuchern, die im Winter von Tannenreisig beschützt wurden, während die etwas später ebenfalls sehr stark befallenen Schlingrosen vollständig frei bleiben. Jedenfalls besitzen die Eier gegenüber der Kälte eine gewisse Empfindlichkeit. Im Frühling trifft man ausnahmslos Weibchen. Sie sitzen ruhig an den Stengeln und ihre Tätigkeit scheint sich im Saugen zu erschöpfen. Sie wachsen dabei schnell heran und schon nach zehn Tagen haben sie ihre

normale Größe erreicht. Sie sind fortpflanzungsfähig geworden, und bringen, im Gegensatz zu den meisten andern Insekten, lebendige Junge zur Welt. Diese gleichen in der Gestalt der Mutter. Sie besitzen Beine und ernähren sich wie diese. Eine richtige Verwandlung mit Larven- und Puppenstadium findet also nicht statt. Interessant ist, daß die Tiere geboren werden, ohne daß je eine Befruchtung stattgefunden hat. Diese als Parthenogenesis bezeichnete Art der Vermehrung findet sich sowohl bei niederen Tieren als bei Pflanzen, allerdings ziemlich selten. Sie kommt z. B. vor bei den Bienen, wo man herausgefunden hat, daß die Drohnen immer aus unbefruchteten Eiern entstehen, ferner bei Gespenstschrecken und vielleicht auch bei manchen Borkenkäfern. Man kennt sogar Fälle, wo Larven von Käfern und Mücken, also Tiere, die noch gar nicht entwickelt sind, parthenogenetisch wieder Larven gebären, eine Erscheinung, die unter dem Namen Pädogenesis bekannt ist. In der Pflanzenwelt treffen wir die Parthenogenesis, wie einwandfrei nachgewiesen wurde, beim Löwenzahn immer, bei manchen Habichtskraut- und Alchemillaarten in der Regel.

Die jungen Tiere sind ebenfalls alle weiblichen Geschlechts und vermehren sich demgemäß ohne Begattung. Das geht so den ganzen Sommer über, und es entstehen in der Regel neun Generationen. Die Zahl der Nachkommen eines Tieres ist namentlich in den ersten derselben sehr groß; sie kann bis 70 und mehr betragen. Würden nicht Feinde Einhalt gebieten, so müßte die Zahl der Tiere ins Ungeheuerliche wachsen. Ein englischer Forscher hat nach Brehm, dem einige Angaben dieses Aufsatzes entnommen sind, berechnet, daß bei ungehinderter Fortpflanzung eine einzige Stamm-Mutter im Laufe von 300 Tagen auf 17 Quintillionen Tiere anwachsen würde. Das ist eine Zahl, die wir wohl nennen, aber uns nicht vorstellen können; sie besitzt 30 Nullen. Ungeflügelte Blattläuse bewegen sich sehr wenig; sie verlassen die Pflanze, auf der sie geboren wurden, nie. Damit die Art weiter verbreitet wird, entstehen etwa von der dritten Generation an einzelne geflügelte Tiere, die andere Pflanzen derselben Art aufsuchen. Naht der Herbst, so tauchen auf einmal Männchen auf. Die nun begatteten Weibchen gebären nicht mehr lebendige Junge, sondern legen Eier, die so widerstandsfähig sind, daß sie den Winter zu überdauern vermögen. Es scheint überhaupt, daß die durch mehrere Generationen fortdauernde Parthenogenesis eine gewisse Degeneration zur Folge habe. Wenigstens nimmt die Fruchtbarkeit im Laufe des Sommers ab. Wie bei den Urtieren durch die beständige, ungeschlechtliche Teilung eine gewisse Erschöpfung entsteht, die erst wieder durch eine Kopulation behoben wird, so muß auch hier, damit die den Winter überdauernde Generation genügend resistent sei, eine Vereinigung der Geschlechter stattfinden. Die außerordentlich starke Vermehrung im Vorsommer hat zur Folge, daß die jungen Sprossen der befallenen Pflanzen in kurzer Zeit von Tieren geradezu bedeckt sind. Dicht gedrängt sitzen sie beieinander. Sie haben ihre Saugwerkzeuge bis zu den Leitungsbahnen hineingesenkt und unermüdlich saugen sie den Saft. Sehr rasch passiert er den Körper, sodaß er ihn nur halbverdaut wieder verläßt. Als süße Flüssigkeit wird er ausgeschieden, die unter den Ameisen zahlreiche Abnehmer findet. Eifrig sieht man sie auf Rosensträuchern, Disteln und Ampfern, die oft außerordentlich stark unter den Schmarotzern zu leiden haben, herumklettern. Sie sind nicht damit zufrieden, den freiwillig abgesonderten Saft auflecken zu können. Die Spender werden gestreichelt und gedrückt, bis sie wieder ein Tröpfchen von sich geben. Ja manche Ameisen züchten die Tiere eigentlich. Sie nehmen sich der Eier an, beschützen die Jungen und verteidigen die Alten. Wir haben es also hier mit einer ähnlichen, Symbiose bezeichneten Lebensgemeinschaft zu tun, wie beispielsweise zwischen Mensch und Rind. Im übrigen lieben auch Fliegen und Wespen die süßen Ausscheidungen sehr.

Glücklicherweise besitzen die Blattläuse auch zahlreiche Feinde, denen sie, da sie vollständig wehrlos sind, massenhaft zum Opfer fallen. Vor allem sind da die Marienkäferchen zu nennen, von denen der Siebenpunkt- und der Zweipunktkäfer die bekanntesten sind. Unaufhörlich krabbeln sie in den Kolonien herum und Tausende der Schädlinge werden wie Eier angestochen und ausgeschlürft. Ebenso fleißige Blattlausvertilger sind die Larven dieser Coccinelliden, die eine große Beweglichkeit zeigen. Damit sie ihre Hauptnahrung ja sicher finden, werden schon die Eier in der Nähe einer Blattlauskolonie gelegt. Auch die verwandten Schildläuse werden nicht verschont. Mit Hilfe gewisser Marienkäferarten ist man in Kalifornien und auf Hawai sogar einer furchtbaren Schildlausplage Herr geworden, der der Mensch vollständig ohnmächtig gegenüberstand. Man hatte dort allerlei Kulturgewächse eingeführt und mit ihnen auch ihre Schädlinge. Da deren Feinde fehlten, konnten sie sich ins Ungemessene vermehren. Sie zerstörten ganze Orangen-, Zitronen- und Kaffeeplantagen, bis auf den Rat amerikanischer Entomologen mit großen Kosten tausende von Ma-

rientalern eingeführt wurden, die die Schmarotzer vernichteten. Auf ähnliche Weise hat Italien eine Schildlausnot bekämpft, die die Maulbeerbäume bedrohte. Reben Marienkäfern und deren Larven vertilgen auch Ohrwürmer, Spinnen und Schmarotzerwespchen tausende von Blattläusen. Auf diese Art ist dafür gesorgt, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen.

Ich glaube, damit gezeigt zu haben, daß die Blattläuse wenn sie auch kein besonders sympatisches Geschlecht sind, doch außerordentlich viel Interessantes bieten.

Technische Geheimnisse der Alten

Von Aug. Knobel.

Der moderne Mensch pflegt mit einer gewissen stolzen Verachtung auf die frühere Zeit zurückzublicken, wo Wissenschaft und Technik seiner Ansicht nach noch recht stark in den Kinderschuhen steckten. Gewiß — gerade in den letzten Jahrzehnten kann man auf allen Gebieten einen Aufschwung feststellen, wie ihn kein Zeitabschnitt vergangener Kulturepochen auch nur ähnlich zu verzeichnen hat. All diese bahnbrechenden Erfindungen und wissenschaftlichen Entdeckungen von unberechenbarem Wert hier aufzuzählen, erübrigt sich. Und doch ist der heutige Mensch mit seiner hoch entwickelten Intelligenz nicht imstande, hinter gewisse technische und chemische Geheimnisse zu kommen, die den Vertretern längst dahingeschwundener Zeiten bekannt waren; Künste, die wieder verloren gingen. Greifen wir hiervon nur einige heraus.

In den Ruinen der alten Aztekenstädte in Mexiko hat man große Prunkgefäße gefunden, die aussahen, als ob sie aus poliertem Eisen hergestellt wären, und auch die Festigkeit dieses Metalls besaßen. Dabei hatten sie aber ein so geringes Gewicht, daß sie unmöglich aus Eisen hergestellt sein konnten. Die chemische Untersuchung ergab, daß es sich hier um eine Verbindung von Eisen mit einer tonartigen Masse handelte, die bisher völlig unbekannt war. Seitdem haben unzählige Fachleute vergeblich versucht, diese merkwürdige Legierung, von der man sich großen Nutzen für die Industrie versprach, auch nur in ähnlicher Weise herzustellen. So hatte noch im Jahre 1897 eine englische Metallwarenfabrik einen Preis von 3000 Pfund Sterling für die Ergründung des Fabrikationsgeheimnisses des „mexikanischen Eisens" ausgesetzt. Alles umsonst. Unsere heutigen Chemiker stehen hier vor einer noch ungelösten Frage, die vielleicht nur der Zufall einmal aufdecken hilft.

Ebensowenig ist es gelungen, herauszufinden, auf welche Weise die alten Römer ihr unzerbrechliches Glas herstellten. Unser Sprichwort: „Glück und Glas, wie leicht bricht das" wäre zur Zeit des Kaisers Tiberius in Rom als Unsinn belächelt worden. Denn damals lebte in der Hauptstadt des römischen Weltreiches ein Glasmacher, der die Bearbeitung einer durchsichtigen Glasart entdeckt hatte, die vollkommen unzerstörbar war. Gegenstände die daraus verfertigt waren konnte man ohne Schaden zu Boden schleudern oder der größten Gluthitze aussetzen. Sie zerbrachen und zerschmolzen nicht. Ein zeitgenössischer Schriftsteller berichtet auch, warum dieses Geheimnis wieder für immer verloren ging. Als Kaiser Tiberius von der seltenen Kunst jenes Glasmachers hörte, ließ er sich von ihm für seinen Palast eine Anzahl von unzerbrechlichen Gefäßen aller Art herstellen. Nachdem aber der Künstler diese abgeliefert und der Kaiser sich von der merkwürdigen Festigkeit der Ware selbst überzeugt hatte, wurde der arme Glasmacher damit er sein Geheimnis nicht anderen verrate, meuchlings getötet. Tatsächlich ist es auch bisher keinem zweiten Menschen geglückt, der Glasmasse ihre Sprödigkeit zu nehmen.

Welche Mühe es macht, Eisenteile von Bauten, Maschinen und Werkzeugen, besonders in den Tropen, vor dem Rosten zu schützen, davon wissen die Ingenieure immer wieder ein Klagelied zu singen. In der feuchtwarmen Luft der heißen Zone hilft selbst ein wiederholter Anstrich mit ölhaltigen Mischungen nur auf ganz kurze Zeit. Ein wirklich dauerhaftes, zuverlässiges Rostschutzmittel ist bisher nicht gefunden worden. Und doch haben es die alten Inder schon vor Jahrtausenden verstanden, Eisen für alle Zeit rostfrei zu erhalten. Bei der indischen Stadt Delhi steht eine große, eiserne Säule, deren Entstehung die Gelehrten auf das Jahr 1000 vor Christi Geburt zurückführen. Diese sogen. Kutubsäule ist nun gegen Witterungseinflüsse völlig unempfindlich. Als man dieser Erscheinung zuerst Beachtung schenkte, nahm man daher an, daß die Säule aus chemisch reinem Eisen bestehen müsse, da dieses bekanntlich überhaupt nicht rostet. Sehr bald tauchten aber gegen diese Vermutung sehr schwerwiegende Bedenken auf. Denn chemisch reines Eisen kommt in der Natur nirgends vor und läßt sich nach dem heutigen Stande der Technik nur mit Hilfe des elektrischen Stromes und auch nur

in sehr geringen Mengen erzeugen. Woher sollten also die alten Inder 6000 Kilogramm dieses seltenen Metalls herbekommen haben? Auf dieses Gewicht wird nämlich die Kutubsäule geschätzt. Um die Frage zu lösen, wurden von dem uralten Denkmal Stückchen abgesprengt und untersucht. Dabei stellte es sich heraus, daß das Eisen keineswegs chemisch rein war, sondern noch andere Stoffe enthielt, die freilich aller Zerlegungsmethoden der Chemiker spotteten. Bis heute ist nicht ermittelt worden, welche Beimengungen dem Eisen der Kutubsäule zugefügt sind, um es so vollständig gegen Rost zu schützen. Und dabei würde der, der dieses Geheimnis löste, sicher in kurzer Zeit ein Riesenvermögen damit verdienen.

Wenden wir uns von dem Wunderlande Indien nach dem alten Aegypten. Dort hat man in einigen der ältesten Pyramiden buntgefärbte Stoffe aufgefunden, die zur Umhüllung der Königsmumien verwendet worden waren und die nachweislich 3000 bis 3500 Jahre alt sein müssen. Diese Gewebe haben Zeiträume, in denen ganze Völker und Weltreiche entstanden und wieder untergingen, ohne jede Veränderung überdauert. Die Stoffe sind weich und schmiegsam geblieben, ihre Farben frisch und unausgebleicht. Daß dies nur mit Hilfe einer besonderen Präpariermethode möglich war, unterliegt keinem Zweifel. Aber wie die ägyptischen Weber diese Dauerhaftigkeit ihren Erzeugnissen verliehen haben, ist ein ungelöstes Rätsel geblieben. Jedenfalls würde unsere heutige, gewiß hochentwickelte Textilindustrie trotz ihrer komplizierten Maschinen und vielfachen Färbemittel ein solches ewiges Gewebe nicht mehr herstellen können.

Da gerade von der Unvergänglichkeit von Farben mit die Rede war, sei an eine weitere, auf ähnlichem Gebiet liegende Kunst erinnert, die gleichfalls verloren gegangen ist: die der Zubereitung von Farben, mit denen die alten Meister der italienischen, spanischen und niederländischen Schule ihre Gemälde schufen. Unsere moderne Farbenchemie hat gewiß in vielen Beziehungen geradezu Wunderbares geleistet und steht unendlich weit über den bescheidenen Versuchen jener Zeit, als eines Botticelli, Michelangelo, Raffael und anderer unvergängliche Werke entstanden. Dennoch will es heute nicht mehr gelingen, wirklich dauerhafte Oelfarben für Künstlerzwecke zu erzielen. Wenn man die Schöpfungen jener Altmeister der Malerei mit ihren bis zum heutigen Tage noch leuchtend frischen Farbtönen anstaunt und dann Gemälde aus neuerer Zeit betrachtet, die verhältnismäßig schnell verblassen und unscheinbar werden, so muß man sich wieder eingestehen, daß auch die Vergangenheit trotz ihrer unvollkommenen Hilfsmittel bedeutend Besseres hervorbrachte, als unser jetziges vielgerühmtes Zeitalter.

Aehnlich wie mit der Kunst der Farbenmischung verhält es sich mit der des Geigenbaues. Auch die Kunstgriffe, die ein Stradivarius und ein Amati bei der Herstellung ihrer Violinen verwandten, deren wenige noch vorhandenen Exemplare heute wegen ihrer unerreichten Klangfülle mit Hunderttausenden bezahlt werden, hat niemand zu ergründen vermocht.

Verlassen wir das bisher behandelte friedliche Gebiet und wenden wir uns nach der syrischen Stadt Damaskus, der berühmten Heimat der Damaszenerklingen. Schon im grauen Altertum stand die Waffenschmiedekunst von Damaskus im höchsten Ansehen. Besonders waren es Schwertklingen und Dolche, die von dort aus nach allen Teilen der damals bekannten Welt gehandelt wurden. Nirgendwo verstanden die Waffenschmiede es, jenen biegsamen und doch so harten Stahl herzustellen, der neben seiner vorzüglichen Qualität noch den äußern Vorzug hatte, an der Oberfläche mit aus hellen und dunklen Linien zusammengesetzten, nie verschwindenden Zeichnungen (Damaszierung) versehen zu sein. Gewiß — das Geheimnis der Damaszierung ist uns längst bekannt. Besonders durch die Kreuzzüge kamen eine große Menge vortrefflicher Stahlarbeiten aus Damaskus nach Europa, und ein französischer Waffenschmied Bréand war es dann, dem es 1804 gelang, ebenso schöne Damaszierungen auf Degenklingen herzustellen, wie die alten Waffen des Orients sie aufwiesen. Doch diese Klingen waren nur äußerlich den echten aus Damaskus ähnlich. An Haltbarkeit standen sie weit hinter den Orientalen zurück. Und so ist es noch heute geblieben. Das Verfahren, welches die Waffenschmiede der syrischen Stadt bei der Härtung ihrer Stahlklingen benutzten, gehört ebenfalls zu jenen Künsten, die der Menschheit abhanden gekommen sind.

Würde einer der alten Inder oder Aegypter jetzt aus seinem Grabe auferstehen und würden wir ihn dann triumphierend auf einen der surrenden, menschentragenden Riesenvögel hinweisen, der den durch Menschenintelligenz eroberten Aether durchsegelt — vielleicht entgegnete er, unseren Stolz zu dämpfen: „Und unser nicht rostendes Eisen und unsere unvergänglichen Gewebe könnt ihr uns doch nicht nachmachen“ — worauf wir Kinder dieses großen, modernen Zeitalters nichts erwidern könnten, nichts . . .

Südland 1928

Von einem provençalischen Lied wohlklingender feiner Knabenstimmen aus dem Schlaf geweckt, war ich nicht mehr im Zweifel darüber, daß ich mich in Südfrankreich befände. —

Das Eingangstor zu dieser schönen Gegend ist Lyon. Hoch oben winkt die Jungfrau, Notre Dame de Fourvière. Ihr stattet der Gläubige gerne einen Besuch ab und bringt Ihr ein Bittgebet dar um eine gute Reise nach dem Südland, und auf dem Heimweg drängt's noch einmal zu Ihr hinauf, für die geglückte Reise zu danken. Den Schweizer berührt es etwas heimelig, wenn beim „Sanctus" statt des Glöckleins wuchtige Schläge ertönen, indem ein uniformierter „Suisse" mit seinem Speerschaft energisch auf den Boden klopft.

Auffallend sind die großen Mosaikbilder an den Wänden der Kirche, von denen dasjenige der Verkündigung des Dogmas der unbefleckten Empfängnis erwähnt sei. Großartig ist die Rundsicht, die man von der höchsten Zinne des Heiligtums aus genießt. Ave Maria!

Ein Kleinod für jedermann, besonders für den Naturwissenschaftler, ist das naturhistorische Museum in Lyon am Boulevard du Nord. Vor allem verdient eine reichhaltige Sammlung versteinerter Fische aus dem Departement Ain Erwähnung, sodann viele Petrefakten aus allen Zeitaltern der Erdgeschichte. Die vielen Meerfische, teilweise Trockenpräparate in Glaskästen, teilweise Spirituspräparate, zeigen deutlich, daß man sich nicht mehr in der Schweiz befindet. Dagegen ruft die mineralogische Sammlung viele heimatliche Erinnerungen wach. Den Ornithologen wird die Sammlung der Vögel aus der Gegend von Lyon interessieren. Was besonders daran erinnert, daß man sich in Frankreich befindet, ist das im Erdgeschoß gelegene Kolonialmuseum. Große Photographien von typischen Arabern und Araberinnen, von nordafrikanischen Städten und Gegenden, Hausutensilien und Waffen aus verschiedenen Gegenden Afrikas und köstliche fremdländische Kleinodien führen uns in weit entfernte Länder.

Der lac de la tête d'or in Lyon zeigt uns, daß es die Franzosen gut verstehen, in großer Stadt schöne Natur zu schaffen.

Doch zurück! Hinunter ins Südland! Nach Arles! Es war am Nachmittag vor Maria-Himmelfahrt. Die berühmte Pforte der Kirche des hl. Trophime aus dem 12. Jahrhundert führte uns in das Innere. Eine wundervolle Feier zu Ehren der Mutter Gottes zog aller Augen auf sich. Ueberall innigste Andacht und lautlose Stille. Nachdem die Feier beendigt war, bewegte sich vom Hochaltar her eine Prozession gegen uns. Voran trugen weißgekleidete Mädchen eine köstliche Marienstatue, begleitet von Kerzen tragenden Knaben und Mädchen. Dann folgten die Jungfrauen und Frauen mit ihrem kostbaren seidenen, tüllartigen Busentuch, dem feinen, mit echten Perlen geschmückten Silberkettlein um den Hals und dem weißen Seidenhäubchen auf dem dunklen Kopfhaar. Den Schluß bildeten die Männer. Gerade in dem Augenblick, wo sich das Ende der Prozession bei meinem Begleiter, Herrn stud. Josef Baumeler aus Luzern, und mir vorbei bewegte, trat ein Priester auf uns zu und sagte zu uns in freundlichem Tone: « Je vous invite ». Stock und Hut auf die Seite gelegt und sich der Prozession als Letzte angeschlossen, war eine Bewegung. Nicht jedermann mochte ahnen, daß der Schluß der Prozession von zwei „urchigen Schweizern" gebildet wurde. Nun bewegte sich die Prozession nach dem berühmten Kreuzgang mit seinen wundervollen Säulen. Während die Spitze der Prozession sich in der einen Säulenhalle bewegte, bewegte sich das Ende der Prozession in der gegenüberliegenden Säulenhalle. Wenn die Frauen jeweilen den ersten Teil der Strophe eines Marienliedes gesungen hatten, schlossen die Männer mit dem Refrain: Santa Maria ora pro nóbis! Wahrlich ein lebendiger Kreuzgang! Ein ergreifendes Erlebnis im schönen Süden!

Die „Remparts" beim Eingang in die Stadt Arles erinnern an den hundersährigen Krieg zwischen Frankreich und England, das Musée lapidaire mit den interessanten Ausgrabungen, die Arena, das Theater und die „Aliscamps", ein alter Friedhof mit an Ort und Stelle ausgegrabenen heidnischen und christlichen Sarcophagen an längst vergangene Zeiten.

In Tarascon, mit seinem château du roi René, besuchten wir das Grab der hl. Martha. — In dieser Stadt verehrten seinerzeit in einer kleinen Kapelle, die zum Schloß gehörte, die Bewohner der Stadt ein altehrwürdiges, aus Holz geschnitztes Muttergottesbild. Die Juden, denen der Marienkult nicht gefiel, versprachen, eine Kapelle zu bauen, wenn das Marienbild dorthin gebracht würde. Die Christen gingen den Handel ein. Die Juden aber legten die Kapelle auf einem abschüssigen Felsen zwischen Tarascon und St. Rémy an. Den Christen war nun die weite Entfernung ihrer lieben Madonna offenbar nicht recht. Um die Sache in etwas gut zu machen, holten sie jährlich am Sonntag vor Christi Himmelfahrt die

Madonna in einer Prozession ab und brachten sie nach Tarascon, wo die Madonna aufs feierlichste verehrt wurde. Es bildeten sich aus diesem Kult allmählig bedeutende Volksfeste heraus, die der provençalische Dichter F. Mistral einläßlich geschildert hat.

Gegenüber von Tarascon, mit demselben durch eine große Hängebrücke verbunden, liegt Beaucaire, wo früher große Messen stattfanden.

Hatte uns ein ebenso begeisterter als beredter Führer in Avignon im Palast der Päpste in französischer Sprache manche Erinnerung aus der Geschichte des Mittelalters ins Gedächtnis zurückgerufen, so führte uns Nimes wieder in die Römerzeit zurück. La tour magne auf der Anhöhe, die 25.000 Zuschauer fassende, unter Hadrian erbaute Arena, das Augustustor, die maison carrée, ein wunderbar gut erhaltener Tempel aus der Zeit des Kaisers Augustus, der Diana-Tempel, die römischen Bäder und der Aquaedukt du Gard bewahrheiteten uns die Vorträge unserer einstigen Geschichtslehrer, welche die Römer als hervorragendste Baumeister schilderten.

Der Schreiber dieser Zeilen kann nicht umhin, an dieser Stelle seines jugendlichen Begleiters, der als Student der Universität von Montpellier überall bis ins einzelne gut orientiert war, für alle gemachten vorzüglichen Erklärungen in dankbarer Erinnerung zu gedenken.

Kein Besucher von Nimes sollte es unterlassen, das dortige naturhistorische Museum zu besuchen, welches schöne lokale Sammlungen birgt. Vom dortigen Konservator wurden wir als Schweizer sehr freundlich begrüßt und ein kleiner illustrierter Führer „Le Museum d'histoire naturelle de Nimes" wurde uns gratis überreicht.

Niemand wird es uns verargen, wenn wir bei der heurigen Temperatur gerne dem Meer zustrebten, um wohltuende Meerbäder zu genießen. O Thalatta, o Thalatta! Jedesmal muß ich an diese Worte denken, die ich zum erstenmal am Luzerner Gymnasium gehört und gesprochen hatte, wenn ich das majestätische Meer zu Gesicht bekomme. Palavas und Cette werden mir unvergeßlich bleiben.

Dunkelblau hebt sich die unendliche Wasserfläche vom blauen Himmelsgewölbe ab und bezeichnet uns den wahren Horizont, den wir Schweizer auf solche Strecken zu Hause nie zu sehen bekommen. Ganz interessant ist es zu beobachten, wie die Lichtintensität am hellsandigen Ufer und im blauen Meer draußen sehr verschieden ist, indem sie sofort ganz merklich abnimmt, sobald man sich in den blauen Fluten befindet. Während man am Ufer durch die Lichtreflexion fast geblendet wird, so herrscht im Meer draußen eine dem Auge ganz angenehme Lichtstärke. — In den kühlen Fluten des tiefblauen Meeres mit gesunden Gliedern kräftig schwimmend, von kleinen Fischen begleitet und von oben von südlicher Sonne begrüßt, fühlt man sich so recht als den Herrn der Schöpfung und empfindet ein dankbares Gefühl dem Schöpfer gegenüber, der durch seine Allmacht uns zu dem erschaffen, was wir sind. —

Ins Ufer hinein ergießen sich unaufhörlich die klare Salzwasserwellen und lassen da und dort ein lebendiges Krebslein liegen, das aber sofort mit aller Energie wieder dem entflohenen nassen Element zustrebt. Dem einen gelingt dies, dem anderen nicht. Es bleibt liegen, geht zugrunde und die Meereswellen zerschlagen sein Skelett zu feinem Meeressand, über den wie über einen feinen Sammtteppich zarte Füße von Knaben und Mädchen sich bewegen, die am Strande mit Muscheln spielen und zierliche Sandbauten errichten. Unendlich mannigfaltig ist die Natur, ein wahres Bild des unendlichen Geistes! — Ein Besuch von Magnelone zeigte uns die Gräber der ersten Bischöfe. — In Cette besuchten wir die dortige reichhaltige zoologische Sammlung von Meertieren und das Aquarium. Dankbar betrachteten wir den Kanal, der von Cette nach der Rhone führt und uns Schweizern während der Kriegszeit Nahrung zugeführt hat. —

Montpellier hat mir als dreitägiger Aufenthalt ausgezeichnet gefallen. Der jardin du Peyrou mit dem Wasserschloß, der Statue Ludwigs XIV. und den schönen Anlagen bot abendliche Erholung nach des Tages Strapazen. Der botanische Garten anerbot die schönsten Palmen und die märchenhafte Atlas-Ceder. Die von 3000 Studenten besuchte Universität gab in ihren Sammlungen reichen geistigen Gewinn. Die schönen Kirchen und Theater, die Präfektur, die überaus reichhaltige Markthalle, die Freundlichkeit der Bewohner, die prächtigen Restaurants und der vorzügliche Wein machten wahrhaftig den Abschied nicht leicht. Leb' wohl, schönes Südland!

Dr. M. Diethelm.

14 Jahrgang. Nr. 8 29. November 1928

Mittelschule

Beilage zur „Schweizer-Schule"

Mathematisch-naturwissenschaftliche Ausgabe | Schriftleitung: Dr. A. **Theiler**, Professor, **Luzern**

Inhalt: Der Wald als Vermögensobjekt — Ein neues Instrument zur Dreiteilung des Winkels — Literatur

Der Wald als Vermögensobjekt

Nutzen, Pflege, Taxation.

Von R. Kopp, Forstingenieur, St. Gallen. (Nachdruck verboten).

Wie jedes Eigentum, so verlangt auch der Wald eine gewisse Obsorge, eine Verwaltungstätigkeit seitens des Besitzers; denn auch bei diesem Kulturobjekt hängt eben der Nutzen in hohem Maße von der Intensität der Bewirtschaftung, von dem „Wie" der Benutzung ab. Daß früher in der Forstwirtschaft große Fehler begangen wurden, ist einerseits auf den Mangel an soliden wissenschaftlichen Grundlagen und anderseits auf kurzsichtigen Egoismus einzelner Waldbesitzer und Gemeindebehörden zurückzuführen. In den letzten Jahrzehnten ist hierin manches besser geworden. Die biologischen *) Gesetze des Wachstums der Bäume im Verbande des Waldes sind heute in ihren Grundzügen bekannt, und es befassen sich die staatlichen Versuchsanstalten und einzelne Forscher nunmehr damit, die Einflüsse verschiedener Wachstumsfaktoren mittels den exaktesten Methoden zu verfolgen und ihre Wechselwirkungen klarzulegen. Anderseits ist im Volk die Einsicht erwacht, daß unsere Wälder ein bedeutendes Nationalvermögen darstellen, dessen Nutzen durch sorgfältige Bewirtschaftung ganz wesentlich erhöht werden kann. Es muß also sowohl das Bestreben des Waldbesitzers, als auch des Nationalökonomen sein, jene natürlichen Bedingungen kennen zu lernen, unter welchen der Wald imstande ist, fortwährend das Maximum des von ihm gewünschten Nutzens zu leisten.

Unter den mobilen Vermögensobjekten gibt es bekanntlich solche, bei denen man mit der sogenannten „Abnutzung durch den Gebrauch" zu rechnen hat. Eine ähnliche, wohl ebenso offensichtliche Vermögensverminderung kann bei landwirtschaftlich oder forstlich benutzten Grundstücken eintreten durch eine übermäßig starke Inanspruchnahme der Produktionskraft des Bodens. Der sogenannte Unterhalt besteht beim Wies- und Ackerland in der Auftragung des Düngers, wodurch die Produktionskraft des Bodens wieder auf den Stand vor der Benutzung oder noch höher gebracht wird. Wie steht es aber nun mit dem Wald, der auf eine künstliche Düngung in der Regel nicht Anspruch erheben darf? Der Ertrag und das Quantum an Stoffen, das durch die Ernte pro Jahr dem Boden entzogen wird, sind bei den einzelnen Kulturarten verschieden groß, wie folgende approximative Angaben zeigen:

Produktion und Stoffentzug pro Jahr und Hektar.

Kulturart Mittlere Ertragenheit beziehungsw. Bonität (Schweiz Mittelland)	Gewicht des Ertrages kg			Entzug kg	
	grün frisch	lufttrocken	absolut trocken	Mineralstoffe (=Asche)	Stickstoff
Wiese	9 150	9 000	7 700	643	1,[illegible]83
Kartoffelacker . . .	20 000	5 900	5 000	218	416
Runkelrüben . . . incl. Kraut)	40 000	11 500	4 700	500	585
Fichtenwald . . . (80-jähr. Umtrieb)	12 300	5 900	5 100	36	15-20
Buchenwald . . . (120-jähr. Umtrieb)	7 300	5 300	4 500	31	15-20

Aus diesen Mittelwerten geht hervor, daß die

*) Biologie = Lehre vom Leben.

Produktion an Trockensubstanz bei der landwirtschaftlichen und bei der forstwirtschaftlichen Bodenkultur ähnliche Beträge erreicht, dagegen ist der Mineralstoff- und Stickstoffentzug bei ersterer bedeutend größer. Der Stoffentzug würde auch beim Waldboden erheblich größer, wenn man die auf den Boden fallenden Blätter und Nadeln alljährlich wegnehmen würde. Die Nutzung des Laubes, wie sie früher in gewissen Gegenden üblich war, ist eine Raubnutzung, weil man dadurch dem Wald seinen natürlichen Dünger entzieht. Der Schaden tritt in dem äußerst kümmerlichen Wachstum der betreffenden Waldbestände sehr auffallend zutage. Er ist nicht nur auf eine chemische Verarmung des Bodens, sondern auch auf die Verschlechterung seines physikalischen Zustandes (Lockerheit, Frische usw.) zurückzuführen. Ferner findet in der Streudecke des Waldes bei der Verwesung eine Aufnahme von Stickstoff aus der Luft und den Niederschlägen statt, erstere durch die Lebenstätigkeit von Bakterien. Aus der Streudecke wird also die dem Boden entzogene kleine Stickstoffmenge wieder ersetzt. Den kleinen Verbrauch an Mineralstoffen vermögen die Waldbäume leicht zu decken, weil sie mit ihrem entwickelten Wurzelwerk den Boden viel tiefer und intensiver aufschließen als alle anderen Kulturgewächse.

Ueber den Wald als Nationalvermögen könnte man Bücher schreiben. — Seine wichtigsten Funktionen sind wohl nirgends so kurz und trefflich ausgedrückt wie in der Poesie:

Schöner Wald in treuer Hand,
Labt das Aug' und schirmt das Land.
Glück und Freud' ist bald verweht,
Wo der Wald von dannen geht!
Unsern Enkeln spart er hold
Wasserquellen, Sonnengold;
Einer Volksgemeinde gleich
Rauscht im Sturm sein grünes Reich.

Der Dichter stellt den indirekten Nutzen des Waldes voran, und mit Recht, denn es ist dieser für ein Gebirgsland wie die Schweiz ebenso wichtig wie der direkte Nutzen. Wir Schweizer sind uns kaum bewußt, welch tiefen Einfluß unsere Wälder ausüben auf die Bewohnbarkeit und Fruchtbarkeit aller Gegenden von den Alpen bis hinunter in die Täler.

Was für bedenkliche Folgen eine Verminderung der Waldfläche unseres Landes (derzeitiger Bestand 22 Prozent) zeitigen würde, das beweist ungefähr unser Nachbarland Italien. Nicht bloß würde die Schweiz viel von ihrer landschaftlichen Schönheit und ihrer Anziehungskraft für fremde Besucher verlieren. Den Wildbächen und Lawinen würden vermehrte Angriffspunkte geschaffen; bestehende Runsen und Schutthalden gewännen an Ausdehnung. Infolgedessen ginge in den Bergen viel gutes Weideland verloren und im Tal würden fruchtbare Felder öfters mit Schutt zugedeckt. Im Ertrag der Quellen und im Stand der Gewässer würden sich viel größere Schwankungen einstellen. Der Wald wirkt eben mit seinem Zurückhaltungsvermögen für Regen und Schneeschmelzewasser wie ein Schwamm, also im gleichen Sinne wie die Stauseen der Elektrizitätswerke. Notgedrungen hat man sich in Italien entschlossen, gleichzeitig mit dem Ausbau der Kraftwerke die Einzugsgebiete der betreffenden Flüsse wieder besser zu bewalden.

So wird nun mit mühsamer Arbeit und großen Kosten der Schaden, den die Raubwirtschaft in den Bergwäldern der Apeninnen angerichtet hat, nach und nach wieder gut gemacht. Durch die Aufforstungen (Wiederbepflanzung mit Wald) wird aber ein lebendes Betriebskapital geschaffen, das auch durch sein natürliches Wachstum Zins trägt. In dieser Hinsicht stellen die Bachverbauungen ein totes Kapital dar und sollten in ihrer Wirkung soweit als möglich durch den Wald unterstützt und ersetzt werden. Unsere Vorfahren haben die unschätzbaren Dienste des Waldes, die er leistet durch Beschützung von Ortschaften, Straßen und Kulturland gegen Lawinen, Stein- und Eisschläge, Erdrutschungen und Ueberschwemmungen, wohl erkannt und deshalb die sogenannten „Bannwälder" besonders sorgfältig bewirtschaftet.

Der wohltätige Einfluß des Waldes auf das Klima äußert sich besonders örtlich, durch die Abschwächung kalter und austrocknender Winde, sodann anderseits in der Ausgleichung der Elemente der Luft, indem die Bäume in der Hauptsache Kohlensäure verbrauchen und Sauerstoff abgeben, während das Leben des Menschen und der Tiere gerade an den entgegengesetzten Gasaustausch gebunden ist. Ein indirekter Nutzen des Waldes besteht auch darin, daß er vielen Gelegenheit zu Arbeit und Verdienst gibt. Ferner dient er an Ruhetagen dem Volke als Stätte der Erholung und des Naturgenusses. Zum indirekten Nutzen des Waldes gehören auch gewisse Nebennutzungen, wie die Jagd, die Weide in den sogenannten Wytweiden, das Sammeln von Leseholz, Beeren und Pilzen.

„Sonnengold spart er unsern Enkeln hold," sagt der Dichter und bringt damit den direkten Nutzen des Waldes und das eigenartige Wesen der forstlichen Produktion zum Ausdruck. Die Sonne ist ja die Triebfeder aller Produktion; unter der Einwirkung von Licht und Wärme geht die „Assimilation", d. i. die Bildung neuer Pflanzen-

stoffe in den Blättern und Nadeln vor sich. Wie die landwirtschaftlichen Kulturarten, so wandelt auch der Wald Sonnenenergie in chemische Energie um, die bei der Verbrennung des Holzes wieder in Form von Wärme und Licht frei wird. Das Eigenartige der Forstwirtschaft besteht nun darin, daß die jährliche Produktion an einer bestimmten Stelle des Grundstückes nicht jeden Herbst genutzt, sondern nach Art der Zinseszins-Rechnung zum Kapital geschlagen wird, bis die Bäume die gewünschte Stärke erreicht haben. Unsere Nadelholzbäume durchwandern in ihren Lebensstadien nacheinander die Stärke folgender Sortimente: Stickel, Latten, Papierholz (Brennholz), Stangen (Schwellen), Bauholz, Sägholz verschiedener Stärke; bei den Laubholzstämmen lautet die Stufenleiter: Brennholz, Kleinnutzholz, Schwellen, Sägholz verschiedener Stärke. Der Waldbesitzer resp. die Forstbehörde hat im allgemeinen und von Fall zu Fall zu entscheiden, welche Sortimentsstärken erreicht werden sollen. Es ist dies bis zu einem gewissen Grad eine Rentabilitätsfrage, indem einerseits durch das Heranwachsen der Bäume in höhere Sortimentsklassen eine Vorratshäufung und gleichzeitig eine Erhöhung des Einheitspreises erfolgt, anderseits aber die Verzinsung des Vorratskapitals in Gegenrechnung gestellt werden muß. Die Sortimentspreise schwanken insgesamt nach der Marktlage, das relative Verhältnis derselben meist viel weniger. Bei Fichte und Tanne beträgt die Preisdifferenz bei einem Kubikmeter Unterschied im Nutzholzinhalt zurzeit 10 Fr., und der Durchschnittspreis ganzer Stämme von 1 m^3 Inhalt steht auf 41 Fr. Aus diesen zwei Angaben kann man annähernd den Marktpreis bei jedem Stamminhalt taxieren.

Je nach der Terrainbeschaffenheit, der Höhenlage und der Entfernung von größeren Ortschaften spielt entweder der direkte oder der indirekte Nutzen des Waldes die Hauptrolle. Indessen gibt es wohl kaum einen Schutzwald, der nicht wenigstens etwas Brennholz liefert, und anderseits übt jeder eigentliche Nutzwald im Tal mindestens einen schützenden Einfluß auf das umliegende Kulturgelände aus, ist also auch indirekt nützlich.

Was den direkten Nutzen des Waldes anbetrifft, so haben wir bereits die Frage nach den zu erzielenden Holzsortimenten erwähnt. Im engen Zusammenhang damit steht die Frage, ob der Wald in der bestehenden Betriebsart weiter bewirtschaftet werden soll, oder ob vielleicht eine Umwandlung von Niederwald zu Mittelwald oder von diesem zu Hochwald angezeigt wäre. Im allgemeinen bewegten sich die Betriebsumwandlungen bei unsern Gemeindewaldungen seit Jahrzehnten in der angegebenen Richtung, weil die Nachfrage für Nutzholz stets zugenommen, das Brennholz vielerorts durch andere Heizmittel ersetzt wurde und die Aufrüstungskosten bei Bau- und Sägholz relativ weniger betragen. Auch der Hochwald liefert meist Brennholz zur Genüge und es kann im Notfall solches auch aus stärkeren Sortimenten aufgearbeitet werden.

Eine weitere wichtige Frage der Benutzung dieses Vermögensobjekts ist diejenige nach dem sogenannten Hiebsverfahren, welches man mit den Ausdrücken „Kahlschlag", „Femelschlag", „Plenterung" bezeichnet. Während das erstgenannte Verfahren eine künstliche Begründung der nächsten Waldgeneration erheischt, besteht bei den andern Schlagweisen die Möglichkeit, eine mehr oder weniger vollständige natürliche Verjüngung des Waldes herbeizuführen. Diese bringt große Vorteile mit sich, wie: Vermeidung von Kulturkosten, Verkürzung der Umtriebszeit durch die Entwicklung des Jungwuchses unter Schirm des Altholzes, gesunder Nachwuchs. Demgegenüber erscheint die Einfachheit des Kahlschlages eigentlich kaum mehr als ein Vorteil. Oertliche Verhältnisse müssen selbstverständlich bei der Wahl der Schlagweise oft weitgehende Berücksichtigung finden. Bei der natürlichen Verjüngung von gemischten Waldbeständen kann und soll das Mischungsverhältnis der Holzarten im Jungholz durch entsprechende Eingriffe im Altholz reguliert werden. Es kommt hiebei hauptsächlich auf die Raschheit der Lichtung an; ferner ist eine sorgfältige Ausnutzung der Samenjahre nötig. Erfahrung und Beobachtung führen sicher zum Ziel.

Wir haben damit die Frage nach der Holzart angeschnitten, welche bei allen Betriebsarten und ganz speziell bei Neuanpflanzungen erörtert werden muß. Es entspricht nicht dem Rahmen dieser orientierenden Mitteilung, die Holzartenwahl im Detail zu behandeln, doch möge prinzipiell erwähnt werden, daß durch rationellen Anbau mehrerer Holzarten, die den Boden und den Luftraum in verschiedener Tiefe resp. Höhe ausnutzen, ein ganz bedeutend höherer Material- und Geldertrag erzielt werden kann, als dies bei reinen Waldbeständen der Fall ist. Dazu kommt noch, daß gemischte Bestände weit weniger durch Windwurf, Schneedruck, Insekten und Pilze beschädigt werden. Wälder, welche die verschiedenen Laub- und Nadelholzarten enthalten, entsprechen allen Bedürfnissen der Holzindustrie und können leicht in bestimmter Zusammensetzung natürlich verjüngt werden.

Bei der künstlichen Begründung von Waldbeständen ist darauf Bedacht zu nehmen, daß das Pflanzenmaterial resp. der Samen aus einer

Gegend stammt, deren Klima demjenigen des Kulturortes annähernd entspricht. Wird dies außer Acht gelassen, so zeigen die Kulturen durch langsames Wachstum oder großen Abgang an, daß die ererbten Lebensgewohnheiten der Pflanzen im Widerspruch stehen zum Klima des neuen Standortes. Der Same soll ferner nur aus Wäldern mit allgemein guter Wachsform bezogen werden; die Stellung und individuelle Gestalt der Mutterbäume hat dann weiter keinen Einfluß auf das Wachstum der Nachkommen. Bei allen Manipulationen mit Kulturmaterial und bei jedem Eingriff in aufwachsenden Waldbeständen muß der Wirtschafter sich stets dessen bewußt sein, daß er es mit einer Gesellschaft lebender Wesen zu tun hat, die bei allen Veränderungen an den äußeren Einflüssen, wie Licht, Wärme, Luftströmungen, chemische und physikalische Zustände am und im Boden, mit ihren besonderen Lebensäußerungen reagieren. Begangene Fehler sind bei der Waldbehandlung nur schwer oder gar nicht zu korrigieren und haben oft Jahrzehnte lang dauernde Schäden zur Folge.

Boden und Waldbestand beeinflussen einander gegenseitig. Ferner weist derjenige Bestand einen größeren Zuwachs auf, bei dem der Luftraum zwischen den Bäumen besser mit grünen Blättern resp. Nadeln erfüllt ist. Dies ist aber nur da der Fall, wo die Sonnenstrahlen bis in die tiefsten Schichten des Kronendaches einzudringen vermögen. Will man so die Produktion eines Waldes auf das Maximum steigern, dann wird sich die Verfassung des Bestandes mehr und mehr der Femel- und Plenterwaldform nähern müssen. Der Plenterwald mit seinem welligen Kronenprofil ermöglicht die intensivste Lichtausnutzung. Indessen kann selbst beim gleichalterigen Hochwald die Lebenstätigkeit der Baumkronen durch einen sorgfältig geregelten Durchforstungsbetrieb wesentlich befördert werden.

Da die Verjüngungen und Kulturen viel mehr Pflanzen enthalten als später Bäume nebeneinander zu vegetieren vermögen, kann und muß im Laufe der Jahre ein Ausscheidungs-Prozeß stattfinden, indem kranke, schwächliche, langsam wachsende und ungünstig gestellte Bäume unterdrückt werden und absterben. Würde es sich nun für den Waldbesitzer nur darum handeln, seinen Wald gesund zu erhalten, so könnte er die Pflege desselben auf den Ausbieb derjenigen Bäume beschränken, die von Insekten und Pilzen befallen oder vom Wind bestoßen werden. Dies aber würde die irrtümliche Ansicht zum Ausdruck bringen, daß wir den Ertrag des Waldes nicht steigern können. Erfahrungsgemäß ist dies aber in weitgehendem Maße möglich. Die hiezu dienenden Eingriffe in den Bestand müssen darauf ausgehen, den natürlichen Ausscheidungsprozeß zu befördern, d. h. den Kampf ums Dasein, den die aufwachsenden Bäume miteinander führen, abzukürzen. Die Durchforstungen kürzen also die Ausbildungszeit des Waldbestandes ab und liefern zugleich beträchtliche Vornutzungen. Dabei bietet sich auch immer Gelegenheit, das Mischungsverhältnis des Bestandes in gewünschtem Sinne zu korrigieren, und was noch wichtiger ist, es kann eine Formverbesserung, d. h. Qualitätsverbesserung des Bestandesmaterials erzielt werden. Zu diesem Behufe erstreckt sich die Durchforstung stetsfort auf die schlechter geformten Bäume, die vielfach nur als Brennholz, Schwellen und Kleinnutzholz Verwertung finden können. Hätte der Forstbetrieb nur den Zweck, in kürzester Zeit viel Brennholz zu produzieren, so könnten krumme, gablige und kropfige Exemplare, wenn sie im übrigen kräftig wachsen, vielfach sogar einen größeren Ertrag abwerfen als normale Bäume. Sobald aber die Erzeugung von langen Bau- und Sagholzstämmen als Endziel der Bestandeserziehung gilt, ist solch' untaugliches, schlecht geformtes Material bei Zeiten wegzunehmen. Die Formverbesserung ist bei von Jugend auf gepflegten Beständen eine sehr augenfällige im Vergleich zu wenig oder gar nicht durchforsteten Wäldern. Wird nach dem angegebenen Grundsatze durchforstet, so erreicht der Wald die hochwertigeren Sortimente früher, der wesentliche Nutzen der Waldpflege besteht also im Zeitgewinn. Zeit aber ist Geld und es lohnen sich daher alle in dieser Richtung wirkenden Maßnahmen wohl.

Da die Entwicklung eines Waldbestandes im Laufe von Jahrzehnten unmerklich langsam vor sich geht, so haben wir für diese Veränderung kein gutes Augenmaß, insbesondere dann nicht, wenn wir den betreffenden Wald stets vor Augen haben. Wer ein solches Vermögensobjekt besitzt oder verwaltet, der sollte aber mindestens von Zeit zu Zeit sich vergewissern, was es enthält und welchen Zinsertrag es abwirft resp. wie sich dessen Wertinhalt vermehrt. Erst wenn wir den Vorrat und Zuwachs des Waldes kennen, sind wir ferner imstande, alle verbessernden Eingriffe so zu leiten, daß fortwährend die größtmögliche Werterzeugung stattfindet. Nur dann können die vielen Fragen, welche der Durchforstungsbetrieb praktisch zu beantworten hat, vollkommen gelöst werden: Wie oft ist zu durchforsten? Wie stark ist zu durchforsten resp. zu lichten? Welche Stärkeklassen der Bäume sind zu vermindern, welche sind zu schonen? Allerdings

kann ein erfahrener Praktiker diese Fragen ohne spezielle Messungen annähernd richtig beantworten, doch wird er dann weniger rationell eingreifen, als wenn ihm die Lebenstätigkeit der Bäume auf Grund wiederholter Bestandesaufnahmen zahlenmäßig bekannt ist. Auch können alle Rentabilitätsberechnungen, Untersuchungen über die Hiebsreife älterer Bestände, sowie Wertberechnungen überhaupt nur gestützt auf Messungen mit der wünschenswerten Genauigkeit ausgeführt werden. Solange man nur okular oder an Hand von Stichproben taxiert, muß man die Zahlenwerte vorsichtshalber stets niedriger annehmen oder zum mindesten stark abrunden. Sobald der Waldbesitzer den irrtümlichen Standpunkt aufgegeben hat: der Wald wachse von selber so, daß ihm der größtmögliche Nutzen anfalle, wird er es als ein Bedürfnis finden, öfters den Zustand seines Vermögensobjektes dem Inhalt und dem Zuwachs nach zu kontrollieren. Damit kommen wir auf das Verfahren und die Resultate solcher Kontrollmessungen zu sprechen. In der Reihenfolge ihres Einganges zitiert, erhalten wir mittelst der Bestandesaufnahme folgende Zahlenelemente einer Waldparzelle:

1. Flächeninhalt laut Kataster oder spezieller Aufnahme.

2. Die Stammzahl total und getrennt nach Holzarten, Stärkestufen und Stärkeklassen, absolut, prozentual und pro Hektar.

3. Die mittlere Scheitelhöhe (arithmetisch oder geometrisch) des ganzen Bestandes und getrennt nach Holzarten und Stärkeklassen.

4. Die Kreisflächensumme (= Querschnittfläche der Stämme auf 1,3 Meter über Boden) total und getrennt nach Holzarten, Stärkestufen und Stärkeklassen absolut, prozentual und pro Hektar.

5. Die Massenzahl für Derbholz, Reisig und Gesamtmasse nach Probestammvermessung oder Erfahrungstafel.

6. Die Holzmasse: Derbholz, Reisig und Gesamtmasse total und getrennt nach Holzart und Stärkeklassen, absolut, prozentual und pro Hektar.

7. Inhalt, Stärke und Höhe des Mittelstammes des Bestandes als Ganzes und getrennt nach Holzarten und Stärkeklassen.

8. Sortimentsinhalt des ganzen Bestandes und der einzelnen Stärkeklassen, absolut und prozentual.

9. Altersermittlungen: Absolutes und wirtschaftliches Alter.

10. Zuwachsberechnungen: periodisch-laufender und Durchschnittszuwachs.

11. Waldwerte total und pro Hektar.

12. Rentabilitätsberechnungen pro Bestand und pro Hektar.

Die Messungen befassen sich mit den Elementen 1., 2., 3. event. 5. und 9. Alles weitere wird durch Rechnung gewonnen und zwar sind verschiedene Kubierungsverfahren möglich, die verschieden genaue Resultate vermitteln je nach Art der Probestammaufnahme resp. den verwendeten Tabellenwerten. Nachdem noch das Alter des Waldes festgestellt worden ist, folgt nun weiter die Ermittlung des Zuwachses, als desjenigen Bestandeselements, das die Lebenstätigkeit des Waldes, seine Produktion pro Jahr zum Ausdruck bringt. Die Zuwachsberechnung kann sich beziehen auf die Zeit von der Begründung des Bestandes bis zum Zeitpunkt der Untersuchung (Durchschnittszuwachs für ein bestimmtes Alter) oder bis zum Zeitpunkt der Hiebsreife (Haubarkeitsdurchschnittszuwachs) oder endlich auf eine kürzere Periode von 4—20 Jahren, vielleicht von einer Durchforstung oder Lichtung zur nächst folgenden (periodisch-laufender Zuwachs). Die beiden erstgenannten Zuwachsgrößen werden hauptsächlich verwendet zur Ertragsberechnung für öffentliche Waldungen (Wirtschaftspläne), ferner für Steuertaxationen. Der laufende Zuwachs dagegen interessiert mehr denjenigen, welcher die Bewirtschaftung des Waldes zu leiten hat, also den Besitzer oder Verwalter.

Die Wuchsleistung während den letzten paar Jahren soll genaue Auskunft geben, ob und wie eine Durchforstung resp. Lichtung auszuführen sei. Der laufende Zuwachs resultiert auf indirektem Wege aus dem Vergleich von aufeinander folgengenden Bestandesaufnahmen unter Einrechnung der in der Zwischenzeit bezogenen Nutzungen. Eine solche Berechnung setzt also mindestens zwei Vorratsaufnahmen und eine exakte Statistik über die Holzschlagergebnisse voraus. Sind diese Grundlagen nicht vorhanden oder unsicher, so kann der Zuwachs auf direktem Wege mit Hilfe des Zuwachsbohrers ermittelt werden. Der jährliche Dickenzuwachs der Waldbäume (Jahrringe!) wird beeinflußt durch die Jahreswitterung und durch die individuelle Entwicklungsmöglichkeit; er kann ziemlich rasch wechseln. In der Regel handelt es sich nun aber darum, den mittleren Verlauf des Zuwachses ohne Rücksicht auf Witterung und individuelle Zustände festzustellen.

Man wird ihn daher am besten als Durchschnittswert von drei- bis vier- oder mehrjährigen Perioden aus den Messungen an einer hinreichenden Anzahl von Bäumen berechnen. Schon die Resultate einer einzigen Periode sind wertvoll, da sie einen Vergleich des Zuwachses verschieden behan-

belter Bestände und ferner der einzelnen Stärkeklassen und Holzarten desselben Bestandes ermöglichen. Der Verlauf des Zuwachses läßt sich aber erst genau beurteilen aus den Resultaten von zwei oder mehreren Perioden. Diesfalls kann man im allgemeinen und im Detail feststellen, ob und wie viel der Zuwachs zu- oder abgenommen hat. Es ist dann auch der Einfluß der wirtschaftlichen Eingriffe in den Bestand zahlenmäßig zu erfassen, und es kann gestützt hierauf sicher beurteilt werden, welche wirtschaftlichen Maßnahmen am Platze sind (Durchforstung, Lichtung, Abtrieb). Oftmals ist auch die Frage zu erörtern, ob der Zuwachs durch Entwässerung nasser Bodenpartien verbessert werden könnte. Einer besonderen Kalkulation ruft endlich auch hie und da die Frage, ob durch Anlage eines Waldweges oder einer Seilriese eine namhafte Erhöhung des Reinertrages möglich wäre. Solche und viele andere Rentabilitätsfragen erheischen die Berechnung verschiedener Waldwerte, die da sind:

1. Der Kostenwert ist gleich der Differenz zwischen den summierten Jetztwerten von Bodenzins, Verwaltungsausgaben, Steuern, Kulturkosten und den summierten Jetztwerten aller Holz- und Nebennutzungen plus dem Bodenwert.

2. Der Rentierungswert ist der Barwert aller zu erwartenden Reinerträge.

3. Der Erwartungswert ist gleich der Summe der discontierten Erträge des Bestandes abzüglich den diskontierten Bodenzinsen, Verwaltungs- und Steuerauslagen plus dem Bodenwert.

4. Das Weiserprozent gibt die Verzinsung des Grund- und Vorratskapitals an.

5. Der Marktwert ist der Bruttoerlös bei vollständigem Abtrieb des Bestandes und Verkauf des Bodens.

6. Der Liquidationswert ist gleich dem Marktwert minus Holzerntekosten usw.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Waldwertrechnung ist die Feststellung des Zeitpunktes der Hiebsreife des Waldes bei einzelnen Beständen (Privatwaldungen) und des allgemeinen Haubarkeitsalters der öffentlichen Wälder (sogen. Umtriebszeit). Die Fixierung des Hiebsalters bildet bei größeren Waldungen öffentlichen Charakters einen Regulator, der im Verein mit anderen Festsetzungen die gesetzlich verlangte Konstanz des Ertrages (Nachhaltigkeit) garantiert.

Die vorstehenden Ausführungen können nur als Orientierung gelten über die zahlreichen Fragen, welche bei rationeller Verwaltung und Bewirtschaftung eines Waldbesitzes praktisch zu beantworten sind.

Ein neues Instrument zur Dreiteilung des Winkels

Von A. Scholer, cand. phil., Basel.

(Mit 5 Figuren im Text.)

Das Problem der Dreiteilung des Winkels und der Verdoppelung des Würfels beschäftigte die Alten sehr viel. Viele zerbrachen sich die Köpfe, eine Methode zu finden, diese Aufgaben auf Konstruktion mit Zirkel und Lineal zurückzuführen.

Die neueren Mittel der Geometrie gestatteten nun deutlich zu beweisen, daß die Lösung „nicht mit Zirkel und Lineal" ausführbar sei. Wir haben die Gleichung für die Winkelteilung

$$\cos(3\alpha) = 4\cos^3\alpha - 3\cos\alpha$$

setzen wir $\cos(3\alpha) = a$; $\cos\alpha = x$, so haben wir:

$$4x^3 - 3x - a = 0$$

Ist diese Gleichung reduzibel, so kann sie in ein Produkt von zwei Faktoren zerlegt werden, von denen einer linear ist. Ihre Form wäre dann:

$$(x - \alpha)(x^2 + \beta x + \gamma) = 0,$$

worin α, β, γ rationale Funktionen von a sind. a ist aber im allgemeinen transcendent und nur für bestimmte Fälle rational. Aus diesem Grunde sind für gewöhnlich auch α, β, γ transcendent. Die analytische Geometrie lehrt uns, daß solche transcendente Zahlen nicht mit Zirkel und Lineal abgebildet werden können. Konstruierbar sind z. B.: die Teilung von 90°, 60°, 30°, 15° und ähnliche in 3 Teile. $\cos 90^\circ = 0$ also

$$4x^3 - 3x = 0 \qquad x(4x^2 - 3) = 0 \qquad x_1 = 0$$

$$x_2 = \tfrac{1}{2}\sqrt{3} = \cos 30^\circ$$

Mit Zirkel und Lineal lassen sich also Ausdrücke konstruieren, welche nur aus „rationalen Zahlen" durch „Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division erhalten werden und auf Quadratwurzelausdrücke zurückgeführt werden können. α, β, γ sind nach obigem nicht immer rational, somit fällt die Aufgabe nicht in den Bereich der Geometrie des Zirkels und des Lineals.

Für allgemeine Lösungen müssen wir andere

Wege einschlagen. Es können nur Curven höheren Grades verwendet werden, von denen die Conchoide des Nikomedes in Fig. 1 eine ist. Sind auf einem, um einen Punkt P drehbaren Strahl zwei Punkte D und E so angeordnet, daß sie von einem

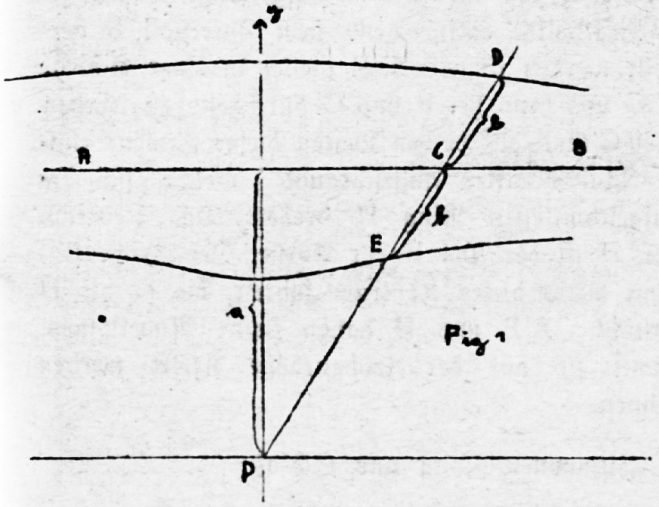


Fig 1

Punkte C des Strahles immer gleichen Abstand b haben und dieser Punkt C nur auf der Geraden A B gleitet, so entsteht eine Conchoide P heißt der Pol, b das Intervall und A B die Basis der Curve. Ist a der Abstand des Poles P von AB und der Ursprung des Coordinatensystems, dessen xAchse parallel A B läuft, so lautet die Curvengleichung:

$$(x^2 + y^2) \cdot (y - a)^2 = y^2 b^2$$

Zur Teilung kann der obere oder der untere Ast der Conchoide verwendet werden. Es sind in beiden Fällen Einschiebungsaufgaben. Hier möchte ich den Ast verwenden, welcher auf derselben Seite liegt wie der Pol der Corchoide. Fig. 2 stellt die

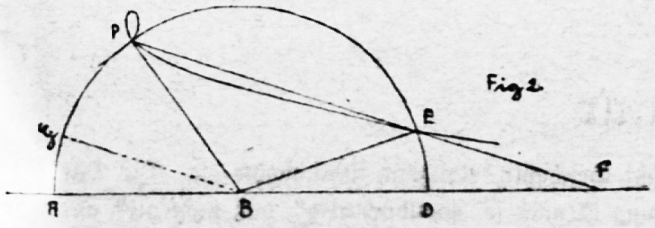


Fig 2

Konstruktion dar, welche wahrscheinlich von Archimedes herstammt. P A B sei der zu teilende Winkel. Um A beschreibe man mit dem Radius PA einen Kreis. Dieser trifft die Schenkel des Winkels in P, B und D. Man zeichnet nun die Conchoide, die P als Pol, A B als Basis und PA als Intervall hat. Den Schnittpunkt E der Kurve mit dem Kreise verbindet man mit A, dann ist der Winkel E A D der dritte Teil vom Winkel P A B.

Beweis: Verbindet man P mit E, so schneidet diese Gerade A B in F. Aus der Konstruktion folgt: $\sphericalangle APE = \sphericalangle PEA = 2 \sphericalangle EFD$
und da $\sphericalangle PAB = \sphericalangle APE + \sphericalangle EFD$ ist,
so folgt $\sphericalangle PAB = 3 \cdot \sphericalangle EFD$, also
$\sphericalangle EFD = {}^1/_3 \sphericalangle PAB$
und $\sphericalangle EAD = {}^1/_3 \sphericalangle PAB$ w. z. b. w.
EF ist die eingeschobene Strecke.

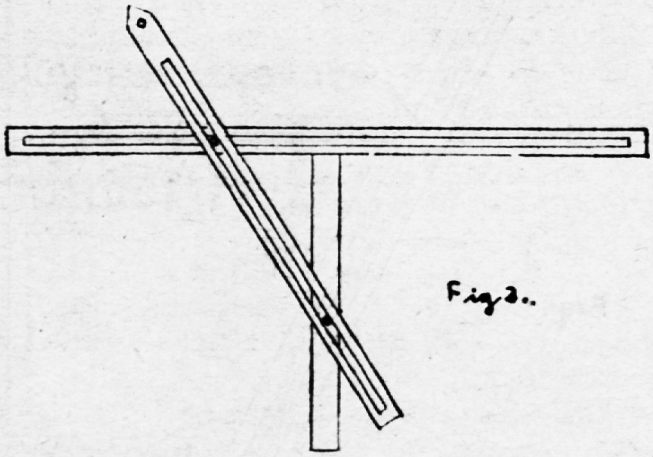


Fig 3.

Von Euklid soll der Zirkel in Fig. 3 herkommen. Er zeichnet nur den vom Pol abgewendeten Ast der Kurve.

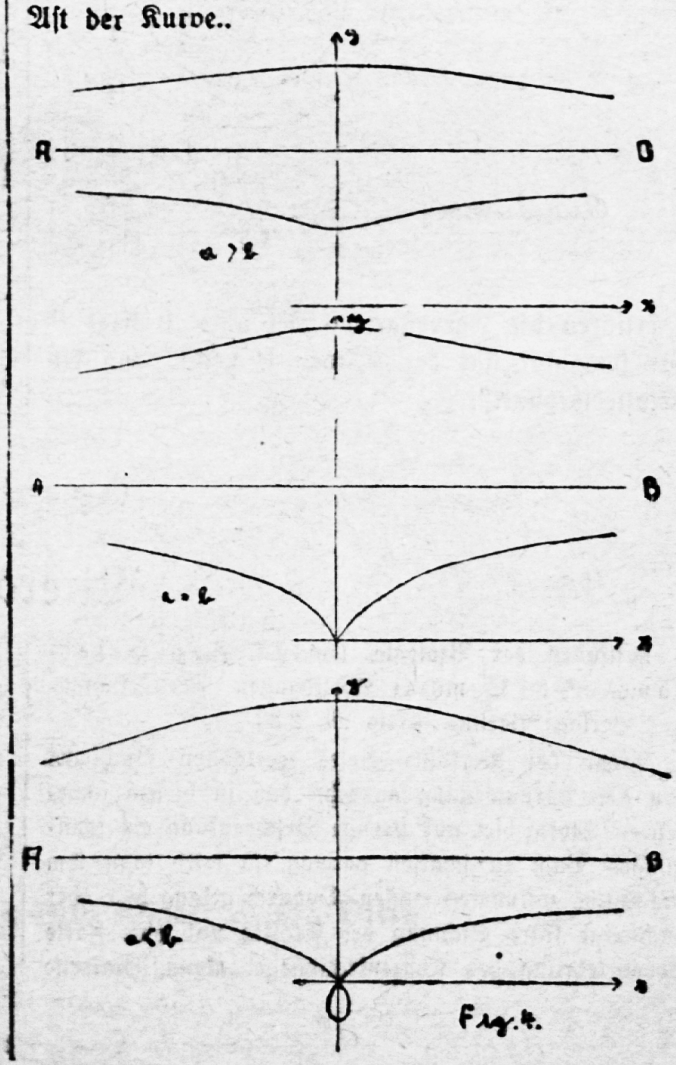
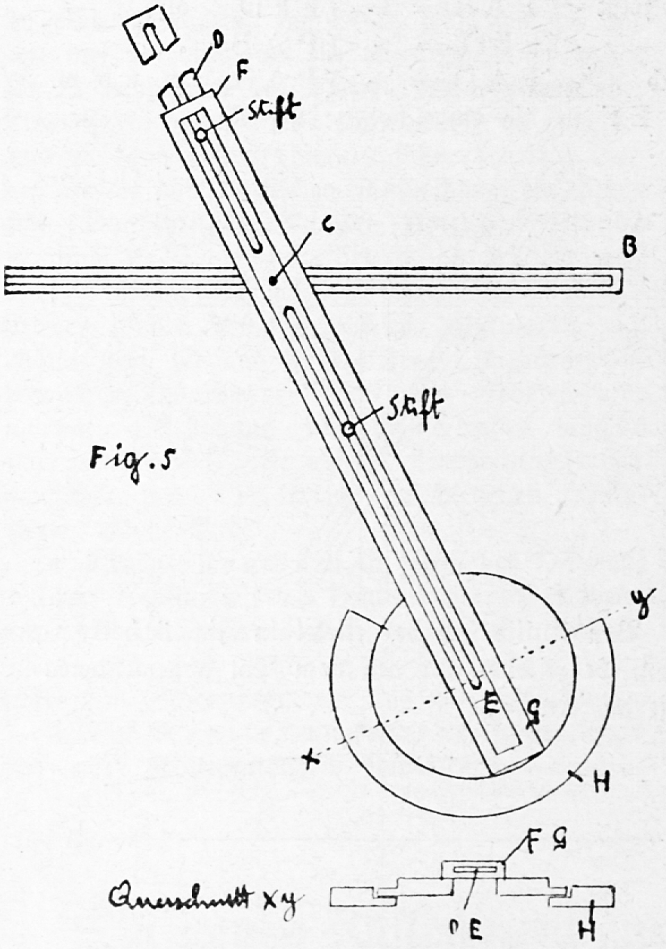


Fig 4.

Mir ist es gelungen, einen Zirkel zu finden, der nicht nur beide Aeste zeichnet, sondern auch verwendet werden kann, wenn b > a. Die Figuren



4 erklären die Kurvenarten. Bei a > b liegt P nur imaginär auf der Kurve. P heißt dann ein „Einsiedlerpunkt".

Der Bau meines Zirkels ist in Fig. 5 dargestellt. Die Schiene A B ist gleich wie bei Euklid die Basis des Kurve. Drin gleitet der Nocken C, welcher drehbar in das flache Lineal D E paßt. C wird am besten zum Bewegen des Zirkels benutzt. Beidseitig von C ist D E aufgeschlitzt, damit die Bleistifthalter entsprechend dem Intervall b verstellt werden können. D E gleitet in einer Schiene F G und kann bei F und G durchgestoßen werden. Bei G sind auf beiden Seiten dieser Schiene runde Plattenhälften angeschraubt, welche sich im aufgeschnittenen Ring H drehen. Das Zentrum von H ist der Pol P der Kurve. Der Zeichenstift kann durch dieses Zentrum fahren, bis er bei H anstößt. A B und H haben kleine Nadelspitzen, damit sie auf der Zeichenebene fixiert werden können.

Zusammenfassung und Schluß:

1. Es wird die Unmöglichkeit der Dreiteilung des Winkels mit Zirkel und Lineal dargelegt und auf höhere Kurven verwiesen.

2. Als eine solche ist die Conchoide angeführt und erklärt.

3. Werden alle Fälle der Conchoide erläutert, der Zirkel von Euklid und der neue Zirkel beschrieben.

* * *

An dieser Stelle sei meinem Mathematiklehrer Professor Dr. Mohrmann in Basel, welcher mich zum Bau des Zirkels anregte, gedankt. Ebenso danke ich Professor Dr. Theiler in Luzern, welcher mich aufforderte, die Beschreibung zu publizieren.

Literatur

Leitfaden der Biologie, von Dr. Frz. Heselhaus. 8° 82 S. mit 41 Abbildungen. Ferd. Dümmlers Verlag, Berlin. Preis M. 2.20.

Wenn der Verfasser dieses wertvollen Büchleins von der Voraussetzung ausgeht, daß in diesem ungeheuren Stoffgebiet nur strenge Beschränkung ein schulfähiges Buch zu schaffen vermag, so wird man ihm rückhaltlos zustimmen müssen. Dadurch gelang hier aber auch eine klare Sichtung des Stoffes und eine starke Hervorkehrung des Konzentrationsgedankens, Hinweise auf Geschichte, Religion, Philosophie etc. Die Darstellung ist nicht so „schulbuchartig", daß nicht auch andere, die sich für biolog. Fragen interessieren, wohl gerne zu diesem Werkchen greifen werden. Was noch besonders betont sei, ist der Umstand, daß der Standpunkt des Leitfadens der positiv-gläubige ist, was ihn für uns manchen andern derartigen Büchern gegenüber neben seiner wissenschaftlichen Zuverlässigkeit doppelt wert macht.

Dr. B.