

Aus dem Geschlechtsleben der Spinnen. (Die Tasterfüllung der Männchen.)

Von Ulrich Gerhardt, Breslau.

Für unsere gesamte Auffassung von der Sexualbetätigung der männlichen Spinnen war *Menges* im Jahre 1843 veröffentlichte Entdeckung von ausschlaggebender Bedeutung, daß das Tier seine an dem Endgliede seiner Kiefertaster gelegenen akzessorischen Kopulationsorgane in einem der Begattung vorangehenden Akt mit Samen füllt. Ähnliches kommt auch bei diplopoden Tausendfüßlern (*Julus*, *Polydesmus* usw.) vor, aber eine Besonderheit, die diesem Vorgange anhaftet, findet sich, soweit bekannt, ausschließlich bei den Spinnen. Es ist dies die eigentümliche Inanspruchnahme des Spinnvermögens für die Füllung der Taster mit Sperma.

Betrachten wir kurz den anatomischen Sachverhalt, der dem biologischen Geschehen zugrunde liegt, so haben wir bei den männlichen Spinnen in dem Fehlen primärer, d. h. unmittelbar der Mündung der Geschlechtsöffnung angeschlossener Kopulationsorgane einen Charakter vor uns, den sie mit ihren Geschlechtsgenossen aus den meisten übrigen Ordnungen der Spinnentiere oder Arachniden teilen. Ausnahmen bilden vor allem die bekannten Weberknechte (Phalangiden) mit sehr entwickeltem primärem Kopulationsorgan (Penis), so wie einige Milbenarten.

An mehreren Orten im tierischen System begegnen uns nun gerade in solchen Fällen des Fehlens der primären Organe andere Übertragungsmechanismen für das Sperma während des Begattungsaktes, die durch einen Funktionswechsel solcher Organe zustande gekommen sind, die primär nichts mit den eigentlichen Sexualorganen zu tun haben. Dahin gehören der Hectocotylusarm der männlichen Cephalopoden oder Tintenfische, die Kopulationsfüße der erwähnten Tausendfüßlermännchen, das akzessorische männliche Organ der Libellen und endlich die uns hier beschäftigenden Taster der männlichen Spinnen. Gerade diese Organe haben sogar mehr als einmal Änderungen ihrer Funktion erfahren müssen, um zu ihrem jetzigen Zustand gelangen zu können. Die Extremität, die der Taster darstellt, ist zunächst an ihrer Basis zu einem Kauorgan geworden (Maxille), während ihr freier Endteil zum Tastorgan wurde, das nur im männlichen Geschlecht schließlich Begattungsfunktionen übernehmen mußte. Da zwischen der an der Bauchseite der Hinterleibswurzel, nahe hinter dem Bauchstiel gelegenen Geschlechtsöffnung des Männchens und dem Taster keine innere Verbindung besteht, so blieb die Methode, durch die

das Sperma in die Taster eingebracht wird, lange Zeit ein Rätsel, das aber durch die *Mengesche* Beobachtung eine Lösung fand. Zum Verständnis des Vorganges wird es nötig sein, kurz die Beschaffenheit des männlichen Tasters zu besprechen.

Bei beiden Geschlechtern besteht der Taster aus Hüfte (Coxa), Oberschenkel (Femur), Knie-scheibe (Patella), Schienbein (Tibia) und Lauf (Tarsus). Während aber der normal geformte, klauentragende Tarsus des Weibchens dem der Gehbeine gleicht, ist er beim Männchen meist stark umgeformt und an seiner Beugeseite mit einem oft äußerst kompliziert gebauten Anhangs-



Fig. 1. Taster einfacher Form von *Loxosceles rufescens* L. ♂. *t* = Tarsus, *b* = Bulbus genitalis, *e* = Embolus. Verändert nach *Strand*.

gebilde, dem eigentlichen Begattungsorgan oder *Bulbus genitalis* versehen. Der höhere oder geringere Grad der Umgestaltung erstens des Endgliedes (zum „Schiffchen“) und zweitens das Fehlen oder Vorhandensein komplizierender Hilfsgebilde am Bulbus bedingt den primitiveren oder differenzierteren Bau des Kopulationsorganes, der auf Grund dieser Verschiedenheiten zu einem der wichtigsten Kriterien für die systematische Einteilung der Spinnen geworden ist.

Im einfachsten Fall (*Loxosceles*, Fig. 1) besteht der Bulbus (*b*) bei wenig verändertem Tarsalglied (*t*) aus einem birnförmigen Behälter, an dessen Spitze ein *blind endender*, spiral gewundener Kanal, der *Spermophor*, mündet. Aus diesem Kanal wird das Sperma bei der Begattung der Spinnen in die Samentaschen des Weibchens vom Männchen mit Hilfe des spitzen Endfortsatzes, des *Embolus* (*e*) eingebracht und, auch in den Fällen kompliziertester Gestaltung des Bulbus, durch Hinzutreten eines besonderen, mit Blutschwellbaren Austreibungsmechanismus für das

Sperma, bleibt der Vorgang prinzipiell der gleiche.

Wie aber kommt das Sperma in den Tasterbulbus hinein? Auf diese Frage gab *Menges* schon kurz gestreifte Beobachtung von 1843 die Antwort. Er sah (bei *Linyphia* und *Agalena*), daß das Männchen sich dadurch in den Zustand der Bereitschaft zur Begattung setzte, daß es einen Tropfen Sperma auf ein eigens hierfür gewobenes kleines Gespinst (*Menges* „Steg“) absetzte und diesen Tropfen durch abwechselndes Auftupfen mit beiden Tasterbulbi von diesem Gewebe absog.

Eine Reihe anderer Autoren (*Ausserer*, *Bertkau*, *Montgomery*, *Petrunkevitch*) haben, außer *Menge* selbst, bei einer beträchtlichen Zahl von Spinnenarten den Vorgang der Tasterfüllung des Männchens beobachtet und beschrieben. *Menge* gelang es, ihn bei acht europäischen, *Montgomery* bei sieben amerikanischen Arten zu beobachten; daneben ist die wichtigste Schilderung die, die *Petrunkevitch* von der Tasterfüllung bei der nordamerikanischen Vogelspinne *Eurypelma hentzi* gibt. Ich konnte in den drei letzten Sommern¹⁾ bei einer großen Anzahl von Spinnenarten (fast 70) die Begattung und immerhin bei 35 den oft weit schwieriger zu sehenden Vorgang der Tasterfüllung beobachten. Dazu kommen 17 Arten aus der Literatur, so daß im ganzen von 52 Arten Beobachtungen vorliegen. Sie erstrecken sich über 15 Familien, und es kann nunmehr gesagt werden, daß im allgemeinen die Handlungen, die zur Ausführung der Tasterfüllung nötig sind, bei allen Spinnen recht einheitlich verlaufen; aber bei einer größeren Breite der Beobachtungsbasis finden sich doch allerlei Unterschiede, die z. T. gerade besonderes Interesse bieten dürften.

Ein Spinnenmännchen, das seine Taster füllen will (über den Zeitpunkt, zu dem dies geschieht, wird noch zu sprechen sein), kaut zunächst an deren Bulbis herum und zeigt Zeichen von allgemeiner Unruhe. Dann beginnt es zwischen zwei die Äste einer Gabel darstellenden oder auch mehr oder minder parallel verlaufenden starken Spinnfäden ein locker gewebtes Band aus sehr feinen Fäden zu spinnen, das meist annähernd horizontal steht. Die sehr lebhaften und heftigen Spinnbewegungen gehen über in klopfende und reibende Bewegungen des Hinterleibes, die die an seiner Basis ventral gelegene Geschlechtsöffnung mit der freien, stärker gewebten Vorderkante des Spermagespinstes in Berührung bringen. *Campbell* hat gezeigt, daß die Geschlechtsöffnung männlicher Spinnen mit feinen *Sinnespapillen* umstellt ist, die durch diese Bewegungen gereizt werden und diesen Reiz auf das sekretorische Nervensystem der Geschlechtsorgane weiterleiten, bis schließlich die *Abgabe eines Spermaquantums* ausgelöst wird, das, als größerer oder kleinerer, zäher oder dünnflüssiger, milchig-trüber oder

¹⁾ Von den Resultaten dieser Untersuchungen ist ein Teil (1921) erschienen, während der größte Teil der Schilderungen neuer Befunde, gerade in bezug auf die Tasterfüllung, seit über Jahresfrist des Erscheinens harrt.

glasheller Tropfen, je nach der Art, aus der Genitalöffnung austritt und an dem Gewebe, an oder dicht hinter dessen freier Vorderkante, hängen bleibt. Damit ist der erste Teil der Prozedur beendet und das Männchen muß nun seine Lage zum Gespinst (auf dem es entweder sitzt, wie bei den meisten Lauf- und Röhrenspinnen, oder unter dem es hängt, wie bei fast allen Netzspinnen) etwas ändern, so daß es mit den Endfortsätzen (Emboli) seiner Tasterbulbi in den Spermotropfen hineingreifen kann. Das geschieht in der großen Mehrzahl der Fälle abwechselnd mit dem rechten und linken Taster. Man beobachtet, wie der Tropfen kleiner und kleiner wird; sowie ein Taster abgehoben ist, wird er schleunigst durch

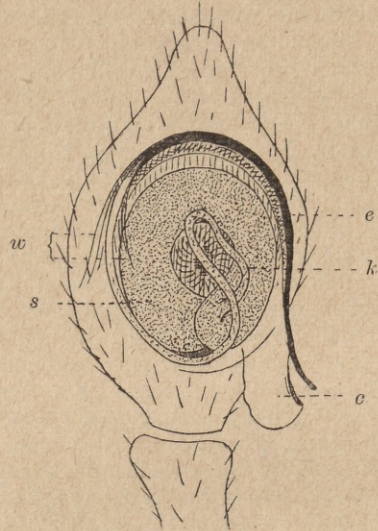


Fig. 2. Taster von *Dictyna vinidissima* Walck. ♂. *s* = samengefüllter Spermophor, *k* = sein Endgang, *e* = Embolus, *w* = dessen Wurzeln (*c* sein Conductor). Nach Gerhardt.

den anderen ersetzt und in einer Zeit, deren Dauer je nach der (relativen) Größe und der Konsistenz des Spermotropfens von einer Minute bis (*Eurypelma* nach *Petrunkevitch*) zu mehr als einer Stunde betragen kann, wird das ganze Ejaculat von den Spermophoren aufgenommen. Daß dies tatsächlich der Fall ist, läßt sich leicht im mikroskopischen Präparat des ungefüllten und gefüllten Tasters zeigen.

Es ist hier nunmehr wohl der Ort, um über die Ungleichheiten, die sich im einzelnen, trotz der Uniformität des Vorganges, unter den Spinnen finden, einiges zu sagen.

Zunächst besteht zwischen den Vogelspinnen, den meisten Lauf- und Röhrenspinnen auf der einen und den Krabben- und Netzspinnen auf der anderen Seite der Unterschied, daß bei den erstgenannten das Männchen das Sperma *durch das Gewebe hindurch (indirekt)* in die Bulbi aufnimmt, also zu diesem Zwecke mit ihnen über die freie Kante des Spermagesebes hinweg auf dessen jenseitige Fläche, hinter den Tropfen greift. Bei den Netzspinnen hingegen wird der Tropfen meist

von dem unter dem Gewebe hängenden Männchen auf dessen obere Fläche abgesetzt, so daß das Tier, wenn es mit den Tastern über die Gespinstkante greift, mit den Embolis in den Tropfen hineingerät und ihn so *direkt* aufsaugen kann. Eigentümlich ist, daß in der Familie der *Linyphiiden*, wie es scheint allgemein, ferner auch bei dem in Deutschland sehr seltenen und nur in Mittel-franken und Nassau beobachteten *Uloborus walckenaerius* Ltr. das Männchen bei der Anfertigung des Gewebes und auch nachher bis nach vollendeter Ausstoßung des Spermatropfens auf dem Gespinst sitzt, sich dann aber plötzlich auf dessen Unterseite fallen läßt und so, von unten her und *direkt*, das Sperma aufnimmt²⁾.

Weiter besteht in der Familie der *Tetragnathiden*, und zwar bei beiden einheimischen Gattungen (*Tetragnatha* und *Pachygnatha*) die Besonderheit, daß das Männchen (unter dem Netz und direkt) mit beiden Tastern gleichzeitig das Sperma aufsaugt. Das ist deshalb von Interesse, weil bei der Begattung in dieser Familie die Taster alternierend angewandt werden, während die in vielem sehr ursprüngliche *Dysderide Segestria* umgekehrt zwar bei der Kopulation, nicht aber bei der Spermaaufnahme des Männchens, beide Taster gleichzeitig verwendet.

Den abweichendsten Modus aber finden wir in der auch sonst sehr seltsamen, durch zwei Arten in Deutschland vertretenen Familie der *Pholciden* (Zitterspinnen), deren Männchen auch durch einen sehr abweichenden morphologischen Bau ihrer Taster ausgezeichnet sind. Auch hier leitet das Männchen durch Kauen an den Bulbi seiner Taster den Gesamtvorgang der Spermaaufnahme ein, zieht dann plötzlich einen langen einzelnen Spinnfaden, den es mit den Spitzen des dritten Fußpaares ergreift, quer spannt, und über seine Genitalöffnung in der Richtung von vorn nach hinten, und umgekehrt, hin und her streicht, bis der Spermatropfen erscheint und an dem Faden hängen bleibt. Nun wird der Faden, samt dem daran haftenden Tropfen, so weit nach vorn gebracht, daß der Tropfen von den Oberkiefern (Cheliceren) ergriffen und abgenommen werden kann. Während das dritte Fußpaar, wenn nun auch lockerer, noch immer den Faden hält, holen die Taster, deren Emboli abwechselnd zwischen die Kiefer gebracht werden, aus ihnen den Spermatropfen heraus. So ist also hier das fixe Spermagewebe durch einen beweglichen Faden ersetzt; der Effekt ist in beiden Fällen ja der gleiche.

Es unterliegt bei dem Fehlen jeglicher Muskulatur am Embolus und Spermophor keinem Zweifel, daß lediglich durch *Kapillarität* das Sperma in die Tasterschläuche aufgesogen wird.

Hat das Männchen alle diese Handlungen vollzogen, so ist es *begattungsbereit*, aber meist nicht sofort, sondern erst nach Ablauf einer manchmal

mehrere (bis 14) Tage währenden Karenzzeit, über deren Ursache wir nichts wissen. Bei einigen Netzspinnen (besonders *Linyphiiden*) kann sich das Männchen unmittelbar nach vollendeter Spermaaufnahme begatten (s. u.).

Es ist nun ohne weiteres klar, daß diese Begattungsbereitschaft einen zeitlich nach beiden Seiten hin begrenzten Zustand darstellt, da er erst beginnt mit dem Abschluß der beschriebenen Handlungen und erlischt, wenn die Spermaphore entleert sind. Da in den Hoden nun sehr viel mehr Sperma produziert als bei einer Tasterfüllung verwendet wird, so kann der Zustand der Begattungsbereitschaft mehrmals im Leben eines Spinnenmännchens eintreten. Er muß es, genügend lange Lebensdauer vorausgesetzt, deshalb tun, weil die Füllung der Taster reflektorisch und zwangsläufig durch das Zusammentreffen zweier Bedingungen ausgelöst wird: durch *Vorhandensein reifen Spermata in den Gonaden oder deren Leitungswegen und durch die gleichzeitige Leere der Tasterschläuche*. Primär ist dieser Zustand gegeben bei jedem Spinnenmännchen, das nach der letzten Häutung seine Reife erlangt hat, sekundär tritt er wieder ein nach Entleerung der Spermaphore durch Begattung. Die allermeisten bisher vorliegenden Beobachtungen von Tasterfüllungen männlicher Spinnen wurden nach vollzogener Kopulation angestellt, da es naturgemäß äußerst schwierig ist, den Zeitpunkt abzapfen, in dem bei einem frischgehäuteten Spinnenmännchen die Notwendigkeit der Tasterfüllung eintritt. Dagegen ist es bei vielen Arten nicht schwer, durch Beobachtung zu erfahren, wie lange nach der Entleerung der Bulbi, ob nach ein- oder mehrmaliger Begattung usw., die Neufüllung der Taster einzutreten pflegt, eine Tatsache, auf die *Montgomery* zuerst aufmerksam gemacht hat.

Ob man nun ein Spinnenmännchen nach geschehener Entleerung der Bulbi mit dem Weibchen in demselben Gefäß zusammenläßt, oder ob man es gänzlich von ihm isoliert, ist für die Ausführung der Tasterfüllung gleichgültig. Es besteht mit anderen Worten eine *Unabhängigkeit dieses Aktes von der Anwesenheit eines weiblichen Artgenossen*, und der Trieb, der unter den angegebenen Bedingungen das Männchen zwingt, diesen Vorgang auszuführen, ist anderer Natur als der, der gemeinhin im Tierreich als „Geschlechtstrieb“ bezeichnet wird. *Petrunkewitch* betont für *Eurypelma*, daß das Männchen, solange seine Taster nicht gefüllt sind, sich gar nicht um das Weibchen kümmere, nach deren Füllung dagegen unweigerlich auf jedes Weibchen reagiere. Somit besteht bei den männlichen Spinnen eine Trennung des Triebes, der das Männchen zum Weibchen führt, und der als Endziel die Begattung erstrebt (des „*Kontrektationstriebes*“ nach *Moll*, auch als „*Amplektations-trieb*“ bezeichnet), von einem zweiten, zeitlich in seiner Wirksamkeit ihm vorangehenden Triebe, der sich lediglich als „*Detumeszenztrieb*“, d. h.

²⁾ Bei der zweiten deutschen *Uloboridae*, *Hyptiotes paradoxus* C. L. K., hängt das Männchen während des ganzen Aktes unter dem Gewebe.

als Entleerungstrieb der Keimdrüsen, äußert. Der Kontraktionstrieb wird ausgelöst durch den Zustand der Füllung, in den die Spermatophore der Taster durch das Männchen nach Befriedigung des reinen Detumesenztriebes durch den Akt der eigentlichen Spermaaufnahme versetzt worden sind. Dieser Füllungszustand der Tasterschläuche bedingt im nervösen Apparat der Kopulationsorgane eine Spannung (Turgescenz), die einen dritten Trieb, zur *Deturgescenz*, (eben der Kopulationsorgane) setzt, gleichzeitig verbunden mit dem Trieb zum anderen Geschlecht, also zur Begattung.

Wenn wir somit im allgemeinen bei den Spinnenmännchen eine weitgehende Unabhängigkeit des Vorganges der Spermaaufnahme von dem der Begattung annehmen dürfen, so gibt es trotzdem Fälle, in denen *praktisch* nur die *erste* Füllung der Taster (nach der Reifehäutung) in Abwesenheit des Weibchens erfolgt. Bei den Linyphiiden, einigen Micryphantiden und einer *Theridium*art wird regelmäßig beobachtet, wie das Männchen innerhalb einer Serie von Begattungshandlungen (häufige abwechselnde Anwendung der beiden Taster, oft durch viele Stunden) zwischendurch das Weibchen verläßt, in größter Eile ein Spermagewebe anfertigt, seine leergewordenen Taster auf neue füllt und sofort zur Fortsetzung der Begattungshandlungen schreitet. So ist hier also der Vorgang der Samenaufnahme eingeschoben zwischen Begattungen, aber die Tatsache, daß die *erste* Füllung unabhängig von der Anwesenheit eines Weibchens vollzogen werden kann, nimmt dieser Erscheinung jede weitertragende theoretische Bedeutung. Aber noch etwas anderes zeigen einige Spinnen gerade dieser Kategorie:

Bei allen anderen Spinnen ist die vom Männchen auszuführende Handlungskette bei der Spermaaufnahme unveränderlich in der Reihenfolge ihrer Glieder, d. h. es folgen die Akte der Spermaabgabe und -aufnahme erst auf den einleitenden Vorgang der Anfertigung des Spermagewebes. Bei *Leptyphantès nebulosus* Sund. und *Labulla thoracica* Reuß unter den Linyphiiden, seltener auch bei der gemeinen Baldachinspinne *Linyphia triangularis* Cl. kann das Männchen ein und dasselbe Gewebe zwei- oder sogar dreimal zur Absetzung je eines Samentropfens benutzen, da hier die Samenaufnahme während einer Begattungsserie wiederholt (bis dreimal) ausgeführt werden kann. Für *Labulla thoracica* liegen die Dinge insofern noch besonders, als hier in zwei Fällen von mir beobachtet wurde, wie das Männchen erst ein Gewebe spann, darauf einen ersten Tropfen ejakulierte und mit den Tastern aufzog, unmittelbar darauf sofort einen zweiten, wobei es, nach Linyphiidenmodus (s. o.), zweimal seine Stellung ändern mußte. Bei *Linyphia triangularis* konnte ich an einem Männchen während einer Begattungsserie zweimal beobachten, wie es ein vorher angefertigtes

und benutztes Spermagewebe jedesmal vor neuem Gebrauch mit einer neuen Gespinstlage überzog, ehe es sein Spermaquantum ejakulierte. Erwähnt sei aber, daß bei *Theridium varians* Bl. sowie den Micryphantiden *Erigone longipalpis* Sund. und *Gongylidium rufipes* L., bei denen die Spermaaufnahme gleichfalls während einer Begattungsserie mehrfach (bei den letztgenannten dreimal, bei *Theridium varians* in zwei Fällen sogar je siebenmal beobachtet) ausgeführt wird, das Männchen vor jeder einzelnen Spermaaufnahme ein neues Gewebe spinnt.

Es ist begreiflich, daß die Samenaufnahme des Männchens gerade bei den Linyphiaarten, den Spinnen, deren Begattung am leichtesten und häufigsten im Freien zu sehen ist, wegen ihrer zeitlichen Stellung innerhalb der Begattungsserie oft geschildert worden ist. Daß aber dies Verhalten durchaus nicht die Regel bildet, geht aus dem oben Gesagten hervor. Vielmehr ist bei den allermeisten Spinnen der Hergang der, daß das Männchen sich nach der (sehr verschieden verlaufenden und besonders verschieden lange Zeit dauernden) Begattung oder in einigen Fällen, nach *derjenigen* Begattung, durch die die Entleerung der Tasterschläuche vollständig geworden war, vom Weibchen trennt und erst nach Ablauf einer für die Species ungefähr konstanten Zeit (durchschnittlich $\frac{1}{2}$ —1, seltener 2 und mehr Stunden) die ersten Zeichen von Unruhe zu erkennen gibt, die der Anfertigung des Spermagewebes vorangehen. *Theridium bimaculatum* L. ♂ (neue Beobachtung) füllt, unmittelbar nach einmaliger Entleerung beider Tasterschläuche in zwei Abschnitten *einer* Begattung, seine Taster wieder mit Sperma, ist aber zur Ausführung einer neuen Kopulation erst wieder nach Stunden bereit, ganz im Gegensatz zu dem erwähnten *Th. varians*.

Bei anderen Spinnen wiederum, nämlich bei solchen mit sehr kurzdauernder, nicht zur völligen Entleerung der Bulbi führenden Begattung ist es viel schwerer, oft sogar ganz außerordentlich schwierig, den Zeitpunkt der Tasterfüllung abzapfen. Das ist z. B. der Fall bei der häufigsten einheimischen Spinne mit primitiven Kopulationsorganen, der besonders unter Kiefernrinde lebenden *Segestria senoculata* L. Obwohl ich gerade bei dieser Art die Begattung äußerst häufig sah, ist es mir nur einmal gelungen, den Akt der Tasterfüllung, den kennenzulernen ich eifrigst bemüht war, zu beobachten, und zwar infolge einer von außen eintretenden unerwarteten Störung auch nur fragmentarisch. Hier hatte das Männchen einen Spermatropfen auf die Glaswand des Zuchtgefäßes selbst, *nicht auf ein besonderes Gewebe*, abgesetzt; ich konnte noch feststellen, daß das Auftupfen dieses Tropfens mit den beiden Tastern abwechselnd geschieht (s. o. S. 850), dann wurde das Tier durch ein zweites Männchen von seinem Ort verdrängt, und unterbrach die Handlung. Ich weiß nicht, wieweit ich diese eine Beobachtung in ihrer Deutung

verallgemeinern darf. Sollte sie durch weitere bestätigt werden, so würde hier der erste Fall festzustellen sein, in dem eine männliche Spinne ohne Anfertigung eines Gewebes die Spermaaufnahme vollzöge, und in dem also die gesamte Handlungskette ein Glied weniger aufweisen würde als bei anderen Spinnen.

Die Frage, wie oft im allgemeinen ein Spinnmännchen seine Taster während seiner kurzen Lebensdauer als reifes Tier mit Sperma füllt, ist mit Sicherheit bisher nur dahin zu beantworten, daß dies in der Mehrzahl der Fälle mehr als zweimal, oft (*Theridium varians*, s. o.) viel häufiger geschieht. Einen seltsamen Ausnahmefall, nämlich den nur einmaligen Füllung, finden wir aber da verwirklicht, wo das Männchen die erste Entleerung beider Tasterschläuche nicht überlebt, oder wenigstens nicht unverstümmelt überlebt. Eine der schönsten einheimischen Spinnen, die schwarzweißgelb gebänderte große Radnetzspinne *Argiope bruennichi* Scop., die in Deutschland im Rheintal und — seltsamerweise — bei Berlin vorkommt, ist ausgezeichnet durch sehr kleine Männchen. Ich habe in diesem Sommer sechsmal die Begattung bei dieser Art beobachten können, einen sehr kurz, wenige Sekunden dauernden Akt, bei dem, wie bei allen Epeiriden (Verwandten der Kreuzspinne) jedesmal nur ein Taster des Männchens verwendet wird. Sollen beide entleert werden, muß sich das Männchen also zweimal begatten³⁾.

Einem intakten Männchen gelingt, bei völlig friedlichem Verhalten virgineller Weibchen, die Einführung des ersten Tasters leicht. Aber bei der Trennung der Tiere pflegt mindestens ein Bein des Männchens im Besitz des Weibchens zu verbleiben und von ihm eingesponnen und ausgesogen zu werden. Ein derartiges reduziertes Männchen mit sieben Beinen vermag zwar noch die zweite Begattung zu leisten, wird aber während ihrer Dauer vom Weibchen lose umsponnen und nach der Extraktion des Tasters aus der Samentasche eingewickelt und gefressen. Das sah ich zweimal; von vier intakten Männchen verloren drei ein Bein bei der ersten Begattung, das vierte deren drei. Es starb an dieser Verletzung, die es sich bei dem Losreißen aus den Fadenschlingen des Weibchens zugezogen hatte.

Verstümmelt werden bei tropischen riesigen Radspinnen der Gattung *Nephila* die winzigen Männchen (sie sind 14—1500mal kleiner als die Weibchen) bei der Begattung anscheinend sehr regelmäßig, und zwar durch Abreißen des Tasterfortsatzes (Embolus), der in einer Samentasche des Weibchens stecken bleibt. Schon *Bertkau* und *Simon* wiesen darauf hin, daß anscheinend alle Weibchen dieser Gattung, wenn sie befruchtet sind, diesen seltsamen, an das Verhalten der Bienen erinnernden Befund zweier abgerissenen männlicher Emboli in beiden Samentaschen aufweisen. Ähnliches ist von *Dahl* bei *Latrodectus*

(der berüchtigten Malmignatte Südeuropas), von *Strand* bei einer japanischen kleinen Radspinne und endlich von *Bertkau* bei einer einheimischen Krabbspinne beschrieben worden. Es ergibt sich von selbst, daß in diesen Fällen das Männchen nur einmal im Leben seine Taster füllt. Wie bei *Argiope*, so wird auch bei *Nephila* recht unökonomisch mit den Männchen umgegangen, und das Verhalten des Argiopeweibchens, das während der Begattung sein Männchen schon mit Fäden fesselt und nachher tötet und frißt, erinnert an die bekannte grausam anmutende ähnliche Tätigkeit der weiblichen Gottesanbeterinnen, die schon *Fabres* Entsetzen erregte. Diese Fälle gewalttätiger Tötung oder Lahmlegung der Männchen durch die Organisation oder durch Handlungen der Weibchen bei und nach der Begattung können aber im ganzen als auf wenige Gruppen beschränkte Ausnahmen gelten, und es bleibt als Regel bestehen, daß die männlichen Spinnen öfterer Tasterfüllung und Begattung fähig sind. Die Füllung der Taster zwischen zwei Begattungshandlungen wird wohl fast allgemein durch die Aufnahme nur eines Samentropfens bewerkstelligt. Von Ausnahmen kenne ich nur das geschilderte Verhalten von *Labulla thoracica*, die von einem Gespinst zwei Samentropfen hintereinander aufsaugt, sowie das von *Uloborus walckenaerius*, bei dem ich ein Männchen in zwei durch Stunden getrennten Akten, jedesmal unter Anfertigung eines Spermagewebes, ohne dazwischenliegende Begattung seine Taster füllen sah.

Montgomery sagt an einer Stelle, er wundere sich darüber, wie wenig die bisherigen Autoren die beiden verschiedenen Phasen der Sexualtätigkeit der männlichen Spinnen betont hätten, der Tasterfüllung und der Begattung. *Menge* selbst rechnet die Begattung nur bei den Arten als „vollständig“ beobachtet, bei denen er auch die Spermaaufnahme der Männchen gesehen hatte. *Graber* betont einmal den masturbatorischen Charakter der Spermaabgabe bei den Spinnen vor der Füllung des Kopulationsorganes im Gegensatz zu der entsprechenden Handlung bei den männlichen Libellen. *Petrunkevitch* stellt das Fehlen jedes Triebes zum anderen Geschlecht bei dem Männchen bis zur vollendeten Tasterfüllung fest. Was bisher nicht beachtet worden zu sein scheint, ist die Tatsache, daß bei den männlichen Spinnen durch den Füllungszustand der Gonaden mit reifem Sperma lediglich der auf endogenem, im Körper des Männchens selbst auftretendem Reiz beruhende *Detumeszenztrieb* ausgelöst wird, während erst die Versorgung des von den Genitalien räumlich so weit entfernten Kopulationsapparates mit Sperma dessen Turgeszenz, also auch einen *Deturgeszenztrieb*, hervorruft, wobei gleichzeitig erst die Reaktionsfähigkeit auf den exogenen, d. h. vom anderen Geschlecht ausgehenden Reiz auftritt. Die sehr verschiedene Nervenversorgung des primären Genitalsystemes und des Kopulationsapparates, ihre morphologisch

³⁾ Das Material verdanke ich Herrn Oberpräparator Ude am Berliner zoologischen Museum.

so verschiedene Herkunft, ermöglichen diese Gespaltenheit des männlichen Geschlechtstriebes der Spinnen in verschiedene Komponenten, die wir bei anderen Tieren mit akzessorischen männlichen Begattungsorganen nicht in diesem Maße getrennt, bei der großen Mehrzahl der sonstigen Tiere, bei denen Begattungen vorkommen, aber vereinigt zu sehen gewohnt sind. Über die *phylogenetische Entstehung* der Samenaufnahme und Begattung bei den Spinnen lassen sich nur Vermutungen auf vergleichender biologischer und morphologischer Basis aussprechen; von Interesse erscheint es, daß selbst bei Spinnen, die sonst keine Gewebe verfertigen, die Spinnfähigkeit, wie vom Weibchen für die Anfertigung der Eihülle, so vom Männchen zu der des Spermagewebes, also in beiden Fällen zu sexuellen Zwecken, benutzt wird. Die *morphologische* Tatsache des Fehlens primärer Begattungsorgane dürfte ursprünglich die Umgestaltung der männlichen Taster zu sekundären bedingt haben, und unter Zuhilfenahme des Spinnvermögens konnte sich der eigenartige Komplex notwendiger Sexualhandlungen entwickeln, wie wir ihn heute bei allen Spinnenmännchen, immer wieder mit berechtigtem Erstaunen, sehen können. Denn wenn irgendwo, so sehen wir hier zur Erreichung des Zieles der

Arterhaltung durchaus nicht den nächstliegenden, geraden und auch sonst im Tierreich hinreichend erprobten Weg der Samenübertragung vom Männchen auf das Weibchen, sondern recht verwickelte Umwege eingeschlagen, deren Notwendigkeit und Zweckgemäßheit einzusehen der menschlichen Erkenntnis recht erhebliche Schwierigkeiten bereitet, und von deren wahren Verständnis wir noch weit entfernt sind.

Hauptsächlichste Literatur:

1843. Menge, A. Über die Lebensweise der Arachniden. In: Neueste Schriften, Naturf. Ges. Danzig, Vol. 4.
- 1866—1880. Derselbe. Preußische Spinnen. In: Schriften Naturf. Ges. Danzig (N. F.), Vol. 1—4.
1903. Montgomery, T. J. Studies of the Habits of Spiders, peculiarly of the mating period. In: Proceed. Acad. Nat. de Philadelphia, Vol. 55, p. 59.
1911. Petrunkevitch, A. Sense of sight, courtship and mating in *Dugesia henzii* (Giard), a Therafosoid Spider from Texas. In: Zool. Jahrb., System. Vol. 31.
1921. Gerhardt, U. Vergleichende Studien über die Morphologie des männlichen Tasters und die Biologie der Kopulation der Spinnen. In: Arch. f. Naturgesch. J. 87, S. 78.
1923. (?) Derselbe. Zwei weitere Abhandlungen über den Gegenstand; ebenda, in Druck gegeben Februar und Oktober 1922.

Von der Wandelbarkeit des Vogelliedes.

Von Fritz Braun, Danzig.

Wir sind daran gewöhnt, daß tierische Eigenschaften sich nur bei den einzelnen Arten unterscheiden, die individuellen Abweichungen dagegen recht gering bleiben. Das schließt zwar nicht aus, daß uns z. B. hinsichtlich der Färbung allerlei Regelwidrigkeiten begegnen, aber diese erscheinen uns als so seltene Ausnahmen, daß ihre Vertreter wie „der weiße Rabe“ sprichwörtliche Bedeutung gerade in dem Sinne erhalten haben.

Mit dem Gesang der Vögel steht es vielfach wesentlich anders. Wir denken hier nicht an die Tatsache, daß die Lieder derselben Art in verschiedenen Gauen merklich abweichen, so daß man von Vogeldialekten reden durfte. Das ist so auffällig nicht; zeigen doch manche Arten hinsichtlich der Färbung ähnliche Unterschiede, so daß man Vögel derselben Spezies, die aus Ostpreußen und aus Westfalen oder Holland stammen, mitunter beinahe auf den ersten Blick zu unterscheiden vermag. Wir denken vielmehr an die Fähigkeit der meisten Singvögel, alle möglichen Töne der Außenwelt, vor allem aber artverschiedene Vogellaute, mehr oder weniger getreu wiederzugeben. Deshalb bezeichnen die Ornithologen ja einen großen Kreis von Arten geradezu als Spötter, ob sie gleich nur die auffälligsten Erscheinungen dergestalt hervorzuheben pflegten. Es fragt sich nun, ob man sehr übertrieben, wenn man behaupten wollte, daß am Ende allen Sperlingsvögeln die Eigenschaft der

Lautnachahmung verliehen worden sei. Vor anderen taten das namentlich *Hans Stadler* und *Cornel Schmitt*, deren inhaltsreiche Arbeit (Ornithologische Monatsberichte 1915, 170 ff.) wir allen denen, die sich mit ähnlichen Fragen beschäftigen wollen, auf das Angelegentlichste empfehlen können. Jedenfalls dürfen wir getrost behaupten, daß kaum zwei Vögel völlig gleich singen. Das ist zwar, da es durchaus kongruente Naturbildungen kaum geben mag, eigentlich selbstverständlich, doch denken wir hier gar nicht bloß an so verschwindend kleine Unterschiede. Man lausche nur einmal im Frühling dem Gesange einer größeren Zahl von Starmännchen (*Sturnus vulgaris*), dann wird man wissen, wohin unsere Worte zielen. Dabei bleibt allerdings zu berücksichtigen, daß die individuellen Abweichungen gerade bei dieser Art weit über dem Durchschnitt liegen.

Wie wandelbar das Vogellied ist, weiß niemand besser als der Tierpfleger, welcher im Laufe von Jahrzehnten Tausende gefangener Vögel genauer kennenlernte. Es versteht sich ja von selber, daß wir von solchen Wahrnehmungen nur mit großer Vorsicht Schlüsse auf das Freileben der betreffenden Arten ziehen dürfen. Trotzdem ver helfen auch sie uns zur Kenntnis tierischer Lebensvorgänge im allerweitesten Sinne, einem geistigen Besitz, den nur Kurzsichtigkeit und Querköpfigkeit für belanglos halten können.

Verglichen mit diesen Änderungen der Vogellieder sind jene der Farben, welche wir bei gefangenen Vögeln beobachten, recht gering. Beschränken sie sich doch in der Hauptsache auf das Verblässen gewisser Schmuckfarben und auf das Ausschalten einiger weniger Farbtöne, wofür wir von jener durch Domestikation hervorgerufenen Wandelbarkeit absehen, die sich erst bei späteren Geschlechtern zeigt und demzufolge in dem Leben der Wildfänge gar keine Rolle spielt.

Neben mir steht ein Wellensittich (*Psittacus undulatus*), den ich wegen einer leichten Indisposition ins Wohnzimmer nahm, damit er in dessen wärmerer Luft schneller gesunde. Er zwitschert nun wieder aus Leibeskräften, aber in der Regel ist es nicht das dieser Art eigentümliche Geplauder, sondern ein Kauderwelsch, das sich aus den Liedern und Rufen aller möglichen Finkenvögel zusammensetzt, die vordem mit dem Sittich in demselben Zimmer untergebracht waren. Will ich dagegen das herkömmliche Getön eines Wellensittichs hören, so muß ich die Türe zu dem Nebenzimmer öffnen. Da gibt es ein zweijähriger Star zum besten. Der Wellensittich lehrte es ihn, ehe ich den Flugkäfig mit Finkenarten in jenes Zimmer brachte. Ist es mir dagegen um die Weise des Grauedelsängers (*Tringilla musica*) zu tun, so muß ich gleichfalls einen Star behelligen, der sie im Winter 1921/22 gelernt hat, als mein uralter Grauedelsänger namentlich in der Morgendämmerung noch sangeslustiger war als heutzutage. Dabei wäre gerade hier vielleicht auch eine Bemerkung allgemeinerer Art wohl angebracht. Wir pflegen ganz lakonisch von guten und schlechten Sängern zu reden und sprechen von den schlechten Sängern, wie das der so nahe liegenden vermenschlichten Beurteilung tierischer Verhältnisse entspricht, oft genug im Tone eines gewissen Bedauerns, als ob sie gegenüber den guten Sängern wesentlich benachteiligt wären. Da verdient nun betont zu werden, daß recht häufig geringe Sänger viel kunstvollere Weisen trefflich nachahmen lernen. Trifft das nicht schon für meinen Star zu, der das lerchenartige schmetternde Lied des Grauedelsängers täuschend genau wiedergibt? Unser Gimpel (*Pyrrhula pyrrhula europaea*), dessen Naturlied durch so garstige Quetschtöne entstellt wird, vermag sich trotzdem lange Reihen der lieblichsten Flöten-töne anzueignen. Wie ärmlich und blechern klingt nicht der Gesang des Erlenzeisigs (*Chrysomitris spinus*), wenn wir ihn mit dem Liede des Rothänflings (*Acanthis cannabina*) vergleichen! Und doch vermag der bescheidene Zwitscherer dies so viel anspruchsvollere Lied vollkommen zu meistern. In Konstantinopel wurde ich einst immer wieder durch die rauhen Flötenstrophen des Rothänflings ergötzt. Sie tönten von dem Fensterbrett eines Nachbarhauses zu mir herüber, wo laubreiche Schmuckpflanzen einen winzigen Holzkäfig beschatteten. Ich erstaunte nicht

wenig, als ich im Gespräch mit dem Nachbarn dessen fleißigen Hänfling lobte, und nun erfuhr, es sei nur ein Zeisig, der allerdings Jahr und Tag mit einem inzwischen verstorbenen Rothänfling zusammengelebt habe.

Wir vergessen auch bei diesen Dingen leicht, daß den einzelnen Arten nicht mit jener Vollkommenheit des Liedes gedient wäre, an die ein theoretisch urteilender Kunstrichter denkt, sondern mit solchen Weisen, welche ihren übrigen Lebensverrichtungen, der Eigenart ihres ganzen Lebensraumes u. a. d. m. aufs beste entsprechen. Im Freileben würde der Hänflingsgesang für den Zeisig sicherlich keinen Fortschritt, sondern eine schädliche Regelwidrigkeit bedeuten.

Umgekehrt dürfen wir auch nicht glauben, daß unsere besten Sänger beim Nachahmen der Weisen geringerer Musikanten diese in jedem Falle adeln und sozusagen in das Reich einer reineren Geistigkeit erheben. Das trifft wohl in einzelnen Fällen, aber durchaus nicht immer zu. So berichtet uns *Stadler* von den Nachtigallen des Salèvevaldes bei Genf, ihre Lieder seien geradezu abschreckend gewesen, weil sie fortwährend Strophen anderer Vögel brachten, ohne sie mit ihren eigenen Weisen irgendwie harmonisch zu verschmelzen.

Sehr interessant ist es, die Angaben über die Erscheinung des Spottens in der Literatur zu verfolgen. Noch immer werden uns dort fast alltägliche Einzelbeobachtungen als große Merkwürdigkeit aufgetischt, während schon ein *Stadler* diese Fähigkeit für alle Sperlingsvögel in Anspruch nahm. Die Zahl der Spötter ist auch wirklich so groß, daß es beinahe praktischer ist, solche Arten hervorzuheben, welche sich nicht in dieser Weise betätigen. Da möchte ich nun, meinen Erfahrungen zufolge, zuerst manche Nordländer wie *Acanthis linaria*, *Ae. flavirostris*, *Fringilla montifringilla* und *Emberiza nivalis* nennen, welche mir nie als Spötter auffielen. Vielleicht spielt dabei der Umstand mit, daß ihre Heimat an solchen Tönen, welche diese Tierchen nachahmen könnten, auffällig arm ist. Denn ganz mit Recht heben *Stadler* und *Schmitt* hervor, daß die Spötter eine starke Tonauswahl treffen müssen und jeder Vogel dieser Art ganz bestimmte Laute auffällig bevorzugt, so auffällig, daß wir oft darüber in Zweifel geraten, ob sie nicht einen uranfänglichen Besitz der betreffenden Arten darstellen. Deswegen vermag auch nur ein Vogelkenner solche Angaben wie die *Stadlers* recht zu nützen. Ein anderer wüßte gar nicht, daß beispielsweise die Weise der Rauchschnalbe (*Hirundo rustica*) ganz anders klingt, je nachdem sie von einem Star, einer Haubenlerche (*Galerida cristata*) oder einem Neuntöter (*Lanius collurio*) wiedergegeben wird. In der Kehle des Stars werden zarte Töne leicht derber und gröber, während Haubenlerche und Neuntöter dem fremden Gut einen ganz eigenen hauchartigen Reiz zu verleihen wissen. Die An-

gabe, ein Kleiber (*Sitta caesia*) habe die Flötenstrophen des Rothhänflings wiedergegeben, dürften wir a priori lächelnd ablehnen, während diese Weisen einer Haubenlerche durchaus kongenial wären.

Recht selten spotten solche Arten, welche einen ausgeprägten Schlag zum besten geben, d. h. eine stürmisch hervorgesprudelte Reihe gleicher oder wenigstens sehr ähnlicher Töne. Die Wochen, welche der eigentlichen Gesangszeit vorausgehen, pflegen diese Arten weniger zum spielerischen Dichten zu benützen, sondern mühen sich dann ersichtlich damit ab, den forschen Rhythmus ihres Schlages herauszubekommen, wobei der Ausdruck „bemühen“ natürlich recht intransitiv, recht unpersönlich zu verstehen ist. Wenn *Stadler* auch von spottenden Buchfinken (*Fringilla coelebs*) redet, so ist doch spöttische Begabung gerade bei diesem, sonst so auffälligen Sänger *verhältnismäßig* selten, und das gleiche gilt auch von den Ammernarten. Eine gewisse Konkordanz zwischen dem Liede von *Emberiza citrinella*, *Em. hortulana* und *Emberiza calandra* dürfte oft mehr auf Atavismus, denn auf Nachahmung zurückzuführen sein. Auch *Stadler* ist es aufgefallen, wie schwer es diesen Arten wird, fremde Bestandteile in ihren Gesang *einzuschalten*; bringen sie solch fremdes Gut, so geschieht es entweder am Anfang oder am Ende ihres eigenen Liedes.

Daß manche Arten erst in der Gefangenschaft spöttische Begabung zeigen, mag daran liegen, daß sie sich erst dann in dieser Richtung betätigen können, wenn der enge ursächliche Zusammenhang zwischen ihren Bewegungen und Lautäußerungen fortfällt, der ihr Benehmen im Freileben kennzeichnet. Erst wenn dieser fortfällt, ergibt sich für sie die Möglichkeit, freiere Tonreihen zu formen. Erst wenn sie sich in der Gefangenschaft nach Jahr und Tag auf wenige, verhältnismäßig matte Bewegungen beschränken, sind sie physisch in die Lage versetzt, Lautfolgen hervorzubringen, die nicht an einen bestimmten Bewegungsrhythmus gebunden sind. Das mag in manchen Fällen selbst für *Alanda arvensis* gelten. Außerdem besteht bei dem *zahmen* Käfigvogel jene ausgeglichene Gemütsstimmung, welche eine Vorbedingung für spielerische Betätigung des Gesangstriebes ist, wohl noch viel häufiger als in der Freiheit. Dort mag sie in der Regel auch deshalb nicht zum Spotten führen, weil die Tonwelt der Umgegnung ja eben die ist, welcher das artlich sozusagen verhärtete Vogellied entspricht. Jedenfalls dürfen wir die Leichtigkeit der Nachahmung nicht überschätzen. Daß die Vögel oft genug eben gehörte Strophen einer fremden Art mit derselben Strophe beantworten, mag schon zutreffen, doch ist damit durchaus nicht gesagt, daß sie diese Töne zum *ersten* Mal hörten. Sie mögen dies Spiel schon vor Jahr und Tag betrieben haben.

Vermutlich ist die Zahl der Spötter niemals

so rasch gewachsen, wie das während des letzten Jahrhunderts in den Kulturländern Mitteleuropas geschehen ist, wo eine große Zahl von Arten durch den Menschen in eine neue Umwelt gedrängt wurde und außerdem manchen Spezies der Erwerb der Nahrung so sehr erleichtert ward, daß sie viel mehr Zeit auf die spielerische Übung des Gesanges verwenden konnten. Daß spielerische Übung des Gesanges schon an und für sich zu seiner Veränderung führen muß, ist durchaus nicht gesagt. Wenn ein Berghänfling an der nordischen Baumgrenze sein Lied übt, dürften dort dieselben Töne an sein Ohr klingen wie vor Jahrtausenden, so daß kaum ein Anstoß kommt, der bildlich gesprochen den Wagen des Gesanges aus dem alten Gleise brächte. Ganz anders liegen dagegen die Dinge etwa bei *Lanius collurio*. Sollte es zufällig sein, daß *Acrocephalus palustris*, dessen Lebensgewohnheiten sich neuerdings so vielfach geändert haben, zu unseren vielseitigsten Spöttern gehört? — Wäre es überflüssig, darauf hinzuweisen, daß möglicherweise gerade diese Verhältnisse daran schuld wurden, daß unser Altmeister *Naumann* die Species *Acrocephalus fruticolus* aufstellte, die sich von *Acr. palustris* eigentlich nur durch den Gesang unterschied? Ob es sich dabei nicht möglicherweise einzig und allein um den Tongegensatz zwischen den Landschaftsformen des Sumpfgeländes und der Fruchtfelder handelte, der diese Spötter mächtig beeinflussen mußte? — Wenn dagegen der Gesang anderer Arten uns nichts von der Veränderung ihrer Umwelt zu erzählen weiß, obgleich sich diese zweifellos vollzogen hat, so mag das hauptsächlich daran liegen, daß die Zeit der spielerischen Gesangesübung für diese Arten so gut wie ganz in die Monde ihres Winteraufenthalts und damit in Erdräume fällt, die solchem Wandel nicht unterworfen waren.

Daß jene Liebhaber, welche ihren Pfleglingen bestimmte Weisen beibringen wollen, so gut wie ausschließlich mit Jungvögeln arbeiten, ist allbekannt. Daraus aber schließen zu wollen, daß *nur* solche Jungvögel fremde Töne nachahmen lernen, wäre grundfalsch. Bei jenen Arten, welche als vorzügliche Spötter bekannt sind, besteht diese Fähigkeit mehr oder minder in allen Zeitabschnitten, wo der Gesang spielerisch geübt wird. Daß jene Lehrmeister mit solchen Vögeln nichts rechtes anfangen können, liegt wohl auch daran, daß sie nicht zahm genug sind, als daß sie in jene ausgeglichene, sozusagen gesammelte Stimmung versetzt werden könnten, welche die Voraussetzung für das Gelingen solcher Versuche ist.

Es versteht sich von selbst, daß die Fähigkeit, die Veränderungen der Lautumwelt in ihren Liedern wiederzuspiegeln, für die Singvögel überaus förderlich ist. Bestünde sie nicht, so wären die Vögel in einer heraklitischen Welt des Werdens gerade in diesen wichtigen Dingen zu einer

Starrheit verurteilt, die ihnen leicht verhängnisvoll werden könnte.

Mitunter wundert sich der Pfleger nicht wenig über das Tongedächtnis seiner Vögel, wenn er wahrnimmt, daß Tongebilde, die der Vogel gehört hat, sozusagen wochenlang unter die Bewußtseinschwelle sinken, ehe sie die Stimmbänder zum erstenmal in Schwingungen versetzen. Selbstverständlich ist dies Gedächtnis individuell verschieden. Manche Spötter vergessen während der Mauser den größten Teil des fremden Gutes, andere wieder halten es Jahr aus Jahr ein unverlierbar fest. Am höchsten stehen in dieser Hinsicht allerdings die Papageien. Von einem meiner Kakadus (*Psittacus gymnopis*), der sich schon rund zehn Jahre in meinem Besitz befindet, höre ich noch jetzt dann und wann solche Laute zum

ersten Male, die er wo anders gelernt haben muß. Der bekannte Tierpsychologe *Zell* kam einst auf den Gedanken, die Geschöpfe in Augen- und Nasentiere einzuteilen. Bis zu einem gewissen Grade könnten wir die hier behandelten Vögel getrost als Ohrentiere bezeichnen, weil die Gehörempfindungen in ihrem Leben eine große Rolle spielen.

Ganz von selbst kamen wir hier wiederholt auf die Nachahmungsgabe der Papageien zu sprechen. Daß wir es bei ihr mit einer ähnlichen Erscheinung zu tun haben wie bei dem Spotten der Singvögel, ist selbstverständlich. Um *die-selben* Vorgänge handelt es sich aber doch nicht, denn das wechselvolle Getön der Papageien hat im Leben dieser Vögel ganz andere Aufgaben zu lösen als das Vogellied im Leben der Passerinen.

Besprechungen.

Thorndike, L., History of magic and experimental science. New York, The MacMillan Company, 1923. Bd. 1, 835 S.; Bd. 2, 1036 S. 14 × 22 cm.

Mit außerordentlicher Sachkenntnis und Gründlichkeit behandelt dieses umfangreiche Werk ein Gebiet, das bisher noch niemals eine derart erschöpfende und vielseitige Darstellung gefunden hatte, nämlich die Geschichte der Magie und ihrer praktischen Auswirkungen während der ersten dreizehn Jahrhunderte unserer Zeitrechnung. Unter *Magie* ist hierbei die Gesamtheit der sogenannten geheimen (okkulten) Wissenschaften zu verstehen, mögen sie nun Glauben und Aberglauben, Vorurteile und Irrtümer betreffen, die mit Geisterberufen und Divination zusammenhängen, mit übernatürlichen und Wundererscheinungen, mit Astrologie und Alchemie usf.; unter der *Auswirkung* aber nicht sowohl eigentliches „experimentari“, d. h. das Anstellen von Versuchen, als das mit diesem oft gleichgesetzte „experiri“¹⁾, d. h. das an der Hand der Empirie erfolgende Sammeln von Beobachtungen und Erfahrungen, seien es nun eigene (teils wirkliche, teils vermeintliche) oder auf bloßer Überlieferung der „Autoritäten“ beruhende²⁾.

Der unter den gegenwärtigen Verhältnissen verfügbare Raum gestattet leider nicht, Anlage und Aufbau des Buches ausführlich so zu würdigen, wie es seinen Verdiensten entspräche, ja auch nur Überschriften und Inhalte der einzelnen Abschnitte vollständig aufzuzählen, vielmehr müssen einige wenige und dürftige Hinweise genügen. Bd. 1 knüpft an das ausgehende Altertum an, hauptsächlich an die bei *Plinius*, *Galenos* und deren Zeitgenossen erhaltenen Nachrichten; über die Neuplatoniker und Gnostiker, die kanonischen und apokryphen Schriften des frühen Christentums, die Kirchenväter und Apologetiker, die Vertreter der „Pseudoliteratur“ und der nachklassischen Medizin, die Astrologen und Alchemisten usf., führt er dann zu den Arabern, zu den frühmittelalterlichen Ärzten, zu den kunstgewerblichen Autoren, zu den Verfassern der sogenannten Steinbücher usw. Im Bd. 2 treten hierauf die großen Gestalten der eigentlichen mittelalterlichen Gelehrsamkeit hervor, u. a. *Adelhard von Bath*, *Bartholomaeus Anglicus*, *Michael Scot*, *Cantimpré*, *Vincentius Bellovacensis*, *Albertus*

Magnus, *Thomas von Aquino*, *Roger Bacon*, *Petrus von Abano*, *Arnold von Villanova*, *Lull*, *Bonatti*, *Cecco d'Ascoli*, und erweisen sich als die Träger der Fortbildung jener alten und der aus ihnen entsprossenen neueren Anschauungen, bis die ganze Entwicklung in der Zeit um 1300 zu einem gewissen Abschlusse gelangt und Ideen zum Teil ganz anderer Art das Feld gewinnen.

Auf die Einzelheiten einzugehen, ist an dieser Stelle ausgeschlossen; hat doch Verfasser fast zwanzig Jahre hindurch den Stoff gesammelt und gestaltet³⁾ und nicht nur eine Unzahl von Büchern und Inkunabeln durchstudiert, sondern auch noch die Handschriften in zahlreichen europäischen Bibliotheken eingesehen und verglichen, um so zu einem unabhängigen und nicht voreingenommenen Urteile zu gelangen⁴⁾. Zwar sind nicht alle Literaturen und ihre sämtlichen Zweige gleichmäßig berücksichtigt — in geringem Maße z. B. die byzantinische und talmudische⁵⁾ sowie jene der Traumbücher, denn selbst *Artemidoros* wird nur an späterer Stelle und vorübergehend erwähnt⁶⁾ —, aber schon das Gebotene ist von erstaunlicher und kaum zu übertreffender Reichhaltigkeit, durchwegs mit eingehenden Nachweisen von Quellen belegt und auf unzählige Zitate gestützt, die genau überprüft sind⁷⁾ und sich in allen Sprachen als gleich zuverlässig und korrekt bewähren. Dies gilt insbesondere auch betreffs der deutschen Anführungen, wie denn überhaupt die deutschen Quellen verschiedentlich mit größter Gründlichkeit herangezogen sind, z. B. betreffs des *Hrabanus Maurus* oder der *heiligen Hildegard*⁸⁾. Da Verfasser allerorten einsichtige und maßvolle Kritik übt sowie gerecht und unparteiisch urteilt, auch da, wo er die herkömmliche Verherrlichung englischer Autoren sehr erheblich einzuschränken hat, z. B. bei *Beda Venerabilis* oder *R. Bacon*⁹⁾, so mag man überzeugt sein, daß einige vereinzelte Stellen unmöglich beabsichtigen können, die deutsche Wissenschaft herabzusetzen, u. a. jene.

³⁾ Vorr. 9.

⁴⁾ Vorr. 11.

⁵⁾ Vgl. I, 509.

⁶⁾ 2, 290.

⁷⁾ Vgl. I, 480.

⁸⁾ I, 631; 2, 125.

⁹⁾ I, 634; 2, 617.

¹⁾ 2, 738.

²⁾ I, 627; 2, 546, 730, 732.

die die englische Gelehrsamkeit einer übermäßigen Berücksichtigung der deutschen zeihet, oder jene, die sich über die Fülle gelehrter Anmerkungen in deutschen Zeitschriften ein wenig lustig macht¹⁰⁾.

Was die Beziehungen zu den Naturwissenschaften anbelangt, so trug ihnen Verfasser in so weitgehender Weise Rechnung, als man von seinem, doch wesentlich kulturgeschichtlichen Werke nur irgend erwarten darf. Verhältnismäßig ferner scheinen ihm Chemie und Alchemie zu liegen; Entstehung und Entwicklung der letzteren berührt er nur in allgemeinen Zügen und steht dabei noch allzusehr im Banne *Berthelots*, obwohl ihm die Schwächen von dessen „anspruchsvollen“ Werken, die Einseitigkeit in der Quellenbenutzung, die mangelnde Gründlichkeit vieler Urteile usw. nicht verborgen blieben¹¹⁾. Die „Alchemie“ des Referenten scheint er nicht eingehend zu kennen — was auch gar nicht von ihm zu verlangen ist —, sonst könnte er ihm nicht vorhalten, er habe sie wesentlich auf *Berthelot* gegründet, aber kleinliche Vorwände zu dessen Herabsetzung gesucht und Schriften nicht berücksichtigt, die während des Krieges in England und Amerika erschienen¹²⁾. Zumeist ist es wohl nur aus allzugroßem Vertrauen auf *Berthelot* zu erklären (das auch einen Meister wie *Diels* zu weilen irreführte!), daß Verfasser u. a. noch an alchemistische Versuche des Kaisers *Caligula* glaubt¹³⁾, das Eingreifen *Diokletians* verwirft¹⁴⁾, den Bischof *Synesius* mit dem Alchemisten identifiziert¹⁵⁾, den Namen der Bronze von *Brundisium* ableitet¹⁶⁾, den Alkohol für eine arabische Erfindung hält¹⁷⁾, Kenntnis des griechischen Feuers bei *Apollonius von Tyana* (2. Jahrh.) als möglich annimmt¹⁸⁾, die Schwefel-Quecksilber-Theorie dem *Avicenna* zuschreibt¹⁹⁾, die Lehren vom Vorhandensein aller vier Elemente in jeder Substanz und von der Unzerstörbarkeit der Materie dem *Adelhard von Bath*²⁰⁾, daß er *Berthelot* für den Entdecker der wahren arabischen Manuskripte des *Geber* erklärt²¹⁾, den Beweis für nötig hält, *R. Bacon* könne nicht das Schießpulver erfunden haben²²⁾ u. dgl. Indes sind und bleiben dies Einzelheiten, die zwar der Berichtigung bedürfen, aber keine Bedeutung für das große Ganze besitzen. Diesen kommt unter allen Umständen hoher, bisher einzig dastehender Wert zu, und die Riesearbeit, die in ihm vorliegt, wird voll sicherlich nur der zu würdigen vermögen, der schon selbst, wenn auch auf engerem Gebiete, Ähnliches versucht hat; Umfang und Inhalt des Werkes, Beschaffung, Durchdringung, kritisch-gewissenhafte Verwertung und Gestaltung des Materials werden sicherlich jeden Leser mit Bewunderung erfüllen.

Druck und Ausstattung sind glänzend; die Übersichtlichkeit der Anordnung, die fortlaufenden Inhaltsangaben sowie die sehr ausführlichen und genauen Sach-, Namen- und Handschriftenregister verdienen noch ganz besonderes Lob.

Edmund O. von Lippmann, Halle a. S.

¹⁰⁾ 1, 684; 2, 980.

¹¹⁾ 2, 217 u. 785; 2, 724.

¹²⁾ 1, 195; 2, 215.

¹³⁾ 1, 193.

¹⁴⁾ 1, 194.

¹⁵⁾ 1, 321; vgl. 1, 540 u. 544.

¹⁶⁾ 1, 764.

¹⁷⁾ 1, 468; vgl. 1, 765, u. 2, 760.

¹⁸⁾ 1, 257.

¹⁹⁾ 2, 568.

²⁰⁾ 2, 34 u. 36.

²¹⁾ 2, 27.

²²⁾ 2, 688.

Leiter, F., und A. Hay, Leitfaden zur Behandlung und Bewertung von Kystoskopen und deren Optik. Mit einem Geleitwort von V. Blum. Leipzig und Wien, Fr. Deuticke, 1923. VII, 39 S. u. 22 Abb. 8°. Verlags-Nr. 2846. Preis Gz. 2.

Die vielen, in mechanischen Anstalten einlaufenden Beschwerden über kostspielige Wiederinstandsetzungen tafelfrei abgesandter Kystoskope haben die Leitung der Leiterschen Werkstätte zu Wien veranlaßt, einen kurzen Abriß über die optischen Eigenschaften des Kystoskops abzufassen und ihn den Blasenärzten anzubieten.

Die kleine Schrift ist *Max Nitze*, *Leopold von Dittel*, *Anton von Frisch*, *Otto Zuckerkanal*, *Josef Leiter*, *Louis Bénéche* gewidmet, d. h. dem Entdecker der Geräte zur Blasenbeschauung und dem Begründer der Kystoskopie, drei Wiener Urologen, die an der Ausbildung der Kystoskopie wesentlichen Anteil haben, und am Schluß zwei um die Ausbildung der Blasenrohre bemühten Instrumentenmachern. Dieses Vorgehen, womit sich das *Nitze*s Verdienste anerkennende Wiener Haus selber geehrt hat, berührt den Kenner um so angenehmer, als vor einem Dritteljahrhundert *Maximilian Nitze* und *Josef Leiter* in höchstem Unfrieden geschieden waren.

Aber auch abgesehen von einer unser Gefühl für schuldige Ehrerbietung erfreulich berührenden Haltung kann man dem Verlage, den Verfassern und ihren Freunden nur Erfolg bei ihrem Vorgehen wünschen. Sie unternehmen keine geringere Aufgabe, als ihren Lesern in kurzer Darlegung den Hauptinhalt der neuzeitigen Lehre von den optischen Eigenschaften des Kystoskops zu vermitteln, wie sie die wissenschaftliche Welt heutzutage den rastlosen Bemühungen Herrn *O. Ringlebs* in Berlin verdankt; denn man darf nicht vergessen, daß der Berichterstatter (dessen Schriften über das Kystoskop die Verfasser neben anderen billigend anführen) erst durch die Anregung des genannten Facharztes zu seiner Bebauung dieses Gebietes angeregt worden ist; ohne stetige Beiratung durch einen wahrhaft sachkundigen Benutzer kann ein die Lehren der Optik wohl beherrschender Theoretiker keinerlei Anweisungen geben, die den ausübenden Arzt zu fördern vermöchten.

Das Büchlein zerfällt in zwei Teile, deren erster die hauptsächlichsten Ausstellungen behandelt, die an den Lampen, dem optischen Rohr der allgemeinen Kystoskope und an den Führungswegen der doppelten Uretherenkystoskope vorkommen¹⁾. Ein kurzer Abschnitt über verschiedene Möglichkeiten, die Geräte zu entkeimen, und über Gleitmittel schließt diesen Teil ab. — Der zweite (15—39) enthält die optischen Lehren, gibt ganz kurz den Hauptinhalt der Abbildung im achsen-nahen Raum und geht dann auf die Strahlenbegrenzung, zunächst auf die Pupillen, ein²⁾. Dem folgt ein Abschnitt über den Strahlengang, wo der von *Ringleb* eingeführten Rohre mit doppelter Umkehrung gebührend gedacht wird, und das Gesichtsfeld des Kystoskops. Hier haben sich die Verfasser große Mühe um die Anschaulichkeit gegeben, und ich möchte es besonders anerkennen, daß sie in den einleuchtenden Zeichnun-

¹⁾ Ich bemerke hier nebenbei, daß sich der französische Instrumentenmacher *Charrière* schrieb.

²⁾ Der Zeichner hat bei Abb. 14 den allgemeinen Punkt *A* unglücklicherweise im „lichten Viereck des Strahlenraums“ angenommen, wo nicht die Blende *Bl*, sondern die Linsenfassung die Öffnung der eingelassenen Bündel beschränkt; zweckmäßig würde dieser Punkt weiter nach links verlegt und vielleicht *O* genannt, damit nicht wie jetzt die (äußere) Ähnlichkeit von *A'* und *A. P.* den Neuling verwirren könne.

gen der Abbildung 18 nicht nur die Vergrößerung in Zahlen, sondern auch die dingseitigen Durchmesser in Millimetern angegeben haben. Vielleicht wäre es empfehlenswert, hier ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß in optisch-strengem Sinne ein vorliegendes Kystoskop dem (am besten mit entspannter Akkommodation hineinschauenden und seine Fernbrille benutzenden) Beobachter nur *eine* Vergrößerung liefern kann. Die von lichtschwachen Rohren erlaubte sehr merkbliche Maßstabsverschiedenheit ist aber nur darum mit deutlichen Bildern verbunden, weil die alten Rohre beim Gebrauch in der Blase eine ungeheure Abbildungstiefe besaßen. Dieser dem beobachtenden Arzt sehr bequeme Umstand hat schon den Meister *Nitze*, besonders aber seine Nachfolger an der Bildung richtiger Vorstellungen gehindert und Herrn *Ringleb* bei seiner Hervorhebung der richtigen Anschauungen anfänglich Angriffen ausgesetzt, die darum nicht an Heftigkeit verloren, weil seine Gegner im Unrecht waren. Auflösungsvermögen und Abbildungstiefe werden ziemlich am Ende behandelt; ich würde dem Leser empfehlen, den letztgenannten Abschnitt gleich hinter den Seiten über die Pupillen zu lesen. Bei den Zusatzbemerkungen zu den Blasaufnahmen würde ich die S. 34 oben bemerkbare Unzufriedenheit nicht teilen: ich finde, daß die *Ringlebs* Tafeln aus dem Jahre 1913 (man sehe auch diese Zs. 1916, 4, S. 253) an Schärfe und Wiedergabe kleinster Einzelheiten wirklich alles erfüllen, was auch ein anspruchsvoller Beurteiler verlangen kann, und glaube, man sollte dem Arbeitsernst, den photographischen Kenntnissen und der Geschicklichkeit Herrn *Ringlebs* für diese Gabe mehr Ehre zollen, als heute noch geschieht. — Ein ausführlicher und mit sorgfältigem Eingehen auf die Vorstellungswelt der Benutzer geschriebener Absatz über die beiden hauptsächlichsten Ablenkungseinrichtungen, das gewöhnliche Ables- und das (ebenfalls durch *Ringleb* eingeführte) *Amicische* Dachprisma, beenden das Büchlein.

Zum Schluß noch eine sprachliche Bemerkung. Da es mir ganz fern liegt, an andere die Ansprüche an Sprachreinheit zu stellen, die ich für meinen eigenen Gebrauch anerkenne, so gehe ich auf diese Seite der kleinen Schrift nicht ein. Dagegen bedauere ich lebhaft, das Wort „die Optik“ in zwei ganz verschiedenen Bedeutungen dort zu finden. Neben der alten, durch die Sprachentwicklung belegten Bedeutung als „Lehre vom Licht“ erscheint es namentlich in den früheren Teilen, so auf S. 8 unter Abb. 6 als „optisches Rohr“, das gerade in ein Katheter eingeführt wird. Soviel ich zu diesem unschönen Gebrauch ermitteln konnte, stammt er aus den Arbeitssäulen optischer Werke, wo in lässiger Bequemlichkeit die Glasteile eines Instruments als „Optik“ von seinen Metallteilen, „der Mechanik“, unterschieden werden. Im inneren Dienst dieser Stellen wird man diesen Gebrauch schwerlich bekämpfen können, aber in einem ernsten Buch sollte man ihn nicht drucken: ich glaube, daß wir alle einig sind, ähnlich grausame Abkürzungen, etwa die Akustik eines Flügels oder die Ballistik eines Geschützes, nur mit schmerzlich verzogener Miene aufzunehmen, und was diesen Abkömmlingen des Griechischen recht ist, sei der „Optik“ billig.

M. v. Rohr, Jena.

Hevesy, Georg v., und Fritz Paneth, Lehrbuch der Radioaktivität. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1923. IX, 213 S. und 36 Abbildungen im Text und auf 3 Tafeln. 15 × 23 cm. Preis Gz. geh. 5,7; geb. 6,9.

Die Radioaktivität stellte ursprünglich für die meisten Physiker und Chemiker ein zwar interessantes, aber doch sehr spezielles Gebiet dar, dessen

genaue Kenntnis nur für den direkt auf diesem Gebiet arbeitenden Wissenschaftler nötig schien. Dementsprechend kamen im Laufe der letzten 20 Jahre eine Reihe ausgezeichnete radioaktiver Handbücher heraus, aber kein eigentliches Lehrbuch der Radioaktivität.

Nachdem aber das Rutherford'sche Atommodell, das durch radioaktive Beobachtungen gewonnen worden war, den Anstoß zu der glänzenden Entwicklung der modernen Atomtheorie gegeben hatte und die Bedeutung der radioaktiven Vorgänge für die Vertiefung unserer physikalischen und chemischen Grundbegriffe erkannt worden war, machte sich das Bedürfnis nach einem leicht faßlichen, für Studenten geeigneten Lehrbuch in immer stärkerem Maße geltend. Die Herausgabe eines solchen Werkes ist daher sehr zu begrüßen und besonders dankenswert, wenn sie von seiten so ausgezeichnete Fachwissenschaftler erfolgt, wie es bei dem vorliegenden Lehrbuch der Fall ist.

Die Verfasser haben, wie sie in der Vorrede selbst betonen, durchwegs didaktische Gesichtspunkte in den Vordergrund gestellt und zweckentsprechend die Darstellung des Stoffes losgelöst von der historischen Entwicklung gegeben.

Das Buch ist in 27 Kapitel gegliedert, von denen die ersten sechs die Grunderscheinungen der Radioaktivität und die wichtigsten Eigenschaften der verschiedenen Strahlenarten beschreiben. Das 7. Kapitel bringt in sehr übersichtlicher Form die Grundlagen der modernen Atomtheorie und deren Beziehungen zu den radioaktiven Vorgängen. Die folgenden drei Abschnitte sind der Zerfallstheorie und der auf Grund dieser Theorie ermöglichten Einordnung der radioaktiven Substanzen in die Umwandlungsreihen gewidmet.

Bevor nun die Besprechung der einzelnen radioaktiven Elemente erfolgt, werden in einer Reihe von Abschnitten die allgemeinen Grundlagen der Radiochemie, insbesondere der Isotopenbegriff und seine Bedeutung für das periodische System und die Konstitution der Atome entwickelt und die verschiedenen Methoden zur Darstellung langlebiger und kurzlebiger Produkte beschrieben. Die beiden vorletzten Kapitel behandeln die Wirkungen der Radiumstrahlen und die Radioaktivität in der Geologie und Geophysik; der letzte Abschnitt gibt eine kurze Übersicht über die historische Entwicklung der radioaktiven Forschung. Die einschlägigen Originalarbeiten sind am Schlusse des Buches nach Kapiteln geordnet angeführt, und zwar nur von 1916 ab, da bis zu diesem Jahr die Literatur vollständig in dem Handbuch von *Meyer* und *Schweidler* zu finden ist.

Das Buch erfüllt seine Aufgabe, Studierende in die Lehre der Radioaktivität einzuführen, in ganz ausgezeichneter Weise. Überall sind die allgemeinen Beziehungen und Gesichtspunkte klar betont und anschaulich dargelegt. Das gilt in ganz besonders hohem Maß von den den chemischen Zusammenhängen und Eigenschaften gewidmeten Abschnitten, die bisher kaum in solcher Vollständigkeit und Übersichtlichkeit dargestellt worden sind und einen besonderen Reiz des Buches bilden.

In den mehr physikalisch orientierten Kapiteln könnte man vielleicht stellenweise etwas größere Ausführlichkeit wünschen. Auch mag es zweifelhaft scheinen, ob es nicht gewisse Schwierigkeiten für den Studierenden mit sich bringt, wenn beispielsweise die Erscheinungen des Sättigungsstromes erörtert werden, bevor die Elektrizitätsleitung in Gasen besprochen wird. Aber im ganzen ist die getroffene

Anordnung des Stoffes eine sehr glückliche und die Anschaulichkeit der Darstellung wird durch zahlreiche gute Abbildungen aufs wirksamste unterstützt.

Findet so der Studierende in dem Werk einen sicheren Wegweiser in das Gebiet der Radioaktivität, so ist es durch die vollständige Berücksichtigung der neueren Literatur auch für den Fachwissenschaftler ein außerordentlich wertvolles Nachschlagewerk, für das alle auf dem Gebiet Arbeitenden den Verfassern besonderen Dank wissen werden.

Lise Meitner, Berlin-Dahlem.

Kober, L., Bau und Entstehung der Alpen. Berlin, Gebr. Bornträger, 1923. 283 S., 102 Fig. und 8 Taf. 17×26 cm. Preis Gz. 15.

„Es wird hier der Versuch gemacht, die neuen Erfahrungen über Bau und Entstehung der Alpen zusammenzufassen“, und zwar vor allem eine „Synthese“ (wie heute eine Analyse bezeichnet wird) der Alpen auf Grund der modernen Erfahrungen über den Deckenbau zu liefern. Die Zeit dazu ist gut gewählt. Fast 50 Jahre sind verstrichen seit dem Erscheinen des kleinen Buches von *Ed. Suez* über die Entstehung der Alpen, und 20 Jahre, seitdem die Deckentheorie in der geologischen Wissenschaft zum Durchbruch gelangte. Die „Geologie der Schweiz“ von *Alb. Heim* konnte andererseits eben noch in vollem Umfang berücksichtigt werden.

Unter der Bezeichnung „Decke“ (*Arn. Heim* 1905) als Abkürzung von Überfaltungsdecke oder Schubdecke verstehen wir eine auf jüngere Formationen überschobene Gebirgsmasse. Währenddem die französischen und schweizerischen Geologen, durch neue Spezialuntersuchungen gezwungen, fast allgemein Anhänger der neuen Lehre geworden sind, hat *Kober* für die Ostalpen immer noch gegen eine Schaar von Gegnern unter seinen Kollegen zu kämpfen. Der Unterschied der Auffassungen ist teilweise begründet durch die Verschiedenheit der Beobachtungsgebiete. Die Schweiz, als Kern der Alpen, bietet den tiefsten Einblick und verzeichnet auch die genauesten Untersuchungen. Hier sieht man gewissermaßen unter die Ostalpen hinein. Mit der Erkenntnis der Hohen Tauern als Äquivalent der penninischen Alpen der Schweiz (Tessin), wie sie von *Termier* 1905 erkannt wurde, ist aber auch im Kern der Ostalpen ein „Fenster“ festgestellt, dessen Rahmen ringsum von älteren, überschobenen Gebirgsmassen, den ostalpinen Decken, gebildet wird. Ringsum schießen die mesozoischen bis tertiären Glanzschiefer (Bündnerschiefer) unter die kristallinen bis triasischen Gesteine. Daß gerade der Verfasser ein energischer Verfechter der Deckenlehre geworden, hängt wohl damit zusammen, daß er seinerzeit als Schüler *V. Uhlig's* an einer Spezialuntersuchung der Tauern teilnahm.

Im ersten Abschnitt erläutert *Kober* die „Stellung der Alpen im alpinen Orogen“, d. h. innerhalb der tertiären Faltungszonen der Erde. Wie in seinem neuen Werke „Der Bau der Erde“ 1921 vertritt er, mit geschickten schematischen Figuren erläutert, die Auffassung, daß das alpine Gebirgssystem entstanden sei durch gegenseitige Unterschiebung der Kontinental-schollen, wodurch das zwischenliegende „geosynklinale“ Erdrindestück in nach beiden Seiten überquellenden Falten ausgepreßt wurde. So entsprechen die Alpiden (*Suez*) dem gewaltig nach Norden übergestoßenen, die Dinariden dem nach Süden überschobenen Teil des alpinen Orogen. Gerade die Abgrenzung dieser beiden Gebirgstteile gegeneinander bietet aber seit *Suez* große Schwierigkeiten und Meinungs-differenzen. Hatte

Termier in kühnem Gedankenflug die alpinen Decken als unter der Last der darüber gestoßenen Dinariden entstanden erklärt, so nimmt *R. Staub* an, daß das höchste alpine Deckengebirge, die oberostalpine Decke selbst, die direkte Fortsetzung der Dinariden nach Norden vorstelle. *Kobers* Auffassung scheint eine Zwischenstellung einzunehmen, indem er nur seine hochostalpine Decke, d. h. die oberste Teildecke des ostalpinen Deckensystems, in die Dinariden fortsetzen läßt.

Mehrere Abschnitte sind der analytischen Beschreibung und tektonischen Gliederung des Alpenkörpers gewidmet, welche durch eine schematische tektonische Karte in 1:1 500 000 veranschaulicht wird. In Übereinstimmung mit den Schweizer Geologen unterscheidet *Kober* drei Deckensysteme, von Norden resp. von unten: 1. das *helvetische*, 2. das *penninische*, 3. das *ostalpine*. Die Westalpen bestehen fast ganz aus 1—2, die Ostalpen fast ganz aus 3, die Fenster des Unterengadin und der Tauern ausgenommen, wo durch Erosion infolge allgemeiner axialer Deckenaufwölbung das penninische System inselförmig wieder an die Oberfläche tritt. Zwischen diese penninischen Decken und die ostalpine aber schiebt sich noch die verzweigte und stellenweise verquetschte *Tauerndecke* ein, die nach *Kober* den unterostalpinen oder romanischen Decken und „Klippen“ der Schweiz entspricht.

Niemand war besser in der Lage, heute eine Übersicht der ostalpinen Deckengliederung zu geben als gerade *Kober*, dessen eigene vielseitige Untersuchungen in den Ostalpen die Grundlage zu seiner Darstellung boten. Daß aber eine solche nicht fehlerfrei sein kann, das ist jedem Forscher selbstverständlich. Oft hat man auch den Eindruck, das Buch sei allzurasch entstanden und der Wortlaut nicht immer einwandfrei. Zu den vielen schematischen Textprofilen oder „Bauformeln“ vermißt man meistens den Maßstab. Die Profile von *Schardt* nach *Renevier* S. 44 et seq. könnten durch neuere von *Lugeon* ersetzt werden. Kein Schweizer Geologe wird wohl heute mit den Argumenten *Kobers* einig gehen, der die Dent-Blanche-Margna-Decke als Ostalpin mit dem Prättigauflisch (nach *K.* fortsetzend in der inneren Klippenzone der Karpathen) als ostalpine Decke nimmt, wie dies früher *C. Schmidt* getan. Die Schlußkapitel über die Deckenbildung bieten, wie der Verfasser anerkennt, noch manche Rätsel. Die „jüngeren Deformationen“ oder die epirogenetischen Bewegungen könnten wohl an Hand der bestehenden Literatur gründlicher ausgearbeitet werden. Das Problem der Gosaubildungen (obercretacische Transgression mit Basiskonglomerat), welches manche Geologen als der Deckenlehre unüberbrückbar entgegenstehend betrachten, ist noch nicht befriedigend abgeklärt. Hier werden wohl weitere Untersuchungen Klarheit schaffen. Mit Spannung erwartet man daher zwei im Druck stehende Kartenwerke: eine tektonische Karte Eurasiens von *E. Argand* (Brüssel) und eine tektonische Karte mit Profilserie 1:1 000 000 der Alpen von *R. Staub* (Beiträge), welche das wertvolle Buch *Kobers* ergänzen werden.

Arnold Heim, Zürich.

Bischof, Carl †, Die feuerfesten Tone und Rohstoffe sowie deren Verwendung in der Industrie feuerfester Erzeugnisse. Vierte Auflage, neu verfaßt und bearbeitet von *K. Jacob* und *E. Weber*. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1923. IV, 266 S. und 114 Abbildungen mit einem Fabrikplan. Preis Gz. geh. 9; geb. 10,5.

Von jeher gehört zu den grundlegenden Handbüchern der deutschen Keramik auch das Bischof-

sche Werk, dessen dritte Auflage 1904 erschienen und schon 1914 nahezu vergriffen war, so daß die nunmehrige Neuauflage nach dem Kriege allgemein willkommen sein dürfte. Sie ist verbunden mit einer gründlichen Um- und Neugestaltung, für die der Verlag zwei als erfolgreiche Keramiker bekannte Fachmänner gefunden hat. Das „Chemische Laboratorium für Tonindustrie Prof. Dr. H. Seger und E. Cramer“, Berlin, hat bei Abfassung der neuen Auflage gleichfalls mitgewirkt. Um den reichhaltigen Stoff besser bewältigen zu können, ist er in zwei Hauptteile zerlegt worden, einen vorwiegend praktischen und einen theoretischen Teil. Ersterer liegt nunmehr als vierte Auflage des „Bischof“ vor, während nach den Ausführungen im Vorworte des Buches mit einer Herausgabe des theoretischen Teiles noch nicht gerechnet werden kann.

Über den Inhalt des Buches sei kurz folgendes mitgeteilt: Abschnitt I gibt einen allgemeinen Überblick über die feuerfesten Rohstoffe und ihre Verwendung, das Verwendungsgebiet der feuerfesten Erzeugnisse und damit zugleich einen Einblick in die Bedeutung der „feuerfesten Industrie“ für das Wirtschaftsleben. Die letzteren Ausführungen entsprechen im großen und ganzen denen des Mitverfassers *Jacob* über den gleichen Gegenstand an anderer Stelle (Tonindustriezeitung 1922, S. 927 ff.). Abschnitt II behandelt Vorkommen, Eigenschaften, Bildungsweise, in- und ausländische Fundorte der Tone und Kaoline, sowie ihre Gewinnung. In Abschnitt III werden die Vorbereitung des Tones und der magernden Versatzmittel für die spätere Verarbeitung, d. h. das Schlämmen, Auswintern, Trocknen, Sumpfen usw. des Tones und die Aufbereitung von Schamotte, Quarz und Sand sowie die Zerkleinerungs- und Siebvorrichtungen nebst den erforderlichen Entstaubungsanlagen an Hand neuzeitlicher Abbildungen besprochen. Abschnitt IV beschreibt ausführlich die Zusammensetzung und Zubereitung der rohen Massen, worauf in einem besonderen Unterabschnitt das Webersche Schamottegießverfahren für Glashäfen, Gasretorten, Zinkmuffeln u. dgl. nach der theoretischen und praktischen Seite von seinem Erfinder erörtert wird. Abschnitt V bringt eingehende Angaben über die Einteilung und Herstellung der einzelnen feuerfesten Erzeugnisse, die in drei Hauptabteilungen gegliedert werden (Vollware, Hohlware, Erzeugnisse aus besonderen Stoffen). Hierbei folgen der Reihe nach Schamottesteine, hochkieselsäurehaltige Steine, große Werkstücke, säurefeste Erzeugnisse, Schmelztiegel, Glashäfen, Zinkdestilliergefäße, Gasretorten, Kapseln, Muffeln usw., woran sich die Erzeugnisse aus Kohlenstoff, Bauxit, Magnesit, Chromit, Korund, Karborundum und Zirkonoxyd anschließen. Anhangsweise werden noch Mitteilungen über feuerfeste Mörtel, Kitte und Überzüge gemacht. Der letzte Abschnitt VI bespricht die an feuerfeste Erzeugnisse zu stellenden Anforderungen. Den Abschluß des Buches bilden ein alphabetisches Stichwörterverzeichnis und ein Verzeichnis der Literaturangaben, die im übrigen unmittelbar hinter jedem Hauptabschnitt in reichem Maße zusammengestellt sind.

Durch die schon oben erwähnte Behandlung des Stoffes nach vorwiegend praktischen Gesichtspunkten wird es erklärlich, daß in dem Buche die eigentlichen Grundlagen für die Verwendbarkeit feuerfester Rohstoffe, nämlich ihre analytische Zusammensetzung, ihre Schmelztemperatur und deren Bestimmung, Feuerfestigkeitsprüfungen u. ä. nicht systematisch beschrieben sind, da ihre Besprechung vielmehr wahrscheinlich dem für später in Aussicht gestellten theoretischen Teile vorbehalten bleiben soll. Obwohl die feuerfesten Erzeugnisse fast ausschließlich zu den grobkeramischen

gehören, mußte doch bei der Vielseitigkeit des Inhaltes auch das feinkeramische Gebiet mehrfach berührt werden. Hierbei sind zwar verschiedene Sonderverfahren und -massen angeführt, doch fehlen Angaben über feuerfeste Pyrometerrohre, die gewiß Interesse gefunden hätten. Den auf S. 22 erwähnten von *Mellor* für die chemische Verbindung $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$ vorgeschlagenen Begriff „Clayit“ bezeichnet *G. Keppeler* (Ber. d. Dtsch. Keram. Ges. 1922, 3. Bd., S. 261) für überflüssig, solange nicht ausdrücklich nachgewiesen ist, daß die feinsten Teilchen der kolloiden Tone amorphem Zustand besitzen. Zu den Angaben auf S. 23 über Rehydratisationsversuche mit entwässertem Tone ist nachzutragen, daß es *Laird* und *Geller* (Journ. Amer. Ceram. Soc. 1919, S. 828) bei manchen Tönen gelang, ihnen durch 8—48stündiges Erhitzen im Autoklaven bis auf 200—270 ° C weit mehr als 4 % Wasser wieder einzuverleiben, falls die vorherige Entwässerungstemperatur 600—700 ° C nicht überstiegen hatte, und daß das rehydratisierte Material im allgemeinen plastisch war und kolloidal erschien. Der Druckfehler

$$p = 1 + \frac{1}{100} \text{ anstatt } 1 + \frac{k}{100}$$

eines Tonlagers (S. 67) sei nur nebenbei erwähnt. Bei den im übrigen vorzüglichen Ausführungen über „künstliches Trocknen“ von feuerfesten Erzeugnissen wäre vielleicht auch ein kurzer Hinweis auf das in den Vereinigten Staaten von Nordamerika aufgekommene „humidity drying system“ am Platze gewesen, das sicherlich auch für unsere deutsche Industrie von Interesse ist. Zu dem Abschnitt über Muffeln (S. 222) sei bemerkt, daß zum Bau großer Muffeln, besonders auch der sog. Scharffeuermuffeln, in verschiedenen Fabriken nicht kachelartige Platten, sondern Hohlsteine verwendet werden, die in ihrem Innern den Flammengasen den Durchzug gestatten. Bei solchen Muffeln sind es vor allem die ihnen als Unterlage dienenden Schamotteträger, die aus recht haltbarem Material bestehen müssen, das sowohl gegen den Anprall der Flammen als die verschlackenden Einwirkungen der Flugasche und der Aschesalzdämpfe trotz der auf ihnen ruhenden Muffellast widerstandsfähig ist. Die Literaturübersicht über Herstellung von Magnesiasteinen (S. 241) kann durch eine neuere Veröffentlichung von *W. J. Rees* (Transact. Engl. Ceram. Soc. XXI [1921/22], P. I, S. 69) ergänzt werden. Schließlich sei bei den feuerfesten Mörteln (S. 247) noch der zum Abdichten der Schamottekapseln benutzten Wurst- und Rollentone gedacht, eines an sich zwar untergeordneten, aber zur Verhütung von Brennfehlern doch vielfach unentbehrlichen Materials.

Die zuletzt gemachten Bemerkungen sollen Winke für eine spätere Neuauflage des Buches sein. Im übrigen ist als zusammenfassendes Urteil dieser Besprechung festzustellen, daß die Absicht der Verfasser, „im jetzt vorliegenden Teile ein möglichst geschlossenes Bild für die Industrie feuerfester Erzeugnisse zu entwerfen“, recht wohl gelungen ist. Das Buch bietet infolge seines vielseitigen Inhaltes und seiner sachkundigen, von der praktischen Erfahrung der Verfasser getragenen Ausführungen nicht nur dem Techniker Belehrung und Anregung, sondern wird auch für den Wissenschaftler dadurch wertvoll, daß es ihm Gelegenheit gibt, sich in Muße Aufklärung über die in der Jetztzeit üblichen Verfahren der Praxis zu verschaffen.

W. Funk, Meissen.

Nernst, W., und A. Schoenflies, Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften. Kurzgefaßtes Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung mit besonderer Berücksichtigung der

Chemie. 10., vermehrte und verbesserte Auflage. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1923. XII, 502 S. und 113 Abb. 16 × 24 cm. Preis Gz. geh. 10; geb. 12.

An drei Stellen hat die neu erscheinende Auflage sachliche Erweiterungen erfahren. Sie betreffen den neuen Wärmesatz (N), die Grundlagen des Relativitätsprinzips (Sch) und die Theorie der Kristallgitter (Sch). Auch sonst sind an einzelnen Stellen Zusätze und vereinfachende Verbesserungen vorgenommen worden.

Vorwort.

Gröh, Julius, Kurzes Lehrbuch der allgemeinen Chemie.

Übersetzt von Paul Hári. VIII, 278 S. mit 69 Fig. Berlin, Julius Springer, 1923. 16,5 × 24 cm. Preis Gz. geb. 8.

Der Eindruck, den ich beim Lesen dieses Buches gewonnen habe, läßt sich am besten wiedergeben durch die Worte: erfrischend unmodern. Wirklich ist es eine Freude, feststellen zu können, daß der mit den jüngsten Forschungen wohl vertraute Verfasser es aus didaktischen Gründen vermieden hat, seinen Stoff mit dem Neuesten und Allerneuesten aufzuputzen; denn dies Buch ist für den Anfänger bestimmt. Sein Inhalt entspricht ungefähr dem, was in den guten kleineren Lehrbüchern der anorganischen Experimentalchemie an allgemeiner und physikalischer Chemie geboten zu werden pflegt. Die Anordnung des Stoffes ergibt sich aus den folgenden Kapitelüberschriften: 1. Physikalische Grundbegriffe (3—13); 2. Gesetze der chemischen Zusammensetzung und der chemischen Umwandlungen (13—63); 3. Thermochemie (64—78); 4. Elektrochemie (78—129); 5. Chemische Mechanik (Gleichgewichte und Reaktionsgeschwindigkeiten; 129—183); 6. Der kolloide Zustand (184—197); 7. Photochemie (197—199); 8. Radioaktivität (200—231). In einem Anhang werden „die wichtigsten der im chemischen Laboratorium angewandten physikalischen Untersuchungs- und Bestimmungsmethoden“ (232—268) behandelt.

Durch Beschränkung auf die allerwichtigsten Erscheinungen und Gesetze konnte eine sehr klare und durchsichtige Darstellung erreicht werden; durch Erläuterung der allgemeinen Sätze an Beispielen und durch die den einzelnen Abschnitten beigelegten Aufgaben ist dafür gesorgt, daß der Lernende prüfen kann, ob er das Vorgetragene auch wirklich verstanden hat. — In dem Bestreben, nur das Wichtigste auszuwählen, ist der Verfasser allerdings nach meiner Ansicht mehrfach etwas zu streng verfahren; so dürften z. B. der zweite Hauptsatz und die Phasenregel nicht fehlen, auch die Photochemie könnte etwas mehr Vertiefung

vertragen. Hervorgehoben sei die gegenüber den anderen Teilen etwas breitere und wirklich ausgezeichnete Bearbeitung der Kolloidchemie und der Radioaktivität, die mit einer knappen, aber aufschlußreichen Darstellung der Ergebnisse der neuesten Atomphysik abschließt. Zur ersten Einführung in die Lehren der allgemeinen und physikalischen Chemie sowie zu Wiederholungen im Anschluß an die Experimentalvorlesung ist das Werk ohne Zweifel sehr geeignet. Die Gewandtheit des Übersetzers P. Hári läßt — von einigen Kleinigkeiten abgesehen — durchaus vergessen, daß dies Buch ursprünglich nicht in deutscher Sprache geschrieben wurde.

I. Koppel, Berlin-Pankow.

Schwarz, Robert, Feuerfeste und hochfeuerfeste Stoffe.

Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn A.-G., 1922. IV, 52 S. und 10 Abbild. 14 × 21 cm. Preis Gz. 2.

Auf das vor kurzem in zweiter vermehrter Auflage erschienene Werkchen von R. Schwarz sei empfohlen hingewiesen, da es nützliche Angaben für alle enthält, die sich wissenschaftlich oder technisch auf dem Gebiete der sog. feuerfesten und hochfeuerfesten Stoffe betätigen und im besonderen mit der Herstellung von haltbaren, allen Anforderungen entsprechenden Geräten und Apparaten aus hochschmelzenden Silikaten und Oxyden beschäftigen wollen. Es sind in den vergangenen zwei Jahrzehnten auf diesem Gebiete wichtige Fortschritte gemacht worden, doch fehlte es noch an einem zusammenhängenden Leitfaden, der eine rasche Orientierung über das schon Erreichte ermöglicht und zeigt, was noch zu tun nötig ist. Der Verfasser kann es sich zum Verdienste anrechnen, diesem Mangel abgeholfen zu haben, indem er die in der in- und ausländischen Literatur verstreuten Angaben zusammenfaßte und ihnen eigene Erfahrungen und kritische Bemerkungen hinzufügte. Auf den Inhalt des Büchleins soll im einzelnen nicht eingegangen, sondern nur erwähnt werden, daß er in folgende Abschnitte zerfällt: 1. Begriff der Feuerfestigkeit, 2. Zusammenhänge zwischen Konstitution und Eigenschaften, 3. Feuerfeste Silikate, 4. Feuerfeste Oxyde, 5. Graphit, Carbide und Nitride.

Bei einer Neuauflage sei empfohlen, in dem Abschnitte über temperaturwechselbeständige Porzellanmassen (S. 23 ff.) auch auf die für diese geeignetsten Glasuren (vgl. u. a. Rieke und Steger, Sprechsaal 1915, S. 381) einzugehen, sowie bei den Ausführungen über Karborundum (S. 51) auch seiner Verwendung zu Schamottekapseln für das Brennen von Tonwaren zu gedenken, wie sie in neuester Zeit besonders von englischen und amerikanischen Keramikern vorgeschlagen worden ist.

W. Funk, Meißen.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über Blutkohle und Hämkohle.

„Blutkohle“ ist ein Präparat, das durch Verkohlen von Blut unter Zusatz verschiedener Stoffe fabrikmäßig hergestellt wird. Mercksche Blutkohle enthält neben Kohlenstoff relativ große Mengen Stickstoff, etwa 10 % Kieselsäure und 0,2 % Eisen.

Blutkohle besitzt die Fähigkeit, die Reaktion zwischen Aminosäuren und molekularem Sauerstoff zu katalysieren. Weil diese Katalyse in wesentlichen Punkten mit der katalytischen Wirkung lebender Zellen übereinstimmt, ist sie von besonderem Interesse und vielfach untersucht worden.

Bringt man an die Oberfläche von Blutkohle, an der eine Aminosäure verbrennt, eine kleine Menge Blausäure — klein im Vergleich zu dem Gewicht der Kohle

sowohl als auch der adsorbierten Aminosäure —, so hört die Oxydation der Aminosäure auf. Da man weiß, daß Blutkohle Eisen enthält und daß Blausäure leicht mit Eisen reagiert, so hat man angenommen, die katalytische Wirksamkeit komme nur den eisenhaltigen Kohleteilchen zu, und damit erklärt, daß Blausäure — ohne den Hauptteil der Kohleoberfläche zu verändern — die Oxydation zum Stillstand bringt.

Die Richtigkeit dieser Theorie wird durch folgende Versuche bewiesen, in denen eine katalytisch wirksame Kohle von den Eigenschaften der Blutkohle schrittweise aus chemisch einheitlichen Stoffen aufgebaut wurde.

Verkohlt man Rohrzucker unter Zusatz von Kaliumkarbonat und Kaliumsilikat, glüht und extrahiert mit Salzsäure, so erhält man eine kieselsäurehaltige Kohle,

die gut adsorbiert, jedoch nicht imstande ist, Sauerstoff auf adsorbierte Aminosäuren zu übertragen. Leucin, an der Oberfläche dieser Kohle adsorbiert, ist gegenüber Sauerstoff beständig.

Der Zusatz von Silikat geschah nach dem Vorbild der technischen Verfahren und ist wesentlich. Ohne Silikat erhält man autoxydablen Kohlenstoff, wie er in der Blutkohle nicht vorliegt.

Um die Zucker-Silikatkohle zu aktivieren, gaben wir zu dem Gemisch von Zucker, Silikat und Karbonat verschiedene Eisensalze und verkohlten und glühten. Wir erhielten so Kohlen vom Eisengehalt der Blutkohle, jedoch keine Aktivierung. Die eisenhaltigen Silikatkohlen waren katalytisch ebenso wirkungslos wie die eisenfreien. Es war daraus zu schließen entweder, daß die Theorie falsch sei oder daß es auf die besondere Form ankomme, in der das Eisen im Blut vorliegt. Denn Blut, mit Silikat und Karbonat verkohlt, gab immer wirksame Kohlen.

Träger des Bluteisens ist der Blutfarbstoff, dessen Eisen in Form einer organischen Eisenverbindung, des Hämins, abgespalten werden kann. Setzen wir dem Gemisch von Rohrzucker, Karbonat und Silikat kristallisiertes Hämin in kleinen Mengen zu und verkohlten, so erhielten wir Kohlen, die in jeder Hinsicht

die katalytischen Eigenschaften der Blutkohle besaßen, adsorbierte Aminosäuren oxydierten und durch kleine Blausäuremengen ihre Wirksamkeit einbüßten. Je mehr Hämin wir zusetzten, um so wirksamer wurden die Kohlen. Die wirksamste Kohle entstand durch Verkohlen von reinem Hämin.

Kohle aus reinem Hämin ist ein schweres, schwarzblau glänzendes Pulver, das Kohlenstoff, Stickstoff und Eisen enthält, die beiden letzteren Elemente wahrscheinlich in gegenseitiger Bindung. An katalytischer Wirksamkeit übertrifft Häminkohle weit die im Handel befindlichen Blutkohlen. Sie zeichnet sich ferner aus durch ein hohes Adsorptionsvermögen gegenüber Blausäure, besitzt also diejenige Eigenschaft, die nach der Theorie den eisenhaltigen Teilen der Blutkohle zukommt.

Wie uns scheint, ist durch diese Versuche entschieden, daß der katalytisch wirksame Bestandteil der Blutkohle tatsächlich eine Eisenverbindung ist, und gezeigt — was selbstverständlich erscheinen mag, jedoch oft übersehen wird —, daß Eisen nicht in jeder Form katalytisch wirkt, sondern daß die Art seiner Bindung eine entscheidende Rolle spielt.

Berlin-Dahlem, den 5. September 1923.

Otto Warburg.

Walter Brefeld.

Astronomische Mitteilungen.

Der K-Effekt. Seit 1911 ist bekannt, daß die Sterne des Spektraltypus B (in geringerem Maße auch die Sterne anderer Typen) in allen Teilen des Himmels eine durchschnittliche Rotverschiebung von 0.06 AE (im photographischen Abschnitt des Spektrums) zeigen, wenn die durch die Sonnenbewegung hervorgerufene Verschiebung bereits in Rechnung gezogen worden ist. Wenn man die Verschiebung als Bewegungseffekt deuten will, muß man eine allseitige Expansion des Sternsystems annehmen, deren Geschwindigkeit vom Spektraltypus abhängen würde. Es ist auch versucht worden, diesen sogenannten K-Effekt als Rotverschiebung im Einsteinschen Sinne aufzufassen. Da die durchschnittlichen Massen der Sterne verschiedener Spektraltypen verschieden sind, würde eine Abhängigkeit der Verschiebung vom Spektraltypus möglich erscheinen.

Bereits bei der Entdeckung des K-Effektes hat aber *Campbell* darauf aufmerksam gemacht, daß die Verwendung zu niedriger Zahlenwerte für die Wellenlängen der zur Ableitung der Radialbewegung benutzten Linien denselben Effekt haben würde. Während *Campbell* vermutete, daß die Wellenlängen der Linien in den Sternspektren durch Druck oder andere Einflüsse vergrößert sein könnten, unternimmt neuerdings *Albrecht*¹⁾ eine kritische Prüfung der Laboratoriumswerte der bei B-Sternen verwendeten Spektrallinien. Wenn Doppellinien ausgeschlossen werden, kommen für die Messung von Radialgeschwindigkeiten bei B-Sternen 1 oder 2 Linien des He, 3 Linien des Si und etwa 20 Linien von O und N in Frage. Metalllinien treten erst in den A-ähnlichen Unterklassen B 8 und B 9 auf.

In seiner ersten Abhandlung führt *Albrecht* neue, von *Clark* bestimmte Wellenlängen für die O- und N-Linien ein und zeigt, daß der K-Effekt dadurch verschwinden würde, wenn nur diese Linien beteiligt wären, da die neuen Wellenlängen im Durchschnitt um 0.063 AE größer sind als die früher benutzten (die entsprechende Änderung der Radialgeschwindigkeit

ist — 4.2 km/sec). Durch Abschätzung der tatsächlichen Beteiligung dieser Linien bei der Ableitung der Radialgeschwindigkeiten ergibt sich, daß durch die neuen Wellenlängen der O- und N-Linien der K-Effekt für die ganze Klasse B um etwa 0,3, für die Gruppen B 0—B 2 aber um 0,7 oder 0,8 km/sec vermindert wird.

In der zweiten Arbeit untersucht *Albrecht* den Einfluß neuer Wellenlängen für Si und He und findet, daß er in derselben Richtung wirkt. Die Gesamtänderung, die durch die neuen Wellenlängen für die 20 O- und N-Linien, die 3 Si-Linien und die He-Linie 4713 hervorgerufen wird, vermindert den K-Effekt in den Klassen B 0—B 3 auf die Hälfte, in B 5—B 8 um einen kleineren Betrag.

Es scheint hiernach sicher zu sein, daß mindestens ein Teil des K-Effektes auf unrichtige Wellenlängen zurückzuführen ist. Von den neuen Werten scheinen die für O und N recht zuverlässig zu sein, während nach *Albrechts* Angabe die verschiedenen Bestimmungen für Si sehr weit auseinandergehen, also dringend einer Wiederholung bedürfen. Um die Bestimmung fundamentaler Radialgeschwindigkeiten auf eine sichere Basis stellen zu können, erscheint es aber sehr erwünscht, daß für alle in B-Sternen verwendbaren Linien eine oder mehrere Neubestimmungen im Laboratorium vorgenommen werden, nach Möglichkeit unter zweckentsprechend variierten Versuchsbedingungen.

Daß hiermit nicht das Problem des K-Effektes gelöst, wohl aber eine störende Besonderheit der B-Sterne aus dem Wege geräumt wird, zeigt eine Untersuchung von *E. Freundlich* und *E. v. d. Pahlen*²⁾, in der nicht der über den ganzen Himmel gebildete Mittelwert behandelt, sondern für begrenzte Himmelsgebiete der nach Abzug der Sonnen- und nötigenfalls der Strombewegung verbleibende Rest der Radialgeschwindigkeiten aufgesucht wird. Als Grundlage dienen die Radialgeschwindigkeiten des Katalogs von *Voûte*. Der Streifen zwischen den galaktischen Breiten + 30° und — 30° wird in 10 Bereiche geteilt, so daß die Mitten

¹⁾ *S. Albrecht*, A partial explanation, by wavelengths, of the K-term in the B-types. *Astrophysical Journal* 55, S. 361, und 57, S. 57.

²⁾ *E. Freundlich* und *E. v. d. Pahlen*, Untersuchung des K-Effektes auf Grund des Katalogs von Radialgeschwindigkeiten von *J. Voûte*. *Astronomische Nachrichten* Nr. 5229—30.

der Bereiche in der galaktischen Ebene und bei den galaktischen Längen 347° (Vertex der Sternströmung), 23°, 59° usw. liegen. Bei der Mittelung diametral gegenüberliegender Bereiche fallen Sonnen- und Strombewegung heraus, und es verbleibt das Mittel der K-Effekte der beiden Bereiche. Die Behandlung der B-Sterne führt auch hier zu durchweg positiven Werten mit dem bekannten Mittel + 4,3 km/sec, fördert aber zugleich eine starke Abhängigkeit des K-Effektes von der galaktischen Länge zutage. Die Mittel je zweier gegenüberliegender Bereiche sind:

1/6	2/7	3/8	4/9	5/10
+ 8,8	+ 3,4	+ 2,4	+ 4,5	+ 2,3 km/sec

In der Vertex-Antivertex-Richtung tritt ein besonders großer K-Effekt auf, in den unmittelbar benachbarten Bereichen ist der Effekt bedeutend kleiner.

Eine analog geführte Untersuchung der A-, F-, G-, K-, M-Sterne liefert, wenn alle Sterne mit bekannter Radialgeschwindigkeit benutzt werden, bedeutend kleinere Werte und läßt auch keinen deutlichen Gang mit der galaktischen Länge erkennen. Sobald aber nur Sterne mit Entfernungen von mehr als 25 Sternweiten in Betracht gezogen werden, zeigt sich in allen Klassen ein Gang von ähnlicher Amplitude und Phase wie bei den B-Sternen. Bei allen Klassen schwankt der K-Effekt um den Mittelwert 0, nur bei den B-Sternen ist er durchweg positiv. Dieser Widerspruch scheint gerade durch die von *Albrecht* angeregten Neubestimmungen von Wellenlängen beseitigt oder vermindert zu werden, so daß es vielleicht nicht, einmal nötig sein wird, eine Gravitationsverschiebung anzunehmen.

Da die nahen A- bis M-Sterne den Gang des K-Terms nicht erkennen lassen, die entfernteren aber wie die B-Sterne ihn deutlich zeigen, liegt der Gedanke nahe, daß überhaupt die Entfernung und nicht der Spektraltypus das maßgebende Kennzeichen ist. Eine Ordnung nach Entfernungen bestätigt diesen Schluß.

Die Erklärung dieser merkwürdigen und anscheinend nicht mehr zweifelhaften Erscheinung bereitet große Schwierigkeiten. Am plausibelsten, aber durchaus nicht einwandfrei und ausreichend ist die Annahme, daß in den Richtungen des Vertex und Antivertex der bekannten Sternströmung ein Ausströmen und dicht daneben ein Einströmen der Sterne stattfindet. Damit wäre eine Spaltung der Sternströme in größeren Entfernungen angenommen, während die Beobachtung bisher überall ein nahezu konstantes Mischungsverhältnis beider Ströme ergeben hat. Merkwürdig wäre überdies, daß auch die B-Sterne, die an der bekannten Sternströmung nicht beteiligt sind, hier eine deutliche Strömung verraten.

Die Untersuchung von *Freundlich* und *Pahlen* verfolgt nur das Ziel, die Tatsache der Veränderlichkeit des K-Effektes mit der galaktischen Länge sicherzustellen. Eine weitergehende Lösung des Problems wird erst möglich sein, wenn ein umfangreicheres und homogeneres Material von Radialgeschwindigkeiten vorliegt.

Kruse.

Die Absorption des Sternenlichtes durch dunkle Nebel erlaubt Schlüsse auf Entfernung und Natur der offenbar den interstellaren Raum mit gar nicht so großer Seltenheit erfüllenden nicht leuchtenden Materie. *Barnard* hat seinerzeit besonders die Aufmerksamkeit auf diese dunklen Nebel gelenkt und *Wolf* liefert soeben einen neuen wertvollen Beitrag zu diesem Kapitel. In *Astr. Nachr.* 219, 109—116 beschreibt er den Nebel NGC 6960, der an seinem Westrande von einer jener auffälligen „Sternleeren“ be-

gleitet wird, welche zustande kommen durch die lichtauslöschende Wirkung der selbst nicht leuchtenden ausgedehnten Fortsetzung des eigentlichen Nebels. Werden die Sterne östlich vom Nebel, d. h. also im „unverhüllten“ Teil der Himmelsgegend, nach Größenklassen abgezählt und die gefundenen Zahlen verglichen mit den Anzahlen der Sterne der entsprechenden Größenklassen in den von den dunklen Massen teilweise verdeckten Gebieten, so ergibt sich das folgende Bild der Sternverteilung:

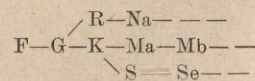
<i>m</i>	log <i>A_m</i>	log <i>A'_m</i>	Δm
10,0	1,64	1,59	0,0
11,0	1,94	1,91	0,0
12,0	2,42	2,16	0,5
13,0	2,71	2,46	0,9
14,0	2,93	2,67	1,1
15,0	3,24	2,94	1,0
16,2	3,63	3,31	1,0
17,5	4,11	3,79	0,9

Unter *m* stehen die Sterngrößen, *A_m* und *A'_m* sind die Anzahlen der Sterne pro Quadratgrad von den hellsten bis zu denen von der Größe *m* im unverhüllten bzw. verhüllten Teil, Δm gibt den Verlust in Größenklassen an, den das Licht der Sterne im verhüllten Teil durch die Absorptionswirkung des Nebels erleidet. Wie man sieht, beginnt der Einfluß des Nebels erst bei den Sternen schwächer als 11. Größe wirksam zu werden und die Δm sind konstant von der 13. Größe ab, d. h. der Nebel erreicht in dieser Entfernung sein Ende. Die mittlere Parallaxe der Sterne 11. Größe ist nach *Kapteyn* 0",0022, so daß man zu der Feststellung gelangt: *Die uns zugewandte Grenze der dunklen Nebelmasse liegt in etwa 450 Sternweiten (1500 L.-J.) Entfernung und die Dicke der absorbierenden Schicht beträgt rund 150 Sternweiten (500 L.-J.).*

Eine Frage von grundlegender Bedeutung ist die nach der Natur der Absorption und damit des Nebels. Handelt es sich um Gasmassen, dann müssen nach all unseren Erfahrungen selektive Wirkungen auftreten, das Licht der Sterne muß im blauen Teil stärker geschwächt werden als im roten. In diesem Falle müßte also der Farbenindex der im „verhüllten“ Teil stehenden Sterne im Mittel einen positiven Exzeß über den Farbenindex der übrigen Sterne zeigen. Nichts dergleichen ist aber nach den Untersuchungen *Wolfs* der Fall: die mittlere Sternfarbe ist in allen Teilen der Platte dieselbe, so daß man schließen muß, „daß keine Rötung der Sterne durch die dunkle Wolke des Nebels eintritt, und es erscheint deshalb recht wahrscheinlich, daß die lichtabsorbierende Wolke zum größten Teil aus Staubmassen besteht“.

Kienle.

Zirkonbanden in Spektren der S-Sterne. (Publ. Astr. Soc. Pacif. XXXV, 217.) *Merrill* berichtet über den Nachweis von Zr-Banden (ZrO?) in S-Sternen. Das verdient Beachtung. Soweit bekannt, ordnen sich die Typen am roten Ende der Harvardskala wie folgt:



Bisher waren bekannt: CO-Banden in G, K, R, N stark, in M schwach, in S fraglich; TiO-Banden in K schwach, in M stark, in R, N, S fraglich; nunmehr stehen also Zr-Banden (ZrO?) in S fest. C, Si, Ti, Zr bilden die 4. Spalte im periodischen System. SiO-Banden scheinen zurzeit nicht bekannt zu sein. Nach Lage der Dinge wäre von ihrer Erforschung manche Klärung der sich immer mehr verwickelnden Verhältnisse bei den roten Typen zu erwarten. *Schnauder.*