



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich
4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin,
Dörnbergstrasse 7.

N^o 831.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten. Jahrg. XVI. 51. 1905.

Ueber die für die Praxis wichtigen Gesetze der Temperatur-Strahlung.

Von MAX DIECKMANN.

Mit drei Abbildungen.

Bei der grossen Zahl von Lampenneuconstructionen und der lebhaften Entwicklung, in der die Beleuchtungstechnik noch steht, dürften die nachfolgenden physikalischen Angaben einiges Interesse beanspruchen.

Jede Lampe, jeden Beleuchtungskörper können wir uns als eine kleine Maschine vorstellen, die irgend eine zugeführte Energie in Lichtenergie verwandelt.

Wenn man eine ganz bestimmte mechanische Energiemenge in verschiedene andere Energieformen — Wärme, Elektrizität etc. — überführt und sie nun in dem herkömmlichen Maasse dieser neuen Energieart ausdrückt, so sind die erhaltenen Werthe einander völlig äquivalent, denn sie drücken ja im Grunde dieselbe Sache, dieselbe Energiemenge aus. Ein bekanntes klassisches Beispiel haben wir im mechanischen Wärmeäquivalent.

Ich habe im folgenden eine kleine Tabelle zusammengestellt, welche die Maassbeziehungen der namentlich bei Beleuchtungsfragen in Betracht kommenden Energiegrössen enthält. Als Einheit der Lichtenergie ist dabei die Lichtmenge verstanden, die eine Hefnerkerze allseitig in der

Secunde ausstrahlt.*) Da in einzelnen Fällen die sich ergebenden Maassbezeichnungen ganz verschiedene Grössenordnungen der betreffenden Einheitsmaasse vorstellen, so sind sie, wie das allgemein üblich ist, in „Zehnerpotenzen“ geschrieben. Zwei Beispiele werden an diesen Begriff erinnern. Man schreibt 14×10^5 statt 1400000, denn dies ist $14 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$; oder 3×10^{-4} statt 0,0003, denn dies ist

$$\frac{3}{10000} = \frac{3}{10^4} = 3 \times 10^{-4}.$$

I	II	III	IV
Mechanische Leistung Erg. pro Sec.**)	Elektrische Leistung Watt	Wärmeleistung Wasser-Gramm- Kalorie pro Secunde	Lichtleistung (Zu Grunde gelegt die Ergebnisse von Tumlicz)
1	10^{-7}	$2,39 \times 10^{-8}$	$5,26 \times 10^{-7}$
10^7	1	0,239	5,26
$4,19 \times 10^7$	419	1	22
$1,9 \times 10^6$	$1,9 \times 10^{-1}$	$4,55 \times 10^{-2}$	1

Die in je einer Horizontalzeile stehenden Grössen sind einander äquivalent.

*) Definirt man als Lichteinheit die Energiemenge an Licht, welche die Hefnerlampe auf eine 1 cm entfernte Fläche von der Grösse eines Quadratcentimeters strahlt, so sind die in Spalte IV enthaltenen Werte durch 4π zu dividiren, da die Innenfläche einer Kugel vom Radius 1 cm gleich $4\pi = 12,57$ cm² ist.

**) 1 Erg. = 136×10^{-12} PS.

Ebensowenig wie die meisten anderen Maschinen alle zugeführte Energie ausschliesslich in die im besonderen Falle gewünschte umsetzen (die Dynamomaschine z. B. transformirt von der zugeführten mechanischen Kraft 90 Procent in elektrische Energie und 10 Procent in Wärmeenergie — vergl. *Prometheus* XV. Jahrg., S. 206), ebensowenig verwandelt eine Beleuchtungsvorrichtung alle zugeführte Energie in Licht. Die meisten Lampen haben sogar einen viel schlechteren „Wirkungsgrad“ als sonstige in der Praxis verwendete und der Energietransformation dienende Apparate.

Der physikalische Wirkungsgrad einer Lampe ist das Verhältniss der ausgestrahlten Lichtenergie zur verbrauchten Speiseenergie. Also:

Thatsächliche Kerzenstärke der Lampe

a) Wirkungsgrad = $\frac{\text{Kerzenstärke, die der zugeführten Energie entspr. würde;}}{\text{Kerzenstärke, die der zugeführten Energie entspr. würde;}}$ und dieser Bruch, dessen idealer Werth gleich 1 ist (wenn der Zähler gerade so gross wäre als der Nenner), ergibt bei den verschiedenen Lampen sehr verschiedene, aber immer bedeutend kleinere Werthe.

So verbraucht nach Drude z. B. eine Oelampe von 9,4 Kerzenstärke pro Stunde 42 g, das ist in der Secunde etwas über $1,16 \times 10^{-2}$ g Oel. Die Verbrennungswärme des Oeles beträgt pro Gramm 9500 Gramm-Kalorien, diesen entsprechen, wie aus Zeile 3, Spalte III und IV unserer Tabelle folgt, 208×10^3 Lichteinheiten (9500×22). Demnach ist der Wirkungsgrad

$$w_1 = \frac{9,4}{1,16 \times 10^{-2} \times 208 \times 10^3} = \frac{9,4}{2400} = 0,004$$

ein ganz erbärmlich schlechter; noch nicht ganz 0,4 Procent der im Oel enthaltenen Energie wird in Lichtenergie verwandelt, alles andere in Wärme!

Eine Nernstlampe braucht etwa 1 Watt pro Kerze. Ihr Wirkungsgrad w_2 ist nach Zeile 2, Spalte II und IV

$$w_2 = \frac{1}{5,26} = 0,19,$$

oder 19 Procent der aufgewendeten elektrischen Energie werden zur Beleuchtung ausgenutzt, und noch besser arbeitet eine Bogenlampe mit einem Wirkungsgrad von fast 38 Procent.

Da in der Combination eines Dieselmotors mit einer Dynamomaschine gut 60 Procent der im Oel enthaltenen Energie ausgenutzt werden, so erzielt man auf diesem Umwege aus dem Oel eine bedeutend erheblichere Menge an Lichtenergie als bei directer Verbrennung. Bei Nernstlampenbetrieb ist dann der Nutzeffect, da $0,19 \times 0,60 = 0,114$, etwa 11 Procent oder 28 mal besser als in der Oellampe.

Ich habe diese Beispiele so ausführlich aufgeführt, da sich gerade aus ihnen die Bedeutung

des physikalischen Wirkungsgrades einer Beleuchtungsmethode sehr schön ersehen lässt. Aus derselben Ausgangsenergie erhält man je nach der Umwandlungsart ganz verschiedene Bruchtheile als Lichtenergie. Es gilt nun zu untersuchen, wodurch dieser verschiedene Wirkungsgrad zu Stande kommt. Zu diesem Zwecke wollen wir ein wenig ausholen und uns zunächst mit gewissen Strahlungserscheinungen bekannt machen, die uns auf den Begriff des „absolut schwarzen Körpers“ bringen werden.

Wärmestrahlen und Lichtstrahlen sind physikalisch ganz dasselbe. Beides sind transversale „Aetherschwingungen“. Liegen die Wellenlängen zwischen etwa 0,0004 und 0,0008 mm, so reagirt unser Auge auf sie, dann haben wir von diesen Wellen neben der Wärmewirkung auf der Haut noch eine Lichtempfindung im Auge; sind sie länger als 0,0008 mm, so bleibt nur die Wärmeempfindung. Ein erhitzter, Energie aussendender Körper emittirt im allgemeinen Strahlen der verschiedensten Wellenlängen, und wir wollen unter der Gesamt-Emission die gesammte ausgestrahlte Energie ohne subjective Rücksicht auf eine specielle Wellenlänge verstehen.

Diesem Vermögen eines Körpers, Energie zu emittiren, steht sein Absorptionsvermögen gegenüber, seine Fähigkeit, Strahlen zu verschlucken, die von einer anderen Strahlungsquelle ausgehen und ihn treffen.

Als Absorptionsvermögen im speciellsten Sinne bezeichnet man das zahlenmässige Verhältniss zwischen der vom Körper absorbirten zu der überhaupt auftreffenden Energie. Also:

b) Absorptionsvermögen = $\frac{\text{Absorbirte Strahlung}}{\text{Auftreffende Strahlung}}$.

Nun hat Kirchhoff gezeigt, dass zwischen beiden, zwischen Emissionsvermögen und Absorptionsvermögen der durch Temperaturerhöhung strahlenden Körper eine merkwürdige Beziehung besteht. Es ergibt nämlich das Verhältniss des Emissionsvermögens zum Absorptionsvermögen für alle Körper bei gleicher Wellenlänge und gleicher Temperatur denselben Werth.

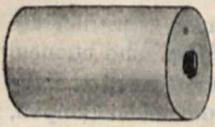
Wenn also $E_{1(t)}$, $E_{2(t)}$, $E_{3(t)}$. . . und $A_{1(t)}$, $A_{2(t)}$, $A_{3(t)}$. . . die Emissions- und Absorptionsvermögen verschiedener Körper bei der gleichen Temperatur t sind, so gilt:

$$c) \frac{E_{1(t)}}{A_{1(t)}} = \frac{E_{2(t)}}{A_{2(t)}} = \frac{E_{3(t)}}{A_{3(t)}} \dots = K_{(t)}.$$

Hätten wir nun einen Körper, der alle Strahlen, die auf ihn treffen, verschluckt, dann wäre nach Formel b sein Absorptionsvermögen gleich 1. Ein solcher Körper wäre ein „absolut schwarzer Körper“. Annähernd stellt ihn Russ dar, der die meisten Strahlen völlig absorbirt, noch besser aber kann man ihn realisiren durch einen innen geschwärzten Hohlraum mit

einer kleinen Oeffnung (Abb. 759), denn bei der so erzielten mehrfachen Reflexion an absorbirenden Flächen wird ein einfallender Strahl praktisch vollständig zurückgehalten.

Abb. 759.



Wenn aber bei einem Körper in Formel c das Absorptionsvermögen im Nenner gleich 1 wird, d. h. dieser Nenner verschwindet, so sehen wir,

dass das Emissionsvermögen dieses Körpers gleich dem Werthe $K_{(t)}$ wird. Wir kennen also das Verhältniss des Emissionsvermögens zum Absorptionsvermögen aller Körper, wenn wir das Emissionsvermögen des absolut schwarzen Körpers bei dieser Temperatur kennen. Da ausserdem die meisten Körper sich bei hohen Temperaturen in ihrem Verhalten dem des absolut schwarzen Körpers nähern, so leuchtet die grosse Wichtigkeit ein, welche die letzt angeführte Realisation des absolut schwarzen Körpers durch Lummer und Wien (1900) für Wissenschaft und Technik besitzt.

Die Absorptionsvermögen aller übrigen Körper sind kleiner als 1; daraus würde folgen, dass das Emissionsvermögen eines schwarzen Körpers grösser sein müsste als das jedes beliebigen Körpers bei derselben Temperatur. Dies ist thatsächlich der Fall. Wir bedecken ein blankes Platinblech zum Theil mit Russ, dann erscheint dieser — er ist in Abbildung 760 ringförmig aufgetragen — dunkel auf hellem Grunde; und es ist ein vom Leslieschen Würfel mit seinen verschieden bearbeiteten Seitenflächen her bekanntes Schulexperiment, dass eine geschwärzte Fläche mehr Energie ausstrahlt als eine blanke. Erhitzen wir nun das Blech zum Glühen, so erblicken wir jetzt den viel heller strahlenden Ring auf dem schwach leuchtenden Platinblech.

Abb. 760.



Bei etwa 525° beginnt ein absolut schwarzer Körper schwache rothe Strahlen auszusenden — unterhalb dieser Temperatur kann nach dem Gesagten kein anderer Körper infolge seiner Temperatur roth zu leuchten beginnen (Draperscher Satz) —, bei etwa 1000° fängt die Gelbgluth an, bei 1200° die Weissgluth, die bei ungefähr 1600° alle Theile des Farbenspectrums intensiv zeigt.

Bei der Strahlung des absolut schwarzen

Körpers spielt somit neben der Temperatur noch die Wellenlänge eine wichtige Rolle. Um uns über diese Klarheit zu verschaffen, betrachten wir Abbildung 761, die am besten die Zusammenhänge zwischen Strahlungsenergie, Temperatur und Wellenlänge veranschaulicht.

Auf der verticalen Achse sind Energieeinheiten abgetragen, auf der horizontalen Wellenlängen, und zwar stellt ein Intervall die Länge von $1\mu = 0,001$ mm vor. Die Lichtwellen liegen zwischen rund 0,4 und 0,8 μ , umfassen also nur den kleinen mit S bezeichneten Abschnitt; alles was rechts darüber hinausliegt, sind ultraroth und Wärmewellen. Erhitzen wir nun einen absolut schwarzen Körper constant auf beispielsweise 900° und tragen die Beträge an Strahlungsenergie, die wir für

einzelne Wellenlängen messen, an der entsprechenden Stelle als Ordinate auf, dann ergibt sich das Bild der untersten Curve. Am stärksten sendet dieser 900° heisse Körper Strahlen von einer Wellenlänge

zwischen 3 und 4 μ aus; nach links, nach den kürzeren Wellen zu, werden die Beträge rasch immer kleiner, und ziemlich im Anfang des sichtbaren Theiles des Spectrums dürfte die Curve zu Ende sein.

Die weiteren Curven zeigen die Messungsergebnisse bis zu Erhitzungen auf 1650°.

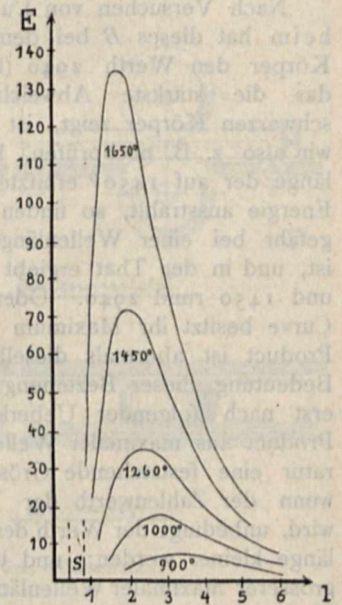
Von den Gesetzmässigkeiten, die diese Abbildung illustriert, wollen wir drei kennen lernen.

1. Das Stephen-Boltzmannsche Gesetz. Es bezieht sich auf die Abhängigkeit der Gesamtstrahlung von der Temperatur und lautet: Die Gesamtemission des absolut schwarzen Körpers ist proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur.

$$d) E = CT^4.$$

Das Bild der Gesamtemission der Strahlung bei beispielsweise 900° haben wir in dem Flächengebiet, das zwischen dieser Curve und der horizontalen Achse eingeschlossen ist. Die Grösse dieses Flächenraumes wächst mit steigender Temperatur, und zwar proportional deren vierter Potenz. Die Constante C hat den empirisch bestimmten Werth 128×10^{-10} .

Abb. 761.



Ein berusstes und auf 900° erhitztes Platinblech von $1 \square \text{cm}$ Grösse strahlt also gegen den kalten Raum in der Secunde eine Energie aus von etwa $E = 128 \times 10^{-10} \times 900^4$ gr. Kal. = 8400 gr. Kal.

2. Die maximale Strahlung ist der fünften Potenz der absoluten Temperatur proportional. Dieses Gesetz besagt also, dass schon einer relativ ganz geringen Temperaturerhöhung ein riesig schnelles Wachsen der Curvengipfel entspricht.

3. Unser drittes und wichtigstes Gesetz rührt von Wien her und heisst: Das Product aus der absoluten Temperatur und derjenigen Wellenlänge, in der das Energiemaximum liegt, ist constant.

$$e) T \times l_{\text{max.}} = B.$$

Nach Versuchen von Lummer und Pringsheim hat dieses B bei dem absolut schwarzen Körper den Werth 2940 (bei blankem Platin, das die stärkste Abweichung vom absolut schwarzen Körper zeigt, ist $B = 2630$). Wenn wir also z. B. nachprüfen, bei welcher Wellenlänge der auf 1450° erhitzte Körper die meiste Energie ausstrahlt, so finden wir, dass dies ungefähr bei einer Wellenlänge von 2μ der Fall ist, und in der That ergibt das Product aus 2 und 1450 rund 2940 . Oder ferner, die 1000° Curve besitzt ihr Maximum bei etwa $2,9 \mu$, das Product ist abermals dieselbe Zahl. Die volle Bedeutung dieser Beziehung erkennt man aber erst nach folgender Ueberlegung. Wenn das Product aus maximaler Wellenlänge und Temperatur eine feststehende Grösse ist, dann muss, wenn der Zahlenwerth der Temperatur grösser wird, unbedingt der Werth der maximalen Wellenlänge kleiner werden; und umgekehrt muss bei grösserer maximaler Wellenlänge der beobachtete Körper niedere Temperatur haben.

Beide Folgerungen sind richtig und für die Praxis bedeutungsvoll.

Das Strahlungsmaximum liegt bei 900° zwischen Wellenlängen von 3 und 4μ , bei 1260° zwischen 2 und 3μ u. s. f.; das heisst aber nichts anderes, als dass sich mit wachsender Temperatur das Maximum der Strahlung nach den kürzeren Wellenlängen, nach dem sichtbaren Gebiete zu, verschiebt. Je heisser ein Körper gemacht werden kann, um so mehr verschiebt sich seine Tauglichkeit vom Heizkörper, vom Ofen her, nach der Seite der Beleuchtungskörper.

Hier finden wir also die Beantwortung der anfangs gestellten Frage nach dem Woher des verschiedenen physikalischen Wirkungsgrades einer Beleuchtungsanlage bei gleicher Ausgangsenergie. Es kommt darauf an, einen Körper bei möglichst hoher Temperatur zu glühen. Durch das immense Wachsen der Maximalstrahlungswerthe und noch mehr durch die Verschiebung dieses

maximalen Theiles nach den sichtbaren Wellenlängen zu, wird der Bruchtheil, der von der Gesamtstrahlung in das sichtbare Gebiet fällt, ausserordentlich rasch grösser, er wächst beinahe mit der zwölften (!) Potenz der absoluten Temperatur.

Das Hauptbestreben der Lampen-Constructeure geht also dahin, Stoffe aufzufinden und bequem zum Glühen zu bringen, die möglichst hohe Temperaturen aushalten. Alle die neuen Lampen, wie die Osmium-Lampe, Tantal-Lampe etc. verdanken dieser Bemühung ihre Existenz, und ihr günstiger Wirkungsgrad zeigt, dass man auf dem richtigen Wege ist.

Aber auch die zweite Folgerung des Wienschen Verschiebungsgesetzes, die die Wellenlänge als gegeben voraussetzt, wollen wir nicht unerörtert lassen, denn sie bietet uns ein Mittel, die zur Verwendung kommenden sehr hohen Temperaturen einigermaassen genau zu bestimmen. Man braucht nur von einer Lampenstrahlung die Wellenlänge, bei der das Energiemaximum liegt, zu messen und erhält durch einfaches Dividiren in 2940 bzw. 2630 sehr näherungsweise die Temperatur des Leuchtkörpers, denn die meisten Körper liegen in ihrem Strahlungsverhalten dem absolut schwarzen Körper näher, als blankes Platin.

Die nachfolgende Tabelle enthält einige von Lummer und Pringsheim bestimmte Werthe.

Lichtquelle	$l_{\text{max.}}$	$T_{\text{max.}}$	$T_{\text{min.}}$
Bogenlicht	0,7	4200°	3750°
Nernstlicht	1,2	2450°	2200°
Auerlicht	1,2	2450°	2200°
Glühlampe	1,4	2100°	1875°
Kerze	1,5	1960°	1750°
Argandlampe	1,55	1900°	1700°

$T_{\text{max.}}$ bezeichnet die absolute Temperatur, die der absolut schwarze Körper haben würde; $T_{\text{min.}}$ die Temperatur von blankem Platin. Die richtigen Werthe liegen in der Mitte.

Eines ist bei der Anwendung aller dieser Gesetze zu beachten: sie gelten nur für reine Temperaturstrahlung, nicht für sogenannte Luminiscenzstrahlung, d. h. fluorescirende und phosphorescirende Stoffe. Und noch ein Zweites sei zum Schluss bemerkt: Physikalischer Nutzeffect und ökonomischer Nutzeffect sind zwei verschiedene Dinge! Man könnte eine Lampe construiren, die einen physikalischen Wirkungsgrad von 99 Procent hätte; wenn die Ausgangsmaterialien oder die Anlage- und Verzinsungskosten allzu hoch wären, würde kein Mensch sie nur des hohen „physikalischen Wirkungsgrades“ wegen brennen. Da interessirt vor allem die Frage, wie viel die Kerzenstunde kostet, und die Kosten können unter Umständen bei einer physikalisch sehr schlecht, aber mit wohlfeilem Ausgangsmaterial

arbeitenden Beleuchtungsanlage viel billiger sein als bei einer physikalisch gut arbeitenden Anlage. Das Ideal liegt demnach in einer Vereinigung von wirtschaftlicher und physikalischer Oekonomie. [9760]

Fortschritte im Bauwesen.

II. Breitflantschige I-Träger.

Mit vier Abbildungen.

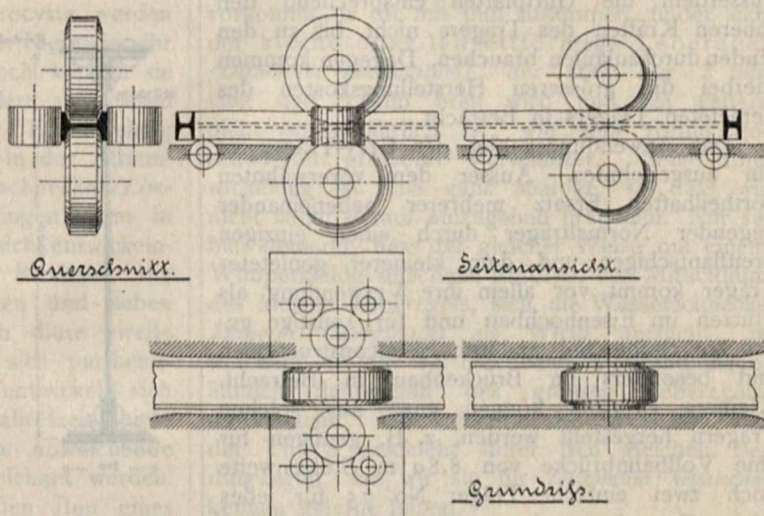
Auf allen Gebieten des Bauwesens, besonders aber im Hoch- und Brückenbau, werden eiserne I-Träger in ausgiebigem Maasse verwendet. Die bisherigen deutschen Normalprofile für solche Träger, welche bereits vor 20 Jahren aufgestellt sind, und auch die in anderen Ländern üblichen besitzen nun einige Nachteile, welche durch das für dieselben in Anwendung kommende Walzverfahren bedingt werden. Es sind dies die schmalen für Nietanschlüsse wenig geeigneten Flantschen und die durch dieselben bedingte geringe Seitensteifigkeit, ebenso die verhältnissmässig geringe Tragfähigkeit, welche für grössere Lasten und Stützweiten bald die Anwendung der theueren genieteten Träger erforderlich macht. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika, in welchen der Eisenhochbau bekanntlich in besonderer Blüthe steht, hat man daher auch zuerst das Bedürfniss empfunden, neue bessere Trägerformen, welche den I-Träger auch zu Stützconstructions geeigneter machen, zu finden, und dem Ingenieur Grey von den Carnegie-Werken zu Homestead ist es gelungen, mittelst eines besonderen Walzverfahrens bereits im Jahre 1902 solche Träger mit breiten Flantschen herzustellen. In Europa werden diese breitflantschigen I-Träger zur Zeit allein von dem Differdinger Stahlwerk der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Actiengesellschaft erzeugt.

Das von Grey angegebene neue Walzwerk unterscheidet sich von den gewöhnlichen Façon-eisenwalzwerken dadurch, dass das Profil nicht durch parallele Kaliberwalzen gebildet wird, sondern durch drei Paar von einander unabhängig arbeitender Walzen, welche die drei Dimensionen der Träger bestimmen (Steghöhe und -dicke, Flantschdicke und Flantschenbreite). Die drei Walzenpaare sind in zwei Gruppen angeordnet, von denen das erste Walzgerüst zwei Horizontal- und zwei Verticalwalzen trägt, während das

zweite nur zwei Horizontalwalzen besitzt (vergl. Abb. 762). Im ersten Gerüst wird der Träger in der Hauptsache ausgewalzt, im zweiten werden die Aussenkanten der Flantschen bearbeitet. Der Träger braucht während der Bearbeitung weder gehoben noch gewendet werden und passirt das Walzwerk nur vor- und rückwärts, und zwar je nach Grösse des Profils 7—11 mal. Der Antrieb des Grey-Walzwerkes erfolgt in Differdingen durch eine dreicylindrige Reversirmaschine von 10000 PS Maximalleistung. Ein besonderes schweres Blockwalzwerk walzt die 2,5—6 t schweren Flusseisenblöcke auf 5—6 m Länge aus und profilirt sie vor.

Die neuen Profile sind in Bezug auf die Querschnittsabmessungen in zwei Gruppen einzutheilen. Bei den Trägern von 180—300 mm

Abb. 762.

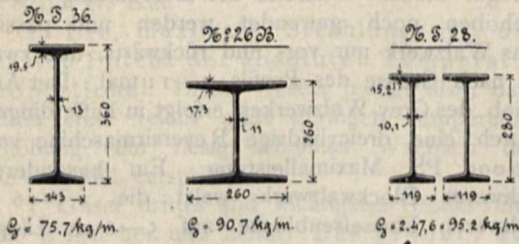


Schematische Darstellung des Grey-Walzwerkes.

Höhe ist die Flantschbreite stets gleich der Höhe (siehe Abb. 763, welche einen Grey-Träger No. 26 darstellt und daneben deutsche Normalprofile von derselben Tragfähigkeit, links bei unbeschränkter, rechts bei beschränkter Constructionshöhe). Da die Eigengewichte für den laufenden Meter in dieser und der folgenden Abbildung angegeben sind, so ersieht man, dass die neuen Träger stets vortheilhafter sind, als gekuppelte Normalträger. Die Träger von 320—750 mm Höhe haben eine gleichbleibende Flantschbreite von 300 mm. In Abbildung 764 ist das grösste Normalprofil (No. 55) im Vergleich mit einem gleichstarken Grey-Träger und mit zwei ebensolchen gekuppelten Normalträgern wiedergegeben. Der Grey-Träger No. 75, das grösste in der Walztechnik bisher überhaupt hergestellte Profileisen, mit einem Gewicht von 263,4 kg für den laufenden Meter, ist in Abbildung 765 mit genieteten Blech-Trägern von

gleicher Tragfähigkeit, sowohl bei unbeschränkter wie auch bei beschränkter Constructionshöhe dargestellt. Grosse Gewichtsunterschiede zu

Abb. 763.

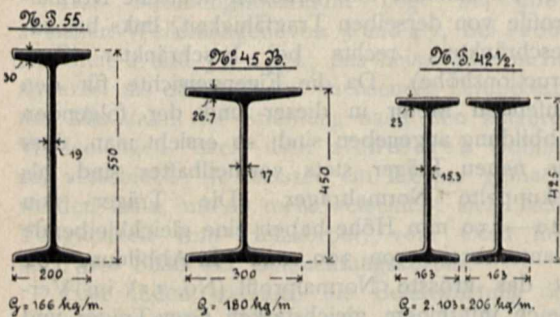


Verschiedene Walzträger von gleicher Tragfähigkeit.

Gunsten des Walzträgers sind im letzteren Falle nicht vorhanden, da der Blechträger eine ähnliche Querschnittsform aufweist, wie der erstere, und ausserdem die Gurtplatten entsprechend den inneren Kräften des Trägers nicht bis zu den Enden durchzulaufen brauchen. Dagegen kommen hierbei die grösseren Herstellungskosten des genieteten Trägers in Betracht.

Das Anwendungsgebiet der Grey-Träger ist ein ausgedehntes. Ausser dem vorerwähnten vortheilhaften Ersatz mehrerer nebeneinander liegender Normalträger durch einen einzigen breitflanschigen und dem kleineren genieteten Träger kommt vor allem ihre Verwendung als Stützen im Eisenhochbau und für sonstige gedrückte Stäbe bei anderen Eisenconstructions und besonders im Brückenbau in Betracht. Kleinere Brücken können ganz aus solchen Trägern hergestellt werden, z. B. genügen für eine Vollbahnbrücke von 8,80 m Stützenweite noch zwei einfache Träger No. 75 für jedes Gleis, für grössere lassen sie sich vortheilhaft als Zwischenträger verwenden. Zu bemerken ist noch, dass bei kleineren genieteten Eisenconstructions von geringer Masse, welche fort-

Abb. 764.



Verschiedene Walzträger von gleicher Tragfähigkeit.

während Stösse erleiden, wie z. B. Bahnbrücken und dergleichen, Niete oft locker werden und erneut werden müssen; ebenso sind solche wegen

der vielen Fugen stark dem Rosten ausgesetzt und bedürfen daher einer fortgesetzten sorgfältigen Anstrichunterhaltung. Die aus einem Stück gewalzten Träger besitzen natürlich diese Nachteile nicht bezw. nur in viel geringerem Maasse.

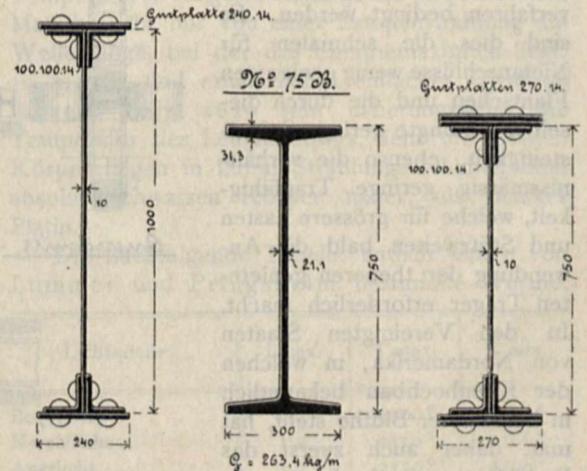
B. [9759]

Die vornehmlich durch das Wasser in den menschlichen und thierischen Organismus eingeführten Parasiten.

Von Dr. L. REINHARDT.
(Fortsetzung von Seite 789.)

Nach den Bandwürmern sind die Trematoden oder Saugwürmer als Schmarotzer wie für die Hausthiere, so auch für den Menschen sehr gefährlich. Diese leben nicht mehr wie die

Abb. 765.



Walz- und Blechträger von gleicher Tragfähigkeit.

Bandwürmer im Darmcanal, sondern dringen hauptsächlich durch die Gallenwege in das Innere der Leber, eventuell auch anderer Organe, ein, wo sie schmarotzen und den Träger aufs Schwerste schädigen können. So lebt *Distomum hepaticum*, der grosse Leberegel, in der Leber des Schafes, des Schweines, des Ochsen, des Pferdes, wie auch des Menschen. Er ist blattförmig mit kegelförmigem Kopf, 4 cm lang, bei einer Breite von 1 bis 1,2 cm, und hat ausser dem um die Mundöffnung herum gelegenen Kopfsaugnapf einen etwas grösseren Bauchsaugnapf; mit diesen saugt er sich fest. Sein ganzer Körper ist mit sehr feinen, schuppenförmigen Stacheln besetzt, vermittelt deren er sich in den Gallengängen der Leber, in welchen er lebt, fortbewegt.

Selten lebt er einzeln in der Leber und Gallenblase des von ihm befallenen Thieres, vielmehr meist in grosser Zahl. Die zahlreichen, bis 40000 Eier, die ein Stück hervorzubringen vermag, gehen mit der Galle in den Darm und werden mit dem Kothe des

Trägers entleert. Sie entwickeln sich nur, wenn sie ins Wasser gerathen. Geschieht dies, so entsteht in der Eischale ein bewimperter Embryo, der dann die Eischale verlässt und frei herumschwimmt. In diesem Zustande nennen wir ihn *Miracidium*. Die grösste Masse seines keulenförmigen Körpers wird durch Keimzellen gebildet, die wir als parthenogenetische Eier betrachten, welche die Fähigkeit haben, sich zu entwickeln, ohne vorher befruchtet worden zu sein.

Die Embryonen müssen eine Wasserschnecke (*Limnaeus truncatulus*) antreffen und in deren Athemhöhle eindringen, um sich weiter entwickeln zu können. Hier verlieren sie ihr Wimperkleid, und der ganze Körper verkümmert im Laufe der Weiterentwicklung zu einem Schlauche, einer sogenannten Sporocyste, in welchen sich nur die in ihm enthaltenen Keimzellen zu sogenannten Redien entwickeln.

Mit der Auflösung der Sporocyste werden die aus den parthenogenetischen Eiern in ihr entwickelten Redien frei, aber noch können sie nicht zu Leberegeln werden, sondern sie müssen vorher eine höhere Stufe der Entwicklung erlangen. Sie kriechen zunächst in der Athemhöhle ihres Wirthes, der Wasserschnecke (*Limnaeus truncatulus*), umher und dringen dann in deren Leber ein. Die in ihnen sich entwickelnden Keime werden wieder zu Redien, die durch die Genitalöffnung austreten und neben ihren Eltern schmarotzen. Auch diese zweite Generation von Redien pflanzt sich parthenogenetisch fort. Aus den Keimen entwickeln sich aber während der wärmeren Jahreszeit nicht wieder Redien, sondern davon abweichende Larven, die als Cercarien bezeichnet werden. Diese Cercarien zeigen schon den Bau eines jungen Leberegels, sind platte Gebilde, treten durch die Genitalöffnung ihrer Mütter, der Redien, aus, verlassen ihren Wirth, die Wasserschnecke, und gelangen ins freie Wasser, in welchem sie mittelst ihres Ruderschwanzes eine Zeit lang umherschweben. Sie lassen sich dann auf in Wasser wachsenden Gräsern oder auf Pflanzen überschwemmter Wiesen nieder, verlieren ihren Ruderschwanz und kapseln sich mit Hilfe des erhärtenden Schleimes von zwei mächtigen, in den Seitentheilen des Körpers liegenden Drüsen ein. In diesem eingekapselten Zustande können sie längere Zeit verharren und auch Trockenheit ertragen. Mit dem Futter gelangen sie dann gelegentlich in den Darm der Schafe und der andern Hausthiere, durch den Genuss von inficirter Brunnenkresse aber auch in den Menschen, wo die Kapsel im Magen aufgelöst wird und der junge Leberegel durch die Gallengänge in die Leber einwandert, um hier geschlechtsreif zu werden. Die von ihnen befallenen Thiere werden wassersüchtig und blutarm und gehen nach kurzer Zeit an

Leberfäule zu Grunde, wenn die Infection eine irgendwie zahlreiche war.

Die Verluste, die durch die Leberfäule den Herdenbesitzern zugefügt werden, sind ganz enorm. So gingen in England in zwei Jahren fast zwei Millionen Schafe daran zu Grunde, anderthalb Millionen gingen im Jahre 1882 im südlichen Argentinien ein, und Frankreich verlor in den Jahren 1853 und 1854 einen grossen Theil seines Schafbestandes. So schwer, ja unmöglich es nun sein wird, das Uebel ganz aufzuheben, so lässt sich ihm doch durch Trockenlegung feuchter, sumpfiger Wiesen vorbeugen; fernerhin müssen die mit Leberfäule behafteten Thiere sofort getödtet werden, ehe sie die unzähligen Eier der in ihnen hausenden Schmarotzer austreuen können.

Unter denselben Bedingungen und in denselben Organen, in denen der grosse Leberegel vorkommt, ja oft mit ihm zusammen, findet sich der kleine oder lanzettförmige Leberegel (*Distomum lanceolatum*), der aber nur 8 mm lang und 2 mm breit wird und bei weitem nicht so gefährlich ist, wie sein vorhin geschilderter grösserer Verwandter. Seine Entwicklung ist eine ganz analoge, so dass wir nicht näher darauf einzugehen brauchen. Nur hier bemerkt, dass der gleicher Weise mit einem Wimperkleide versehene Embryo, das *Miracidium* des kleinen Leberegels, sich die Wasserschnecke *Planorbis marginatus* als Wirth aufsucht, in welchem er die verschiedenen Verwandlungen, ähnlich denjenigen des grossen Leberegels, durchmacht. Die Infection des Menschen und der Thiere geschieht unter den gleichen Bedingungen, wie wir sie für *Distomum hepaticum* kennen gelernt haben.

Ein anderer Saugwurm, der blut bewohnende Doppelsaugmund (*Distomum haematobium*), ist im Gegensatz zu den beiden vorigen Arten, welche Zwitter sind, getrennt geschlechtlich, d. h. wir haben Männchen und Weibchen. Letztere trifft man sehr oft in einer tiefen Rinne, dem *Canalis gynaecophorus*, liegend, welche die Männchen längs ihrer Bauchseite besitzen. Die Männchen werden 12—15, die Weibchen dagegen 16—20 mm lang und sind cylindrisch.

Die ausgebildeten Würmer, die im Körper des Menschen leben, sind fast ausschliesslich in Aegypten zu finden, wo beinahe die Hälfte der erwachsenen Eingeborenen, Fellahs und Kopten, mit ihnen behaftet sein soll, ebenso in Südafrika, wo sie allerdings weniger häufig sind. Sie bewohnen den Stamm und die Verzweigungen der Pfortader, sowie die Blutgefässe des kleinen Beckens, besonders die Venengeflechte von Harnblase und Mastdarm. Hier werden durch die Parasiten und ihre Eier, welche letztere unter Blutungen in die Harnblase ausgestossen werden, wodurch Blutharnen, die sogenannte tropische Haema-

turie erzeugt wird, für den Träger sehr unangenehme Entzündungen und dumpfe Schmerzen hervorgerufen. Da die venösen Gefässe oft dicht mit den Parasiten angefüllt sind, kommt es begreiflicherweise zu schweren Stauungen, ja zu einem Platzen der schwachwandigen Blutgefässe, mit Austreten von Blut und Eiern, also Blutharnen, in der Regel verbunden mit den Erscheinungen der Blasenreizung und Entzündung. Der Parasit der tropischen Haematurie wurde in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts vom deutschen Arzte Bilharz in Cairo entdeckt und wird in der Wissenschaft gewöhnlich ihm zu Ehren *Bilharzia haematobia* genannt. Ausser ihm haben Chatin, Sonsino und besonders Leuckart unsere Kenntnisse über sein biologisches Verhalten und seine Entwicklungsweise gefördert.

Die Anwesenheit des Parasiten wird festgestellt durch den Nachweis der ovalen, etwa 0,12 mm langen und 0,05 mm breiten Eier, die einen 0,02 mm langen Enddorn an der Spitze, manchmal aber auch statt dessen einen Stachel an der Seite tragen. Die Eischale ist mässig dick und ohne Deckel. An den abgelegten Eiern ist der entwickelte Embryo durchscheinend und zeigt oft lebhaftige Beweglichkeit.

Die im Innern der Blutgefässe abgelegten Eier häufen sich in den Capillaren, den sogenannten Haargefässen an, welche sie wegen ihres grossen Durchmessers nicht zu passiren vermögen. Vermittelt ihres polaren Dornes durchbohren sie diese Gefässe und fallen in die Gewebe, welche sie zerreißen und reizen, wodurch sie schliesslich grosse Verletzungen herbeiführen können. Die durch den Durchtritt der Eier durch die Gewebe verursachten Verletzungen kann man im Dickdarme, der Prostata, den Samenbläschen, in der Leber und selbst in den Lungen beobachten.

Die Haematurie ist also das am meisten in die Augen fallende, aber nicht das einzige Symptom der Krankheit, die im übrigen grosse Aehnlichkeit mit der auch oft mit Haematurie, daneben aber auch mit Chylurie verbundenen Filariose aufweist. In einem früheren Artikel*) haben wir gezeigt, in welcher Weise der die Filariose erzeugende, im menschlichen Blute lebende Fadenwurm, die *Filaria Bankrofti*, deren Jugendform als *Filaria sanguinis hominis* bezeichnet wird, zur Nachtzeit in den dann erweiterten Capillaren der Haut des damit Inficirten erscheint, um dann auf bestimmte, just eben auch zur Nachtzeit fliegende blutsaugende weibliche Stechmücken aus der Familie der Culiciden — *Culex ciliaris* und *taeniatus* kommen hier hauptsächlich in Betracht — überzugehen, welche die Blutschmarotzer mit ihrem Saugrüssel

aufnehmen und später dann auf Gesunde mit ihren Stichen übertragen.

Als Nachtrag zu jener Besprechung der Filariose sei bemerkt, dass neuerdings festgestellt worden ist, dass die mit dem Blute von den äusserst stechlustigen *Culex*-Weibchen aufgenommenen Filariaembryonen aus dem Magen und Darm in die Brustmuskulatur wandern, wo die weitere Entwicklung stattfindet. Erst wenn diese vollendet ist, fallen sie in die Leibeshöhle und wandern dann von da nach dem Saugrüssel des Insectes, um beim Saugen auf gesunden Individuen durch Platzen der röhrenförmigen Unterlippe (*labrum*) frei zu werden und in die Blutbahn des neuen Trägers überzugehen. Diese Blutfilariakrankheit ist überall in den Tropen ganz ausserordentlich häufig und erzeugt viel Siechthum und zahlreiche Todesfälle.

Durch die mikroskopische Untersuchung des Harnes von mit Haematurie, also Blutharnen, befallenen Menschen ist durch den Nachweis der gewöhnlich in grosser Zahl im Harne vorhandenen *Bilharzia*-Eiern oder der 0,2 mm langen und 0,4 mm dicken Filariaembryonen die Diagnose auf die eine oder andere der in denselben Ländern vorkommenden Blutschmarotzerkrankheiten leicht zu stellen.

Die Embryonen der *Bilharzia* schlüpfen erst aus, wenn die Eier mit dem Urin des Inficirten ins Wasser gelangen. Dann sprengen sie die Eischale der Länge nach. Im Harne selbst erscheinen sie unbeweglich und gehen nach 24 Stunden darin zu Grunde. Im Wasser dagegen schwärmen die ausgeschlüpften, mit Kopfsaugnapf versehenen und an der ganzen Oberfläche flimmernden Embryonen aus, um vermuthlich zunächst in den Körper eines Zwischenwirthes, vielleicht einer Schnecke, zu gelangen — Genaues wissen wir hierüber trotz aller Nachforschungen noch nicht — und in ihm Redien und schliesslich Cercarien hervorzubringen. Die frei gewordenen Cercarien schwimmen ohne Zweifel im Wasser umher, durch welches sie beim Genuss durch den Menschen in dessen Darm gelangen, um sich von hier aus durch die Darmwand in die Blutgefässe der Pfortader und des Unterleibes hindurchzubohren. Man findet deshalb diesen Blutschmarotzer in den unsauberen Dörfern und bei den Individuen der ärmeren Classe, welche das Nilwasser fast stets unfiltrirt trinken, während die besser situirten Städter, welche filtrirtes Wasser erhalten, kaum je daran erkranken.

In allen Ländern, in denen *Bilharzia* einheimisch ist, also besonders in Aegypten und Südafrika, wird man grosse Gefahr laufen, den Parasiten aufzunehmen, wenn man unfiltrirtes Wasser der Flüsse, Seen oder Cisternen trinkt. Auch die italienischen Soldaten der Besatzungstruppe in der Nähe von Massauah werden in einer ziem-

*) S. *Prometheus* Nr. 810, S. 470.

lich grossen Procentzahl von der Krankheit befallen, und es ist wahrscheinlich, dass dieser Parasit, den wir bisher auf Afrika beschränkt glaubten, sich auch an den Ansiedelungen am Strande des Rothen Meeres, besonders auch in Mekka vorfindet.

Sonsino hat gezeigt, dass auch der Ochse und das Schaf Aegyptens von einer *Bilharzia* bewohnt werden, die grosse Aehnlichkeit mit derjenigen des Menschen hat. Sie ist von ihm unter dem Namen *Bilharzia bovis* beschrieben worden. Ebenfalls haben Grassi und Rovelli diese Art bei Schafen beobachtet, die in Sizilien geboren und aufgezogen wurden.

Man hat also Grund zu glauben, dass die italienischen Truppen auf ihrer Rückkehr in die Heimat die *Bilharzia* nach Sizilien und vielleicht auch anderwärts in ihrer Heimat einschleppen, wo sie ohne Zweifel günstige Bedingungen zu ihrer Entwicklung vorfindet, und von wo aus sie sich über kurz oder lang in weiteren Kreisen verbreiten könnte.

Ein letzter beim Menschen schmarotzender Vertreter der Saugwürmer ist der in Japan, Corea und China ziemlich verbreitete lungenbewohnende Doppelsaugmund, das *Distomum pulmonale*. Der 8—11 mm lange Wurm sitzt meist in den oberen Luftwegen, bisweilen in kleinen Hohlräumen der Lungen, die von ihm selbst veranlasst werden. Er hat eine walzenförmige Gestalt, ist vorne stark, hinten etwas weniger abgerundet und besitzt einen Mund- und einen Bauchsaugnapf.

Die mit diesem Wurm behafteten Kranken leiden an häufig wiederkehrendem Bluthusten. Der meist nur frühmorgens durch Räuspern entleerte Auswurf ist bald nur zäh schleimig und mit Blutstreifen durchsetzt, bald rein blutig. Zuerst wurde die Affection allgemein für beginnende Lungentuberculose gehalten, bis Bälz in Tokio den wahren Sachverhalt feststellte. Man findet nämlich im Auswurfe dieser Kranken statt der Tuberkelbacillen die ovalen, mit braungelber, dicker Schale versehenen Eier in grosser Zahl, worin der Embryo noch nicht ausgebildet, die Furchung aber schon eingeleitet ist.

Durch feine siebartige Oeffnungen gelangen die Eier aus den Hohlräumen, welche die Schmarotzer in den Lungen bewohnen, in die Bronchien und von da mit dem Lungenauswurf, mit Blut untermischt, das sie durch Lungenreizung zur Absonderung bringen, nach aussen. Die oben mit einem Deckel aufspringenden Eier entlassen jedenfalls, sobald sie ins Wasser gelangen, die mit Wimperüberzug versehenen Miracidien, die vermuthlich in irgend einem Wasserthier eine ähnliche Verwandlung wie ihre Verwandten durchmachen und als freigewordene, mit Ruderschwanz sich fortbewegende Cercarien sich einkapseln und mit dem Trinkwasser in den

Körper des Menschen gelangen, wo sie die Darmwandung durchbohren und mit dem Blutstrom sich in die Lungen transportiren lassen. Genauer ist darüber noch nicht bekannt.

Saugwürmer der verschiedensten Art beherbergen alle vorzugsweise am Wasser lebenden Thiere, wie besonders alle Wasservögel; aber auch die Kaltblüter sind nicht von ihnen verschont. So lebt in der Harnblase von Fröschen und Kröten ein als *Polystomum*, d. h. Vielmund, bezeichneter Saugwurm, der sich mit sechs Saugnapfen und ausserdem noch mit Chitinhaken an die Schleimhaut seines Wirthes anklammert. Oft findet man bis zu 25 Stück in einer Harnblase; davon legen die erwachsenen Individuen im Frühjahr täglich etwa 100 Eier. Aus den mit dem Harne entleerten Eiern schlüpfen alsbald bewimperte Larven, die mit 16 Häkchen bewehrt sind und sofort Kaulquappen aufsuchen, um in deren Kiemenröhre zu schmarotzen, bis sie nach deren Verwandlung in Lurche als 0,4 mm lange Würmchen dem Darne ihres Trägers entlang in die Harnblase wandern, wo sie sich festsetzen, aber erst mit dem dritten Jahre fortpflanzungsfähig werden.

Mit diesen wenigen Beispielen wollen wir die grosse Familie der Saugwürmer verlassen, von denen mehr als ein halbes Tausend verschiedener Arten beschrieben worden sind, die sämmtlich dem Parasitismus verfallen sind und ihre Wirth in Thieren aller Classen wählen; diese Vielgestaltigkeit ihrer Opfer mag wohl ihre eigene Vielgestaltigkeit erzeugt haben. Abgesehen von den seltenen Ausnahmen, in denen die Geschlechter differenzirt sind, sind alle sogenannte Wechselzwitter, d. h., obwohl jedes Individuum männliche und weibliche Geschlechtsorgane mit getrennten Ausgängen besitzt, so befruchten sie sich nicht selbst, sondern müssen sich gegenseitig befruchten. (Schluss folgt.)

Wie legt die Gallwespe *Dryophanta divisa* Htg. ihre Eier ab?

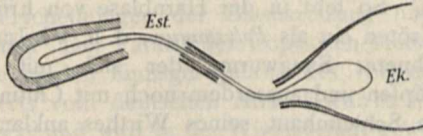
Von E. REUKAUF, Weimar.

Mit sechs Abbildungen.

Jedermann kennt die an der Unterseite der Eichenblätter oft in grosser Zahl neben einander sitzenden, ziemlich erbsengrossen Gallenbildungen, die der oben genannten Wespe ihre Entstehung verdanken. Sammeln wir Ende September eine Portion davon und bewahren sie in einem mit feiner Gaze überspannten Glase auf, so können wir im Laufe des October beobachten, wie die darin entwickelten kleinen, 3—5 mm langen Insecten durch einen mit grosser Regelmässigkeit gebohrten Canal ihrem Gefängniss ent schlüpfen und sich dann träge und schwerfällig in der neuen,

ungewohnten Umgebung herumtreiben. Die auffallend buckeligen, rothbraun gefärbten Thiere mit den gegliederten, reichlich behaarten Fühlern, den kräftigen, mit stattlichen Krallen ausgerüsteten Beinen und den ziemlich langen Flügeln zeigen aber sofort grosse Lebhaftigkeit in ihren

Abb. 766.



Gestieltes Ei von *Dryophanta divisa*.

Ek. Eikörper. Est. Eistiel.

Vergr. 40:1. Vergr. der Theilstücke, um die verschiedene Wandstärkte zu zeigen, 188:1.

Bewegungen, sobald man ihnen einen mit frischen Knospen versehenen jungen Eichenzweig zur Verfügung stellt. Dann sehen wir, wie sie zunächst eilig an dem Zweige auf und ab laufen, wie sie mit ihren Fühlern die Knospen eifrig betasten, um sich nach erfolgter Auswahl schliesslich auf einer derselben festzusetzen und dort unter sichtlicher Anstrengung eigenartige Körperbewegungen auszuführen. Was das alles wohl zu bedeuten hat?

Nehmen wir ein Exemplar mittels der Pincette heraus und zerquetschen ihm, nachdem wir es abgetödtet, auf dem Objectträger den seitlich zusammengedrückten Hinterleib, so finden wir diesen unter dem Mikroskop über und über angefüllt mit Eiern, deren jedes mit einem langen, biegsamen Stiel ausgestattet ist (Abb. 766). Und die Anstrengungen, die wir an dem Thiere vorher beobachteten, hatten keinen anderen Zweck als den, diese Eier mit Hilfe des im Präparat ebenfalls deutlich erkennbaren Legestachels (Abb. 767) zwischen den Deckschuppen hindurch in das Innere der ausgewählten Knospe zu befördern. Dort sollten sie in den jungen Blattanlagen untergebracht werden, um so, gegen die Unbilden der rauhen Jahreszeit genugsam geschützt, der warmen Frühlingssonne entgegen zu harren, die die Knospen zum Schwellen und die im Herbst bereits vorgebildeten Blättchen allmählich zur Entfaltung bringt. In dem Maasse aber, wie die Blätter sich entwickeln würden, sollte auch der Inhalt der Eier sich umgestalten und daraus eine Larve entstehen, die durch ein besonderes, als „Wuchszym“ zu bezeichnendes Secret das Blattgewebe derart reizt, dass es an der Blattunterseite eine die Larve völlig umschliessende, schützende Hülle, eben die Galle, ausbildet, deren inneres Wandparenchym nun zugleich dem Insassen zur Nahrung dient. Wollte die Wespe ihre Eier auf oder in ausgewachsene Blätter ablegen, so würden sie einfach zu Grunde gehen; denn nur junges, entwicklungsfähiges Gewebe ist im Stande, Gallen zu erzeugen.

Aber die eben erst selbst ausgeschlüpften

Wespen sollen sofort in der Lage sein, entwicklungsfähige Eier abzulegen? Gewiss! Es handelt sich hier um einen der in der Insectenwelt ziemlich häufigen Fälle von Parthenogenesis, d. h. Erzeugung fortpflanzungsfähiger Nachkommenschaft ohne vorausgegangene Befruchtung. Alle die den aufbewahrten Gallen entschlüpften Insecten waren Weibchen, und alle hatten, wie bereits erwähnt, den ganzen Leib voll reifer Eier. Der einzige Lebenszweck sämtlicher Thiere bestand darin, diese Eier so bald als möglich an die für ihre Weiterentwicklung günstigste Stelle, in die zarten Blattanlagen der jungen Knospen, zu bringen. Ist dieses Geschäft erledigt, so haben die kleinen Weltbürger ihre Schuldigkeit gethan und können nun ruhig, ohne vorher auch nur Nahrung zu sich genommen zu haben, ihr kurzes Dasein beschliessen. (Dass bei *Dryophanta divisa* Htg. auch Generationswechsel beobachtet worden ist, da man in der unter dem Namen *Dryophanta verrucosa* Schl. bekannten, im Mai fliegenden Wespe die zu jener agamen gehörige sexuelle Form erkannt hat, sei hier nur beiläufig erwähnt.)

Wie erfolgt denn aber nun das Ablegen der Eier durch *Dryophanta divisa*?

Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir uns erst einmal den Legeapparat dieses Insects etwas näher betrachten (Abb. 767). Wir unterscheiden daran zwei Haupttheile: den Legestachel (*Lst.*) und die mit diesem am Grunde in Verbindung stehende zweitheilige Stachelscheide (*Stsch.*). Das Ende des Legeapparates tritt durch die Hautfalte (*Bf.*) an der Unterseite aus dem Hinterleib hervor. Ein Querschnitt durch den Stachel ist bei 188facher Vergrösserung in Abbildung 768 veranschaulicht. Daraus ist deutlich ersichtlich, dass der Stachel wieder aus drei Theilen zusammengesetzt ist. Zu oberst liegt die sogenannte Schienenrinne

Abb. 767.



Legeapparat von *Dryophanta divisa*.

Bf. Bauchfalte. Stsch. Stachelscheide. Lst. Legestachel. Schr. Schienenrinne. Stb. Stechborsten.

Vergr. 14:1.

(*Schr.*), an deren Unterseite zwei eisenbahn-schienenähnliche Leisten entlang laufen. Diese beiden Leisten greifen in entsprechend geformte Nuten der darunter liegenden beiden Stechborsten (*Stb.*). Die zwei Stechborsten, die einen Hohlraum zwischen sich lassen, können also an der Unterseite der Schienenrinne wie zwei Schlitten entlang gleiten, wobei ihnen die

Bahn durch die beiden Leisten ganz genau vorgeschrieben ist. Wie aus Abbildung 767 ersichtlich ist, stehen sowohl die Schienenrinne wie auch die beiden Stechborsten an ihrem Grunde durch eine besondere Hebelvorrichtung mit den beiden Armen der Stachelscheide in Verbindung. Die Schienenrinne

Abb. 768.



ist an der Oberseite ihrer etwas nach unten gekrümmten Spitze scharf gezähnt. Doch sind die Zähne nicht nur nach oben gerichtet, sondern sie greifen auch seitlich über die Stachelspitze hin. Durch diese Einrichtung aber kann die Stachelspitze nicht nur als Feile wirken, sondern es wird dadurch jedenfalls auch ihre Biegungsfähigkeit wesentlich gesteigert.

Nun hat man sich früher nach Hartig (*Germars Zeitschrift* 1840) den Vorgang des Eierlegens der Gallwespen folgendermaassen vorgestellt: Das Ei tritt zunächst mit dem Eistiel in den Legestachel ein, und während das Schlauchende durch die abwechselnd vorgestossenen und wieder zurückgezogenen Stechborsten bis zur Stachelspitze vorgeschoben wird, bleibt der Eikörper noch im Grunde des Legestachels zurück, dort, wo die an ihrer Basis in zwei Arme gegabelte Schienenrinne und die Stechborsten aus einander treten und einen grösseren Hohlraum zwischen sich frei lassen (Abb. 767). Ist aber das Stielende glücklich über die Stachelspitze hinausbefördert und in die im Blattparenchym erzeugte Wunde gebracht worden, so wird durch einen kräftigen Druck auf den Eikörper dessen Inhalt in das etwas erweiterte Schlauchende hinübergepresst, wo er nun auch für die Dauer verbleibt, so dass also das frühere Schlauchende jetzt zum Eikörper geworden ist, während der frühere Eikörper nunmehr das Ende des Eischlauchs darstellt, der jetzt, nach seiner Entleerung, leicht aus der Höhlung des Legestachels herausgleitet, wenn dieser aus dem Stichcanal zurückgezogen wird.

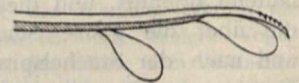
Diese Erklärung wäre ja gewiss ganz annehmbar, wenn nicht dazu bemerkt werden müsste, einmal, dass nicht der Eistiel, sondern der Eikörper zuerst in die erweiterte Basis des Legestachels eintritt, und sodann, dass der mit auffallend dicker Wandung ausgestattete Schlauch zufolge seiner Elasticität gar nicht geeignet ist, den Eihalt für die Dauer in sich aufzunehmen. Er würde ihn, wenigstens zum grössten Theil, nach Aufhören des Gegendrucks sofort wieder zurücktreiben.

Später hat Dr. Adler (*Deutsche Entomolog. Zeitschr.* 1877, Heft II) auf Grund seiner Beobachtungen namentlich an *Neuroterus*-Arten folgende Erklärung des Vorgangs gegeben: Nach-

dem die Wespe zunächst unter grossen Anstrengungen den biegsamen Legestachel zwischen den Deckschuppen hindurch bis zur Basis der Knospe vorgeschoben und dann in etwas aufsteigender Richtung bis in deren Centrum gebohrt hat, tritt das Ei, mit dem Eikörper voran, zwischen die am Grunde aus einander stehenden Theile des Legeapparates ein. Der Eikörper ist aber zu gross, um den Canal des Legestachels passiren zu können. Deshalb wird in diesen nur der Eistiel aufgenommen und durch abwechselndes Vorstossen und Zurückziehen der Stechborsten vorwärts geschoben. Der Eikörper bleibt dabei ausserhalb des Stachels und gleitet an dem feinen Spalt, der zwischen den beiden Stechborsten an der Unterseite bleibt, entlang, der Stachelspitze zu. Der Eistiel dient also hiernach nur zur Führung des Eikörpers, ohne dabei dessen Inhalt ganz oder auch nur theilweise in sich aufzunehmen.

Nun, vergegenwärtigen wir uns einmal diese Darstellung an Abbildung 769. Muss es uns da nicht auf den ersten Blick äusserst fraglich erscheinen, ob der nur mit ganz dünner Haut versehene Eikörper, der doch unterwegs überall auf Widerstand stossen muss, unversehrt an seinen Bestimmungsort gelangen werde? Da der Stichcanal ja bedeutend enger ist als der Durchmesser des Eikörpers, so wäre dieser doch auf seinem ganzen Wege starker Reibung ausgesetzt. Diese Reibung könnte aber durchaus nicht etwa durch einfaches Weiterschieben des Stieles gewaltsam überwunden werden, da der Schlauch, wovon man sich durch geeignete Versuche unschwer überzeugen kann, bei jedem Zug nachgiebt und sich leicht auf das Doppelte seiner ursprünglichen Länge ausdehnen lässt, wobei sich naturgemäss der Stiel stark verdünnt. Und wenn es dem Insect auch wirklich gelingen sollte, den Eikörper zwischen den Deckschuppen glücklich hindurchzubugsiren, so erscheint mir doch die Möglichkeit, ihn nun auch durch den engen Stichcanal im Knospengrunde weiter zu befördern, ganz ausgeschlossen.

Abb. 769.



Legestachel von *Dryophanta divisa* mit Ei an zwei verschiedenen Punkten seiner Bahn nach Adlers Auffassung. Vergr. 40:1.

Da es mir nun trotz andauernder Beobachtung an *Dryophanta divisa* auch niemals gelungen ist, den Eikörper ausserhalb des Legestachels aufzufinden, so vollzieht sich nach meiner Auffassung das Legegeschäft bei diesem Insect auf folgende Weise: Das in seinen einzelnen Theilen mit sehr verschieden starker Wandung ausgestattete Ei (vergl. Abb. 766) tritt mit dem Eikörper in den Raum zwischen den aus einander stehenden Grundtheilen des Legestachels ein. Da es aber zu umfangreich ist, um in der Höhlung

des Stachels Platz zu finden, so wird durch geeignete Bewegungen des mit den beiden Armen der Stachelscheide in Verbindung stehenden Chitingerüsts der Eihalt zum grössten Theil aus dem Eikörper in den nachfolgenden Eischlauch gepresst. Dieser erweitert sich dabei

Abb. 770.



Unterseite der
Bauchfalte von
Dryophanta divisa.
Hf. Hautfalte. Pl.
Chitinplatten mit
Tastpapillen.
Vergr. 21 : 1.

dermaassen, dass er die ganze Höhlung des Legestachels ausfüllt. Auf diese Weise aber kann nun das Ei ohne besondere Schwierigkeit den Legestachel passiren und durch die abwechselnden Schiebewegungen der Stechborsten bis in die durch die Stachelspitze ausgefeilte Höhlung am Ende des Stichcanals befördert werden. Ist dies geschehen, so sorgt schon der namentlich an seinem starkwandigen Ende äusserst elastische Schlauch dafür, dass der Eihalt wieder seinen alten Platz

einnehmen muss. Eine diesbezügliche Probe kann man leicht anstellen, wenn man durch geeigneten Druck auf das Deckglas mittels einer Nadel den Eikörper zusammenpresst. Dann tritt der grösste Theil des Eistoffes in den Schlauch ein und staut sich naturgemäss in dessen dickwandigem Ende, kehrt aber zufolge der Elasticität der Schlauchwand sofort nach Aufhören des Druckes in den Eikörper zurück. Dass durch eine derartige Verschiebung der Eihalt geschädigt werden könnte, erscheint mir ausgeschlossen. Jedenfalls wird durch diesen Vorgang der Eistoff durchaus nicht mehr gestört, als es der Fall sein würde, wenn die Wespe auf die von Adler geschilderte Art unter un-ausgesetzter Behinderung ihr Ei abzulegen versuchen wollte.

Um das Ei der Stachelspitze zuschieben zu können, ohne beim Vorwärtstossen einfach an ihm vorüberzugleiten, sind die Stechborsten an ihrer Innenseite mit winzigen, nach der Spitze zu gerichteten Hervorragungen ausgestattet. Dabei bleibt das Insect über die jeweilige Eilage fortlaufend orientirt, und dies wird ermöglicht durch die über die ganze Stachelhöhlung verstreuten und nach der Stachelspitze hin mehr gehäuften Tastorgane, die sich übrigens auch in grösserer Anzahl an der Unterseite der Bauchfalte finden, wie die Abbildung 770 zeigt. Gerade hier sind sie ja aber auch sehr nöthig: ist es doch die Körperstelle, mittels deren das Insect den für das Einbohren des Stachels günstigsten Punkt ausfindig machen muss. Und wenn das Thier, nachdem es sich auf einer Knospe niedergelassen hat, wiederholt den Hinterleib hebt und senkt, so haben wir diese Bewegung nicht etwa als ein Zeichen besonderer Anstrengung bei der Einführung des Legestachels aufzufassen, sondern einfach

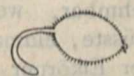
als ein Tasten und Suchen nach einer geeigneten Einstichstelle.

Die als Stachelscheide bezeichneten beiden Arme haben durchaus nicht die Aufgabe, die eigentlich in ihrer Benennung ausgesprochen ist. Sie dienen nicht dazu, den Stachel zu schützen, wozu sie übrigens auch gar nicht eingerichtet wären; sondern ihre Function besteht darin, als Kraftarme der die einzelnen Theile des Legestachels, besonders die beiden Stechborsten, in Bewegung setzenden Hebelvorrichtung zu wirken (vergl. Abb. 767). Sobald sich die beiden Arme heben, müssen die Stechborsten vorgestossen werden, und sobald sie sich nach unten bewegen, werden dieselben zurückgezogen. An diesen beiden Hebelarmen finden wir denn auch hauptsächlich die Fasern des äusserst stark entwickelten Muskelsystems angeheftet, das die Thätigkeit des Stechapparats regulirt. Der Widerstand gegen die Knospe, der für die mit grosser Kraftentfaltung ausgeführten Bewegungen nöthig ist, wird geleistet durch die zu beiden Seiten der Bauchhautfalte liegenden starken Chitinplatten, die zu ihrer Befestigung zwischen den Deckschuppen noch mit kräftigen Stützborsten ausgestattet sind (vergl. Abb. 770).

Und nun zum Schluss noch eine bemerkenswerthe Beobachtung. Während die Gallwespe *Dryophanta divisa* bereits im October auskriecht, fand ich in ihren Gallen bis in den Winter hinein 3—4 mm grosse Larven mit ganz auffallend verlängerten Bauchhaaren, die sich oft zu einem dichten Gewirr verschlungen zeigten. Mit diesem von der lebenden Larve ausgehenden Gewirr aus glatten Haaren aber hing häufig ein anderes zusammen, das von einer vertrockneten Larvenhaut herkam und aus eben so langen höckerigen Haaren bestand. Und zwischen den Haaren fand ich nicht selten bräunliche, gestielte Eier, bis zu 10 Stück, deren Körper bis zum Stielgrunde dicht mit kurzen Stacheln besetzt war, und die dem Stiel gegenüber einen kleinen, spitzen Anhang aufwiesen (Abb. 771). Wie könnte wohl ein derartiges Ei durch die harte Gallenwandung hindurchbefördert werden, wenn nicht durch die Höhlung im Innern des Legestachels?

Offenbar handelt es sich bei Larven und Eiern um Schmarotzer bzw. Schmarotzer-Schmarotzer der *Dryophanta divisa*. Den darüber befragten Cecidiologen waren die Larven mit höckerigen Haaren sowohl als auch namentlich die stacheligen Eier völlig neu. Kann mir vielleicht einer der geehrten Leser dieser Zeitschrift Auskunft geben?

Abb. 771.



Stacheliges Ei
aus der Galle
von *Dryophanta divisa*.
Vergr. 25 : 1.

RUNDSCHAU.

(Nachdruck verboten.)

Bei den getrennt geschlechtlichen Thieren zeigen die beiden Geschlechter zweierlei morphologische Differenzen, durch welche sie sich unterscheiden, nämlich die primären und die secundären Geschlechtscharaktere; aber dennoch sind diese nicht selten äusserlich gar nicht hervortretend, so dass eine Bestimmung der männlichen und weiblichen Thiere meist nur dem geübten Auge möglich ist, wie bei Fischen, Amphibien, Reptilien und vielen Vögeln. Nun ist einer der häufigsten secundären Geschlechtscharaktere der Unterschied in der Körpergrösse zwischen den beiden Geschlechtern, wobei je nach der Art bald das eine, bald das andere Geschlecht grösser ist. Damit wird die weitverbreitete Ansicht von der angeblichen Ueberlegenheit des männlichen Geschlechts im Thierreich bereits hinfällig, und es kann keineswegs das männliche Geschlecht durchweg als das „stärkere“ bezeichnet werden. Bei den meisten Thieren, wobei ein Grössenunterschied der Geschlechter vorkommt, liegt das Plus sogar auf der weiblichen Seite, theils weil die im Körper erfolgende Entwicklung grosser Massen von Eiern einen grösseren Raum beansprucht, wie das bei vielen Gliedthieren der Fall ist, theils, wie bei Thieren mit sorgfältiger Jungenpflege, um dem weiblichen Thiere eine grössere Leistungsfähigkeit in Ernährung und Verteidigung der Brut zu verschaffen, ein Fall, der besonders bei den Vögeln häufig ist.

Bei den wirbellosen Thieren ist das Männchen fast ausnahmslos von geringerer Grösse und nach Montgomery auch von geringerer Entwicklung. Der Grössenunterschied kann hier sogar soweit gehen, dass das Männchen gegenüber dem Weibchen eine zwerghafte Form hat, so beispielsweise die pygmäenhaften Männchen einiger Schmarotzerkrebse, nämlich der Rankenfüssler (Cirripeden) und des Wurzelkrebse, der als weiblicher Zwitter bei der Krabbe schmarotzt, während ihm selbst wieder die winzig kleinen Männchen ähnlich wie eine Art Fischläuse als Schmarotzer ansitzen (Complementär-Männchen). — Bei den Spinnen sind die Weibchen fast durchweg grösser als die Männchen und benutzen diese körperliche Ueberlegenheit dazu, die in der Zahl überlegenen Männchen zu verspeisen, das Weibchen ist dem Männchen „spinnefeind“. — Auch unter den Insecten sind die Weibchen für gewöhnlich grösser als die Männchen, häufig schon im Larvenzustande. In Frankreich werden demgemäss von den Seidenzüchtern die Larven der Seidenspinner durch eine besondere Wägemethode in Männchen und Weibchen geschieden. Bei den Termiten haben die Männchen sogar zwerghaften Charakter.

Ausnahmen von der Regel bilden die männlichen Bienen (Drohnen), die Männchen des Hirschkäfers oder Feuerschröters (*Lucanus cervus L.*) mit breitem Kopf und geweihförmig entwickelten Kiefern, und endlich auch die Männchen der tropischen Riesenkäfer, die durch allerhand monströse, oft ungeheuerliche Spitzen, Buckel und Hörner des Kopfes und des Thorax vor den Weibchen so ausgezeichnet sind, dass sich die Zusammengehörigkeit der beiden Geschlechter in der Regel nicht nach dem Aeusseren bestimmen lässt. Bei den Insecten finden sich auch vereinzelt neben geflügelten Männchen flügellose Weibchen, bei den Fischläusen neben parasitisch lebenden Weibchen, die ohne Schwimmwerkzeuge sind, Männchen mit voll entwickelten Bewegungsorganen.

Was die Grösse der Fische anbetrifft, so scheint es, dass bei allen Knochenfischen das Weibchen grösser sei als das Männchen; bei den Cyprinodonten sind die Männchen stets kleiner, oft mehrmals kleiner als die Weibchen; bei einigen erreicht das Männchen sogar nur ein Sechstel oder selbst noch weniger von der Grösse des Weibchens, so dass sie ganz winzig bleiben und nach Günther überhaupt vielleicht die kleinsten existirenden Fische sind. Der männliche Aal wird nur etwa 50 cm lang und bleibt damit gleichfalls wesentlich hinter der Grösse des Weibchens zurück. Das dem Männchen überlegene Stichlingsweibchen verfolgt unaufhörlich den die Brut im Nest bewachenden Partner, tötet und verspeist ihn sammt der Brut. Bei einigen Fischen des Titicaca-Sees ist das Weibchen doppelt so gross als das Männchen, und Carbonier berichtet, dass auch hier die Weibchen ihre körperliche Ueberlegenheit häufig in der Weise missbrauchen, dass sie die Männchen auffressen. Ausnahmen von der Regel bilden bei den Fischen die Lachse; die bedeutendere Grösse der männlichen Lachse findet ihre Erklärung in den erbitterten Kämpfen, welche dieselben während der Laichzeit führen; der Kampf wird besonders heftig durch das Auftreten eines hakenförmigen Fortsatzes am Unterkiefer des männlichen Lachses während der Laichzeit (Hakenlachs), der dann nach der Laichzeit wieder schwindet. Shaw sah einen heftigen Kampf zwischen zwei Lachsen, der einen ganzen Tag dauerte; Buist giebt an, dass im Juni 1868 im nördlichen Tynefluss Schottlands gegen 300 todte männliche Lachse gefunden wurden. Bei den Knorpelfischen scheinen die Beobachtungen darauf hinauszugehen, dass, wenn überhaupt ein Unterschied besteht, das Männchen im allgemeinen grösser sei (*Lepidosteus*).

Unter den Amphibien treten Grössenunterschiede unter den Geschlechtern weniger stark hervor. Die heftigen Kämpfe unter den Froschmännchen — Hoffmann sah zwei derselben einen ganzen Tag mit einander ringen — sorgen hier für eine Ausgeglichenheit der Geschlechter, da bei den Weibchen wegen der Massenproduction und Volumzunahme der Eier auch eine Volumzunahme des Gesamtkörpers bedingt ist. Bei der Surinam- oder Wabenkröte ist das Männchen wesentlich kleiner als das Weibchen. Unter den Schlangen sind gleichfalls meistens die Weibchen etwas in der Grösse überlegen, bei den übrigen Ordnungen der Lurche treten die Unterschiede aber nicht besonders hervor.

Die grösste Mannigfaltigkeit in den Unterschieden der beiden Geschlechter besteht bei den Vögeln. Bei manchen Vögeln sind Männchen und Weibchen völlig gleich, und nur zur Zeit der Werbung nehmen die Männchen lebhaftere Farben an. Bei wenigen Vogelarten ist das Weibchen in der Grösse dem Männchen überlegen, wie bei den Raubvögeln. Bisweilen scheinen die Weibchen dadurch grösser zu werden, dass sie unter einander um die Männchen kämpfen; Jenner Weir hat einen solchen Kampf unter Gimpeln beobachtet, und auch bei polygamisch lebenden Hühnervögeln sind solche Kämpfe nicht selten, besonders wenn der Hahn einige sogenannte Lieblingshennen hat. Häufiger ist der entgegengesetzte Fall, dass das Männchen in der Grösse dem Weibchen überlegen ist. Dazu gesellen sich dann noch als Producte der geschlechtlichen Zuchtwahl eine Reihe weiterer Geschlechtscharaktere hinsichtlich der Färbung, der Entstehung besonderer Schmuckorgane und insbesondere bezüglich der Ausbildung besonderer Schutz- und Trutzwaffen (Sporen).

Wenige Grössenunterschiede zwischen Männchen und

Weibchen finden sich bei den Säugethieren; wo jedoch dahingehende Unterschiede wahrnehmbar sind, fallen sie zu Gunsten der Männchen aus. Das ist der Fall bei einigen australischen Beuteltieren, den Walfischen, einigen Robben, dem Wildschwein, dem Rind, den Hirschen, sowie auch bei den meisten Katzenarten (Löwe, Tiger u. s. w.). Der Kampf ums Weibchen macht hier die Männchen grösser, stärker und schöner.

Die männlichen Charaktere, welche durch den Kampf der Männchen um die Weibchen allmählich erzeugt werden, sind ausser der Grössenzunahme in der Hauptsache Schutz- und Angriffswaffen, die dann den weiblichen Individuen abgehen. Hierbei handelt es sich entweder um die einfache Vergrösserung von Organen, die auch anderen biologischen Zwecken dienen, z. B. die Vergrösserung der Zähne (Hauer des Eber) oder der ganzen Beisswerkzeuge, woran öfters auch der ganze Kopf theilnimmt (Löwe) und manchmal auch noch der Nacken (Eber, Stier); andererseits werden auch eigene Organe gebildet für Angriff und Vertheidigung, z. B. der Haken am Unterkiefer des männlichen Lachses, die Sporen der Hähne und das Geweih der Hirsche; aber auch die Federkragen männlicher Vögel und die Mähnen der männlichen Säugethiere gehören hierher, denn sie vertreten im Kampfe gewissermassen die Paukbandagen, während den Geweihenden die Bedeutung von Parirstangen zukommt (G. Jäger). Der Kampf der männlichen Thiere führt also zu einer Charakterdivergenz zwischen den beiden Geschlechtern, und zwar zu einer einseitigen Entwicklung des männlichen Geschlechts, deren Charaktere in der Richtung der Grösse, Masse, Kraft, Gewandtheit und Geschwindigkeit liegen. Da die Weibchen an diesen Kämpfen nicht theilnehmen, bleiben die Charaktere nicht nur auf das männliche Geschlecht beschränkt, sondern sie müssen auch immer grösser werden; denn der Effect des Kampfes der Männchen ist der, dass das Weibchen dem Sieger im Kampfe zufällt und demselben so die Möglichkeit giebt, die Eigenschaften zu vererben, denen er seine Ueberlegenheit und den Sieg verdankt, während der Unterliegende eben durch das Unterliegen ausser Stand gesetzt wird, diese natürlich inferioren Charaktere, die seine Niederlage verschuldet, zu vererben. Jede individuelle Variation in der Richtung erhöhter Kampftüchtigkeit wird auf diesem Wege allmählich Gemeingut der Art und durch cumulative Vererbung zur höchsten Vollkommenheit entwickelt (*Handwörterbuch der Zoologie* usw., Bd. III S. 484, Breslau 1885).

Beim Menschen wird das männliche Geschlecht durchweg als das stärkere bezeichnet und betrachtet, und in der That hat nach den übereinstimmenden Mittheilungen der Mann einen grösseren Wuchs als die Frau. Es geht das unzweideutig hervor auch aus den Maassen und den für beide Geschlechter verschiedenen Coëfficienten des Manouvrierschen Verfahrens zur Bestimmung der Körpergrösse aus den einzelnen Röhrenknochen.

N. SCHILLER-TIETZ. [9798]

* * *

Grosse Spannweiten von Drahtseilen. Die grösste Seilspannweite der Welt ist die der elektrischen Leitung über die 840 m breite Carquinez-Strasse (San Francisco). Die Leitung, aus 4 Stahldrahtseilen von 22 mm Durchmesser bestehend, führt Strom von 40000 Volt Spannung, und um die bei Verwendung von Unterseekabeln unvermeidlichen Transformatoren zu vermeiden, wählte man oberirdische Leitung. Da die Seile 60 m über Fluthwasser-

spiegel liegen mussten, so ergab sich eine Gesamtspannweite von 1350 m. — Ein einzelner Bronzedraht von 3 mm Durchmesser der Telephonleitung zwischen Quinten und Murg am Walensee hat sogar eine Spannweite von 2400 m. Der Durchhang beträgt im Sommer 50, im Winter 40 m. — Die Spannweiten der Seile bei Drahtseilbahnen und Hängebrücken, die ausser dem Eigengewicht noch erhebliche Lasten zu tragen haben, müssen naturgemäss viel geringer sein, doch finden sich auch hier sehr beträchtliche Spannweiten.*) So von 1150 m bei einer von Pöhlich in Köln ausgeführten Drahtseilbahn für Holztransport in Mexico und sogar 1250 m bei einer Drahtseilbahn am Mont Genevre (Kott. Alpen) bei 28 mm Drahtseildurchmesser und sehr starker Steigung. — Die alte Niagara-Brücke, die erste Hängebrücke für Eisenbahnverkehr (eröffnet 1855), hatte 4 Seile, die bei 295 mm Durchmesser 243 m Spannung aufwiesen. Die 1867 vollendete Ohio-Brücke überspannt mit 2 Seilen von 312 mm Durchmesser 322 m; die bekannte Hängebrücke zwischen New York und Brooklyn hat 486 m Spannweite und 4 Seile von 394 mm Durchmesser. Die grösste Spannweite und die stärkste Seile finden sich bei der New East River Bridge, deren Seile von 476 mm Durchmesser 487,6 m überbrücken. (*Schweiz. Bauzeitung.*) O. B. [9772]

* * *

Die Entstehung der Dünen. Ueber die Entstehung der Dünen, speciell an der Nordseeküste von Schleswig, hat in jüngster Zeit der ausgezeichnete Botaniker Professor Dr. Reinke (Kiel) eingehende Untersuchungen angestellt, mit deren Ergebnissen wir den Leser bekannt machen möchten.

Drei Factoren bewirken die erste Anlage einer Düne an jenen Küsten: der Wind, der Flugsand und eine Grasart. Bei genügendem Winde ist beständig ein Gestöber des ausgetrockneten Sandes vorhanden; an jedem Gegenstande auf der Sandfläche — einem Schneckengehäuse etc. — baut sich eine Düne *en miniature* auf, die indess bei veränderter Windrichtung wieder auseinander geweht wird; anders jedoch ist es, wenn sich eine derartige kleine Sandanhäufung um die Sprosse einer bestimmten perennirenden Grasart bildet. Dieses Gras, *Triticum junceum* (Binsenquecke, Strandweizen, Binsenweizen) — dem *Triticum repens*, unserer bekannten Quecke, verwandt —, ist eine echte Salzpflanze, die am besten im reinen salzhaltigen Meeressande wächst; die keimende Frucht bildet einen Laubspross, dann unterirdische Ausläufer, die neue Laubsprosse erzeugen. Zwischen diesen Laubsprossen fängt sich der Flugsand. Allmählich werden die Laubsprosse vom Sande überschüttet, sie wachsen indess bald wieder an der Oberfläche hervor; so wächst die Düne in die Höhe; an Länge und Breite wird sie vergrössert durch die nach allen Seiten fortwachsenden Ausläufer der Binsenquecke. Das ist die „*Triticum*-Düne“, das erste Entwicklungsstadium der Düne. Die *Triticum*-Düne kann nur eine Höhe von 2—3 m erreichen. Der Grund dafür ist, dass bei solcher Höhe dem Winde ein guter Angriffspunkt gegeben ist, und infolgedessen wird ebensoviel Sand davon weggeführt, wie hinzugeführt wird; ausserdem wird bei Dünen solcher Höhe das Salz durch den Regen ausgewaschen, das die Binsenquecke unbedingt nöthig hat zu ihrer Entwicklung. Hat eine *Triticum*-Düne eine Höhe erreicht, so dass sie nicht mehr vom Meere überspült wird, dann siedelt sich

*) Vgl. auch den Aufsatz über „Bleicherts Drahtseilbahnen und Hängebahnen“ im *Prometheus* Nr. 823—825.

zwischen der Binsenquecke die *Psamma arenaria* (Helm, Sandhalm, Strandhafer), ebenfalls eine Grasart, an. Sie liebt salzlosen Boden im Gegensatz zum *Triticum junceum*. Dort im Sande entwickelt sie sich kräftig; sie wächst auch bedeutend dichter und höher. Bald hat sie das *Triticum junceum* erstickt, und aus der *Triticum*-Düne ist die „*Psamma*-Düne“ geworden, das zweite Entwicklungsstadium der Düne. Die *Psamma arenaria* wächst bedeutend höher und dichter und kann infolgedessen weit mehr Sand auffangen. Verschüttet wächst sie immer wieder kräftig an die Oberfläche. So entstehen *Psamma*-Dünen von über 30 m Höhe (Amrum, Sylt). — Die *Triticum*- und *Psamma*-Dünen nennt man zusammen Grasdünen. Sie entwickeln sich nun weiter zu kahlen oder weissen Dünen oder zu Heidedünen. Werden die *Psamma*-Pflanzen vom Winde losgerissen oder ganz verschüttet durch den Sand, oder ihre Ausläufer ganz freigelegt, so dass sie vertrocknen, so entstehen kahle Stellen, die immer grösser werden, wenn sie nicht künstlich mit neuem Strandhafer angepflanzt werden; nehmen sie indes beständig zu, so entsteht schliesslich die kahle oder weisse Düne, die von allem Pflanzenwuchs entblösst ist. Diese kahlen Dünen sind die gefürchteten Wanderdünen, deren Vorwärtsbewegung 5—6 m in einem Jahre betragen kann. — Wird die *Psamma*-Düne indes von *Salix repens* (Zwergweide), *Empetrum nigrum* (Rauschbeere) und *Calluna vulgaris* (Besenheide) bevölkert und so die *Psamma arenaria* verdrängt, so entsteht die Heidedüne. Hier ist *Salix repens* am meisten verbreitet; *Calluna vulgaris* und *Empetrum nigrum* können für einander vicarierend eintreten; alle drei kommen auch zusammen vor. — Auch Heidedünen können in kahle Dünen umgewandelt werden in ähnlicher Weise wie die Grasdünen. — So entstehen, wachsen und vergehen die Dünen: πάντα βῆι. A. H. KRAUSSE-Heldrungen. [9757]

* * *

Gewinnung von Stickstoff aus der Luft. Der Stickstoff, aus dem die atmosphärische Luft zu etwa vier Fünfteln besteht, bildet auch den Hauptbestandtheil einer Anzahl technisch sehr wichtiger chemischer Verbindungen, des Salpeters, der Salpetersäure, des Ammoniaks, des Cyankaliums und anderer. In neuerer Zeit hat man nun Mittel und Wege gefunden, den Stickstoff der Luft zu entziehen und ihn in Verbindungen überzuführen, die sich praktisch weiter verwerthen lassen. Die Salpetersäure z. B. entsteht durch directe Verbindung des Stickstoffes der Luft mit dem Sauerstoff derselben, und zwar wird diese Verbindung dadurch herbeigeführt, dass man elektrische Funken die Luft durchschlagen lässt. In Amerika soll eine derartige Anlage schon seit längerer Zeit mit gutem Erfolge im Betriebe sein, bei welcher Ströme von sehr hoher Spannung und sehr vielen Unterbrechungen zur Anwendung kommen, so dass die durch den Apparat geleitete Luft gleichzeitig von einer grossen Menge elektrischer Funken durchschlagen wird. Das gewonnene Product ist sogenannte Unterpetersäure, die bei Zutritt von Luft sehr bald in Salpetersäure übergeht. In Deutschland beschäftigt sich die Firma Siemens & Halske bzw. die ihr nahe stehende Cyanid-Gesellschaft mit ähnlichen Versuchen. Mit der Gewinnung von Ammoniak- und Cyan-Verbindungen haben die genannten Firmen schon sehr gute Erfolge erzielt. Der Stickstoff wird bei Rothgluth über Calcium-Karbid geleitet und wird von diesem gebunden, wobei sich ein bisher unbekannter Stoff, „Kalkstickstoff“, Calciumdicyandiamid bildet;

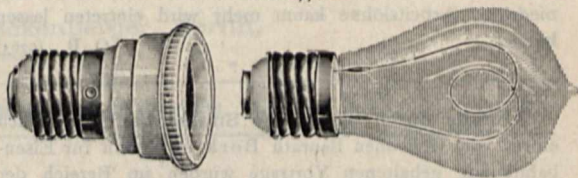
daraus lassen sich weitere Ammoniak- und Cyan-Verbindungen herstellen. Der „Kalkstickstoff“ ist ohne weiteres als Stickstoffdünger zu verwenden und kommt im Werthe etwa dem Chilisalpeter und dem schwefelsauren Ammoniak gleich. Das ist von ganz hervorragender Wichtigkeit, da die Salpeterlager in wenigen Jahrzehnten vollständig erschöpft sein werden und die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak als Nebenproduct bei der Leuchtgas- und Koks-Fabrikation bei weitem nicht den Bedarf an Stickstoffdünger decken kann, während z. B. die deutsche Landwirtschaft gar nicht in der Lage ist, diesen zu entbehren. Auch in Italien ist eine grosse Gesellschaft mit der Stickstoffgewinnung aus der Luft beschäftigt.

O. B. [9762]

* * *

Glühlampen mit Blinkvorrichtung. (Mit einer Abbildung.) Die Blinkvorrichtung der neuerdings von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft auf den Markt gebrachten Glühlampe besteht aus einem kleinen Heizkörper, ähnlich dem bei den Nernst-Lampen gebräuchlichen, und einer aus zwei Metallen von verschiedener Ausdehnungsfähigkeit zusammengesetzten Feder, einer sogenannten Breguetschen Feder. Erhält eine mit dieser Einrichtung versehene Glühlampe Strom, so bringt derselbe den Kohlefaden zum Glühen, erwärmt aber auch

Abb. 772.



Glühlampe mit Blinkvorrichtung.

den Heizkörper, dessen Wärmewirkung auf die Feder eine Krümmung der letzteren, verursacht durch die verschiedene Ausdehnung der Metalle, zur Folge hat. Diese Bewegung der Feder bewirkt selbstthätig ein Ausschalten der Lampe, in Folge dessen der stromlos gewordene Heizkörper, sowie die Feder sich abkühlt, welche in ihre Ursprungsform zurückkehrt. Sobald dies geschieht, ist auch der Lampencontact wieder hergestellt; die Lampe erglüht, der Heizkörper erwärmt sich wieder und das Spiel beginnt von neuem. Diese Blinkvorrichtung lässt sich in die üblichen Glühlampenfassungen einsetzen und eignet sich für Glühlampen von 10—16 Normalkerzen Lichtstärke. Bei dem steigenden Bedürfniss nach elektrischer Reclamebeleuchtung wird diese Lampe als ein willkommener Fortschritt begrüsst werden, da sie die mechanischen Blinkvorrichtungen entbehrlich macht. [9751]

* * *

Amerikanischer Schwefel. Die reichen Bodenschätze der Vereinigten Staaten ermöglichen es der Industrie dieses Landes, fast ihren gesamten Bedarf an Rohmaterial im Inlande zu decken. Nur für Kaliumsalze, die in Amerika ganz fehlen, und für Schwefel, der nur in geringen Mengen gefunden wurde, war man bisher auf den Import angewiesen. Nun aber dürfte sich das ändern, und es ist alle Aussicht dafür vorhanden, dass Amerika binnen Kurzem enorme Mengen Schwefel an den europäischen Markt bringt und damit der bisherigen Hauptschwefelquelle der Welt, der

Insel Sicilien, sehr gefährlich wird. Nach Mittheilungen von Professor Lunge-Zürich in der *Zeitschrift für angewandte Chemie* ist es nämlich einem Deutschamerikaner H. Frasch gelungen, grosse Schwefellager in Amerika zu erschliessen, die er schon 1893 im Staate Louisiana entdeckt und erworben hatte. Die Ausbeutung der Lager stiess aber auf fast unüberwindliche Hindernisse, da der Schwefel unter schwimmendem Gebirge lagert, welches ein Niederbringen von Schächten selbst mit Hilfe des bekannten Gefrierverfahrens nicht zulies. Da kam schliesslich Frasch auf den neuen Gedanken, den Schwefel nicht bergwerksmässig abzubauen, sondern ihn im Erdinnern durch Zuführung gewaltiger Mengen stark überhitzten Wassers zu schmelzen und den flüssigen Schwefel durch geeignete Pumpen zu Tage zu fördern. Auch dieses Verfahren stiess anfangs auf vielerlei Schwierigkeiten, die aber jetzt soweit gehoben sind, dass Fraschs Werke heute mit Hilfe einer Dampfkesseanlage für 135000 PS täglich etwa 1600 t flüssigen Schwefel, der fast ganz rein ist, zu Tage bringen. Das entspricht einer Jahresförderung von über 500000 t, während die Jahresproduktion aller sicilianischen Schwefelgruben zusammen nur etwa 470000 t beträgt. Wenn der amerikanische Schwefel dem sicilianischen an Qualität nicht nachsteht und zu einem annehmbaren Preise geliefert werden kann, so dürfte das für die sicilianische Schwefelindustrie unabsehbare Folgen haben, da diese eine Verbilligung ihres Productes durch Reduction der ohnehin schon sehr niedrigen Arbeitslöhne kaum mehr wird eintreten lassen können.

O. B. [9763]

* * *

Unfälle durch elektrische Strassenbahnen. Nach einem vom Geheimen Baurath Bork im Verein für Eisenbahnkunde gehaltenen Vortrage wurden im Bereich der elektrischen Strassenbahnen von Gross-Berlin, die insgesamt 706 km Gleislänge mit 2691 Wagen umfassen, und die im Jahre 1904 zusammen 394,56 Millionen Personen beförderten, im gleichen Jahre 26 Personen getödtet, während 184 schwere Verletzungen vorkamen. Insgesamt entfallen für das genannte Jahr auf eine Million beförderte Personen 4,94 Unfälle, davon 4,41 leichte Verletzungen und 0,53 schwere Verletzungen und Tödtungen. Dabei sind als schwere Verletzungen nur solche bezeichnet, die eine dauernde Schädigung der Gesundheit herbeiführen; ein Theil der „leichten Verletzungen“ dürfte demnach auch noch als im landläufigen Sinne „schwer“ anzusprechen sein. Von den leichten Verletzungen entfallen auf eine Million beförderte Personen 2,05, also fast die Hälfte, auf solche Unfälle, die durch Auf- oder Abspringen während der Fahrt entstanden sind; 0,98 leichte Verletzungen (immer auf eine Million beförderte Personen gerechnet) entstanden durch Umstossen bzw. Ueberfahren von Menschen, 0,81 durch Zusammenstossen von Wagen meist anderer Art mit solchen der Strassenbahn, und 0,57 durch verschiedene Ursachen. — Von den schweren Verletzungen entfallen 0,21, also auch fast die Hälfte, auf Abspringen während der Fahrt, 0,22 auf Umstossen bzw. Ueberfahren, 0,06 auf Zusammenstoss und 0,04 auf verschiedene Ursachen. Im ganzen sind bei der Berliner Strassenbahn die schweren Verletzungen seit 1900 um etwa 50 Procent zurückgegangen. Diesen Zahlen gegenüber ist es interessant, dass im Jahre 1904 in Berlin allein durch Omnibusse, Droschken und andere Fuhrwerke 54 Personen getödtet wurden, davon sieben durch Omnibusse, die nur 93,4 Millionen Passagiere im Jahre beförderten; dazu kommen noch 39 schwere Verletzungen

durch Omnibusse allein, während durch Fuhrwerke aller Art im gleichen Zeitraum 521 Personen schwer verletzt wurden. So übermässig gefährlich ist also der elektrische Strassenbahnbetrieb durchaus nicht.

O. B. [9774]

BÜCHERSCHAU.

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

- Höck, Dr. F., in Luckenwalde. *Sind Tiere und Pflanzen beseelt?* Lehrstoff für den Unterricht in Prima im Anschluss an die philosophische Propädeutik. (Samml. naturwiss.-pädagog. Abhandl. Bd. II, Heft 2.) Lex. 8°. (25 S.) Leipzig, B. G. Teubner. Preis geh. 1 M.
- Japing, Eduard. *Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis.* Nach dem Tode des Verfassers neu bearbeitet von J. Zacharias, Ingenieur. (Elektrotechn. Bibliothek Bd. II). Vierte Auflage. Mit 60 Abbildungen. 8°. (XVI, 240 S.) Wien, A. Hartleben. Preis geh. 3 M., geb. 4 M.
- Kockerscheidt, Dr. J. Wilh., in Eckamp (Rheinprovinz). *Über die Preisbewegung chemischer Produkte* unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses neuerer Erfindungen und technischer Fortschritte. gr. 8°. (V, 126 S.) Jena, Gustav Fischer. Preis geh. 2,50 M.
- Krätzer, Hermann. *Die Fabrikation der deutschen, französischen und englischen Wagenfette.* Leicht fasslich geschildert für Wagenfett-Fabrikanten, Seifen-Fabrikanten, für Interessenten der Fett- und Oelbranche etc. (Chemisch-techn. Biblioth. Bd. 158.) Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 31 Abbildungen. 8°. (XIII, 208 S.) Wien, A. Hartleben. Preis geh. 3 M., geb. 3,80 M.
- Missouri Botanical Garden.* Sixteenth Annual Report. 1905. St. Louis. Published by the Board of Trustees. Mit 6 Abbildungen und 46 Tafeln. gr. 8°. (257 S.) Geb.
- Noorduijn, C. L. W., Groningen (Holland). *Die Farben- und Gestalts-Kanarienvogel* nebst Beschreibung aller verschiedenen Kanarienvogel-Rassen, deren Entstehung, Form- und Farbveränderung, Bastardzucht und Farbenfütterung. Mit 22 stichhaltigen Rassen-Abbildungen. 8°. (X, 152 S.) Magdeburg, Creutz'sche Verlagsbuchhandlung. Preis geh. 2 M., geb. 2,60 M.
- Penck, Albrecht, Prof. d. Geographie a. d. Universität Wien. *Die Physiographie als Physiogeographie* in ihren Beziehungen zu anderen Wissenschaften. Vortrag, gehalten gelegentlich des Congress of Arts and Science in St. Louis am 22. September 1904. Lex. 8°. (20 S.) Leipzig, B. G. Teubner. Preis geh. —,80 M.
- Russ, Dr. Karl. *Der Wellensittich.* Seine Naturgeschichte, Pflege und Zucht. Fünfte gänzlich neubearbeitete und vermehrte Auflage von Karl Neunzig. Mit 1 Tafel in Farbendruck und 51 Abbildungen im Text. 8°. (VI, 91 S.) Magdeburg, Creutz'sche Verlagsbuchhandlung. Preis geh. 1,50 M., geb. 2,40 M.
- Ziegler, Dr. Heinrich Ernst, Professor a. d. Univers. Jena. *Die Vererbungslehre in der Biologie.* Mit 9 Figuren im Text und 2 Tafeln. 8°. (VIII, 76 S.) Jena, Gustav Fischer. Preis geh. 2 M.