

PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

SCHRIFTFLEITUNG: DR. A. J. KIESER * VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Nr. 1333

Jahrgang XXVI. 33

15. V. 1915

Inhalt: Über die Berücksichtigung des Naturschutzes bei Ingenieuranlagen. Von H. CONWENTZ. (Fortsetzung.) — Moderne Lüftungen durch Luftabsauger und Frischluftzentrale. Von Dr. E. O. RASSER. Mit fünf Abbildungen. — Verwitterung der Bausteine und Wetterbeständigkeitsprüfung. Von Prof. Dr. E. ROTH. — Die Pflanze und der Stickstoff der atmosphärischen Luft. Von Dr. phil. O. DAMM. — Rundschau: Mimikry im Kriege. Von Ingenieur JOSEF RIEDER. — Notizen: Eigentümlichkeiten der Körper in der Nähe des absoluten Nullpunktes. — Die Bedeutung des Sauerstoffs und der Kohlensäure für die Arbeit. — Über hydrothermale Synthesen.

Über die Berücksichtigung des Naturschutzes bei Ingenieuranlagen.

Vortrag beim Baltischen Ingenieurkongreß
in Malmö am 16. Juli 1914.

Von H. CONWENTZ.
(Fortsetzung von Seite 500.)

Auch das Innere der Bahnhöfe kann mittelbar der Naturdenkmalpflege dienstbar gemacht werden, indem große bildliche Darstellungen der Denkmäler und Schönheiten der Natur des Bezirks an den Wänden der Wartesäle ausgeführt werden, wie es z. B. in Dresden, Köln und anderen Orten geschehen ist. In kleinerem Maßstabe werden ähnliche Bilder jetzt auch in den Wagenabteilen angebracht, um diese wohlicher zu gestalten und um die Reisenden auf die Sehenswürdigkeiten aufmerksam zu machen. So geschieht es bereits in Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Schweden und anderen Ländern. Es ist selbstverständlich, daß die Bilder ästhetisch wirken müssen und nichts enthalten dürfen, was als Reklame gedeutet werden könnte.

Wie bei Straßenbauten können auch bei Eisenbahnbauten unter Terrain Naturdenkmäler angetroffen werden. Als vor zwei Jahren die Schnellbahn von Berlin nach Dahlem gebaut wurde, stieß man bei den Erdarbeiten für den Einschnitt unweit des Haltepunktes Thielenplatz auf einen ansehnlichen erratischen Block, der in loco nicht liegen bleiben konnte. In dankenswerter Weise wurde der Block nicht gesprengt, sondern auf mächtigen Holzschlitten mittels starker Lokomotivwinden an die Oberfläche geschoben und in den Anlagen bei der Haltestelle aufgestellt. Die Gesamtkosten für die Erhaltung dieses Naturdenkmals betragen 1273 M.

Besonders störend im Landschaftsbild können Berg- und Alpenbahnen wirken. In

dieser Versammlung würde es freilich wenig sympathisch berühren, wenn man derartige Bauten überhaupt ablehnen wollte, denn eine Bahn in die hochgelegenen Regionen der Alpen zu entwerfen und auszuführen, übt gewiß einen besonderen Reiz auf den Ingenieur aus. Es soll auch keineswegs Einspruch gegen alle Alpenbahnen erhoben werden, nur die Hochgipfelbahnen müßten durchweg unterbleiben, da sie die Großartigkeit der Natur rücksichtslos zerstören und ein tiefes, edles Heimatgefühl verletzen. Auch bei anderen Bergbahnen ist der Wunsch berechtigt, daß das Landschaftsbild und die Ruhe der Natur tunlichst bewahrt bleiben. Es müßte vor allem vermieden werden, daß die Bahnstrecken ihrer ganzen Länge nach von einer Allee von Masten eingefast werden, und daß unpassende Bahnhofs- und Hotelbauten den Charakter der Landschaft beeinträchtigen. Am besten wäre es, wenn die Bahnen unterirdisch hinaufgeführt werden könnten, zumal dann alles Beiwerk (Verkaufsläden usw.) den Blicken entzogen würde.

Ganz überflüssig sind Drahtseil- und Zahnradbahnen auf niedrige Anhöhen, die bequem zu Fuß und zu Wagen erreicht werden können. Als sich vor mehr als 40 Jahren eine Dresdner Bank um die Konzession zum Bau von Bergbahnen auf die Bastei und den Großen Winterberg bewarb, lehnte die Sächsische Regierung diesen Antrag ab. Später wurde auch die Genehmigung zu Vorarbeiten für einen nach neuem System geplanten Bergaufzug von der Elbe nach der Bastei versagt, und zwar heißt es in dem Ministerialerlaß vom 14. Januar 1903: „... daß beim Mangel eines volkswirtschaftlichen Bedürfnisses die geplante Anlage in weiten Kreisen der Bevölkerung als eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes empfunden werden würde.“ In ähnlicher Weise versagte wiederholt die Preußische Regierung die Genehmigung zum

Bau von Bahnen auf die Roßtrappe und den Hexentanzplatz im Harz, um diese Schönheit der Natur unbeeinträchtigt zu erhalten.

Neben den Eisenbahnstrecken ziehen sich oft in langer Folge auffällige Reklamen hin. An einer Bahn unweit Dresdens erhob sich ein 15 m langes Brettergerüst mit der Anzeige einer Zeitung. An zahlreichen anderen Stellen flankieren hölzerne Gestalten mit Anpreisungen von Zigaretten oder auch große Holzschilder mit Schokolade- und Sektfirmen die Eisenbahndämme. Erfreulicherweise bedient sich bisher nur eine verhältnismäßig kleine Zahl Firmen dieser Streckenreklame, während andere ganz davon absehen. Auf eine Anfrage erwiderte z. B. Rudolf Mosse, daß er „ein Gegner dieser Art von Reklame sei, wenn sie dazu geeignet erscheint, ein Landschaftsbild zu zerstören oder seine künstlerische Wirkung zu beeinträchtigen.“ Ferner schreibt A. Scherl, er vermeide „grundsätzlich eine solche Reklame in freier Natur, weil sie unschön sei.“ A. Lingner (Odol) antwortete: „Mein Auge empfindet ein großes Reklameschild in freier Natur, besonders in einem schönen Landschaftsbild, als eine direkte Beleidigung, und ich würde es niemals dulden, daß eins meiner Unternehmen sich einer dergleichen Propaganda bedient. Herren, welche sich bei mir Rat holten, habe ich stets auf die Reklame in Zeitungen und an beschränkten Plakatzentren (Stadttafeln, Litfaßsäulen) hingewiesen.“ Es ist den Beteiligten überhaupt das Recht zu bestreiten, den Reisenden durch so aufdringliche Reklame unausgesetzt an den Wettkampf in der Zigarettenindustrie usw. zu erinnern und ihm den behaglichen Genuß der freien Natur zu verleiden. Auch unterliegt es keinem Zweifel, daß hierdurch das Landschaftsbild geschädigt und der Heimatwert herabgesetzt wird. Daher sind Gesetze zum Schutz der Landschaft gegen Reklame in mehreren deutschen Staaten entstanden. Während nach dem sächsischen und dem bayerischen Gesetz jede Landschaft dagegen geschützt werden kann, ist es nach dem preußischen Gesetz nur bei „landschaftlich hervorragenden Gegenden“ möglich. Künftig empfiehlt es sich aber, solche Unterscheidungen zu vermeiden, denn die Definition der „hervorragenden Landschaften“ ist schwierig und willkürlich, und nach dem Gesetz müßte jede Landschaft geschützt werden können.

Wenn auch die Reklame im allgemeinen im modernen Großbetrieb nicht entbehrt werden kann, müßte sie an der ganzen Strecke wie in freier Natur überhaupt unterbleiben und sich auf die Bahnhofsgelände, auf die Städte und Ortschaften beschränken. Daß sie hier ästhetisch ausgestattet werden kann, zeigen die Reklametafeln in den Bahnhöfen der Berliner Untergrundbahn.

Wasserbau.

Was zunächst den Fluß- und Strombau betrifft, so gab es noch vor einem Menschenalter in Deutschland, namentlich in den weniger besiedelten Gebieten, zahlreiche Flüsse in ihrem natürlichen Verlauf. Die in mäandrischer Krümmung dahinfließenden Gewässer, deren Ufer mit Buschwerk und Bäumen besetzt waren, gewährten ein reizvolles Landschaftsbild, das von Vögeln aller Art belebt wurde. Heute jedoch findet man kaum noch ein Flößchen, das von Menschenhand unberührt geblieben ist. Der Lauf ist meist reguliert und in gerade Bahnen gelenkt, wobei die Altwässer, auch die Bäume und Sträucher am Rande geschwunden sind. Es ist vorgekommen, daß die Verwaltung eines Kreises anordnete, im ganzen Gebiet sollten die Uferholzwäxwächse entfernt werden, und wenn nicht die vorgeordnete Behörde davon vorher Kenntnis erhalten und diese Verfügung aufgehoben hätte, würde der ganze Kreis eines hervorragenden Schmucks und mancher Seltenheiten der Flora und Fauna beraubt worden sein. Die Altwässer bergen oft bemerkenswerte Pflanzen- und Tierarten, die teilweise im Aussterben begriffen sind. So findet sich in Altwässern des Pregels und des Rheins die Wassernuß, *Trapa natans*, welche einst über ganz Mitteleuropa verbreitet war, aber jetzt nur an sehr wenigen Stellen lebend vorkommt. In Schweden lebt sie noch an einer Stelle, im Immelsjö, wo sie geschützt wird, während sie in Norwegen, Dänemark, England usw. gänzlich ausgestorben ist. Ferner lebt in Altwässern der Elbe der Biber, eins der hervorragendsten Naturdenkmäler der Tierwelt. In Schweden ist er jetzt völlig verschwunden, aber zahlreiche Orts- und Flurnamen erinnern an seine frühere Verbreitung in diesem Lande. Die Stadt Hörnesand führt noch heute den Biber in ihrem Wappen.

Die in größeren Strömen gelegenen Inseln sind dem Wasserbauingenieur wohl ein Dorn im Auge, zumal an solchen Stellen bisweilen Eisversetzungen vorkommen können. Andererseits sind die Flußinseln mit ihrer Pflanzen- und Tierwelt von besonderer Bedeutung. Sie weisen noch natürliche Wiesen auf, die sonst nur selten anzutreffen sind. Auch tragen sie zuweilen interessante Auwäldungen und größere Bestände verschiedener Holzarten von ungewöhnlichen Dimensionen. Auf der Nonnenkämpe in der Weichsel bei Kulm finden sich Schwarzpappel, Silberpappel, Hasel, Schwarzerle, Weißerle, Eiche, Rüster, Weißdorn, Apfel, Ahlkirsche, Pfaffenhütchen, Feldahorn, Kreuzdorn, Faulbaum, kleinblättrige Linde, Hartriegel, Holunder, Schneeball u. a. m. Da das Gelände alljährlich ein- bis zweimal von der Weichsel überschwemmt wird, überzieht sich der Boden regelmäßig mit einer dünnen Schlickschicht, und

daher zeigt der ganze Bestand ein freudiges Wachstum: die Eichen erreichen 5 m, die Schwarzpappeln mehr als 6 m Umfang.

Andere Flußinseln, die mit Auwald bestanden sind, enthalten oft ein reiches Vogelleben. Wenn es auch wichtig ist, einer Überschwemmung und Eisgefahr nach Möglichkeit vorzubeugen, wird es sich doch in manchen Fällen erreichen lassen daß die Seltenheiten der ursprünglichen Natur geschont, daß nicht durchweg die Ufer begrädigt und der Bäume beraubt werden, und daß hier und da auch noch eine Flußinsel ganz oder zum größten Teil bestehen bleibt.

Eine weitere Folge des Fluß- und Strombaues ist, daß das Wasser angestaut und industriellen Anlagen nutzbar gemacht wird. Eine Wehranlage, welche vom rein technischen Standpunkt ausgeführt ist, kann in der Landschaft sehr störend wirken, aber es gibt bereits ästhetisch befriedigende Lösungen, und solche würden sich durch den Ingenieur fast überall finden lassen.

Die Wasserversorgung der Städte ist von hervorragender wirtschaftlicher und sanitärer Bedeutung, und deshalb sollten namentlich die Großstädte beizeiten daran denken, sich wenn möglich ein ausgiebiges Quellengebiet zu sichern. Als die Stadt Barmen genötigt war, eine neue Anlage zu schaffen, wählte sie ein 12 km entferntes Quellgebiet von erheblicher Größe und machte es, auf Anregung des Regierungspräsidenten Dr. Kruse, gleichzeitig zu einem Reservat, in welchem einzelne größere Partien in ihrem natürlichen Zustand erhalten bleiben sollen. Auch wurde im ganzen Gelände, das eingefriedigt und nicht ohne weiteres zugänglich ist, die Jagd aufgehoben. Ebenso würden andere Gemeinden in ähnlichen Fällen wohl in der Lage sein, mit ihrer Wasserversorgung die Bestrebungen des Naturschutzes zu verbinden.

Zur Hafenbauverwaltung gehören oft Küstenstriche und Inseln, die zur Einrichtung von Vogelschutz besonders geeignet sind. An den Küsten der Vereinigten Staaten von Nordamerika, Großbritanniens und Irlands bestehen schon lange Vogelschutzgebiete von sehr beträchtlicher Ausdehnung. Es ist bemerkenswert, daß neuerdings bei Ausführung des Panamakanals auch gleich Einrichtungen für Vogelschutz in der Kanalzone getroffen wurden. In Deutschland begann man etwa zu Anfang dieses Jahrhunderts derartige Sanktuarien zu schaffen, und jetzt gibt es deren ungefähr ein Dutzend an den Küsten der Nord- und Ostsee. Weiter sollte man beim Hafen- und Dünenbau immer darauf Bedacht nehmen, geeignete Stellen für den Vogelschutz zu reservieren. Auch die Dünen weisen hervorragende Naturdenkmäler auf. Es ist selbstverständlich in vielen Fällen geboten, die Dünen festzulegen, um einer Ver-

sandung der benachbarten Kultur- und Wasserflächen vorzubeugen. Andererseits stellen sie eine so eigenartige geologische Bildung dar, daß sie nicht völlig verschwinden dürfen, sondern in einigen Beispielen festgehalten werden müßten. Ein hervorragendes Beispiel gab der Dänische Reichstag, indem er die Mittel zum Ankauf der größten Wanderdüne Dänemarks, Raabjerg Mile bei Skagen, mit der Bestimmung gewährte, daß sie nicht bepflanzt und festgelegt werden dürfe, sondern in ihrem bisherigen Zustand mit der ursprünglichen Flora und Fauna erhalten bleiben solle. Es ist sehr wünschenswert, daß in Deutschland, Schweden und anderen Ländern, wo noch natürliche Dünen bestehen, die eine oder andere von der Kultur ausgenommen werde. Auf Grund des Gesetzes zur Erhaltung der der Dünenbefestigung dienenden Pflanzen sind auch einige seltene Arten, z. B. die Stranddistel, *Eryngium maritimum*, im Bereiche der ganzen deutschen Meeresküste geschützt worden.

Weiter ist hier der Leuchttürme zu gedenken. Sie dienen zwar der Vermittlung und Sicherung des Weltverkehrs, üben jedoch einen verderblichen Einfluß auf die Vögel aus, welche besonders im Frühjahr und Herbst auf ihren nächtlichen Wanderflügen von dem hellen Schein der Leuchttürme angezogen werden. Vornehmlich seit Einführung der außerordentlich starken Lichtquellen und der Blinkfeuer fordern die Leuchttürme alljährlich große Opfer der Vogelwelt. Viele Vögel stoßen sich durch die Intensität der Lichtstrahlen geblendet, an der Laternenverglasung oder an der Galerie zu Tode. Noch größer aber ist die Zahl derer, die stundenlang den Turm umkreisen, dem rotierenden Lichtkörper auf der größeren Kreislinie so lange folgend, bis sie vor Erschöpfung zu Boden oder ins Meer fallen, da ihnen die glatte Turmwand keinen Ruhepunkt gewährt. An dem Leuchtturm von Eckmühl, dessen Lichtstärke mehr als 3 Millionen Normalkerzen beträgt, fand man nach einer Nacht 500 tote Wachteln; am Leuchtturm von Belle Isle wurden 1912 in zwei Novembernächten 2380 Vögel, darunter 700 Schnepfen, aufgefunden; an einem Leuchtturm der Insel Wight betrug die Zahl der in der Nacht vom 13. zum 14. April 1913 gefundenen toten Vögel 465. Wenn diese Ziffern vielleicht nicht sehr groß erscheinen, ist doch zu beachten, daß immer nur ein geringer Bruchteil der getöteten Vögel zur Beobachtung kommt; überdies würden jene, für sämtliche Leuchttürme der Erde zusammengerechnet, eine sehr beträchtliche Zahl ausmachen.

Nun kam man in Holland schon im Jahre 1909 auf die Idee, den die Leuchtfeuer umfliegenden Vögeln am Turm mehr Sitzgelegenheit zu schaffen, damit sie nicht ermattet herabfallen. Es wurden rechenartige Gestänge angebracht,

auf denen mehrere tausend Zugvögel Platz finden können, ohne die Intensität des Leuchtfuers zu beeinträchtigen. So wurde das Gestänge am Leuchtturm der Insel Terschelling in mehreren Nächten im Oktober und November 1910 von 3—5000 Vögeln zum Ausruhen benutzt, während nur etwa 75 tot am Boden aufgefunden wurden. Somit wäre es eine Aufgabe der Ingenieure, in Zukunft beim Bau von Leuchttürmen von vornherein diese Vorkehrungen zu berücksichtigen und vielleicht weitere Mittel zu finden, wodurch der Tierquälerei an Leuchttürmen überall gesteuert werden könnte.

Wasserfälle und Stromschnellen. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurde ein Königliches Komitee zur Aufnahme und Untersuchung der in staatlichem Besitz befindlichen Wasserfälle in Schweden eingesetzt. In dem von ihm 1899 erstatteten umfangreichen Bericht wird betont, daß es wünschenswert sei, von vornherein eine Anzahl Wasserfälle von jeder Nutzung auszuschließen, um sie unverändert kommenden Generationen zu erhalten. Seitdem sind allerdings noch keine anderen als die in den Nationalparks liegenden Wasserfälle geschützt, von denen Stora Sjöfallet in Lappland einer der größten und bemerkenswertesten ist. Es wäre dringend zu wünschen, daß bei der großen Zahl staatlicher Wasserfälle noch weitere gesichert werden möchten.

Die Trollhättanfälle zeigten noch im 18. Jahrhundert die großartige Schönheit der ursprünglichen Natur, wie aus Bildern und Schriften jener Zeit hervorgeht. Später entstanden aber dort so zahlreiche industrielle Anlagen, z. B. ein Walzwerk, eine Gießerei, Lokomotivfabrik, Werkzeugfabrik, Ölfabrik, Zellulosefabrik, Karbidfabrik, elektrische Station usw., daß der Charakter der ganzen Landschaft verändert und beeinträchtigt wurde. Neuerdings stehen wiederum Änderungen bevor, indem der Staat alle Fabriken dicht an den Fällen, mit Ausnahme der Papierfabrik, angekauft hat, um sie zu beseitigen. Nach einer brieflichen Mitteilung des Wasserfalldirektors Herrn Oberst F. V. Hansen in Stockholm sind die Karbidfabrik, die Werkzeugfabrik und das Walzwerk bereits abgebrochen. Die Inseln sollen allmählich bepflanzt und in Promenaden umgewandelt werden. Auf der Westseite ist ein Höhenrücken angekauft, um die Errichtung von Bauten, welche von den Fällen sichtbar sein würden, zu verhindern. Auf diese Weise ist man staatlicherseits bemüht gewesen, die nächste Umgebung der Fälle von Industrieanlagen und anderen Bauten zu befreien. Dafür ist allerdings ein großes staatliches Kraftwerk mit zugehörigen Anlagen entstanden, worüber es in der dem Kongreß gewidmeten Schrift der Wasserfalldirektion auf Seite 4 und 5 heißt: „Es ist natür-

lich, daß das Kraftwerk, welches nun in Trollhättan angelegt wird, die Schönheit der Wasserfälle beeinträchtigen wird. Da es jedoch bloß einen Teil der Minimum-Wassermenge in Anspruch nehmen soll, dürften die Wasserfälle schon bei normaler Wasserhöhe noch immer eine Sehenswürdigkeit ersten Ranges verbleiben, insbesondere da die Schönheit eines Wasserfalles keineswegs ausschließlich von der Wassermenge abhängt. Während der jetzt zur Ausführung der Wasserkraftanlagen stattfindenden Arbeiten ist man allerdings gezwungen, dem Strand teilweise ein Aussehen zu verleihen, welches nicht mit der im übrigen so schönen Landschaft in Einklang steht. Der Staat, auf dessen Kosten die Anlagen gemacht werden, versucht jedoch, wo es angeht, die durch die Arbeit bedingte Vandalisierung auf andere Weise wiedergutzumachen und soviel wie möglich das Naturdenkmal, welches die Wasserfälle und ihre Umgebung bilden, zu schützen. Der westliche Strand mit seinen steilen, waldbedeckten Felsen wird durch die Kraftanlage nicht berührt und in seiner ursprünglichen Form dem Volk als Nationalpark erhalten bleiben. Die großen Mengen von Steinen, welche sich durch Aus Sprengen des Kanals auf dem östlichen Ufer angehäuft haben, wird man später mit Erde bedecken und durch Ansäen von Gras in grüne Matten verwandeln. Ein großer Teil der Fabrikgebäude, welche sich längs der Wasserfälle befinden, ist vor kurzem vom Staat angekauft worden und wird sehr bald niedergerissen werden, um zukünftigen Parkanlagen zu weichen.“

Wie den Trollhättanfällen ergeht es mehr oder weniger auch den anderen großen Stromschnellen und Wasserfällen in allen Kulturländern. Es wäre töricht, zu verlangen, um der Schönheit der Natur willen die gewaltigen Wasserkräfte ungenützt zu lassen, aber vom Standpunkt des Naturschutzes sollte wenigstens zweierlei angestrebt werden. Einmal ist es nicht nötig, daß alle Wasserfälle eines Landes industriell verwertet werden, vielmehr müßten einige ungeschmälert der Nachwelt erhalten bleiben. Norwegen gab ein hervorragendes Beispiel zum Schutz eines der schönsten Wasserfälle, Skjægedalsfos im Hardangergebiet. Als die Bauern, denen das Gelände gehörte, den Norwegischen Touristenverein um eine Unterstützung zu Wegebauten angingen, erklärte sich dieser bereit, die ganzen Kosten zu tragen, wenn die Eigentümer sich verpflichteten, jede Sägemühle und sonstige Industrieanlage fernzuhalten. Sie gingen darauf ein, und die Bedingung wurde in das Grundbuch eingetragen. Auf diese Weise hat der Touristenverein den ausgezeichneten Wasserfall für immer geschützt und dazu etwa 8000 Kronen aufgewandt.

Sodann, wenn eine Industrieanlage bei einer Stromschnelle geplant wird, braucht sie nicht immer unschön und verunstaltend im Landschaftsbild zu wirken. In jedem einzelnen Falle müßte dahin gestrebt werden, daß die Bauten mit der Umgebung im Einklang stehen und sich dem Landschaftsbild anpassen. (Schluß folgt.) [49r]

Moderne Lüftungen durch Luftabsauger und Frischluftzentrale.

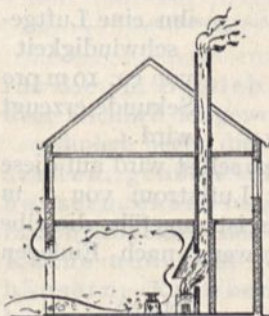
Von Dr. E. O. RASSER.
Mit fünf Abbildungen*.)

In der Dorfschmiede an der Landstraße sehen wir auf dem Herde die hellodernde Flamme aufschlagen; die bei der Verbrennung entwickelten, teilweise giftigen Gase, der Rauch und der Ruß verbreiten sich nur wenig im Raume, sondern ziehen durch eine seitlich vom Feuer befindliche Öffnung nach dem Schornstein und in diesem über Dach ab.

Der Auftrieb der Luft im Schornstein findet statt, weil durch die Flamme die Luft erwärmt und ausgedehnt wird, so daß ein Kubikmeter der Luft im heißen Schornstein nur $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ des spezifischen Gewichts der Raumluft und Außenluft hat. Während 1 cbm Raumluft ca. 1200 g wiegt, kann das gleiche Quantum Schornsteinluft nur 900 g schwer sein.

Neben diesem Luftabzug besteht zum Raume ein wenig beachteter Luftzug. Zu dem zumeist

Abb. 393.



Die Luftbewegung in der Dorfschmiede.

offenen Tor zieht unten auf dem Fußboden hinfließend Außenluft herein; soweit diese nicht unter dem Rauchfang nach dem Schornstein verschwindet, steigt sie, durch die Strahlung des Feuers etwas erwärmt, an die Decke hin und fließt endlich oben zum offenen Tore wieder hinaus ins Freie. Die geschwärmte Fassade über dem Torbogen beweist diese Tatsache (Abb. 393).

Dieser wilde Luftstrom ist es, der erstens den Schmieden — Meister, Geselle, Lehrling — große gesundheitliche Schäden zufügen kann, und der zweitens oft das ganze Aussehen der Anlage unschön macht.

An trockenen Sommer- und Wintertagen bringt dieser Luftstrom große Mengen Straßen-

staub in den Raum; er wirbelt außerdem den am Fußboden abgelagerten Staub hoch und bringt ihn in die Nähe der Atmungsorgane; an kalten Tagen aber bringt er empfindlichen Zug an die Füße und Beine hervor, wodurch Erkrankungen aller Art entstehen.

Der hier geschilderte Vorgang ist in den verschiedensten Variationen in kleinen wie großen Arbeitsräumen zu beobachten, besonders aber in Räumen mit weiten Dunstschächten oder mit mechanischer Luft- und Staubabsaugung.

Auf welche Weise der Übelstand in Fabriken, großen Verkehrsräumen (Bahnhöfen usw.), Schulen, Krankenhäusern zu beseitigen ist, soll an einem Beispiele erläutert werden, und zwar an dem Betriebe einer Färberei, wo die Beherrschung der Luftverhältnisse infolge des hohen Wassergehaltes der Luft, der dadurch eintretenden Kondensation des Wassers in den Abzugsschächten und der Abkühlung dieser am schwierigsten ist (Abb. 394).

Die im Bild dargestellte Anlage hat fast quadratischen Grundriß; an der einen Längswand der Färberei schließen das Kesselhaus und das Maschinenhaus an, an der entgegengesetzten Wand liegt ein Raum für den Eingang und Ausgang der Waren.

Die lichte Höhe des Färbereiraumes ist die der gewöhnlichen Arbeitsräume, und die Lichtverhältnisse sind durch Seitenfenster und zahlreiche Oberlichte mit doppelter Verglasung günstig.

Über den nebelentwickelnden Bottichen hebt sich die Dachfläche in rauchfangartiger Form aus welcher oben der Wrasen durch 6 Schlotte ins Freie abzieht.

Diese Schlotte ähneln den Schmiedeabzügen sehr, aber die Luft, welche abziehen soll, ähnelt der über der lodernen Flamme erwärmten Luft ganz und gar nicht.

Die Luft über den Bottichen hat eine Temperatur zwischen 30—45 Grad C, dabei eine relative Feuchtigkeit von 50 und mehr Prozent; das entspricht einem Gewicht von 1150—1180 g pro Kubikmeter Luft. Bei der geringen Gewichts-differenz zwischen der Luft unter dem Nebelfang und der übrigen Raumluft würde der Wrasen nur langsam abziehen; Außenwindströme auf dem Abzugsschacht, wilde Luftströme im Raume würden die abziehende Luft verwerfen.

Aus diesen Gründen sind folgende moderne Lüftungseinrichtungen zur Regelung der Raumdurchlüftung anzuwenden.

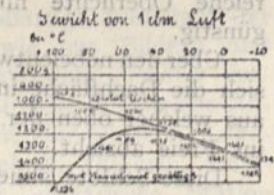
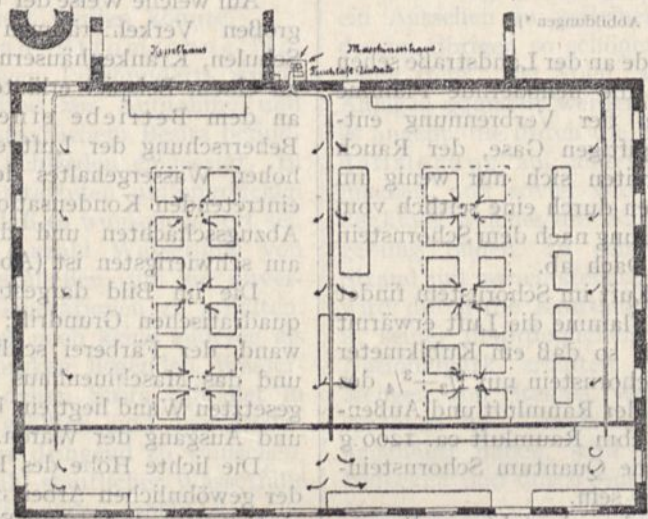
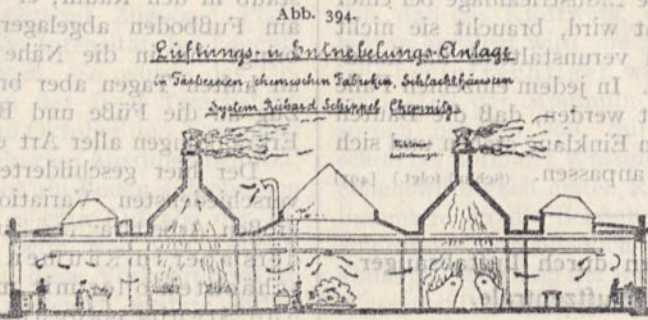
Voraussetzung ist, daß der Raum solid — das heißt dicht und aus wärmeisolierendem Material — gebaut ist. Auf die Luftabzugsschächte kommen gute Deflektoren, um die Wirkung des

*) Die Klischees wurden mir in liebenswürdiger Weise von dem Gewerbehygienischen Institut Richard Schippel, Chemnitz-Kappel, zur Verfügung gestellt.

vorbeistreichen; den Windes in Saugwirkung am Schachte umzusetzen, wobei bemerkt werden muß, daß feststehende Sauger drehbaren vorzuziehen sind.

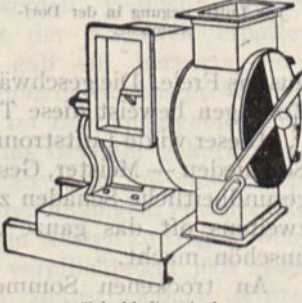
Eine bewährte, seit Jahrzehnten bekannte Konstruktion sind die Viktoria-Luftabsauger (Abb. 395). Horizontale und von oben kommende Winde werden durch die trichterförmigen Flächen mit den aufgebogenen Rippen nach oben abgebrochen und zerstreut, von unten kommende Winde durch die untere Deckplatte vom Eindringen in den Apparat abgehalten. Auf diese Weise erzeugt jeder Windstrom und Windstoß eine saugende Wirkung am Luftschacht. Bei Windstille versagen nun — leider — alle Deflektoren; um aber auch dann das Aufsteigen der Luft in den Schächten zu erzwingen, ist folgende Drucklüftung im Raume einzubauen (Abb. 396).

Auf Mauersockel oder Wandkonsol wird im Maschinenhaus eine Frischluftzentrale (etwa wie nebenstehend abgebildet) aufgestellt. Diese Zentrale besteht aus einem Mitteldruck-Ventilator mit davorliegendem Mischventil. Der eine Stutzen des Mischventils ist durch eine Rohrleitung mit der Außenluft, der andere mit der warmen Luft im Maschinenhaus verbunden. Der Ventilator saugt je nach Stellung des Mischventils kalte Außenluft aus dem Freien oder angewärmte Luft aus dem Maschinenhaus an und treibt die Neuluft mit für die Arbeiter angenehmer Tempe-



Viktoria-Luftabsauger

In den Abzugschächten selbst wird auf diese Weise ein aufstrebender Luftstrom von 1 m pro Sekunde erreicht; das ist ungefähr dieselbe Luftgeschwindigkeit, als wenn nach Einlegen von Dampfheizrohren in die Abzugschächte die abziehende Luft in diesen unter großem Dampfverbrauch um 10° C erwärmt würde. Diese wenig kontrollierbare Einrichtung ist heute noch vielfach im Gebrauch, und immer erneut macht man damit die Erfahrung, daß auch diese Anlagen — mit erwärmten Abzugschächten, aber mit nur wilder Luftzuführung — im Sommer bei offenen Fenstern durch Verwerfen der Nebel versagen, und im Winter,



Frischluftzentrale

ratur durch eine Rohrleitung oben im Raume unter den Oberlichter breit.

So sind die Standorte der Arbeiter stets unter wohltemperierter und bewegter Neuluft, und die Fenster und Oberlichte bleiben nebelfrei. Wilde Luftströme, welche Zug (und seine Begleiterscheinungen), Verwerfen des Wrasens usw. erzeugen, können nicht auftreten. Die Ventilatorgröße genügt zumeist, wenn der Luftdurchlaß gleich einem Zehntel des Querschnittes der Dunstabsauger genommen wird und durch ihn eine Luftgeschwindigkeit von ca. 10 m pro Sekunde erzeugt wird.

Abb. 396.

überhaupt an rauhen Tagen ebenfalls, weil die Arbeiter die Zutritte der neuen, aber zu kalten Luft verstopfen. Denn ebensowenig wie der Inhalt eines rohen Eies abgesaugt werden kann, wenn außer dem Absaugloch nicht noch eine zweite Öffnung zum Lufteintritt geschaffen ist, ebensowenig kann aus einem Raume eine reichliche Luftmenge abgesaugt werden, wenn zum Raume keine genügende Luftzuführung besteht.

Die Baukosten der so geschilderten Färberei- Lüftung durch Luftabsauger und Frischluftzentrale sind kaum höher als die Kosten der bisher eingebauten Dachreiter und Klappenfenster von zweifelhaftem Werte.

Die Dauerhaftigkeit der Apparate ist geradezu unbegrenzt. Die Betriebskosten werden durch Ersparnisse an Heizung, leichte Arbeitsweise im Raum, größere Dauerhaftigkeit des Gebäudes und vor allem durch hygienische Vorteile

tischen Hygiene ein bedeutender Fortschritt im Interesse der Gesundheit des ganzen Volkes kommen.

In welcher Weise auf der Ausstellung für Gesundheitspflege zu Stuttgart eine Schüllüftung vorgeschlagen wurde, zeigt die Abb. 397: Die Chemnitzer Schüllüftung nach dem Entwurfe von Richard Schippel, Chemnitz-Kappel.

Verwitterung der Bausteine und Wetterbeständigkeitsprüfung*).

Von Prof. Dr. E. ROTH.

Wer da baut, glaubt zunächst für die Ewigkeit zu bauen. Es kommt einem zunächst gar nicht in den Sinn, daß der Stein nicht bleiben sollte, wie er ist. Wer freilich gewöhnt ist, seine Augen aufzumachen, wird gar bald gewahr, daß die Verwitterung, der Einfluß des Wetters im



Die Chemnitzer Schüllüftung (von Richard Schippel, Chemnitz-Kappel).
 1. Luftbeweg- und Mischmaschine, 2. Elektromotor 2 HP. 3. Kühler, 4. Heizung, 5. Absaugventilator 1,5 HP.

für die im Betrieb beschäftigten Personen reichlich aufgewogen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse in Badeanstalten, großen Wäschereien, Schlachthäusern, chemischen Fabriken, Schokoladenfabriken und in fast jeder größeren Küche und dem Waschraum von Gasthäusern, Krankenhäusern und Wohnhäusern. Darum ist auch hier der Einbau zentraler Belüftungsanlagen eine Forderung der Zeit!

Höchst erfreulich ist es weiter, daß auch für Schulgebäude die Einrichtung von modernen Lüftungen, Belüftung aller Zimmer von einer Zentrale aus, Entlüftung, Entstaubung und Kehrlichttransport nach einer Zentrale hin immer mehr in Erwägung gezogen wird.

Sobald die Kinder die Wohltat der reichlichen Raumlüftung jahrelang erfahren haben, die heranwachsende Jugend die Kenntnis vom einfachen Bau und der spielend leichten Bedienung der modernen Lüftungsanlagen haben wird, dann muß auf dem Gebiete der prak-

weiteren Sinne, den menschlichen Bauten nur zu sehr mitspielt, wobei wir mit E. Kaiser als Verwitterung alle die Vorgänge zusammenfassen, die, von der Oberfläche ausgehend, die Gesteine chemisch und physikalisch verändern. Dabei wirkt einesteils eine chemische Umänderung mit, anderenteils machen sich physikalische Einflüsse bemerkbar.

Man tut gut, vor der Angriffnahme eines Baues sich zunächst mit der bautechnischen Gesteinsprüfung zu befassen, ehe man zu den Änderungen übergeht, welche der fertige Baustoff später erleidet. Für solche Zwecke gibt uns das ausgezeichnete Handbuch von J. Hirschwald (Berlin 1912, Gebr. Bornträger), ausführliche Anleitung und Auskunft. Es gilt zunächst, Festigkeitsprüfungen vorzunehmen, in eine Prüfung der Härte und Abnutzbarkeit einzutreten und die Bestimmung des Raumgewichts und der Wasseraufsaugungsfähigkeit zu ver-

* Siehe auch den Aufsatz „Auswitterungen und Verwitterungen“ von Prof. Rohland in Jahrg. XXVI, Heft 26 des „Prometheus“ Schriftleitung.

anlassen. Bei den speziellen Methoden der Wetterbeständigkeitsprüfung haben wir es mit einer chemischen und mineralogischen Untersuchung der Gesteine nach ihrer äußeren Erscheinungsweise zu tun, die qualitative und quantitative mikroskopische Gesteinsanalyse ist unerlässlich. Ergänzend tritt vielfach noch die mikroskopische Untersuchung der Gesteinsstruktur durch Färbungsversuche ein; eine Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit werden wir vorzunehmen haben und den Grad der Erweichbarkeit der Gesteine im Wasser zu ermitteln versuchen. Sehr wichtig wird ja auch dem Laien eine Frostbeständigkeitsprobe erscheinen, die gar nicht so einfach ist. Man verlangt von einer genauen Prüfung in dieser Hinsicht das 25 malige Gefrieren des vollkommen wassersatten Gesteins, und erst, wenn diese Probe zur Zufriedenheit ausgefallen ist, ist der Prüfling für die Verwendung zu Bauten als frostbeständig zu erachten. Erleidet aber beispielsweise das unvollkommen gesättigte Material nach 25 maligem Gefrieren eine Festigkeitsverminderung oder zeigt es Sprünge, so ist es nur für Innenbau verwertbar, scheidet aber für Außenbauten aus. Freilich so ganz ohne Einwirkung bleibt eine stetige Frosteinwirkung ja auch in der Natur nicht, aber diese ganz allmähliche Auflockerung, welche der Frost in vielen Gesteinen im Laufe der Jahrzehnte oder Jahrhunderte bewirkt, kann bei der experimenteller Prüfung von Gesteinen nicht mitzählen. Man muß sich ja bei allen Gesteinen darauf gefaßt machen, daß sich bei ihnen auch in der Natur stetig Umbildungen zeigen, welche sich, außer in Neubildungen innerhalb des Gesteins selbst, in einer Lockerung des Gefüges, einer Fortführung einzelner Bestandteile, einer Zerkrümelung des Ganzen und der Bildung eines Verwitterungsrückstandes bei ungleichmäßig zusammengesetzten Gesteinen oder einer gleichmäßigen Fortführung bei gleichmäßig zusammengesetzten Gesteinen zeigen. Die Umbildungen, sagt E. Kaiser (*Handbuch der Steinindustrie* Bd. I. Berlin 1915, Union), welche man an den Gesteinen im Bauwerke beobachtet, sind von den normalen Umwandlungen der Gesteine in der Natur unter mitteleuropäischen Verhältnissen aber teilweise verschieden. Sie zeigen sich in einer Art Krustenbildung, einer Schalenbildung, einer Absprengung, in einer Durchlöcherung, in einem Abranden, endlich in einem teilweisen oder gänzlichen Zerfall der Gesteine, und nur bei vollständig gleichmäßig zusammengesetzten homogenen Gesteinen sieht man eine gleichmäßige Abnahme von der Oberfläche aus. Wetterbeständige Gesteine sind, geologisch betrachtet, eben ein Unding, alles Gesteinmaterial der Natur muß im Laufe der Zeit der Zerstörung anheimfallen, aber solche geologische Zeiträume

kommen für den Menschen eben nicht in Betracht. Man kann also doch von wetterbeständigen Baugesteinen sprechen; es werden mithin unter dieser Bezeichnung solche Gesteine zu verstehen sein, welche innerhalb der für Bauwerke gemeinhin in Betracht kommenden Zeiträume keine derartigen Veränderungen durch die Einwirkung natürlicher Agenzien erleiden, daß dadurch der Bestand des Bauwerkes bez. seiner einzelnen Teile erheblich beeinträchtigt wird.

In wie hohem Grade aber schließlich jedermann an solchen Betrachtungen interessiert ist, soll nur ein Beispiel zeigen. Wer kennt nicht, wenigstens aus Abbildungen, das halbzerstörte Schloß zu Heidelberg, und wie viele werden an Ort und Stelle zu diesem Denkmal gepilgert sein, ein stetiges Mene Tekel, wie die Franzosen dermaleinst in Deutschland und speziell in der Pfalz gehaust haben. Dabei sind die Jahrzehnte des Bestehens dieser Mauern, dieses unvergleichlich schönen Baues, wohl gezählt, und grimmiger Streit hat getobt, ob man die Ruinen langsam verfallen lassen sollte, oder ob die Hallen und Räume neu aus- bzw. aufgebaut in das Neckartal schauen sollten. Das Publikum ist sicher für das Stehenlassen der, sagen wir ruhig klassischen, Überreste, der Sachverständige denkt zu sehr an die Verwitterung, welche nach den Worten J. Hirschwalds im großen und ganzen in folgende Abschnitte zerfällt: 1. in die Lehre von den chemischen bzw. mechanischen Veränderungen der Luft, der atmosphärischen Niederschläge, der Bodenfeuchtigkeit, des Luft- und Meerwassers einschließlich der Wirkung des Frostes wie der Temperaturschwankungen mit besonderer Berücksichtigung der allgemeinen Wirkungsintensität aller dieser gesteinerstörenden Kräfte; 2. in die Lehre von dem Grade der Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Baugesteine gegen jene Witterungsagenzien nach Maßgabe ihrer chemisch-mineralogischen Zusammensetzung, ihrer Struktur, Festigkeit und sonstigen physikalischen Eigenschaften.

Homogene Gesteine werden natürlich allen Einflüssen besser zu trotzen vermögen als körnige. Leider sind erstere, wie obsidiane Pechsteine usw., nur relativ selten, letztere zeigen aber eine sehr verschiedene Bindungsfestigkeit. Von der Art dieser Verbindung hängt in den meisten Fällen die Festigkeit des Gesteines ab, und wenn die körnigen Gemengteile lediglich aus wetterfestem Material bestehen, dann beruht auch die Widerstandsfähigkeit der Gesteine gegen Atmosphärien im allgemeinen auf der Art ihrer Kornverbindung. Die schlechtesten Bindemittel sind diejenigen, welche durch Wasser eine starke Erweichung erfahren, wie Ton und erdiger Kalk. Die Frostbeständigkeit der klastischen Gesteine

hängt im allgemeinen ab von ihrer Porosität und ihrem Sättigungskoeffizienten, von der Festigkeit ihres Bindemittels bzw. der Erweichungsfähigkeit desselben im Wasser, von ihrer Struktur wie morphologischen Ausbildung, von der stichfreien Beschaffenheit.

Grobkörnige und grobporige Gesteine zeigen meist einen viel rascheren Zerfall als feinkörnige und feinporige. Leichtverwitternde Mineralien neben schwerverwitternden bedingen einen ganz unregelmäßigen Zerfall der Gesteine, bieten also bald allen Angriffen die bestmögliche Gelegenheit.

Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure heißen die Hauptfeinde aller Gesteine, schweflige Säure und Schwefelsäure tun ihr Äußerstes, um die Gebilde der Natur zu zermürben, daneben kommen Ammoniak, Salpetersäure und deren Salze weniger in Betracht.

Die mechanische Verwitterung infolge des Ausdehnens und Zusammenziehens nach Sonnenbestrahlung pflegt man durchschnittlich viel zu gering anzuschlagen, während Frostwirkungen sich schon eher selbst bemerkbar machen. Kommen gar verschiedene dieser Ursachen zusammen, so entsteht oftmals geradezu eine kumulative Wirkung. Das bekannteste Beispiel in dieser Hinsicht bietet wohl der berühmte Obelisk aus Granit von Syene dar, welchen man erst 1880 von Ägypten nach Newyork überführte. Hatte er dort Tausende von Jahren die Menschheit in tadellosem Zustande entzückt, so genügten wenige Jahre in der transatlantischen Luft, derartige Verwitterungserscheinungen hervorzurufen, daß man Bedacht auf seine Konservierung nehmen mußte.

Betrachtet man die chemische Wirkung des Regen- und Meerwassers, so muß man hervorheben, daß, wenn Silikate bereits im Bruchgestein bis zu einem gewissen Grade zersetzt sind, wie dies namentlich bei Feldspaten häufig der Fall ist, das kohlenstoffhaltige Wasser bereits in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen eine mehr oder weniger vollständige Zerstörung der angewitterten Silikate an der Oberfläche des betreffenden Gesteins bewirkt. Dann enthält die Bodenfeuchtigkeit infolge der in beständiger Verwitterung befindlichen mineralischen Bestandteile des Bodens sowie der darin stattfindenden Zersetzung organischer Reste mancherlei besondere Stoffe, die verwitternd einwirken; Flußwasser zeigt oftmals besondere Einwirkungen, und im Meerwasser aufgelöste Chloride und Sulfate beeinträchtigen in hohem Maße die zu Seebauten verwandten Gesteine.

Betrachten wir die wichtigsten gesteinsbildenden Mineralien, so sagt J. Hirschwald, daß völlig frischer Feldspat, selbst in tausendjährigen Zeiträumen, nur mäßige Veränderungen durch die Atmosphären erfährt.

Dagegen haben die an älteren Bauwerken gemachten Beobachtungen ergeben, daß Gesteine mit mäßig angewittertem Feldspat und solche mit teilweise zersetzter Hornblende schon nach 100 bis 200 Jahren ein recht erhebliches Fortschreiten der Verwitterung dieser Mineralien an der Oberfläche des Gesteins aufweisen. Von allen gesteinsbildenden Mineralien zeigt der Quarz die größte Widerstandsfähigkeit gegen alle diese Angriffe; weitere Einzelheiten möge man in dem erwähnten Handbuch nachsehen und nachlesen.

Weit unterschätzt wird in der Regel auch die Wirkung von allerhand Pflanzen, welche sich auf den Gesteinen ansiedeln. Daß größere Gewächse, wie Bäume, einmal einen Felsblock durch ihre Wurzeln zersprengt haben, sieht man ja wohl hin und wieder. Aber dieser Großtat steht eine stetige, dauernde und wirkungsvolle Kleinarbeit von allerhand Kindern Floras zur Seite. Namentlich die Flechten, bekanntlich zusammenlebende Algen und Pilze, wirken in ihrer Abteilung Krustenflechten ungemein schädigend, sie, die zu ihrer Ernährung vorzugsweise Wasser, Kohlensäure und gewisse mineralische Bestandteile ihrem Substrat entziehen; so wirken sie chemisch lösend und zerstörend ein, selbst an Quarzen ihr Zerstörungswerk ühend. Die verschiedenen Seiten von Bauwerken und Denkmälern zeigen gewöhnlich die Ansiedlung von Flechten in sehr verschiedenem Maße, wobei die Wetterseite den Ausschlag gibt. Gesteine, welche durch die atmosphärischen Niederschläge gleichmäßig feucht gehalten werden, sind in der Regel viel reichlicher von Flechten überzogen als rasch abtrocknende. Eine besondere Auswahl für feuchte Klimate und besonders schattige Wände ist deshalb sehr angezeigt; die Großstadt wie das Land leben auch in dieser Hinsicht unter anderen Bedingungen, Kohlenfeuerung wirkt anders als Holzheizung.

Jedenfalls hat sich die Überzeugung Bahn gebrochen, daß alle Kalksteine und kalkhaltigen Gesteine der Gefahr der Flechtenansiedlung am meisten ausgesetzt sind. Raubbearbeitete Flächen werden natürlich die Ansiedlung dieser pflanzlichen Freibeuter eher gestatten als glatte oder gar polierte Außenseiten. Die Städte, und unter ihnen hauptsächlich die Großstädte, haben dann noch besonders einen Feind für alles Gestein in dem Straßenstaub, diesem meist undefinierbaren Gemenge mit allerhand organischem Einschlag; dieser zersetzt sich, es bildet sich oft Kohlensäure, Ammoniak usw., und nicht genug damit, daß dieser Straßenstaub sich überall als unschöne, schwarze Schicht ablagert, greift er alle kalkhaltigen Bestandteile durch die sich bildenden Säuren erheblich an; stark porige Sandsteine und mergelige Bindemittel werden rasch zerfressen!

Zur Charakteristik der verschiedenen Verwitterungstypen — man redet von Rindenbildung, Auflösung, Krustenbildung, Schalenbildung, Absprengung, Zerfall und Ausblühungen — unterscheidet Hirschwald sechs Verwitterungsgrade:

1. Spuren von Verwitterung in Flächenteilen bis zu 10 qcm Auflockerung, verbunden mit stellenweisem Substanzverlust bis zu 2 mm Tiefe;
2. geringe Verwitterung in Flächenteilen bis zu 50 qcm, ziemlich mürbe Verwitterungsrinde bzw. Defekte von $2\frac{1}{2}$ —3 mm Tiefe;
3. ziemlich beträchtliche Verwitterung in Flächenteilen bis zu 100 qcm. Mürbe Verwitterungsrinde bzw. Defekte von 4—6 mm Tiefe;
4. beträchtliche Verwitterung in Flächenteilen bis zu 200 qcm. Mürbe Verwitterungsrinde bzw. Defekte von 4—7 mm Tiefe; an einzelnen Stellen auch stärkere Ausnagungen;
5. starke Verwitterung an Flächenteilen bis zu 300 qcm. Zermürbungen bzw. Defekte von 13—20 mm Tiefe, auch vielfach stärkere Auswitterungen;
6. sehr starke Verwitterung in Flächenteilen bis zu 400 qcm. Zermürbungen bzw. Defekte von 21—30 mm Tiefe bei stärkeren löcherigen Auswitterungen.

Im einzelnen muß man sich aber darauf beschränken, die Bewertung der Gesteinseigenschaften von Fall zu Fall auf rein empirischer Grundlage durchzuführen. Dabei kann in der Weise verfahren werden, daß man die Summe aller Eigenschaften eines Gesteines, welche seine Qualitätsklasse bedingen, mit der Zahl der letzteren bewertet und diese Bestimmung an Gesteinen derselben Art, aber mit einer geringeren Zahl qualitativ und quantitativ gleicher Eigenschaften wiederholt, um so aus der Differenz der Qualitätszahlen einen Maßstab für den Einfluß der einzelnen Eigenschaften zu gewinnen. Kurz gesagt, ergibt sich die Methodik zur Untersuchung der Gesteinsverwitterung aus einer Zusammenfassung der Ursachen der Verwitterung. Leider ist es aber noch nicht gelungen, ein allgemein befriedigendes Schema und eine allen Verhältnissen Rechnung tragende Klassifikation der Gesteine nach ihrer Wetterbeständigkeit für verschiedene Verwendungsorte aufzustellen; namentlich fehlt durchschnittlich die unbedingt notwendige Beachtung der auch innerhalb enger Bezirke verschiedenartigen klimatischen Bedingungen. Wer sich dafür näher interessiert, gehe bei Hirschwald die Kapitel durch, in denen er die Sandsteine, die Grauwacken, Kalksteine, Dolomite und Marmorarten, die Dach- und Tonschiefer, die Granite, die Gneise, Glimmerschiefer und verwandte Gesteine, die Syenite, Diorite, Diabase usw., die Porphyre, die Trachyte, Rhyolithe, Andesite usw., die Basalte

und Basaltlaven, die Schalsteine und die vulkanischen Tuffe einzeln bearbeitet.

Nun noch einige Worte über Steinerhaltung und Steinerhaltungsmittel, über welche Heinrich Wagner in dem *Handbuch der Steinindustrie* das Wort hat. In dieser Hinsicht setzen eigentlich erst neuerdings Bestrebungen ein, namentlich auf Drängen der Denkmalspflege. Indirekt geht man vor, wenn man beispielsweise in den Städten die Rauchplage bekämpft, den Staub bindet, Pflanzungen anlegt. Bereits Frische wies darauf hin, welche Technik und Sorgfalt das Mittelalter hinsichtlich der peinlichsten Ableitung aller Feuchtigkeit ausübte. Pflügeliche Überwachung aller Bauwerke und Denkmäler ist sehr geeignet, auf den Bestand des Steinwerkes zu wirken. Schutz- und Vordächer für Regen, Frost und rauhen Witterungswechsel bewahren sich stets. Isolierung und Trockenlegung sichern längeres Bestehen. Reinigung mit dem Sandstrahlgebläse schafft oft Wunder der Reinigung. Das Ölen, Wachsen und Bemalen der Steine ist ein uralter Kunstgriff, um den Verfall aufzuhalten. Glinzer meint, Schleifen und Polieren sei nur bei Granit, Syenit, Marmor und Serpentin anwendbar. Ein Anstrich mit holzessigsaurer Eisenlösung sei wegen der Braun- bzw. Schwarzfärbung für Hochbauzwecke ausgeschlossen. Leinölfirnis nützt nichts, Ölfarbe ist unästhetisch. Testalin ist bei porösen, nicht bei grobkörnigen Steinen anwendbar.

Im großen und ganzen legen erfahrene Restauratoren und Praktiker nach Heinrich Wagner den fabrikmäßig hergestellten Steinerhaltungsmitteln heute noch wenig Gewicht bei, offenbar, weil die Anwendungsmöglichkeiten unter Garantie für Erfolg namentlich bei bestehenden Bauten beschränkt sind, und die Fabrikanten der Mittel zum Teil schwer erfüllbare Vorbedingungen stellen. Andererseits aber fordert die große und sich stetig steigende Bedeutung der Steinerhaltungsfrage hinsichtlich der Denkmäler wie nach der wirtschaftlichen Seite hin zu wirksamem Vorgehen auf.

Videant consules, ne quid detrimenti capiat res publica!

Die Pflanze und der Stickstoff der atmosphärischen Luft.

Von Dr. phil. O. DAMM

Wie im Körper der Tiere, so spielt auch im Körper der Pflanzen das Protoplasma der Zellen die wichtigste Rolle. Es ist der Träger des Lebens für die einzelne Zelle und für die ganze Pflanze.

Das Protoplasma stellt keinen einheitlichen chemischen Körper dar. Unter der großen Zahl von chemischen Verbindungen, aus denen es

sich zusammensetzt, stehen die Eiweißstoffe, die niemals fehlen, an erster Stelle. Eiweiß enthält aber immer Stickstoff. So erklärt es sich, daß der Stickstoff zu denjenigen chemischen Elementen gehört, die zum Leben der Pflanze unbedingt nötig sind. Ohne Stickstoff kein Pflanzenleben.

Stickstoff wird der Pflanze in der atmosphärischen Luft, die ungefähr zu $\frac{4}{5}$ ihres Rauminhaltes aus diesem Gas besteht, und in der Erde geboten. Im Boden kommt der Stickstoff in dreifacher Form vor: 1. organisch gebunden als Produkt der Zersetzung tierischer und pflanzlicher Stoffe, 2. in Form von Ammoniak bzw. Ammoniaksalzen und 3. in Form von Nitraten. Man möchte nun zunächst vermuten, daß die Pflanze sich zur Erwerbung dieses wichtigen Nährstoffes der reichen Quelle bediene, die ihr in der umgebenden Luft zur Verfügung steht. Das ist aber im allgemeinen nicht der Fall, wie wir sehen, wenn wir bestimmte Pflanzen, z. B. Getreide, Kohlarten, unter Ausschluß von Verbindungen des Stickstoffs kultivieren: sie gehen dabei langsam zugrunde. Boussingault hat hieraus geschlossen, daß den Pflanzen überhaupt die Fähigkeit abgehe, den freien Stickstoff der atmosphärischen Luft zu assimilieren, daß sie vielmehr ausschließlich auf den chemisch gebundenen Stickstoff angewiesen seien, der sich im Erdboden vorfindet.

Diese Theorie, die lange Zeit die herrschende war, bedarf nach neueren Untersuchungen einer wesentlichen Einschränkung. Boussingault kannte die besonderen Fähigkeiten verschiedener Pflanzen, unter denen die Schmetterlingsblütler das klassische Beispiel bilden, noch nicht.

Alle Schmetterlingsblütler (Lupinen, Erbsen, Bohnen, Linsen usw.) entwickeln sich normal und liefern reiche Ernten, auch wenn sie nicht mit Stickstoffverbindungen gedüngt werden. Die Erklärung hierfür haben Hellriegel und Wilfarth durch eine Reihe ausgezeichnete Untersuchungen gegeben. Sie fanden, daß die Versuchspflanzen nicht gediehen, wenn der stickstofffreie Boden sterilisiert worden war. Eine Infektion des sterilen Bodens mit einer kleinen Menge von Bodenaufguß hatte dagegen eine vollkommen normale Entwicklung der Pflanzen zur Folge. Wurde aber der Bodenaufguß vorher gekocht, so blieb die Wirkung aus. Hieraus zogen die Autoren den Schluß, daß die Wirksamkeit des Bodenaufgusses auf Mikroorganismen zurückgeführt werden müsse.

Die Versuche gelangen nicht, wenn man statt der Schmetterlingsblütler andere Blütenpflanzen, z. B. Getreidearten, Kartoffeln, Rüben usw. benutzte. Es muß sich also um Mikroorganismen handeln, die ganz besondere Be-

ziehungen zu den Schmetterlingsblütlern besitzen. Hand in Hand mit der Förderung durch den Bodenaufguß ging die Bildung eigentümlicher Knöllchen an den Wurzeln der untersuchten Schmetterlingsblütler. Sie waren zwar schon lange von den Pflanzen her bekannt, die unter natürlichen Bedingungen wachsen; über ihre Entstehung und Bedeutung wußte man aber nichts.

Mit sicherem Blick erkannten Hellriegel und Wilfarth, daß die im Bodenaufguß vorkommenden Mikroorganismen die Ursache der Knöllchen sind. Die Schmetterlingsblütler vermögen also nur dann den freien Stickstoff der atmosphärischen Luft zu assimilieren, wenn sie mit gewissen Mikroorganismen zusammenleben. Das Zusammenleben stellten sich die beiden Forscher als Symbiose vor. Worin die gegenseitige Förderung der beiden Organismen besteht, die ja das Kriterium jeder Symbiose ist, vermochten sie jedoch nicht anzugeben.

Später gelang es anderen Forschern, die Bakterien zu isolieren und rein zu kultivieren. Die Form erhielt den Namen *Bacillus radicicola*. Auch die Infektion der Wurzeln mit den Bakterien konnte im einzelnen beobachtet werden. Dabei ergab sich, daß die Entwicklung der Bakterienknöllchen auf dem gleichen Prinzip beruht wie die Entwicklung der sog. Galläpfel am Eichenblatte. Wie an dem Eichenblatte, in das die Eichengallwespe ein Ei gelegt hat, infolge des Reizes lebhaft Teilungen und lebhaftes Wachstum der Zellen eintreten, so daß eine Wucherung entsteht, die man eben die Galle nennt, so bilden sich hier durch den von den Bakterien verursachten Reiz die zahlreichen Knöllchen. Man kann sie geradezu Bakteriengallen nennen. In den inneren Zellen der Knöllchen wachsen die ursprünglich stäbchenförmigen Mikroorganismen zu verzweigten, äußerst eiweißreichen Gebilden heran, die die Bezeichnung Bakteroiden erhalten haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind es Degenerationsformen, wie sie auch anderwärts bei Bakterien beobachtet wurden. Verschiedenen Autoren ist es auch geglückt, die Bakteroiden außerhalb der Pflanze aus Bakterien entstehen zu sehen. Ob ihnen eine besondere Rolle bei der Ernährung der Blütenpflanzen zukommt, darüber wissen wir bisher nichts.

Die Fixierung des Luftstickstoffs erfolgt in den Knöllchen und nicht etwa in den Blättern des Schmetterlingsblütlers. Es war nämlich behauptet worden, daß die knöllchentragende Pflanze durch den *Bacillus radicicola* derart beeinflusst werde, daß sie freien Stickstoff binden könnte. Nobbe und Hiltner infizierten daraufhin Robinien (= falsche Akazien), die in stickstoffreicher Nähr-

lösung wuchsen, mit dem Bakterium. Dabei beobachteten sie, daß sich die Knöllchen auch unter Wasser bildeten. Solange aber die Knöllchen vom Wasser umgeben blieben, waren sie für die Robinie völlig wertlos; als sie an die Luft gebracht wurden, vermochte die Pflanze Stickstoff zu assimilieren. Der Stickstoff muß also in die Knöllchen gelangen.

Nun entstand naturgemäß die weitere Frage, ob die Bakterien selbst zur Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs befähigt seien. Die entsprechenden Versuche wurden denn auch von verschiedenen Forschern angestellt. Sie haben aber regelmäßig zu negativen Resultaten geführt. Es muß das besonders hervorgehoben werden, weil die entgegengesetzte Angabe selbst in guten Schulbüchern der Botanik immer wiederkehrt.

Nachdem Hiltner seine Untersuchungen veröffentlicht hatte, stellte man sich das Zusammenleben des Bakteriums mit der Blütenpflanze recht einfach vor: der Schmetterlingsblütler sollte die Kohlehydrate und das Bakterium den Luftstickstoff liefern. Wie wir eben gesehen haben, trifft das — für das Bakterium wenigstens — jedoch nicht zu. So bleibt denn nichts weiter übrig als das Eingeständnis, daß wir über das Wesen der Symbiose zwischen dem Schmetterlingsblütler und dem *Bacillus radicolica* noch gänzlich im Dunkeln tapen. Es klafft hier noch eine bedauerliche Lücke in unserem Wissen.

Die Tatsache, daß die Schmetterlingsblütler in Verbindung mit *Bacillus radicolica* die Fähigkeit besitzen, den Stickstoff der atmosphärischen Luft zu assimilieren, hat für die Landwirtschaft eine ganz außerordentliche Bedeutung. Mit jeder Ernte entnimmt der Landwirt dem Felde eine große Menge stickstoffhaltiger Verbindungen. Soll das Feld im nächsten Jahre wieder eine gute Ernte bringen, so muß er dem Acker neue Stickstoffverbindungen zuführen. Das geschieht bekanntlich durch die Düngung. Baut der Landwirt aber Schmetterlingsblütler an, die er nicht aberntet, sondern unterpflügt, so besorgen diese in Verbindung mit den Wurzelbakterien das Düngen des Bodens. Als der beste sog. Stickstoffsammler hat sich die Lupine bewährt. So verdanken wir dem geheimnisvollen Zusammenleben von Spaltpilz und Schmetterlingsblütler alljährlich eine große Summe an Nationalvermögen, die sonst für den wichtigsten Stickstoffdünger, den Chilisalpeter, ausgegeben werden müßte.

Außer den Schmetterlingsblütlern vermögen auch noch verschiedene andere Blütenpflanzen, die mit Bakterien oder mit Fadenpilzen zusammenleben, den elementaren Stickstoff der atmosphärischen Luft zu assimilieren, z. B. die Erle, die Ölweide und der Nadelholzbaum *Pod-*

carpus. Endlich wollen die Italiener Mameli und Pollacci die gleiche Fähigkeit für zahlreiche Blütenpflanzen und Sporenpflanzen nachgewiesen haben, die nicht eine Symbiose mit Bakterien oder Fadenpilzen bilden. Sie schließen aus ihren Versuchen nicht mehr und nicht weniger, als daß alle Pflanzen unter gewissen Bedingungen von der Fähigkeit, den freien Luftstickstoff zu assimilieren, Gebrauch machen können.

Das Vorhandensein einer solchen Fähigkeit in der Pflanzenzelle ist nach der Meinung der beiden Forscher auch theoretisch begründet. Die neueren Theorien über Katalyse, Kolloide und Enzyme gestatten die Annahme, daß der freie Stickstoff sich direkt mit naszierendem Wasserstoff zu vereinigen vermag, wodurch eine Verbindung entsteht, die das erste Produkt der Eiweißsynthese darstellt. Außerhalb der Pflanzenzelle ist diese Verbindung schon vor einer Reihe von Jahren von Loew, der in einem von Stickstoffverbindungen freien Medium bei Gegenwart von Platinschwamm und anderen katalysierenden Stoffen die Fixierung des freien Stickstoffs unter Nitratbildung herbeiführte, erhalten worden, und später hat Haber dieser Synthese eine praktische Anwendung gegeben, indem er ein Gemisch von Wasserstoff und Stickstoff mit fein zerteiltem Uran zusammenbrachte. Die Annahme der italienischen Forscher scheint also manches für sich zu haben. Trotzdem bedürfen die Versuche dringend einer eingehenden Nachprüfung.

Während *Bacillus radicolica* den Luftstickstoff nicht zu assimilieren vermag, besitzen zahlreiche andere Bakterien diese Fähigkeit. Die grundlegenden Arbeiten hierüber verdankt die moderne Pflanzenphysiologie den beiden Forschern Winogradsky und Beyerinck. Aus Gartenerde isolierte Winogradsky ein Bakterium, das den Luftstickstoff in hohem Maße bindet. Er nannte es *Clostridium Pasteurianum*. Das Bakterium vergärt Rohrzucker, Dextrose, Lävulose und verschiedene andere Kohlehydrate. Der Gärungsvorgang liefert die Energie, die zur Bindung des Luftstickstoffs nötig ist. Hieraus erklärt es sich, daß ganz bestimmte zahlenmäßige Beziehungen zwischen dem Verbrauch an Kohlehydraten und dem Gewinn an Stickstoff festgestellt werden konnten. Auf 1 g Rohrzucker z. B. kommen 2—3 mg gebundener Stickstoff.

Im Anschluß an die Untersuchungen von Winogradsky haben zahlreiche andere Forscher gezeigt, daß in vielen Ackerböden Bakterien von ähnlichem Bau und ähnlicher Fähigkeit vorkommen. Außerdem wurde von Beyerinck ein stickstoffbindendes Bakterium entdeckt, das sich durch besondere Größe und durch eine besondere Organisation auszeichnet.

In beiden Dingen erinnert es an gewisse Spaltalgen. Der neue Organismus, der den Namen *Azotobacter chroococcum* führt, vermag auf 1 g Rohrzucker 9—12 mg Stickstoff zu binden, ist also geradezu ein Virtuos auf dem Gebiete der Stickstoffassimilation. Alle diese Bakterien, die für sich allein im Boden leben und niemals mit Wurzeln in Verbindung treten, machen den Boden stickstoffreicher. Sie gehören darum — genau wie *Bacillus radicicola* — zu den Wohltätern der Menschheit.

In den letzten Jahren sind auch eine Reihe von Fadenpilzen bekannt geworden, die die Fähigkeit besitzen, den freien Stickstoff der atmosphärischen Luft zu assimilieren. Dazu gehören z. B. die beiden bekannten Schimmelpilze *Aspergillus niger* und *Penicillium glaucum*, verschiedene Phomaarten, *Macrosporium commune* u. a. Bei den meisten ist die Fähigkeit jedoch nur schwach ausgebildet, so daß es fraglich erscheint, ob ihnen eine größere Bedeutung für die Verwendung des Luftstickstoffs zukommt.

Mag dem aber auch sein, wie ihm wolle: auf jeden Fall haben die neueren Untersuchungen gezeigt, daß Bindung des freien Stickstoffs der atmosphärischen Luft ein weit verbreiteter Vorgang ist, der sich sowohl bei höheren als auch bei niederen Pflanzen vollzieht. Durch diese Erkenntnis hat die sog. Stickstofffrage, die zu den brennendsten und bedeutsamsten Fragen der Landwirtschaft gehört, eine wesentliche Bereicherung erfahren.

[433]

RUNDSCHAU.

(Mimikry im Kriege.)

Während in früheren Zeiten die Krieger ihren Stolz darin setzten, in möglichst auffallender und glänzender Ausrüstung in den Kampf zu ziehen, hat die moderne Waffentechnik bewirkt, daß gerade die entgegengesetzte Erscheinung eingetreten ist. Der moderne Held will möglichst wenig kriegerisch aussehen.

Es mag eine der schmerzlichsten Überraschungen für unsere westlichen Feinde gewesen sein, als sie sich einem unsichtbaren Gegner gegenüber fanden, während sie selbst in ihren roten Hosen ein wunderbares Ziel darboten, trotzdem sie seit langem schon theoretisch die Notwendigkeit der Schutzfärbung erkannt hatten.

Wir haben hierbei wieder einmal der Natur ein Kunststück abgelauscht, das sie seit ungezählten Jahrtausenden in einer nicht zu überbietenden Vollendung in Anwendung bringt. Eigentlich ist „abgelauscht“ nicht der richtige

Ausdruck, denn ehe wir von diesem Verteidigungsmittel Gebrauch machten, war es uns längst bekannt, wie in der Tierwelt die Schutzfärbung und die damit verwandte Erscheinung Mimikry im Kampf ums Dasein ausgedehnte Anwendung finden. Erst der eiserne Zwang konnte uns veranlassen, denselben Weg einzuschlagen und uralte Gewohnheiten aufzugeben.

Allerdings — zur höchsten Vollendung haben wir es auch hierin noch nicht gebracht — die Natur ist uns in manchem über. Daß manche Tiere im Sommer ein „feldgraues“, im Winter aber ein schneeweißes Kleid tragen, gelang uns zum Teil nachzumachen. Auch unsere Skier ziehen auf ihren Erkundungsfahrten einen weißen Überwurf an, um so schwerer gesehen zu werden, aber unser Feldgrau ist eben doch nur eine Mittelfarbe, die nicht jedes Gelände imitieren kann, während manche Tiere den Vorteil haben, daß sie sich in geradezu idealer Weise dem bevorzugten Standplatz anpassen können, so z. B. ausschließlich im Laube lebende Insekten und Amphibien, die ein ausgesprochen grünes Kleid tragen, Schmetterlinge, die selbst dem geübten Auge nicht zu erkennen sind, wenn sie auf dem gleichgefärbten Gestein ruhen, oder Fische, wie z. B. manche Flundernarten, die den Grund des Wassers, das sie bewohnen, mit vollendeter Meisterschaft kopieren.

Unsere Feldgrauen können es schon deshalb in dieser Kunst nicht so weit bringen, weil ja ihr Standort ständig wechselt und auch mit dem Wechsel der Jahreszeit in der Färbung des Geländes durchgreifende Veränderungen vor sich gehen. Da haben es manche Amphibien und Reptilien weiter gebracht, die es verstehen, durch Zusammenziehen oder Ausdehnen der sog. Chromatophoren in der Haut sich beliebig der jeweiligen Umgebung anzupassen.

Noch weiter geht die Kunst mancher Insekten, die nicht nur die Farbe, sondern auch die Gestalt ihrer Umgebung anzunehmen verstehen. So gleichen einige weißen oder grünen Blättern, andere sehen wie Zweige aus oder wie ein Stückchen Baumrinde.

Auch in dieser Kunst haben wir, gezwungen, uns der Beobachtung durch feindliche Flieger zu entziehen, bereits bemerkenswerte Anfänge hinter uns, denn unsere Geschütze scheinen, von oben gesehen, alles andere als ein gefährliches Ding, gleichen einem harmlosen Gebüsch, einer Strohmiete oder etwas ähnlichem. Der Erfindungsgabe sind auf diesem Gebiete keine Grenzen gezogen.

Manche harmlosen Insekten versuchen sich dadurch zu schützen, daß sie sich das Aussehen gefährlicher Artgenossen zu Unrecht geben, wie einzelne Fliegen, die mit Stacheln bewehrte Insekten imitieren, und das in solcher

Vollendung, daß sie selbst von der echten Gattung nicht erkannt werden.

Eine ähnliche Kriegslist kommt auch in diesem Kriege häufig vor. Aus allerlei Material werden nachgeahmte Kanonen hergestellt. Der Zweck ist allerdings ein anderer: diese Art von Mimikry soll gerade das feindliche Feuer auf die unrechte Stelle lenken.

Eine Menge der verschiedensten Schutzmittel, die auffallend den in der Natur angewandten gleichen, sind bereits bekannt geworden — viele andere mögen bereits zur Anwendung gekommen sein, von denen die Welt mit Recht bisher nichts erfahren hat, weil ja gerade das Geheimnis den größten Schutz gewährt.

So nahe der Vergleich in diesem Falle liegt, so wird doch mancher sagen, daß er in einer Beziehung hinkt. Wir haben diese Verteidigungsmittel bewußt ersonnen, wogegen es sich bei der Tierwelt um eine unbewußte, durch Naturzüchtung herbeigeführte Erscheinung handelt. Ob dieser Einwand zutreffend ist, muß zum mindesten dahingestellt bleiben. Wir kennen die Triebfedern nicht, die in der Natur zur Anwendung jener Hilfsmittel im Kampf ums Dasein geführt haben, wissen nur, daß unendlich lange Zeiträume nötig waren, um den Effekt hervorzubringen; wir kennen auch nicht die Größe der Verstandeskkräfte, die bei dieser Anpassung tätig waren.

Vielleicht ist auch hier der Unterschied nur ein relativer. Das Tier, das sich gegen einen neuen Feind verteidigen mußte, hatte lange Zeiträume vor sich, um sich darauf einzurichten, da auch der Feind erst ganz allmählich seine Waffe ausbilden konnte. Waffe und Verteidigung erstarkten eben gleichmäßig. Dasselbe ist bei unseren Kampf- und Verteidigungsmitteln der Fall, nur geht die Entwicklung unvergleichlich rascher vor sich.

Das Flugwesen hat sich in einem Jahrzehnt entwickelt — ebenso schnell mußten die Abwehrmittel gegen diesen gefährlichen Feind in Erscheinung treten. In einer so kurzen Spanne Zeit könnte natürlich keine Naturanpassung zustande kommen.

Aber auch in der Tierwelt kommen Fälle vor, in denen das Verteidigungsmittel der neuen Waffe nicht folgen kann, wenn z. B. aus einem anderen Weltteil ein unbekannter Feind eingeschleppt wird, wie wir es mehrmals zu unserem Schaden erlebt haben. Dann kann eine ganze Art der Vernichtung preisgegeben werden.

Dasselbe geschieht, wenn ein mit modernen Waffen ausgerüstetes Volk es unternimmt, einen nur mit Bogen und Pfeil bewehrten Gegner zu bekriegen, oder wenn der Feind unerwartet ein Kampfmittel besitzt, gegen das man im Frieden nicht Abwehrmaßregeln ausbilden

konnte, weil dessen Existenz nicht bekannt war, wie z. B. unsere großen Mörser oder unser Unterseeboot in seiner heutigen Vollendung.

Wie man sich auch immer zu der Frage stellen mag, wie Schutzfärbung und Mimikry in der Natur entstanden sind, interessant bleibt die Tatsache doch, daß die Natur uns längst vorgemacht, was wir nachher — und zwar zögernd und widerwillig — auch erfunden und angewandt haben. Josef Rieder. [493]

NOTIZEN.

(Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

Eigentümlichkeiten der Körper in der Nähe des absoluten Nullpunktes*). Hohe Temperaturen und tiefe und die dabei auftretenden Neuerscheinungen an den Körpern haben von jeher starke Reize auf den Wissenstrieb des Menschen ausgeübt und zu intensivem Studium angeregt. Mit steigender Temperatur beschleunigen sich die chemischen Prozesse, mit fallender verzögern sie sich immer mehr, bis sie bei den erreichten tiefsten Temperaturen so gut wie einschlafen. Eine Reihe interessanter Tatsachen haben nun die Arbeiten von M. Kamerlingh-Onnes in Leyden zutage gefördert.

Bekanntlich leiten die reinen Metalle die Elektrizität immer besser, je mehr sie abgekühlt werden. Kamerlingh-Onnes hatte nun erschlossen, daß bei der mit Hilfe flüssigen Heliums erreichbaren tiefen Temperatur von $-268,75^{\circ}$ ($= 4,25^{\circ}$ abs. Temp.) der Widerstand des Quecksilbers noch leicht meßbar sein müsse, daß er aber bei -271° nicht mehr nachweisbar sei. Das Experiment bestätigte dies. Außerdem zeigte sich aber, daß der Widerstand nicht stetig weiter abnahm, sondern daß das Quecksilber bei $4,19^{\circ}$ plötzlich in einen Zustand überging, in dem die Elektrizität keinen meßbaren Widerstand mehr fand. Durch einen dünnen, 1 m langen Quecksilberfaden ließ sich bei $1,7^{\circ}$ ein Strom von etwa 1000 Amp. pro qmm schicken, ohne daß an seinen beiden Enden eine Spannungsdifferenz hätte festgestellt werden können (die Apparate hätten $0,03 \times 10^{-6}$ V. noch angezeigt) und ohne eine Spur von Wärme zu entwickeln. Bei dem etwaigen Widerstand dieses Fadens handelt es sich um milliardste Teile des Widerstandes bei gewöhnlicher Temperatur. Es handelt sich also um einen Zustand der Überleitfähigkeit, der an eine bestimmte Temperatur, die Schwellpunkttemperatur, gebunden ist, bei deren Überschreiten vom absoluten Nullpunkt her der Widerstand plötzlich eine meßbare Größe annimmt.

Diese Überleitfähigkeit hängt außer von der Temperatur auch noch von der Stromstärke ab. Für jede Temperatur gibt es eine ganz bestimmte Schwellenstromstärke (die aber für verschiedene Metalle verschieden ist), unterhalb deren sich keine Potentialdifferenz feststellen läßt. Oberhalb dieser Intensität zeigt sich ein zunächst äußerst schwacher Widerstand geradeso wie beim Überschreiten der Schwellpunkttemperatur, der zum ersten Auftreten einer Spannungsdifferenz Anlaß gibt. Dadurch tritt

*) La Nature 2148 und Cosmos 1539.

ebenfalls erst jetzt die erste Wärmeentwicklung ein, die schnell den ganzen Leiter erwärmt, wodurch dann der elektrische Widerstand und damit die Potentialdifferenz äußerst schnell wächst. Die Schwellenstromstärke ist sehr niedrig bei Temperaturen, die wenig unterhalb der Schwellpunkttemperatur liegen; sie wird indes sehr beträchtlich, wenn man bei tieferen Temperaturen arbeitet, so daß man dann ziemlich starke Ströme hindurchschicken kann, ohne daß der Leiter die Überleitfähigkeit verliert. Wir haben also hier elektrische Ströme ohne Widerstand, praktisch vor uns, die auch schon anderweit in der Theorie des Diamagnetismus hypothetisch angenommen worden sind. Auch andere Leiter nehmen den Zustand der Überleitfähigkeit an. Die Schwellpunkttemperatur für Zinn ist $3,8^\circ$, für Blei 6° abs. Temp. Da in diesem Zustande keine Wärme entwickelt wird und diese Wärme andererseits bisher das Hindernis war, Elektromagnete über eine gewisse Maximalstärke hinaus zu konstruieren, so lag sofort die Vermutung nahe, daß sich bei diesen Temperaturen ungewöhnlich starke magnetische Felder herstellen lassen müßten, da ja eben selbst starke Ströme keine Wärme mehr entwickeln und daher die Magnetspulen nicht durch Hitze unbrauchbar machen. Der erwähnte Forscher baute sich eine Spule mit 1000 Windungen von $\frac{1}{10}$ mm starkem Bleidraht. Sie war 1 cm lang und 1 cm im Durchmesser. Ein Strom von etwa 0,8 Ampere ging bei tiefer Temperatur durch sie, ohne elektromotorische Kraft zu seiner Unterhaltung zu verbrauchen und ohne daher Wärme zu entwickeln. Der Versuch, durch starke Ströme große Feldstärken zu erreichen, ergab nun eine neue merkwürdige Erscheinung. Das magnetische Feld, das bei dem durch die Spule geschickten Strom noch nicht nennenswert war, entwickelt, wenn man eine bestimmte Feldstärke überschreitet (1000 Gauß für Blei bei $1,8^\circ$ abs. Temp.), äußerst schnell den gewöhnlichen Widerstand und veranlaßt dadurch die unerwünschte Wärmebildung. Diese Feldschwelle wird höher, wenn man weiter unter die Schwellpunkttemperatur geht. Es ist aber immer nötig, bei Magneten, die keine Wärme entwickeln sollen, unter einer verhältnismäßig niedrigen Schwellenfeldstärke zu bleiben, und wir müssen daher die Hoffnung, mit Hilfe niedriger Temperaturen starke Magnete zu erhalten, aufgeben.

Ein weiterer interessanter Versuch sei kurz skizziert: Wenn in einer in sich selbst geschlossenen Spule durch Induktion ein Strom erregt wird, so wandelt sich dessen Energie infolge des Widerstandes äußerst schnell in Wärme um, und wenn die Erregung aufhört, hört auch der Induktionsstrom auf. Wenn nun aber bei Überleitfähigkeit der mikroresiduelle Rest des Widerstandes der besprochenen Spule (736 Ohm bei gewöhnlicher Temperatur) auf den 20 milliardsten Teil davon sinkt, so muß deshalb der Induktionsstrom länger dauern. Die in dieser Weise geschätzte Stromdauer belief sich auf einige Tage. Das Experiment bestätigte dies. Die geschlossene Spule wurde in besonderer Aufhängung in einem Magnetfeld von 200 Gauß bis auf $1,8^\circ$ abgekühlt. Dann wurde das Magnetfeld unterbrochen, so daß ein Induktionsstrom in der Spule entstehen mußte. Die Spule zeigte nun ein starkes paramagnetisches Moment, das durch eine kleine Bussole auffällig angezeigt wurde und sich änderte, wenn man die Spule drehte. Es wurde der konstante Strom in der Spule, der also ohne elektromotorische Kraft sich unterhielt, auf $0,4-0,6$ Ampere

durch Vergleich gemessen. Er dauerte mehrere Stunden. Die Spule verhielt sich also wie ein permanenter Magnet oder wie die theoretischen molekularen elektrischen Ströme.

Mit der Ermöglichung, in der Nähe des absoluten Nullpunktes zu experimentieren, öffnet sich ein ganz neues Arbeitsgebiet, das längst erwünschte Aufschlüsse und, wie man sieht, auch unerwartete Tatsachen reichlich liefern wird.

Die Bedeutung des Sauerstoffs und der Kohlensäure für die Arbeit. Für die Herstellung der bekannten Atmungsapparate, wie sie in Fällen der Not zuweilen angewandt werden, ist es durchaus erforderlich, daß man die Bedeutung des Sauerstoffs und der Kohlensäure bei den verschiedenen Arbeitsarten kennt, um die Arbeitsfähigkeit des Menschen infolge irrthümlicher Schlüsse über den Atmungsvorgang nicht zu mindern oder sogar sein Leben zu gefährden. Unsere atmosphärische Luft setzt sich aus 21 Raumteilen Sauerstoff und 79 Raumteilen Stickstoff zusammen. Allein schon durch den Atmungsprozeß erfährt sie eine wesentliche Änderung, so daß die Zusammensetzung der Atmungsluft mit rund 70% Stickstoff, 17% Sauerstoff und 4% Kohlensäure anzunehmen ist. Eine derartige Luft ist selbst im größeren Raume für die weitere Atmung ungeeignet, um so mehr in einem sehr beschränkten Raume, wie ihn der Helm des Atmungsapparates darstellt. Bei längerem Verweilen in solcher Luft würde der Mensch bewußtlos und schließlich wegen Sauerstoffmangels in Todesgefahr kommen. Der Sauerstoff ist der Lebensspender. Versuche über den Verbrauch an Sauerstoff und über die Entwicklung von Kohlensäure macht nun Dr. Haldane in dem *Colliery Guardian* zum Gegenstand interessanter Erörterungen.

Hiernach stehen die Kohlensäureentwicklung und der Verbrauch an Sauerstoff im Verhältnis zu der Arbeitsleistung und zu der in Tätigkeit gesetzten Muskelmenge. Beispielsweise ist die Sauerstoffmenge, die beim Arbeiten mit beiden Beinen während des schnellen Gehens oder des Steigens in der Zeiteinheit verbraucht wird, etwa fünfmal größer als beim Arbeiten mit nur einem Arme, wie z. B. beim Sägen. Über die jeweilige Zunahme des Sauerstoffverbrauchs, sowie der Kohlensäureentwicklung bei zunehmender Arbeitsleistung hat Dr. Haldane folgende Tabelle aufgestellt:

	Verbrauch an Sauerstoff	Entwicklung an Kohlensäure	Verbrauch an Atmungsluft	Volumen eines Atmungszyklus	Anzahl d. Atmungszyge
	Liter in der Minute		Liter	Minute	
Ruhe:					
im Bett	0,237	0,197	7,7	0,457	16,8
im Stehen	0,328	0,264	10,4	0,612	17,1
Gehende/Bewegung in der Stunde:					
3,2 km	0,780	0,662	15,6	1,27	14,7
4,8 "	1,065	0,922	24,8	1,53	16,2
6,4 "	1,595	1,395	37,3	2,06	18,2
7,2 "	2,005	1,788	46,5	2,52	18,5
8,0 "	2,543	2,386	60,9	3,14	19,5

Diese Zahlen sind mittlere Werte für einen Mann von mittlerer Größe und mittlerem Gewicht, welcher mit verschiedenen Geschwindigkeiten und ohne eine Last zu tragen über ein ebenes Feld hinwegschreitet.

Die Sauerstoff- und Kohlensäurevolumina sind auf 0°C und 760 mm Luftdruck zurückgeführt und würden bei gewöhnlicher Zimmertemperatur etwa 6% größer sein. Hätte der Mann einen Atmungsapparat getragen, so wären die Werte der Tabelle um etwa 25% höher gewesen, entsprechend dem Gewichte des Apparates, welches etwa 25% des Gewichtes des Mannes beträgt. Wie die Tabelle zeigt, genügen somit 50 l Atmungsluft in der Minute, um mit einem Atmungsapparat etwa 6,4 km in der Stunde zurückzulegen; für diesen Normalverbrauch sind die Apparate gewöhnlich auch eingerichtet. Die Kohlensäure spielt indessen eine eigenartige Rolle im Atmungsprozeß. Die Lungen enthalten nämlich neben der bei jedem Atmungszuge eingeatmeten Luft zu jeder Zeit eine sehr große überschüssige Luftmenge in den Lungenzellen, den sogenannten Alveolen. In dieser Alveolenluft ist nach Dr. Haldane und Priestly bei konstantem Luftdruck ein konstanter Kohlensäuregehalt von etwa 5,6% vorhanden, der durch die Atmungstätigkeit stets auf gleicher Höhe gehalten wird. Diese selbsttätige Regelung der Alveolenkohlenstoffmenge ist so feinfühlig, daß ein Unterschied von 0,2% an Kohlensäure in der Alveolenluft sofort auf die Atmungstätigkeit zurückwirkt, um den normalen Zustand wieder herzustellen. Wie die Tabelle ersehen läßt, steigt der Bedarf an Atmungsluft leicht auf etwa 50 l in der Minute und die Atmungstätigkeit steigert sich dementsprechend. Falls aber bei solcher Arbeitsleistung noch 3% Kohlensäure in der eingeatmeten Luft zugegen gewesen sind, so wäre der Bedarf an Atmungsluft auf 90 l in der Minute gestiegen; die Atmungstätigkeit hätte sich dementsprechend noch verstärken müssen. Ein derartiger Luftverbrauch stellt sehr große Anforderungen an die Atmungsorgane; es tritt Atemnot ein; der Widerstand in den Luftwegen eines Atmungsapparates würde sehr groß sein. Erhöht sich aber die körperliche Arbeit noch etwas und steigt gleichzeitig der Kohlensäuregehalt der Einatemluft (z. B. bei teilweiser Wiedereinatmung ausgemeter, noch nicht gereinigter Luft), so wird die Kohlensäuremenge der Alveolenluft bald so groß werden, daß Bewußtlosigkeit eintreten kann. In der Ruhe läßt sich durch tiefere Atmung der Wirkung von 3 bis 4% Kohlensäure leicht entgegenarbeiten; während der Arbeit bedeutet eine weitere Verstärkung der Atmung aber nur eine heftige Anspannung der Atmungstätigkeit. Hinzu kommt dann noch, daß auch eine erhöhte Körpertemperatur, wie sie beim Arbeiten mit Atmungsapparaten häufig eintritt, die Kohlensäureerzeugung im Körper begünstigt und somit den Bedarf an Atmungsluft noch steigert. Die ursprüngliche Ansicht, daß ein erhöhter Sauerstoffgehalt in der eingeatmeten Luft der schädlichen Wirkung der Kohlensäure entgegenwirken könne, ließ sich nicht mehr vertreten. Es zeigte sich vielmehr, daß eine gewisse Kohlensäuremenge ungefähr dieselbe Wirkung auf Atmung hat, ganz gleich ob der Sauerstoffgehalt der eingeatmeten Luft gesteigert wird oder nicht. Ws. [278]

Über hydrothermale Synthesen*). Methoden künstlicher Bildung von Mineralien, die bei Temperaturen oberhalb 100° Wasser benötigen, nennt man hydrothermale Mineralsynthese. Die Untersuchung erfolgt in geschlossenen Gefäßen, bedingt durch die Erhitzung des Wassers über seine Siedetemperatur. Dabei ist

*) *Zeitschr. f. anorg. Chemie* 1914, Bd. 84, S. 31, Bd. 87, S. 52.

jeder Temperatur und jedem Volumen ein Druck zugeordnet. Die Herstellung von Bomben, welche auch bei hohen Temperaturen und beträchtlichen Drucken vollständig dicht sind, bereitet technische Schwierigkeiten. Durch Thermolemente ließ sich die Temperatur annähernd bestimmen; durch die druckdichte Einführung der Thermolementdrähte in die Bombe ist jetzt eine genauere Temperaturmessung möglich. Die hydrothermalen Silikatsynthesen erfolgten durch Einführung eines bekannten künstlichen oder natürlichen Minerals mit einer gewissen Wassermenge oder wässrigen Lösung in die Bombe und Untersuchung der Änderungen und Neubildungen. Als feste Ausgangssubstanzen dienten dabei aber auch amorphe Komponenten, die sich beliebig mischen lassen. Die hydrothermale Silikatsynthese bietet aber eine Reihe von Schwierigkeiten, und wir wissen nichts Sicheres über die Stabilität der erhaltenen Mineralien; die Kristallisationen sind sehr oft nicht reproduzierbar trotz Herstellung der gleichen äußeren Bedingungen (gleiche Bruttozusammensetzung). Die hydrothermale Silikatsynthese sucht solche Mineralien zu erhalten, die bei hohen Temperaturen Bodenkörper einer wässrigen Lösung sind. Die gesuchte Paragenese ist eine Löslichkeitsparagenese. Die Löslichkeit der Silikate in Wasser ist bei 350—500° im allgemeinen noch gering, und dadurch wird die Untersuchung der Kristallisationsprodukte erschwert, die nur beim Abkühlen der Lösung entstehen. Die Bodenkörperprodukte sind meist für keine einheitliche Ausfällungskristallisation anzusehen, sondern entsprechen partiellen Umsetzungen und Lösungen in der ursprünglichen amorphen Masse.

Die Versuche erfolgten in Stahlzylindern ohne Platinierung, und es geht immer etwas Fe^{III} in Lösung. Die Temperatur wurde auf ca. 450° gehalten und die annähernd gleiche Amperezahl nur einmal gemessen. Die Wassermenge und damit der Druck variiert etwas, ohne von Einfluß zu sein. Die eingewogene Bodenkörpermasse war in Silbertiegeln im Stahlzylinder. Benutzt wurde amorphes SiO₂, amorphes Kalialuminat, Kalisilikat, Aluminiumhydroxyd und Eisenhydroxyd. Die erhaltenen identifizierbaren Mineralien sind Hämatit, Kaliägin, Orthoklas und Kaliumnephelinhydrat.

Im übrigen entspricht der Mineralbestand der hydrothermalen Synthese bei 450° noch fast dem der magmatischen Paragenese. Eine Vergleichung ergibt, daß unsere Mineralien vielleicht stabil sind; denn labile Produkte sind bei tieferen und nicht noch höheren Temperaturen zu erwarten.

Die Kristallisationen in der Bodenkörpermasse durch Lösungszusatz führen zur Bildung derjenigen Bestandteile, mit denen die fluide Phase bei den gegebenen Versuchsbedingungen wirklich gesättigt ist. Eine stetige Bildung der nur stabilsten Produkte ist nicht zu erwarten, und die Alkalinität der Lösung scheint die Bildung solcher zu fördern, indem sie in katalytisch beschleunigendem Sinne einwirkt. Die Art der Kristallisationsprodukte ist noch abhängig von „Zufälligkeiten“ im Ausgangsmaterial, und nicht immer kommen nur stabile Körper vor. Mit den heutigen technischen Hilfsmitteln vermag die hydrothermale Silikatsynthese noch nicht die tatsächlichen Existenzfehler der Mineralien in wässrigen Lösungen bei ca. 300—500° auszuwerten.

Die Verhältnisse der hydrothermalen Synthese sind in der Natur während der Drusen- und Pegmatitbildung und bei der Metamorphose verwirklicht. [462]

BEIBLATT ZUM PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Nr. 1333

Jahrgang XXVI. 33

15. V. 1915

Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwesen.

Der Samenkeimschrank „System Scharf“^(*) bildet eine einfache und billige Vorrichtung zur Ausführung von Keimversuchen. Das eiserne Gestell mit 4 Einlagen zur Aufnahme von je 8 Keimschalen ist ringsum von Glaswänden umgeben, so daß das Licht von allen Seiten freien Zutritt hat. Die Beheizung geschieht mittels eines Wasserkastens, der in unteren Teile angebracht ist und durch Bunsenbrenner, Azetylen gas oder auch durch elektrische Birnen erwärmt wird. Die Temperatur, die an einem im Innern des Schrankes aufgehängten Thermometer abgelesen werden kann, soll + 20—23° C betragen. Um eine gleichmäßige Luftfeuchtigkeit zu erreichen, ist der Deckel des Wasserkastens mit Löchern versehen, die nach Bedarf geöffnet oder geschlossen werden können. Das Dach des Schrankes ist derart konstruiert, daß etwa entstehende Wasserniederschläge nach den Seiten abfließen, nicht aber auf die Keimpflanzen tropfen. Als Keimbett dient rein gewaschener Sand oder leichte Mistbeeterde mit Sand vermischt. Bis zum Sichtbarwerden der Keime sind die Schalen mit Glasscheiben zu bedecken. Da jede der 32 Keimschalen, die im Schranke Platz finden, von kleineren Sämereien bis zu 4 Sorten aufnehmen kann, lassen sich über 100 Keimversuche gleichzeitig ausführen.

L. H. [318]

Frostschutz bei Frühkartoffeln. In diesem Kriegsjahr, wo es gilt, unsere zur Neige gehenden Nahrungsmittel möglichst bald durch neue zu ersetzen, wird der Anbau von frühen Gemüsen und vor allem von Frühkartoffeln einen großen Umfang annehmen. Jede Frühkultur muß jedoch mißlingen, wenn dabei nicht mit den Verhältnissen unseres Klimas, besonders mit den häufig wiederkehrenden Nachfrösten gerechnet wird. Es sei daher das Verfahren eines Gärtners^(**) angeführt, das dieser beim Anbau von „frühesten“ Kartoffeln in Südfrankreich erprobte, wo bekanntlich im Frühjahr bei hohen Tagestemperaturen die Gefahr der Nachfröste sehr groß ist. Die Kartoffelfurchen werden im Abstand von 60 cm von Osten nach Westen gezogen und erhalten eine leichte Neigung nach Süden, so daß ihre Erwärmung durch die Sonnenstrahlen gefördert wird. Was also bei Weinbergen im großen mit Erfolg angewandt wird, das ist hier im kleinen wiederholt — ein Gedanke, der übrigens bei der Kultur von wärmeempfindlichen Pflanzen weiter ausgebaut werden könnte. An der Nordseite der Furchen werden als Deckung gegen scharfe Winde Schutzhürden auf-

gestellt. Diese sind möglichst einfach und billig aus jeweils zur Verfügung stehendem Material herzustellen; zwischen je zwei nach unten zugespitzten Pfählen, die in eine Entfernung von 0,60 bis 100 m gebracht werden, wird eine Lage von Reisig, Latten oder Schilfrohr ausgespannt. Die Hürden werden mit den zugespitzten Enden der Pfähle in die Erde gesteckt und zunächst ziemlich schräg, nach Süden offen, über die Reihen der gut vorgekeimten Kartoffeln gelegt. Indem die Pflänzchen allmählich heranwachsen und gleichzeitig die Gefahr der Nachfröste abnimmt, werden die Hürden steiler aufgerichtet und schließlich ganz entfernt.

L. H. [488]

Verwertung der Haushaltsabfälle als Viehfutter. Es ist gewiß erfreulich, zu sehen, wie die Abfallindustrie Fortschritte macht, wie der Wert mancher früher achtlos der Vernichtung anheimgegebenen Abfälle erkannt und stellenweise mit recht großem Nutzen ausgewertet wird; dennoch aber bleibt auf diesem wichtigen Gebiete noch sehr viel zu tun, ehe wir uns des barbarischen Raubbaues nicht mehr zu schämen haben werden, den wir jetzt noch an den Schätzen der Mutter Natur treiben. Recht schlimm sieht es in dieser Beziehung auch im Haushalt aus. Küchen- und andere Abfälle, die in sehr großer Menge entfallen, bleiben, in den Städten wenigstens, durchaus Abfälle und werden als wertlos fortgeworfen, wobei ihre Beseitigung noch erhebliche Kosten verursacht. Und doch könnten wir aus den Haushaltsabfällen nicht nur die Kosten für deren Fortschaffung leicht bestreiten, wir könnten einen sehr großen Teil von ihnen auch nutzbringend verwerten und damit Millionenwerte erhalten! Den Beweis dafür haben zwei deutsche Städte, Charlottenburg und Potsdam, erbracht, und ihnen nachzustreben müßte, insbesondere in dieser Zeit der Knappheit des Viehfutters, eine äußerst dankbare Aufgabe für alle größeren Gemeinwesen sein. Zunächst haben beide Städte die Verwertung der eigentlichen Küchenabfälle, die sich infolge ihres Nährwertes als Viehfutter sehr gut eignen, ins Auge gefaßt. Da nicht daran gedacht werden kann, derartige Abfälle aus den anderen Hausabfällen, wie Asche, Kehrlicht, Scherben, Papier, Metall usw., herauszusuchen, mußten schon im Hause die organischen, die als Futter verwertbaren Abfälle von den anderen, den anorganischen getrennt werden, und das konnte, wie die Dinge nun einmal liegen, natürlich nur durch Ausübung eines Zwanges auf die Haushaltungen erreicht werden. Charlottenburg hat dahingehende Verordnungen erlassen und die Kosten der Abfallabfuhr nach Maßgabe des Gebäudesteuer-Nutzungswertes auf alle Besitzer bewohnter Grundstücke verteilt, Potsdam dagegen holt die Haushaltsabfälle überall da kostenlos

^{*)} Möllers Deutsche Gärtner-Zeitung 1915, S. 16.

^{**)} Möllers Deutsche Gärtner-Zeitung 1915, S. 89.

ab, wo die durch Polizeiverordnung vorgeschriebene Zweiteilung derselben vorgenommen wird, zwingt aber den Hausbesitzer, der sich dieser Ordnung nicht fügt, zur Beseitigung der Abfälle auf eigene Kosten. In beiden Städten hat die Durchführung der Hausmüllteilung — Charlottenburg verlangt sogar eine Dreiteilung — viel weniger Schwierigkeiten gemacht, als man auf den ersten Blick glauben sollte. In Potsdam wurden die auf diese Weise gewonnenen Küchenabfälle nach entsprechender Aufbereitung — Säuberung, Zerkleinerung, Kochung — direkt zur Schweinemast verwendet. Der Erfolg war durchaus befriedigend, da aber eingeschleppte Seuchen das wirtschaftliche Ergebnis verminderten, ging man zur Rindviehfütterung über und erzielt damit zurzeit sehr günstige Resultate. Die Küchenabfälle von etwa 800 Personen sollen völlig genügen, um ein Rind von 250 bis 300 kg Lebendgewicht in etwa 18 Monaten zu mästen, bei einer täglichen Gewichtszunahme von 1,25 kg. Daß das angesichts der verhältnismäßig geringen Kosten für Heranschaffung und Aufbereitung des Futters einen sehr zufriedenstellenden wirtschaftlichen Erfolg bedeutet, muß wohl nicht erst näher ausgeführt werden. Auch in Charlottenburg litt die Schweinehaltung in den ersten Jahren sehr unter Seuchen, so daß man sich entschloß, den Weg der Viehmast ganz zu verlassen und die Küchenabfälle durch Trocknung zu einem haltbaren und versandfähigen Viehfutter zu verarbeiten, das allein sowohl, wie mit anderen Futtermitteln — besonders mit Melasse — gemischt, in den Handel kommt. Aus den Küchenabfällen von 100 000 Personen stellt die Charlottenburger Futtermittelfabrik in Seefeld heute jährlich 750 000 kg getrockneter Futtermittel her, die bei dem Preise von 10 Mark für 100 kg eine Einnahme von 75 000 Mark im Jahre erbringen. Wieviele der deutschen Großstädte braucht es denn da, um die oben erwähnten Millionen aus den Küchenabfällen herauszuholen? Kleinere Städte, für die sich eigene Futtermittelfabriken nicht lohnen, könnten sich mit benachbarten zu Genossenschaften zusammentun und ihre Abfälle gemeinsam verwerten, und noch kleinere Gemeinwesen werden für ihre Küchenabfälle, wenn sie nur getrennt von anderem gesammelt werden, auch guten Absatz als Viehfutter finden, sei es in eigener Viehmastanstalt kleineren Umfangs — die Mißerfolge in Potsdam und Charlottenburg scheinen mir durchaus nicht zu beweisen, daß städtische Viehhaltung ungünstiger sei als Futtermittelbereitung, von Fall zu Fall wird man das Günstigste suchen müssen — oder bei der Landwirtschaft der näheren Umgebung. Seit einigen Wochen ist auch für Groß-Berlin eine Verfügung des Oberbefehlshabers in den Marken in Kraft, nach der alle Küchenabfälle zwecks Verwertung als Viehfutter besonders zu sammeln sind, und wenn auch über den Erfolg dieser Maßregel zurzeit noch nicht berichtet werden kann, so darf man doch hoffen, daß der Krieg, wie auf anderen Gebieten, so auch hinsichtlich der Verwertung der Küchenabfälle uns zu größerer Sparsamkeit führt, als wir sie bisher zu üben gewöhnt waren. Was aber steckt außer den Küchenabfällen noch alles an Wertvollem im Hausmüll? Viel Brennbares, das man sich mit nicht gerade überwältigendem Erfolge durch Müllverbrennungsöfen in elektrische Energie umzuwandeln bemüht, dann aber Papier, Leder, Glas- und Porzellanscherben, Metalle (welche Mengen von Metall haben die anlässlich des Krieges veranstalteten Sammlungen aus unsern Häusern zu-

tage gefördert), Knochen, soweit sie nicht verfüttert werden, Wolle, Leinen, Baumwolle und vieles andere, was schon allein durch Zweiteilung des Mülls, wie in Potsdam, leichter auszulesen und zu verwerten ist, bei der Charlottenburger Dreiteilung aber — die Asche bleibt allein — nur einer Sortierung bedarf. Es braucht wirklich nicht viel dazu, daß die Hausmüllbeseitigung, die bisher viele Kosten verursachte, eine recht ergiebige Einnahme für unsere Gemeinwesen werde, die Technik kann unsere Haushaltungsabfälle verwerten, möge die Verwaltung sie ihr recht bald in großen Mengen zuführen! O. B. [486]

Die **Buchenrinden-Wollaus** (*Cryptococcus fagi*) hat in jüngster Zeit u. a. auch in der Umgegend Kiels durch ihr häufiges Auftreten mancherlei Besorgnisse in städtischen und fiskalischen Behörden wachgerufen und Veranlassung gegeben, recht umständliche, mühsame und zeitraubende Mittel zu ihrer Bekämpfung anzuwenden. Allein es scheint doch, als habe man die schädliche Wirkung dieser Läuse, deren Wollpelz die Stämme namentlich an der Luvseite wie mit einem dichten Rauhref bekleidet und auch dem Laien in die Augen springt, überschätzt. Dr. L. R h u m b l e r, Kgl. Prof. an der Forstakademie Hann.-Münden, hebt gegen den Schluß seiner genauen Studien (vgl. *Die Buchenrinden-Wollaus [Cryptococcus fagi] und ihre Bekämpfung*, Verlag von J. Neumann, Neudamm 1914, Preis 20 Pfg.) ausdrücklich hervor, es läge kein Grund vor, dem Schädling bedingungslos den Krieg zu erklären, womit natürlich durchaus nicht gesagt sein soll, daß man sich um seine Bekämpfung überhaupt nicht bemühen möchte. Die Naturgeschichte der Wollaus dürfte auch dem Naturfreund und fleißigen Spaziergänger durch unsern deutschen Buchenwald mancherlei Einblicke in die intimsten Winkel der Naturwerkstatt darbieten und wiederum einmal die Wahrheit des alten Satzes bestätigen: „Willst du einen Schädling erfolgreich bekämpfen, so lerne erst sein Leben gründlich verstehen!“ — Die Buchenrinden-Wollaus überwintert als Larve, die an der Rinde festsetzt und bereits mit Wolle bedeckt ist. Es sind zwei Larvenstadien deutlich voneinander zu unterscheiden. Larvenform I ist aus dem Ei entschlüpft und hat bei ihrer schlankeren Körperform eine Länge von 0,24—0,33 mm, während die Larvenform II etwas gedrungener ist, immerhin jene an Größe um ein geringes übertrifft (0,35—0,38 mm). Von April bis Juli vollzieht sich die Verwandlung zum ausgebildeten Insekt, das sich namentlich durch das gänzliche Fehlen von Beinen unter der Lupe als solches sofort kenntlich macht. Regungslos sitzt die Mutterlaus in ihrer Wolle, wächst nach und nach auf 0,60 bis 0,80 mm an und legt ihre Eier in mehreren Sätzen von je 7—8 Eiern. Die Eiablage kann sich bis in den Oktober erstrecken. Dann stirbt sie. Mutterläuse, die später noch in der Winterwolle gefunden werden, haben sich allemal als tot erwiesen. Die Larven sind nun vermöge ihrer relativ recht kräftig entwickelten Beinpaare zu ausgiebigen Wanderungen befähigt, nicht nur in der Lauswolle, sondern auch auf ganz glatten Rinden. Vorwiegend kriechen die Larven stammwärts, dem Lichte zu. Je wärmer es ist, desto rascher und geschickter vollzieht sich die Ausbreitung von ihrer Geburtsstätte; an einem warmen Nachmittage kann die Larve im Sonnenschein 2 m zurücklegen. Schließlich verankert sie sich mit ihren Rüsselborsten und verläßt den einmal gewählten Ort nicht wieder. Inzwischen,

oft jedoch auch einige Wochen später, hat sich die Larve (Form I) mit Wolle bedeckt, unter deren Schutz sie sich häutet, um schließlich in Form II überzugehen, die dann nach weiteren zwei Häutungen und unter reichlicherer Wollausscheidung ihre Entwicklung zur fertigen Laus beendet.

Für die Ausbreitung der Laus von Stamm zu Stamm kommt mithin nur Larvenform I in Frage. Wollverschleppungen in denjenigen Monaten, in denen die Larven schon festsitzen und wobei keine Eier von Stamm zu Stamm übertragen worden sind, sind durchaus ungefährlich. Daraus folgt, daß die eigentliche Verschleppungszeit in die Monate von Juni bis November fällt, speziell September bis November. Jede Wollverschleppung in dieser Zeit kann eine Infektion bewirken. Männchen sind bisher nicht beobachtet worden; die Fortpflanzung scheint also ausschließlich auf rein parthenogenetischem Wege zu erfolgen.

Die Verbreitung der Buchenrinden-Wollaus von Baum zu Baum erfolgt wohl ausschließlich durch den Wind. Das Laufgebiet der Larvenform I beschränkt sich gewiß im wesentlichen auf den Stamm, auf dem sie aus dem Ei gefallen ist. Zwar ist keineswegs ausgeschlossen, daß sich nicht auch etliche Lauflarven von ihrem „Stammsitz“ über den Waldboden nach einem andern verirren könnten, jedoch findet auf diesem Wege die Infektion einer Waldpartie sicherlich nicht statt, wie Prof. R h u m b l e r mittels Glastafeln, die er mit Raupenleim bestrichen hatte, nachweisen konnte: in unmittelbarer Nähe stark verlauster Bäume lieferten sie nur sehr minimale Fänge, in größerer Entfernung aufgestellt, erheblich höhere Fangziffern. Gerade der letzte Umstand beweist, daß die Eier und Laufläuse keineswegs allein mit der Wolle durch den Wind fortgetragen werden, wiewohl ja diese Wollausscheidung sicherlich an erster Stelle diesem ökologischen Faktor zu dienen hat, sondern daß die kleinen Läuse auch während des Laufens vom Winde abgeweht werden; denn es wurden auch solche ohne die geringsten Wollfäden auf den Windfangtafeln unter dem Mikroskop gefunden. Es ist anzunehmen, daß der weitaus größere Teil der auf den Waldboden verwehten Laufläuse zugrunde geht.

Wo die Wollaus ein Revier befallen hat, da dürfte schließlich keine einzige Buche völlig lausfrei sein, die jüngsten Stämme ebensowenig wie die der allerältesten; darum ist eine vollständige Ausrottung völlig aussichtslos. Ganz lausfrei erscheinende Bäume können schon nach wenigen Jahren total verlaust sein, wenn sie günstige Ernährungsbedingungen für ihre Schmarotzer darbieten. R h u m b l e r hat berechnet, daß sich unter solchen Umständen eine einzelne Laus in 4 Jahren auf 50 625 Läuse vermehren kann. Zum Glück lehrt aber die Erfahrung, daß die allermeisten Bäume ihren Lausbestand nicht in dieser sonst geradezu schreckenerregenden Weise vergrößert haben. Da es an eigentlichen tierischen Feinden fehlt, dürften die allermeisten Laufläuse schon vor dem Ende ihrer Entwicklung eintrocknen, weil die Mehrzahl aller Bäume unter normalen Umständen den Läusen keine günstigen Lebensbedingungen darbietet. Die Beschaffenheit der Rinde an Lausbüchen scheint keine Bedeutung zu haben. Weil nun nicht anzunehmen ist, daß ein Baum auf dieser, ein anderer auf einer andern Altersstufe, also zu ganz ungleichen Zeiten seine Rinde oder sonstige Innenbeschaffenheit normalerweise so ändert, daß er von der unauffälligen Belausung zur auffälligen Ver-

lausung übergeht, so scheint es, daß nur solche Schäden, die dem Baum von außen zugeführt werden, den Grund für die plötzliche, auch dem Laien in die Augen springende Vermehrung der Wollläuse bilden können. Das ist eine jedem Forstmann auch sonst geläufige Erfahrungstatsache. Als primäre Schäden bezeichnet R h u m b l e r folgende:

- a) Mechanische Schädigungen oder Verletzungen der Rinde (Wildverbiß, selbst seichte, haardünne Messerrisse);
- b) Einfluß von Vorparasiten, Schleimflußerregern, wiewohl R h u m b l e r diese Annahme noch nicht als festbegründete Tatsache anspricht;
- c) die das Eingehen der Buchen fördernden Nachparasiten: Rindenbohrer, der rote Höckerpilz (*Nectria*) u. a. In diesem Falle wäre die Buchenrinden-Wollaus nur eine Mithelferin am Werke der Zerstörung, das sie nicht begonnen hat, wohl aber fördern kann.

Es ist hier nicht der Ort, den Methoden der Bekämpfung der Wollläuse nachzugehen. Wer den Ratschlägen R h u m b l e r s folgen will, den verweisen wir auf das eingangs genannte Büchlein. Im übrigen aber kann die Wollaus dem Forstmann auch nützlich sein, insofern sie dann, wenn sie infolge ihres häufigen Auftretens am Buchenstamm gewissermaßen die „weiße Plage“ zeigt, wie R h u m b l e r sehr hübsch bemerkt, dem Förster gleichsam zum Bewußtsein bringt, daß der betreffende Baum sicherlich der lebensgefährlichen Schleimpustelkrankheit verfällt, nämlich dann schon, wenn die Schleimpusteln noch nicht hervorgetreten sind.

Bfd. [429]

Apparate- und Maschinenwesen.

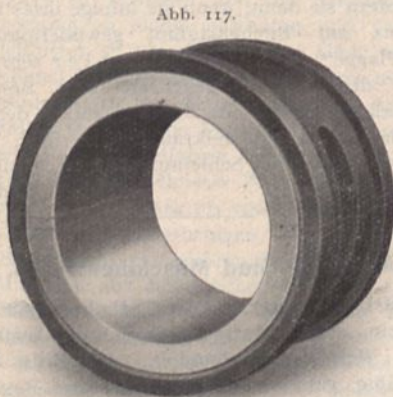
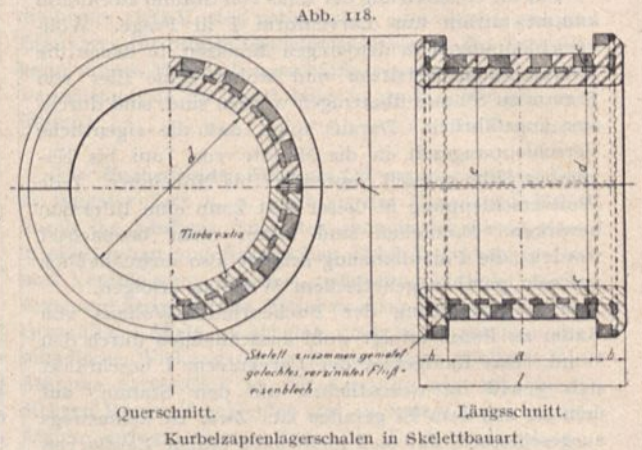
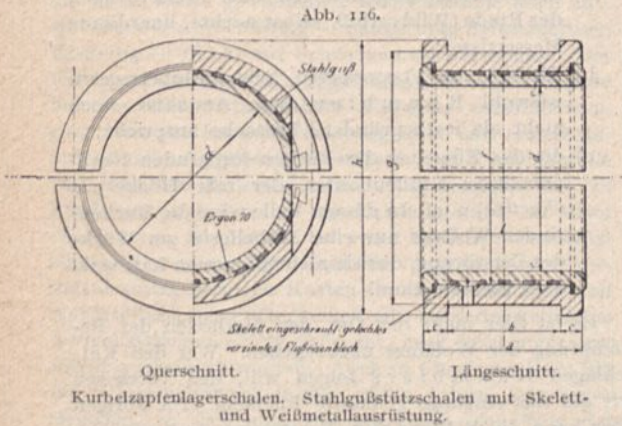
Schaufel-Erdbohrer. Die Erdbohrer sind heutzutage ein sehr häufig gebrauchtes Instrument, wenn es sich darum handelt, die Erde in verhältnismäßig geringen Tiefen auf ihre Beschaffenheit festzustellen. Für gewöhnlich sind es eiserne kantige Stangen, die am oberen Ende ein Ohr für den Holzhandgriff haben, am anderen aber unmittelbar in Bohrwindungen auslaufen. In der Praxis bezeichnet man diese Bohrer kurz als Schlangenbohrer. Neuerdings läßt man das Bohrende nicht in eins mit der Bohrstange, sondern läßt es zweiteilig in Schaufeln auslaufen. Es leuchtet ein, daß diese Bohrer eine größere Gewähr dafür bieten, daß eine Täuschung über die wirkliche Beschaffenheit des Erdbodens ausgeschlossen ist. Denn die Schaufeln werden bedeutend mehr Erdproben aus dem Bohrloch mit herausbringen, als es bei dem einfachen Schlangenbohrer der Fall ist. Bei diesen ist man nur immer auf die Erdmasse beschränkt, die sich in den Bohrwindungen mit eingeschraubt hat; viel ist das gerade nicht. Die neuen Bohrer werden von der Maschinenfabrik H. J a s m i n, H a m b u r g 30, hergestellt.

Ws. [82]

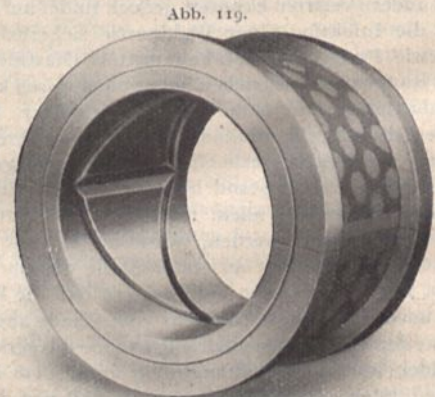
Skelettlagerschalen. (Mit vier Abbildungen.) Bei hochbeanspruchten Lagern verwendet der Maschinenbau seit einigen Jahren mit gutem Erfolge die Skelettlagerschalen der Glyco Metall Gesellschaft m. b. H. in Wiesbaden, die durch ein Skelett aus Flußeisenblech dem an sich weniger widerstandsfähigen Lagermetall stärkeren Halt und höhere Festigkeit verleihen, es also besonders bei hohen Lagerdrücken

gegen Zerspringen und Ausbröckeln schützen, gleichzeitig eine Ersparnis an dem verhältnismäßig teureren Lagermetall ermöglichen und schließlich auch gestatten, mit geringeren Abmessungen der Lagerschalen und damit der ganzen Lagerkörper auszukommen, was abgesehen von der auch dadurch wieder erzielten

Festigkeit der Lagerschale ermöglicht die Verwendung billigeren Weißmetalls in vielen Fällen, in denen man früher aus Gründen der Festigkeit teurere Bronzeschalen verwenden mußte. Die Anbringung von Schmiernuten, Öllöchern und Schmieringen bereitete bei Skelettlagerschalen ebenso



Skelettlagerschale Abb. 116. Ansicht.



Skelettlagerschale Abb. 118. Ansicht.

Materialersparnis besonders beim Bau von Lagern für Automobil-, Luftschiff- und Bootsmotoren von Wichtigkeit ist, bei denen bekanntlich sehr viel auf Raum- und Gewichtersparnis ankommt. Das Lagerschalenskelett besteht aus gelochtem und verzinnem Flußeisenblech, einfach (wie in Abb. 116 und 117) oder aus zwei zusammen genieteten Blechen bestehend (wie in Abb. 118 und 119), das in entsprechender Gießform mit dem Lagermetall derart umgossen wird, daß das Skelett nach dem Rücken der Lagerschale durchtritt, wie in Abb. 119 deutlich erkennbar. Die Innenseite der Lagerschale besteht dagegen aus einer einheitlichen, das Skelett in gleichmäßiger Stärke völlig überdeckenden Schicht von Lagermetall. Infolge der guten Verzinnung des Skelettbleches geht dieses mit dem Lagermetall beim Umgießen eine sehr innige metallische Verbindung ein, so daß eine Lockerung der beiden Teile auch bei stärkster Beanspruchung nicht zu befürchten ist, um so weniger, als das mit vielen Zapfen in das Skelettblech hineingreifende Lagermetall mit diesem auch schon rein mechanisch sehr gut verbunden ist. Die durch das Skelett bedingte hohe

wenig Schwierigkeiten wie bei den Schalen aus einem Lagermetall. O. B. [446]

Fragekasten.

Frage 14. Für den Bau provisorisch zusammengestellter chemischer Apparate im Laboratorium ist ein sehr bequem zu handhabendes Metall das Aluminium. Es läßt sich bis 2 mm stark leicht biegen, leicht mit der Blechschere bearbeiten, leicht bohren und nieten, kurz, der nur einigermaßen geschickte Chemiker wird unabhängig vom Mechaniker, dessen Tätigkeit erst dann beginnt, wenn das Modell in allen Einzelheiten fertiggestellt und auf seine Brauchbarkeit hin genügend erprobt ist. Nur das Lötten von Aluminium bietet dem Laien Schwierigkeiten, und meine Frage geht nun dahin: Gibt es ein Lötverfahren, das in ähnlich bequemer Weise das Lötten von Aluminium gestattet wie das Vermitteln des Tinol-Zinns bei anderen Metallen, z. B. Fe, Cu usw., auch für jeden Ungeübten möglich ist? Kh. Dr. C. [490]