

PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

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

Nr. 1375

Jahrgang XXVII. 23

4. III. 1916

Inhalt: Die Kohlensäuredüngung. Von O. EIGENHART. — Aluminium als Baumaterial für Apparate der chemischen Industrie. Von Oberingenieur OTTO BECHSTEIN. Mit fünf Abbildungen. — Die „Deutsche Zeit (Dezimal-Quindezimalzeit). Von GUSTAV TAUBE, Kassel. (Zweiter Teil.) Mit zwei Abbildungen. (Schluß.) — Gegorene Milch. Von CARL TUSCHEN. — Rundschau: Die Temperatur im Mittelpunkt der Erde. Von W. PORSTMANN. Mit drei Abbildungen. — Notizen: Kriegstechnik vergangener Zeiten. — Herstellung von Selenzellen. Mit einer Abbildung. — Vereinfachte Technik der direkten Blutübertragung.

Die Kohlensäuredüngung.

Von O. EIGENHART.

Seit dem Landwirt im Chemiker ein Mitarbeiter erstand, ist die Erkenntnis vom Wert künstlicher Düngung der Höchstausnutzung des Bodens in immer steigendem Maße zugute gekommen. Zahlen sind stets der schlagendste Beweis. Vor 30 Jahren noch war der Bodenertrag an Weizen in Frankreich und Deutschland fast gleich; die Zahlen waren, pro Hektar in Doppelzentnern gerechnet, 12,0 und 12,8. Jetzt, kurz vor Kriegsausbruch, ergaben die Zahlen ein wesentlich anderes Bild, nämlich einen Hektarertrag von 13,6 Doppelzentnern in Frankreich, gegen 22,3 in Deutschland. Während also in Frankreich in drei Jahrzehnten die Zunahme nur 10 v. H. betrug, hat Deutschland dank seiner sehr ausgiebigen künstlichen Düngung den Hektarertrag fast verdoppelt.

Die künstliche Düngung galt bis heute ausschließlich der „Bodenernährung“ der Pflanze (der fachmännische Ausdruck ist eigentlich eine logische Unmöglichkeit). Stickstoff, Kali, Phosphor, Kalk usw. fehlen heute nirgends, wo eine höchstmögliche Bewirtschaftung des Bodens angestrebt wird. Merkwürdigerweise ist aber bis vor kurzem kaum je ernstlich der Vorschlag gemacht worden, der Pflanze auch denjenigen Grundstoff künstlich zuzuführen, der ihre Hauptmasse ausmacht und ihr doch nur in geringen Mengen, im Minimum, zur Verfügung steht, nämlich den Kohlenstoff.

Die grüne Pflanze entnimmt den Kohlenstoff zum Aufbau ihres Körpers fast ausschließlich der Luftkohlendioxid. Durch die grünen Chlorophyllkörner der grünen Pflanzenteile wird die Luftkohlendioxid unter Einwirkung des Sonnenlichts in ihre Bestandteile Sauerstoff und Kohlenstoff zerlegt. Der Kohlenstoff wird unter Wasserzufuhr zu Kohlehydraten, vor allem zu Zucker und Stärke, verarbeitet; der

Sauerstoff wird frei und geht wieder in die atmosphärische Luft über. Ganz geringe Mengen Kohlenstoff vermögen höhere Pflanzen wohl auch noch stark humosem Boden in irgendeiner Form zum Aufbau organischer Substanz zu entziehen, wenn auch die Liebig'sche Humustheorie, nach welcher der ganze für die Pflanze notwendige Kohlenstoff aus dem Humus des Substrats stammen sollte, entschieden zu weit ging. In den weitaus meisten Fällen steht also der Pflanze lediglich die atmosphärische Luft als Kohlendioxidquelle zur Verfügung. Wasserpflanzen finden ihren Kohlendioxidbedarf auch in den natürlichen Gewässern.

Die Luft erhält dauernd große Kohlendioxidmengen aus der Atmung tierischer Lebewesen, durch Verbrennung von Holz, Kohle usw., durch vulkanische Tätigkeit, so daß man fast stets im Mittel 3 l CO_2 in 10 000 l Luft feststellt. Im Winter ist bei uns die Menge etwas größer, nämlich 3,0—3,6 l, im Sommer etwas geringer, 2,7—2,9 l. 3 l CO_2 wiegen etwa 7 g, davon sind aber nur $\frac{3}{11}$ Kohlenstoff. In 10 000 l Luft sind demnach nur etwa 2 g Kohlenstoff enthalten. Auch wieviel Kohlehydrate aus der aufgenommenen Kohlendioxid gebildet werden können, läßt sich berechnen. Im allgemeinen kann man für 1 g Kohlehydrate 784 ccm oder rund 1,5 g CO_2 rechnen. Auf Quadratmeter und Stunde bezogen, ergeben durch Versuche gefundene Werte von Assimilationsstoffen etwa 0,4—0,8 g Trockenmasse.

Durch wissenschaftliche Laboratoriumsversuche ist nun schon längere Zeit erwiesen, daß nicht der oben genannte gewöhnliche Kohlendioxidgehalt der Luft, sondern das Mehrfache dieser Menge das Optimum der Assimilation darstellt. Es hat sich zwar gezeigt, daß die Kohlendioxid in einer Stärke von etwa 5 v. H. das Wachstum von Wurzeln stark beeinträchtigt und bei 25—30 v. H. überhaupt zum Stillstand bringt (für Stengel sind die Zahlen 15 v. H.

und 20—25 v. H.), aber es steht andererseits auch einwandfrei fest, daß eine Vermehrung des Kohlensäuregehaltes der Luft um nur einige Hundertteile die Entwicklung der grünen Pflanzenteile, vor allem deren Stärkebildung, ganz auffallend begünstigt. Zu einem schädlichen Übermaß an Kohlensäure kommt es in der freien Natur nicht, da die grünen Pflanzenteile solche Anhäufungen sofort zerlegen und unschädlich machen. Wenn sich trotzdem die Luft unmittelbar am Erdboden, namentlich über humosen Böden (Mistbeeten), vielfach reicher an Kohlensäure erweist, so ist dies auf die Kohlensäurebildung bei der Zersetzung organischer Stoffe und auf die Tätigkeit gewisser CO₂ oxydierender Bodenbakterien zurückzuführen. — Soviel steht jedenfalls fest, daß die Ansicht, die heutige Pflanzenwelt sei dem durchschnittlichen Kohlensäuregehalt der Luft, den 0,03 v. H., am besten angepaßt, durch Laboratoriumsversuche schon seit einiger Zeit widerlegt ist.

Trotz der großen botanischen, gärtnerischen und agrikulturchemischen Bedeutung dieses durch die Wissenschaft erwiesenen ursächlichen Zusammenhanges zwischen erhöhtem Kohlensäuregehalt der Luft und einer Wachstumsförderung der Pflanze hat es lange gedauert, bis sich auch die landwirtschaftliche und gärtnerische Fachwelt dafür interessierte. Erst in den letzten drei Jahren lesen wir hin und wieder in den gärtnerischen Fachzeitschriften von Versuchen, neben den altbekannten Verfahren zum Treiben der Pflanzen, wie Kälteanwendung, Ätherisierung, Warmwasserbädern, chemischer Beeinflussung u. a., auch die Kohlensäure dem praktischen gärtnerischen Pflanzenbau nutzbar zu machen. Als erster hat sich Professor Dr. Hugo Fischer*) mit Eifer und Erfolg der Frage einer Düngung mit Kohlensäure gewidmet und hat im Botanischen Garten bei Dahlem praktisch eine ganze Reihe von Versuchen angestellt und bearbeitet. —

Bei seinen ersten Arbeiten standen ihm vier kleine Glashäuschen von nahezu gleichen Belichtungsverhältnissen zur Verfügung. Die Versuchspflanzen, bei deren Auswahl natürlich auf möglichst gleichen Stand der Entwicklung gesehen wurde, wurden auf die vier Häuschen verteilt und dann mehrere Wochen lang alltäglich der Einwirkung einer künstlichen Kohlensäurezufuhr ausgesetzt, d. h. die Pflanzen eines Häuschens blieben ungedüngt. Nr. 2, „schwach

gedüngt“, erhielt täglich 300 ccm, Nr. 3, „mittelgedüngt“, erhielt täglich 1 l, Nr. 4, „stark gedüngt“, erhielt täglich 2 l.

Die Kohlensäure wurde in Gasform zugeführt, man ließ sie einfach aus einer der bekannten Stahlflaschen, die mit zusammengepreßter Kohlensäure gefüllt sind, ausströmen.

Als Ergebnis dieses ersten Versuches zeigte sich nach einigen Wochen, daß z. B. bei Tabakpflanzen die Kohlensäurebehandlung eine auffallende Gewichtszunahme zeitigt hatte:

ungedüngt . .	67 g,	Verhältnis	100
schwachgedüngt	76 g,	„	113
mittelgedüngt .	86 g,	„	128
stark gedüngt .	107 g,	„	160

Primeln, Fuchsien und Pelargonien wurden durch die Kohlensäure zu einem sichtlich reicheren Blühen angeregt; bei einer *Coleus*-Art ergab sich eine Gewichtszunahme gedüngter Exemplare um 152 v. H. gegenüber ungedüngten.

Bei einem späteren Versuch stellte sich heraus, daß für manche Pflanzen eine tägliche Dosis von 2 l CO₂ schädlich ist, denn die Blätter fielen frühzeitig ab. Dagegen wurden auch diesmal Sämlinge von *Reseda odorata* bei einer Kohlensäurezufuhr von $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$ und 1 l täglich zu auffälliger Blühwilligkeit veranlaßt. An Gurken zeitigte die neuartige Behandlung neben einer besseren Ernährung eine willkommene Nebenwirkung, nämlich eine gesteigerte Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge aller Art. Auch gedüngte Stecklinge von *Chrysanthemum*arten fielen durch höheres Gewicht und gesteigerte Blühwilligkeit auf, ein für den Kunstgärtner besonders wichtiges Ergebnis. Ähnlich günstige Erfahrungen machte man mit Orchideen, ebenfalls in sorgsamer, hoher gärtnerischer Pflege stehenden Gewächsen. Von gedüngten Tomaten konnte man fast das doppelte Gewicht ernten, wie von ungedüngten Vergleichspflanzen. — Dies alles sind nur Einzelbeispiele aus der großen Zahl von Versuchen, die Professor Fischer mit den verschiedensten Gewächsen anstellte.

Eine Nachprüfung dieser günstigen Ergebnisse, die der kgl. Garteninspektor Löbner*) in Dresden in seinen Anpflanzungen vornahm, bestätigte die für den Kunstgärtner — vorerst wenigstens für diesen — so wichtige Tatsache, daß Kohlensäuredüngung die Entwicklung, Blühreife und Blühwilligkeit der Pflanze wesentlich fördert. So hat Löbner u. a. gefunden, daß *Rhododendron*, *Pinus*arten und andere Versuchspflanzen rascheres Wachstum, straffere Haltung zeigten, und daß die größeren, dunkler

*) Dr. Hugo Fischer, *Pflanzenernährung mittels Kohlensäure*. „Gartenflora“, 1912, Heft 4. — Derselbe, *Die Kohlenstoffernährung gärtnerischer Kulturpflanzen*. „Gartenflora“, 1914, Heft 6. — Derselbe, *Zur Frage der Kohlensäureernährung der Pflanzen*, „Berichte der Deutschen botan. Gesellschaft“, 1912, S. 598.

*) M. Löbner, *Nochmals über Düngung der Pflanzen mit Kohlensäure*. „Möllers Deutsche Gärtner-Zeitung“, 1913, Nr. 37.

gefärbten Blätter gedüngter Rosen auch gegen Mehltau und Blattläuse völlig gefeit waren.

Aus all diesen Versuchen erhellt der Beweis, daß eine Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der Luft eine auffallende Förderung der Pflanzenentwicklung bewirkt, daß gerade auch die wertvolleren Pflanzen insbesondere in Blühreife und Blühwilligkeit, aber auch hinsichtlich der Größe und Färbung der Blüten günstig beeinflußt werden. Den Züchter wird noch besonders interessieren, daß auch die Bastarde, die sonst wenig zu Blüten- und Fruchtansatz neigen, durch Behandlung mit Kohlensäure zu reichem Samenansatz angeregt werden. Schon aus diesen Beobachtungen ergibt sich, in welcher Richtung der Pflanzenernährung mittels Kohlensäure eine besondere Bedeutung zukommt. —

Den Praktiker werden in zweiter Linie zunächst die Kosten des neuen Verfahrens interessieren. Ausgaben erwachsen nur aus der Beschaffung des Kohlensäuregases. Neben dem Gas in Stahlflaschen gibt es auch noch billigere Kohlensäurequellen, welche die Kosten des neuen Düngungsverfahrens in vernünftigem Verhältnis zum Gewinn halten. Man braucht sich ja nicht gerade für die naturgemäße Art der CO_2 -Gewinnung zu entscheiden und, wie eine englische Zeitschrift vorschlägt, in das Gewächshaus eine Kuh einzustellen, die durch ihre Atmung dauernd eine ziemlich große Kohlensäuremenge an die Luft abgibt. Nach Professor Fischer entwickeln auch 5 g ungebrannter Kalk mit 7 ccm roher Salzsäure, die mit gleichviel Wasser zu verdünnen ist, schon 1 l CO_2 . Da man zweckmäßig die Berechnung auf die von den Pflanzen bewachsene Fläche bezieht, wird man für die Dauer des Verfahrens z. B. alltäglich auf 1 qm $\frac{6^2}{3}$ —10 g Kalk und 20—30 ccm der 1 : 1 verdünnten Salzsäure verbrauchen. Ein nachteiliger Einfluß sich entwickelnder Salzsäuredämpfe auf die Pflanzen konnte nicht festgestellt werden. Noch billiger als dieses Kalkstein-Salzsäureverfahren kommt die Kohlensäureentwicklung mittels Abbrennen von Brennspritus. Professor Fischer empfiehlt auf 1 qm je 1, 2 oder 3 ccm, täglich ein- bis zweimal. Hierbei bringt die Verbrennungswärme noch den Vorteil mit sich, daß das schwere Kohlensäuregas durch den aufsteigenden Luftstrom gleichmäßig nach oben verteilt wird. Bedingung bei allen genannten Arten von CO_2 -Zufuhr ist natürlich, daß Türen und Fenster für die Dauer der CO_2 -Einwirkung geschlossen bleiben, und daß Licht, möglichst viel Licht, vorhanden ist.

Auch Versuche mit Kohlensäuredüngung im Freien hat Professor Fischer schon angestellt. Er wollte hierbei nachprüfen, ob außer dem Stickstoffgehalt organischer Dünger auch die bei ihrer Zersetzung sich bildende Kohlensäure der Pflanzenernährung zugute komme. Das

Gas wurde zu diesem Zweck durch ein System von 10 cm unter der Oberfläche verlegten Röhren dem in einem Mistbeete eingesäten Spinat zugeführt. Das Ergebnis war gegenüber den ungedüngten Pflanzen ein Gewichtsunterschied von 12 Hundertteilen. Bei weißem Senf war wieder trotz Ungunst äußerer Verhältnisse (Raupenfraß) die Steigerung der Blühwilligkeit unverkennbar. —

Löbner in Dresden mußte nach seinen im Sommer erzielten Erfolgen die Erfahrung machen, daß die mit Kohlensäure behandelten Pflanzen, es waren Rhododendron-, Pinus- und Pelargonienarten, gegen den Winter zu ein gelbliches, fast kränkliches Aussehen zeigten, das sich nicht aus normalen Gründen erklären ließ. Bei Rosen zeigte sich, daß der anfangs deutlich hervortretende Vorsprung der CO_2 -gedüngten Pflanzen vor den ungedüngten von diesen nach Aussetzen der CO_2 -Zufuhr alsbald eingeholt wurde, ja die ungedüngten standen schließlich sogar kräftiger und gesünder da. Als Praktiker erklärt sich Löbner diese nachfolgende Entwicklungsstockung als Folge einer Art Überdüngung, also als Vergiftung. Ob seine Vermutung richtig ist, müssen erst weitere Beobachtungen ähnlicher Nachwirkungen ergeben.

Professor Fischer sagt selbst, die ganze Art und Weise, wie er die Kohlensäureernährung der Pflanze praktisch gehandhabt und wie er seine Ergebnisse veröffentlicht habe, zeige, daß er sich in erster Linie an die Gärtner wende. Daß sich jedoch auch andere Vertreter der Pflanzenphysiologie für diese Frage interessieren, beweist ein Urteil von Professor Dr. Hoffmann in Stück 32 der *Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft* 1913.

„Es ist erforderlich, zunächst festzustellen, wieviel von der durch Zersetzung organischer Substanzen, Mikrobenatmung usw. verfügbar werdenden Kohlensäure einerseits durch die Wurzelsäfte, andererseits durch die mit den Spaltöffnungen versehenen oberirdischen Organe der Pflanze aufgenommen und von ihr verarbeitet werden, wobei die Arbeiten von Sachs zu berücksichtigen sind. Nebenbei müßte natürlich auch der Einfluß der in der Krume vorhandenen Kohlensäure auf die Löslichmachung der disponiblen Kernnährstoffe klargestellt werden, bevor die Versuche mit einer künstlichen Zufuhr von Kohlensäure einsetzen. Über die in der die Pflanze umgebenden Lufthülle enthaltenen Kohlensäuremengen erteilen die Untersuchungen von Kreuzler - Bonn, Wollny - München und auch vereinzelte neuere Veröffentlichungen Auskunft. Immerhin verdient wohl die Frage seitens der Pflanzenphysiologen eine erneute Inangriffnahme, zumal da auch Professor Hansen-Gießen für eine Kohlensäurezufuhr zu den Pflanzenkulturen eintritt und diese bis 8 v. H.

steigern will, um die Kohlehydratbildung (Zuckerbildung) im Pflanzenorganismus zu fördern.“

Wie so viele andere Arbeiten kamen auch diese von Professor Fischer so verheißungsvoll angeregten Versuche durch den Krieg ins Stocken. Aber, wie Lessing sagt, nur die Sache ist verloren, die man aufgibt. Die landwirtschaftliche und gärtnerische Fachwelt hat ein großes Interesse daran, daß das so einfache neue Verfahren noch weiter ausgebaut wird.

[1278]

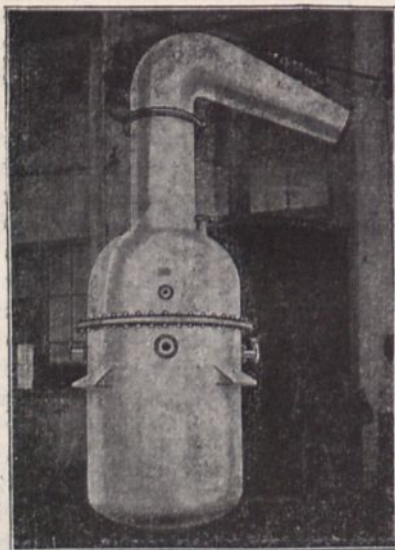
Aluminium als Baumaterial für Apparate der chemischen Industrie.

Von Obergeringieur OTTO BECHSTEIN.

Mit fünf Abbildungen.

Obwohl das Aluminium durch seine außerordentlich hohe Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse der verschiedensten Art und durch sein geringes spezifisches Gewicht als Baumaterial für Apparate der chemischen Industrie geradezu geschaffen erschien, nachdem es gelungen war, dieses Metall zu verhältnismäßig geringem Preise im großen darzustellen, hat es doch noch recht lange Zeit gedauert, bis es in der chemischen Apparatur eine Rolle zu spielen begann. Das lag einmal daran, daß erst seit einigen Jahren wirklich reines Aluminium mit nicht mehr als 0,4 bis 0,5% Verunreinigungen — und nur dieses reine

Abb. 210.

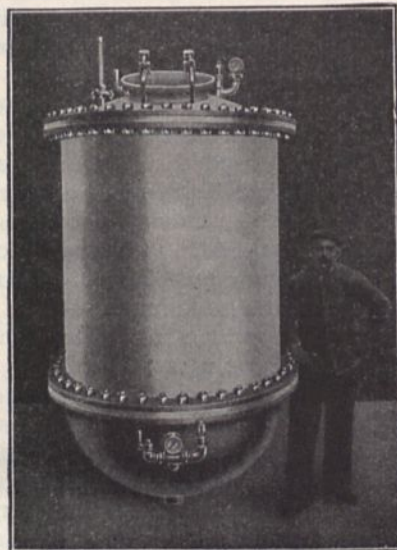


Destillierapparat. Inhalt ca. 2000 l, 1200 mm Durchm., 13200 mm Höhe, Boden 14, Zarge 10, Übersteigrohr 5 mm stark.

Material besitzt die erwähnte hohe Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse — in großen Mengen erhältlich ist, dann aber auch daran, daß früher die für die Haltbarkeit ebenfalls außerordentlich wichtige Wärmebehandlung des Aluminiums, z. B. beim Aus-

walzen von Blechen, zu wünschen übrig ließ, und schließlich besonders daran, daß es an einem geeigneten Verfahren zur Verbindung einzelner Aluminiumteile zu größeren Gefäßen und

Abb. 211.

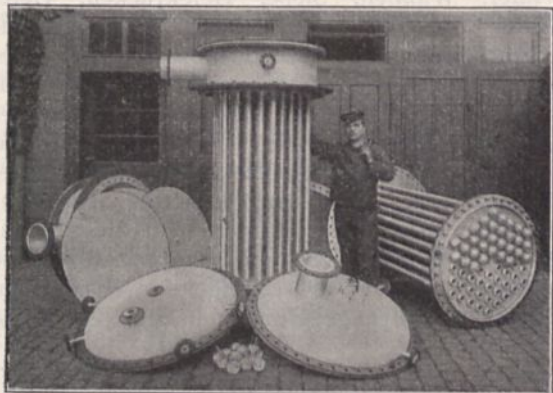


Autoklav für Dampfheizung. Inhalt ca. 2000 l, 1200 mm l. Durchm., 2000 mm Höhe, Dampfmantel aus Gußeisen, Betriebsdruck $5\frac{1}{2}$ Atm.

Apparaten fehlte. Das Lötten des Aluminiums hat nämlich, von anderen Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten ganz abgesehen, den großen Nachteil, daß die Widerstandsfähigkeit des Metalles gegen atmosphärische und andere Einflüsse chemischer Natur an den Lötstellen ganz bedeutend verringert wird. Beim Zusammennieten und Zusammenschrauben von Aluminiumteilen, das naturgemäß schon an sich nicht überall anwendbar ist, mußten aber die schwer zu verarbeitenden Niete oder Schrauben aus Aluminium Verwendung finden, weil das Aluminium rascher Zerstörung infolge galvanischer Wirkungen unterliegt, wenn es mit einem anderen Metalle und einer Flüssigkeit zugleich zusammenkommt, wie sich schon aus der geringen Haltbarkeit unreinen, d. h. mit anderen Metallen verunreinigten Aluminiums ergibt. Erst die Anwendung der autogenen und elektrischen Schweißung gab die Möglichkeit, einzelne Aluminiumteile durch Nähte zu verbinden, die, nachdem sie gehämmert sind, die gleichen chemisch-physikalischen Eigenschaften, besonders die hohe Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit des reinen gewalzten Aluminiums besitzen, und erst Apparate mit solchen, übrigens äußerlich kaum erkennbaren Schweißnähten konnten für die chemische Industrie die Bedeutung erlangen, welche die Aluminiumapparatur heute besitzt. Erst die Anwendung der neuzeitlichen Schweißverfahren bei der Verarbeitung des Aluminiums konnte

die Verwendung dieses Metalles als Baumaterial für Apparate der chemischen Industrie in dem ständig steigenden Umfange ermöglichen, der erheblich größer ist, als man im allgemeinen wohl anzunehmen geneigt sein dürfte.

Abb. 212.



Röhrenkühler mit eingeschweißten Kühlföhren.
Kühlfläche pro Kühler ca. 15 qm, Rohrlänge 1500 mm.

Es hat nämlich gar nicht sehr lange gedauert, nachdem es erst einmal möglich geworden war, haltbare und widerstandsfähige Apparate aus Reinaluminium bis zu den größten Abmessungen und auch in komplizierten Formen herzustellen, bis fast alle Zweige der chemischen Industrie sich solche Apparate zunutze machten, die insbesondere als durchweg billigerer Ersatz für früher verwendete Kupferapparaturen sich geeignet erwiesen haben*).

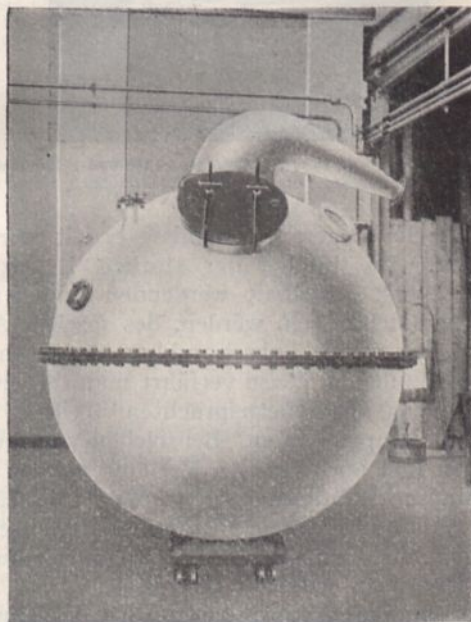
Wir sehen deshalb in der chemischen Industrie eine große Anzahl von Apparaten aus Reinaluminium, wie Vakuum-Destillier-Apparate, Druckfässer, Koch- und Schmelzkessel, Kessel mit Rührwerken, Heiz- und Kühlschlangen, Vorlagen, Absetzbehälter, Transportgefäße verschiedener Art, Rohrleitungen usw., mit gutem Erfolge im Betriebe. Solche Apparate werden, wo erforderlich, für Beheizung mit direktem Feuer, durch Öl- oder Wasserbad oder für Dampfheizung durch Heizschlangen oder Doppelboden eingerichtet, und die Auskleidung von Gefäßen und Apparaten aus anderem Material durch einen Belag von Aluminiumblech wird auch vielfach vorgenommen.

*) Nach Angaben der Firma W. C. Heraeus in Hanau, der ich für freundliche Überlassung der bestehenden Abbildungen zu Dank verpflichtet bin, lassen sich u. a. Äther, Spiritus, Kopale, Lacke, Harze, Stearin und Stearinsäure, Wachs, Palmöl, Baumwollsamöl, Palmkernöl, Kokosöl, Leinöl, Rüböl, Rizinusöl, Kümmelöl, Terpentinöl, Kampfer, Formaldehyd, Sulfonal, Methylalkohol, Propylalkohol, Azeton, Palmitinsäure, Ferrozyankalium, Rhodankalium, Glycerin, Phenol, Traubenzucker, Azetal, Azetanilid, Oxamid, Oxalsäureester usw. in Aluminiumapparaten mit Vorteil verarbeiten.

In der Öl- und Fettindustrie wird an den Aluminiumapparaten neben ihrer hohen Widerstandsfähigkeit gegen Olein, Fett und Fettsäuren besonders der Umstand geschätzt, daß das in solchen Apparaturen behandelte Material sich nicht verfärbt, während es durch Eisen rot, durch Kupfer grün und durch Blei grau gefärbt und dadurch natürlich minderwertig gemacht wird. Den früher vielfach verwendeten emaillierten Gefäßen gegenüber hat aber das Aluminium den Vorzug, daß es nicht, wie der Emailüberzug, durch mechanische Einwirkung leicht verletzt wird.

Für die Konserven- und Marmeladen-Industrie ist der Ersatz der früher meist verwendeten Apparaturen aus Kupfer und Messing durch solche aus Aluminium dadurch von besonderem Wert, daß nach den durch die Erfahrung bestätigten Versuchen von Dr. Eduard Hotter Fruchtsäfte und andere Obsterzeugnisse sowie wässrige Lösungen von Essigsäure, Zitronensäure, Weinsäure und Apfelsäure bei Siedetemperatur das Aluminium viel weniger angreifen als das Kupfer, und daß, soweit danach eine Oxydierbarkeit und Löslichkeit des Aluminiums überhaupt in Betracht zu ziehen ist, sich dabei nur farblose und für den Genuß gänzlich unschädliche Tonerde und Aluminiumsalze der betreffenden organischen

Abb. 213.



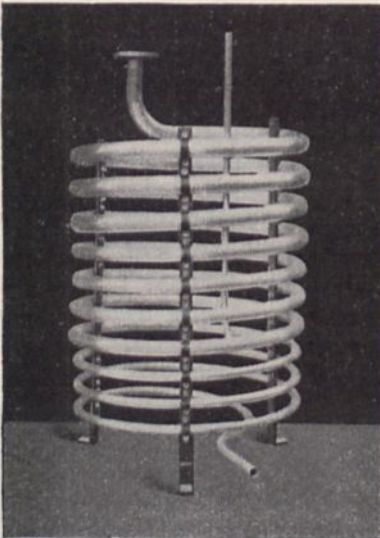
Kugelförmige Vorlage, ca. 5000 l Inhalt, 2200 mm I. Durchm., mit Heizschlange aus Aluminiumrohr.

Säuren bilden, während die entsprechenden Kupferverbindungen bekanntlich grünfärbend und giftig sind. Dazu kommt, daß die Lösungsfähigkeit bei Kupfergefäßen dauernd gleich bleibt, während bei neuen Aluminiumapparaten

anfänglich zwar etwas mehr Metall in Lösung geht — immer viel weniger als bei Kupfer —, dadurch aber die Oberfläche des Metalles derart vorteilhaft verändert, gewissermaßen mit einer Schutzhaut überzogen wird, daß die organischen Säuren nur noch ganz wenig angreifen können.

In der Lackindustrie, die besonders Kopal-schmelzkessel aus Aluminium verwendet, kommen dessen große Widerstandsfähigkeit gegen Kopalsäure und der Umstand in Betracht, daß ein Verfärben des Schmelzgutes, wie es bei Gefäßen aus Eisen oder Kupfer nicht zu vermeiden ist, nicht vorkommen kann, so daß in den Aluminiumapparaturen durchweg hellere,

Abb 214.



Kühlschlange, 50/20 mm l. Durchm., 1200 mm Windungsdurchmesser, 1600 mm Gesamthöhe.

d. h. hochwertigere Erzeugnisse erzielt werden können. Die infolge der starken Beheizung meist zuerst schadhafte Wenden Böden von Kopal-schmelzkesseln werden, des raschen Auswechslens wegen, abschraubbar eingerichtet, und in ähnlicher Weise verfährt man durchweg mit allen höchstbeanspruchten Teilen von Aluminiumapparaturen. Bei solchen Verschraubungen und auch bei den Verflansungen der Aluminium-Rohrleitungen werden die Aluminiumflanschen durch aufgelegte Flanschen aus Schmiedeseisen gegen Beschädigungen durch die Schrauben wirksam geschützt.

In der Sprengstoffindustrie, bei der Kunstseidefabrikation und in anderen Fabrikationszweigen mit größeren Nitrieranlagen wird das gegen nitrose Gase sehr widerstandsfähige Aluminium mit Vorteil für Dunsthauben, Entlüftungsröhre, Siebkasten, Transportgefäße, Rohrleitungen, Zangen, Gabeln und andere Werkzeuge verwendet.

Die Wichtigkeit der Aluminiumgefäße als

Gär- und Lagerfässer für die Brauindustrie ist erst kürzlich an dieser Stelle behandelt worden, so daß ich mich hier auf einen Hinweis auf die in Brauereibetrieben auch mehr und mehr in Aufnahme kommenden kleineren Apparate zur Hefebehandlung aus Aluminium, wie Hefe-eimer, Wannen, Siebe, Hefekrücken, Hefelöffel usw. beschränken kann. Fabriken zur Verarbeitung von Milchpräparaten verschiedener Art, wie kondensierter Milch und Milchpulver, sowie zahlreiche andere Fabriken der Nahrungsmittelindustrie, Fabriken pharmazeutischer Erzeugnisse, die Industrie der ätherischen Öle, Äther und Essenzen, Glycerinfabriken usw. bedienen sich neuerdings ebenfalls mit Vorteil der Aluminiumapparaturen, die nunmehr fast in alle Zweige der chemischen Industrie Eingang gefunden haben. [1108]

Die „Deutsche Zeit“

(Dezimal-Quindezimalzeit).

VON GUSTAV TAUBE, Kassel.

(Zweiter Teil.)

Mit zwei Abbildungen.

(Schluß von Seite 344.)

Da ich eigentliche Arbeitszeitabellen aus Raumgründen hier nicht bringen kann, muß ich mich auf einige Beispiele beschränken. Bei den Arbeitszeiten sind, abgesehen von ihrer Länge, im übrigen 5 Gruppen zu unterscheiden, nämlich:

I. Durchgehende bzw. ungeteilte Arbeitszeit ohne bestimmte Pause.

II. Gleichmäßig geteilte Arbeitszeit mit bestimmter Pause (ohne Verlassen der Arbeitsstätte).

III. Ungleichmäßig geteilte Arbeitszeit mit bestimmter Pause (ohne Verlassen der Arbeitsstätte).

IV. Gleichmäßig geteilte Arbeitszeit mit eigentlicher Mittagspause (mit Verlassen der Arbeitsstätte).

V. Ungleichmäßig geteilte Arbeitszeit mit eigentlicher Mittagszeit (mit Verlassen der Arbeitsstätte).

Zu jeder Gruppe gebe ich ein Beispiel, und zwar wähle ich für I eine Arbeitszeit von genau 8 Stunden (Beispiel A der folgenden Tabelle), für II eine etwas kürzere Arbeitszeit (Beispiel B), für III eine bedeutend kürzere Arbeitszeit (Beispiel C), für IV eine Arbeitszeit von erheblich mehr als 8 Stunden (Beispiel D) und für V eine noch wieder bedeutend längere (Beispiel E). Diese Vereinigung der 5 Gruppen mit 5 Arbeitszeiten von so verschiedener Länge erscheint mir als besonders geeignet für den Nachweis, daß die n. T.

auch in bezug auf die zweitwichtigste praktische Seite des Themas, die Arbeitszeiten (die allerwichtigste wird, wie schon eingangs angegeben, durch die Eisenbahnfahrpläne gebildet), allen überhaupt nur denkbaren Anforderungen restlos Genüge zu leisten vermag. Um der Übersichtlichkeit willen gebe ich die als Beispiele gewählten Arbeitszeiten und die Länge und Lage ihrer Teile, wie schon vorstehend in der Klammerbemerkung zur Gruppe I gesagt, in Form einer Tabelle, die aber auch gleich die zu jeder Arbeitszeit und zu jedem Teil einer solchen gehörenden Minuten a. T. (Spalte d) enthält, ferner die im Verhältnis $\frac{25}{24}$ umgerechneten Minuten n. T. (Spalte f), die aus der Umrechnungstabelle abgelesenen, den Stunden und Minuten a. T. der Spalte e entsprechenden Stunden und Minuten n. T. (Spalte g), die hierzu gehörigen Gesamtminutenzahlen (Spalte h), die Lage der Zeiten nach dem Verschieben (Spalte i) und die hierdurch gegebenen Minutenzahlen (Spalte k).

von, auch der Spalte g ein Anpassen stattgefunden hat, und zwar auf Grund der Minutensummen in Spalte f. Es hängt das mit den sozusagen eingeschobenen Zahlen n. T. zusammen, wie sie in der Umrechnungstabelle vorkommen. Nach wie vor muß ich mir ein tieferes Eingehen darauf für den Schlußartikel vorbehalten. Hier teile ich nur mit, daß es in der Umrechnungstabelle bei 11 Uhr a. T. (siehe Beispiel C, 1. Reihe der Spalte e) heißt: 3 Uhr 12 oder 13 n. T. Bei 1 Uhr 30 a. T. heißt es aber: 4 Uhr 69 n. T. —, also ohne Wahlzahl. Nun sind 150 Min. a. T. (C, Spalte d) = 156,25 Min. bzw., abgerundet, 156 Min. n. T. (C, f). Hieraufhin ist, zunächst abgesehen von allen etwaigen späteren Verschiebungen oder Verkürzungen oder Verlängerungen der Gesamtarbeitszeit oder eines Arbeitszeitteils, diejenige der beiden Wahlminutenzahlen zu verwenden, welche zu der Minutenzahl 156 führt. Das ist in dem in Rede stehenden Fall die 13. Demnach: 3 Uhr 13! Ebenso verhält es sich (siehe die Beispiele C und E, Spalte e) bei 3 Uhr a. T. (= 5 Uhr 62

Tabelle 5.

Beispiel	Stundenanzahl	Teilung	Minuten a. T.	Lage der Arbeitszeit bzw. ihrer Teile	$\frac{d \cdot 25}{24}$	Lage der Teile in der n. T. laut Umrechnungstabelle	Minuten von g	Lage der Teile nach dem Verschieben	Minuten von i
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
A.	8		480	Von 8 Uhr bis 4 Uhr	500	Von 1 Uhr 25 bis 6 Uhr 25	500		
B.	7 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	210	Von 8 Uhr 30 bis 12 Uhr	219	Von 1 Uhr 56 bis 3 Uhr 75	219	Von 1 Uhr 50 bis 3 Uhr 75	225
		$\frac{1}{2}$	30	„ 12 „ „ 12 „ 30	31	„ 3 „ 75 „ 4 „ 06	31	„ 3 „ 75 „ 4 „ 10	35
		3 $\frac{1}{2}$	210	„ 12 „ 30 „ 4 „ 30	219	„ 4 „ 06 „ 6 „ 25	219	„ 4 „ 10 „ 6 „ 25	215
		7 $\frac{1}{2}$	450		469		469		475
C.	4	2 $\frac{1}{2}$	150	Von 11 Uhr bis 1 Uhr 30	156	Von 3 Uhr 13 bis 4 Uhr 69	156	Von 3 Uhr 10 bis 4 Uhr 70	160
		$\frac{1}{2}$	30	„ 1 „ 30 „ 2 „	31	„ 4 „ 69 „ 5 „	31	„ 4 „ 70 „ 5 „	30
		1	60	„ 2 „ „ 3 „	63	„ 5 „ „ 5 „ 63	63	„ 5 „ „ 5 „ 70	70
		4	240		250		250		260
D.	10 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	270	Von 7 Uhr 30 bis 12 Uhr	281	Von 15 Uhr 95 bis 3 Uhr 75	281	Von 1 Uhr bis 3 Uhr 75	275
		1 $\frac{1}{2}$	90	„ 12 „ „ 1 „ 30	94	„ 3 „ 75 „ 4 „ 69	94	„ 3 „ 75 „ 4 „ 75	100
		4 $\frac{1}{2}$	270	„ 1 „ 30 „ 6 „	281	„ 4 „ 69 „ 7 „ 50	281	„ 4 „ 75 „ 7 „ 50	275
		10 $\frac{1}{2}$	630		656		656		650
E.	13	6	360	Von 6 Uhr bis 12 Uhr	375	Von 15 Uhr bis 3 Uhr 75	375	Von 15 Uhr bis 3 Uhr 75	375
		2	120	„ 12 „ „ 2 „	125	„ 3 „ 75 „ 5 „	125	„ 3 „ 75 „ 5 „	125
		5	300	„ 2 „ „ 7 „	312	„ 5 „ „ 8 „ 12	312	„ 5 „ „ 8 „	300
		13	780		812		812		800

Einige der Zeitangaben in der Spalte g bedürfen einer gewissen Verschiebung. Auf diese werde ich noch zu sprechen kommen. Vorher weise ich auf den bemerkenswerten Umstand hin, daß die Minutenzahlen der Spalten f und h sich genau decken; sie könnten ohne weiteres miteinander vertauscht werden. Dabei sind aber die Zahlen der Spalte f durch Umrechnen derer der Spalte d und diejenigen der Spalte h durch Reduzieren der Stunden und Minuten der Spalte g auf Minuten entstanden, also auf zweierlei Wegen. Trotzdem stimmen sie überein, woraus man auf die Genauigkeit der Umrechnungstabelle schließen kann.

Ich erkläre nun aber rückhaltlos, daß an drei Stellen der Spalte h und, rückwirkend hier-

oder 63) und bei 7 Uhr a. T. (= 8 Uhr 12 oder 13); im ersteren dieser Fälle muß die Minutenzahl 63 herauskommen (C h), im anderen die Minutenzahl 312 (E, h). Ein Unterschied gegen die Zeitlänge in a. T. ist beim Beispiel C überhaupt nicht vorhanden (!), und beim Beispiel E beträgt er sage und schreibe eine halbe Minute, praktisch also ebenfalls nichts.

Sehen wir uns nun die einzelnen Beispiele etwas genauer an:

Beispiel A: Zu diesem ist kaum etwas zu bemerken. Ohne das mindeste Verschieben beginnt und endet die Arbeitszeit an genau denselben Zeitpunkten wie früher. In Viertelteilung ausgedrückt, könnte man sagen, sie dauere von ein Viertel auf zwei (bzw.

ein Viertel nach eins) bis ein Viertel auf sieben (bzw. ein Viertel nach sechs). Wer sich an den Vierteln stößt, nämlich ganze oder wenigstens halbe Stunden bevorzugt, kann ja von 1 bis 6 oder von 1,50 bis 6,50 arbeiten, ersteres vielleicht im Sommer, letzteres im Winter. Wenn die Arbeitszeit verkürzt werden kann, z. B. um 25 Min., dann sind die Zeiten von 1,25 bis 6 oder von 1,50 bis 6,25 möglich, und kann man vielleicht gar auf 50 Min. verzichten, dann dürfte die Zeit von 1,50 bis 6 am besten liegen. Wer aber weder früher oder später anfangen, noch früher oder später aufhören will als bisher, nun, der bleibt eben bei 1,25 bis 6,25. Selbstverständlich braucht eine etwaige Änderung nicht immer gleich 25 Min. zu betragen; es können auch 20 oder 15 oder 10 Min. sein, wie es eben jeweils am besten paßt. Die Hauptsache ist die, daß, wenn die frühere Länge und Lage der Arbeitszeit beibehalten werden soll, dies dann entweder ganz ohne Verschiebung oder nur mit unerheblicher, praktisch bedeutungsloser Verschiebung geschehen kann. Beim Beispiel A bedarf es, wie ersichtlich, gar keiner solchen.

Beispiel B: Hier müssen die Minutenzahlen 56 und 6 abgerundet werden, denn mit einzelnen Minuten wird bei den Arbeitszeiten selbstverständlich nicht gerechnet; 5 ist die Mindestzahl. Zunächst setzen wir 1,50 (Spalte i) für 1,56, verlängern also den ersten Arbeitsteil um 6 Min., dafür verlängern wir aber auch die Essenspause, und zwar um 4 Min., indem wir 4,10 für 4,06 setzen, und verkürzen hierdurch den zweiten Arbeitsteil ebenfalls um 4 Min., so daß zwar die Gesamtaufenthaltszeit um 6 Min. (Spalte k), die eigentliche Arbeitszeit aber doch nur um 2 Min. verlängert worden ist. Daß der zweite Arbeitszeitteil nunmehr kürzer ist als der erste, sei es auch nur um 10 Min., ist sicher vorzuziehen.

Beispiel C: Hier sind die Minutenzahlen 13, 69 und 63 abzurunden. Da die eigentliche Arbeitszeit in diesem Falle nur $3\frac{1}{2}$ Stunden beträgt, scheuen wir uns nicht, beim Abrunden diejenigen Minutenzahlen zu wählen, welche die Arbeitszeit etwas verlängern und die Pause etwas verkürzen (aber nur um 1 Min.!). Wir setzen also 3,10 (Spalte i) für 3,13 und 4,70 sowohl für 4,69, als auch für 4,63. Das verlängert die Arbeitszeitteile um $4 + 7 = 11$ Min. und verkürzt die Pause um 1 Min., so daß der Betreffende im ganzen 10 Min. mehr anwesend sein würde. Gefällt ihm dies nicht, so kann er ja, anstatt um 5,70, schon um 5,60 weggehen, oder er geht um 5,65 und beginnt seine Pause ebenfalls mit der Minutenzahl 65, also um 4,65; dann wäre die eigentliche Arbeitszeit, anstatt um 11 Min., um nur 1 Min. verlängert, und die Pause wäre nicht von 31 auf 30 Min. verkürzt, sondern von 31 auf 35 verlängert. Es kann das

eben alles vollkommen nach Belieben eingerichtet werden; die nötige Anpassungsfähigkeit der n. T. ist in jedem Falle vorhanden.

Beispiel D: Abzurunden wäre hier eigentlich nur die Minutenzahl 69, sei es auf 70 oder, was ich vorgezogen habe (Spalte i), auf 75, aber außerdem ist es von vornherein klar, daß man für 15,95 1,00 setzen wird, wie geschehen. Wir kommen hierdurch auf eine sehr klare Verteilung, wie das aus den Spalten i und k so deutlich hervorgeht, daß es keines weiteren Wortes dazu bedarf. Vorziehen würde ich freilich eine Verkürzung des zweiten Arbeitszeitteiles, sei es auch schließlich auf Kosten des ersten, der eine Verlängerung von z. B. 25 Min. verträgt, weil sich unzweifelhaft eine Frühstückspause in ihm befindet. Es dürfte sich sehr wohl machen lassen, daß 5 oder 10 Min. dieser Verlängerung der Frühstückspause zugute kommen. Man könnte dann setzen: Erster Teil: von 1 bis 4; Mittagszeit: von 4 bis 5 (also auch wieder 100 Min. bzw. eine volle Stunde n. T.); zweiter Teil: von 5 bis 7,50. Die Gesamtlänge bliebe hierbei unverändert. Da sie reichlich lang ist, wäre ihre Verkürzung wenigstens um 25 Min. empfehlenswert, z. B. so: erster Teil: von 1 bis 3,75 (wie in Spalte i); Mittagszeit: von 3,75 bis 4,75; zweiter Teil: von 4,75 bis 7,25. Die Verkürzung um 25 Min. findet sich also beim zweiten Teil.

Beispiel E: Ein Vergleich der Spalten g und i zeigt ohne weiteres, daß die einzige Änderung im Weglassen der Minutenzahl 12, also im Kürzen des Ganzen im Allgemeinen und des zweiten Teils im Besonderen um diese kleine Zeitspanne (Spalten h und k) besteht. Das ist bei einer so langen Arbeitszeit sehr wenig. Es wird erwartet werden dürfen, daß es in einigen Jahrzehnten Arbeitszeiten von solcher Länge nicht mehr gibt.

Das Gesamt meiner Ausführungen nebst den absichtlich so sehr verschieden gewählten Beispielen hat, so hoffe ich, erwiesen, daß die „Deutsche Zeit“ im allgemeinen und der in ihr enthaltene Dezimaltag im besonderen ein jeder Anforderung vollauf genügendes Einpassen aller nur denkbaren Arbeitszeiten und dgl. gestattet, um so mehr, als die Anpassungsfähigkeit der neuen Teilung ihrerseits an die verschiedenartigsten Verhältnisse praktisch als unbegrenzt bezeichnet werden darf. Die ganze Größe dieser Anpassungsfähigkeit wird besonders im dritten und letzten Teil der Abhandlung bei den Eisenbahnfahrplänen dargetan werden.

(Ein Schlußaufsatz folgt.) [978]

Gegorene Milch.

VON CARL TÖSCHEN.

Bei der schon in den frühesten Zeiten der Menschheitsgeschichte bei allen Völkern und in allen Zonen nachweisbaren Suche nach Reiz- und Betäubungsmitteln, nach narkotischen Stoffen, ist der Mensch in der weitaus großen Mehrzahl der Fälle auf den Alkohol gestoßen, wenn auch die Art seiner Gewinnung und die zu seiner Herstellung verwendeten Rohstoffe je nach den örtlichen Verhältnissen eine sehr große Mannigfaltigkeit zeigen. Wir finden den aus Honig bereiteten Met, den Wein überall da, wo das Klima dem Rebstock günstig ist, die Zahl der aus den verschiedensten Fruchtsäften und dem Saft anderer Pflanzenbestandteile bereiteten alkoholischen Getränke ist sehr groß, Gerste, Reis, Mais, Hirse und andere Getreidearten haben von jeher viele bier- und branntweinartige Getränke geliefert, und Völker, wie die Tataren, Kirgisen und Baschkiren, denen es an geeigneten pflanzlichen Stoffen fehlte, haben es verstanden, die Milch ihrer Haustiere durch Gärung in berauschende Getränke zu verwandeln.

Ein solches alkoholisches Milchgetränk ist der Kefir, das „Wonnegetränk“ kaukasischer Bergvölker, die ihn durch Vergärung von Kuhmilch mittels eines spezifischen Fermentes, des Kefirpilzes oder der Kefirkörner, bereiten, die im Ursprungslande des Kefirs auch als „Hirse des Propheten“ bezeichnet werden, was im Verein mit dem hochklingenden Namen daraufhin zu deuten scheint, daß sich der Kefir in seiner Heimat einer sehr hohen Wertschätzung erfreut. Die Kefirkörner sind etwa erbsengroße, harte Klümpchen von gelblicher Farbe, die aus einer Reihe von Mikroorganismen zusammengesetzt sind und außer den Hefepilzen und Kefirbazillen auch das Milchsäureferment *Bacterium acidilactici* Zopf enthalten. Diese Kefirkörner werden zunächst in Wasser gequellt und dann bei Zimmertemperatur etwa eine Woche lang täglich mit frischer Milch übergossen und dadurch zum Reifen gebracht. Wenn man dann die reifen Kefirkörner mit der sieben- bis achtfachen Menge Milch unter häufigem Umschütteln oder Rühren der Gärung überläßt, dann wird dabei der Milchzucker der Milch zum größten Teil in Milchsäure, Alkohol und Kohlensäure verwandelt, und das Kasein wird zum Teil in niedrigere Eiweißstoffe, wie leicht verdauliches Propepton oder Hemialbumose, zerlegt. Die abgegorene Masse wird dann mit frischer Milch im Verhältnis von 1:2 gemischt, in Flaschen gefüllt, verschlossen und mehrfach umgeschüttelt, und nach einigen Tagen hat sich das Ganze in Kefir verwandelt, ein schäumendes Getränk von weißlicher Farbe, rahmartiger Konsistenz

und angenehmem süßsäuerlichen Geruch und Geschmack, das reich an Eiweißstoffen ist, aber nur verhältnismäßig geringe Mengen von Alkohol und Milchsäure enthält. Im Heimatlande des Kefirs bedient man sich bei seiner Herstellung weniger der Flaschen als eines sog. Burdjuks, eines Schlauches aus Ziegenhaut.

Bei uns ist der Kefir als ein sehr nahrhaftes, außerordentlich leicht verdauliches Kräftigungsmittel geschätzt, das vermöge seines großen Gehaltes an Kohlensäure auch angenehm erfrischend wirkt und besonders in der Krankenernährung eine Rolle spielt. Kefir wird auch von solchen Kranken gern und in größeren Mengen genommen, denen reine Milch nicht zusagt, und ermöglicht so in leichter, angenehmer Weise eine reichliche Nährstoffzufuhr. Kefirkuren haben guten Erfolg bei Magen- und Darmkrankheiten, bei der Lungenschwindsucht, Blutarmut, Bleichsucht und anderen Schwächezuständen, bei Skrofulose und gichtischen Krankheiten, und auch von Diabetikern wird der Kefir ohne Schaden vertragen.

In ähnlicher Weise wie der Kefir aus einem ursprünglichen Genußmittel zu einem Heil- und Kräftigungsmittel geworden ist eine andere Art der gegorenen Milch, der Kumys, den Kirgisen und Baschkiren aus Stutenmilch bereiten, die sie in Schläuchen aus Pferdehaut durch Zusatz von etwas altem, noch gärendem Kumys unter öfterem Umrühren der alkoholischen Gärung überlassen. Je nach der Jahreszeit und der Witterung dauert die Gärung 12 bis 24 Stunden, der beste und auch alkoholreichste Kumys muß aber mehrere Tage bei mäßiger Temperatur der Gärung überlassen werden. Als Heilmittel besitzt der Kumys ähnliche Eigenschaften wie der Kefir und hat vor diesem noch das Gute voraus, daß er den Appetit sehr kräftig anregt. In den Steppen des südöstlichen Rußland wird der Kumys in besonderen Anstalten für die in großer Zahl dorthin kommenden Kranken bereitet, und es erscheint durchaus glaubhaft, daß solche Kuren an Ort und Stelle eine weit bessere Wirkung haben als Hauskuren, da der bei uns zu Heilzwecken bereitete Kumys naturgemäß den Vergleich mit dem in seiner Heimat bereiteten nicht aushalten kann, weil schon der Rohstoff, die Stutenmilch, auf deren Eigenschaften es naturgemäß in sehr hohem Maße ankommt, nur von den kirgisischen und baschkirischen Rassen der in der Steppe lebenden Pferde in der für die Kumysbereitung am meisten geeigneten Zusammensetzung geliefert wird. Wie sich die Stutenmilch durch den geringeren Gehalt an Eiweißstoffen von der Kuhmilch unterscheidet, so ist auch der Kumys weniger reich an Eiweiß als der Kefir, dafür aber erheblich reicher an Milchsäure und

Alkohol. Auch Kumys ist aber ein schäumendes, süßsauerlich schmeckendes und riechendes, erfrischendes Getränk, das gern auch in größeren Mengen genommen und leicht verdaut wird.

Eine dritte Art der gegorenen Milch ist das Joghurt, in Bulgarien Podkwassa genannt, das im südöstlichen Europa schon im Altertum als Genußmittel bekannt war und neuerdings als Heil- und Nährmittel sehr geschätzt wird, so sehr, daß man es in zweifellos übertriebener Weise als sicheres Mittel zur Erreichung eines hohen Alters gepriesen hat. Joghurt ist wie der Kefir das Produkt eines eigenartigen Fermentes, das wie die Kefirkörner aus mehreren Mikroorganismen besteht. Die mit diesem Maya genannten, ein hellbraunes Pulver darstellenden Ferment versetzte, vorher auf etwa $\frac{2}{3}$ ihres Volumens eingekochte Milch — außer Kuhmilch werden auch Ziegen- und Schafmilch zur Joghurtbereitung verwendet — wird durch dieses bei etwa 50° C in etwa 10—14 Stunden zu einem dicken Gerinnsel, zu einer Art Pudding vergoren, wobei nur wenig Milchsäure und Alkohol erzeugt werden, während Fett- und Mineralstoffe eine wesentliche Vermehrung erfahren und der Gehalt an Eiweißstoffen fast doppelt so hoch wird wie in der reinen Milch. Der Nährwert des Joghurts ist ein dementsprechend hoher, und seine Verdaulichkeit ist so groß, daß es noch von Verdauungsorganen gut verarbeitet wird, denen selbst Kefirzusatz schwer erscheint. Der mildsauerliche Geschmack des Joghurts ist sehr angenehm, und da es auf die verschiedenste Weise mit Salz oder mit Zucker, mit Brot oder Zwieback, mit Fruchtsäften oder mit verschiedenen Getränken vermischt, wie auch rein genommen werden kann, lassen sich selbst sehr große Mengen lange Zeit hindurch ertragen, ohne daß Widerwille auftritt. Ist also das Joghurt einerseits eine sehr nahrhafte, leicht zu nehmende Krankenkost, so besitzt es außerdem noch die wichtige Eigenschaft, der sog. Darmfäulnis wirksam entgegen zu treten. Diese ist als eine Folge der giftigen Zersetzungsprodukte zu betrachten, welche die in unseren Verdauungsorganen schmarotzenden Bakterien absondern, deren Wohlbefinden wir besonders durch starken Fleischgenuß erheblich fördern. Tritt aber an Stelle dieses Fleischgenusses der von Milch, so werden die Existenzbedingungen solcher Darmbakterien erheblich verschlechtert, und ihre Fäulnisgifte werden unschädlich gemacht. Damit dürfte es wohl zusammenhängen, daß die Hirtenvölker des Orientes, bei deren Ernährung die Milch eine viel größere Rolle spielte als bei unserer Ernährungsweise, die dagegen den Fleischgenuß nicht in dem Maße kannten wie wir, ein hohes Durchschnittsalter erreichten, und daher stammt denn auch der Ruf des Joghurts als Lebensverlängerer.

In Wahrheit dürfte es sich aber damit wohl so verhalten, daß nicht das Joghurt als solches den ihm nachgerühmten lebensverlängernden Einfluß hat, daß die gute Wirkung vielmehr dem vermehrten Milchgenusse und der Abkehr vom Fleischgenusse zuzuschreiben ist. Dem Joghurt aber bleibt das Verdienst, in noch höherem Maße als Kefir und Kumys den Genuß großer Mengen von Milch in einer leichtverdaulichen und dem Genießenden angenehmen Form zu ermöglichen.

Als Berausungsmittel hat die gegorene Milch in jeder Form ihre Bedeutung so ziemlich verloren, an geistigen Getränken kennt man heute „Besseres“ sowohl im nahen Orient wie im Kaukasus und in der kirgisischen Steppe, und wir in Europa brauchen schon gar keine weiteren Alkoholika mehr; als Nahrungsmittel aber sollten wir aus der gegorenen Milch doch mehr Vorteil ziehen können, als es bisher geschehen ist.

[954]

RUNDSCHAU.

(Die Temperatur im Mittelpunkt der Erde.)

Mit drei Abbildungen.

Mit der zunehmenden Entwicklung der Menschheit verbessern sich auch die Vorstellungen über unsere Umwelt. Den antiken Völkern schon gelang es, allmählich sich bestimmte Bilder über die Gestalt der Erde und über die Bewegungen der Himmelskörper zu machen, die einer erheblichen Summe von Erfahrung und Scharfsinn bedurften. Durch ihre Handelsbeziehungen sowie durch kriegerische Unternehmungen dehnten sie ihren Gesichtskreis weit über das Heimatland hinaus aus. Sie erforschten schließlich die wesentlichen Bestandteile ganz Europas und eines großen Teils von Asien und Afrika, also die Alte Welt. Gleichzeitig erschlossen die Mathematiker und Astronomen, daß die Erde rund sein müsse, und sie setzten die Erde in Beziehungen zu Sonne, Mond, Planeten und Sternen, die sie mit den Mitteln der Zeit schärfstens beobachteten. Da der Mensch an die Erdoberfläche gebunden ist, so ist es begreiflich, daß er sich in stetem Fortschritt immer weiter und immer genauer mit ihr vertraut machte. Amerika, China, Japan wurden im Mittelalter entdeckt oder neuentdeckt. Und mit der Verbesserung der Verkehrsmittel wagte sich der Entdecker in immer unwegsamere und unzugänglichere Meere und Länder. Heute gibt es immer noch reichlich große Gebiete der Erdoberfläche, die uns noch gänzlich unbekannt sind. Indes, wesentlich neuartige Erscheinungen und unvermutete Tatsachen lassen sich auf der Erdoberfläche kaum noch finden. Wir stellen eben nach und nach die klimatischen, geographischen, geologischen

und ethnographischen Verhältnisse dieser Gebiete fest.

So große Umwälzungen des Weltbildes durch die Eroberung der Erdoberfläche gebracht wurden, insbesondere durch die Fahrten um die Erde, so große Revolutionen brachte auch die eingehendere Erforschung des Weltenraumes für die jeweils herrschenden Ansichten. Die Erde verlor immer mehr an Glanz und Herrlichkeit. Hatte sich früher das ganze Himmelsgewölbe in der Vorstellung um die Erde als Zentrum gedreht, so wurde die Erde immer mehr aus dieser dominierenden Stellung gedrängt, bis sie zuletzt nur ein winziges, finsternes Pünktchen unseres Sternensystems wurde, das von der Gnade und Freigebigkeit der Sonne lebt und mit der Sonne das Schicksal teilt, das vor allem von der Sonne aus kaum gesehen werden kann und für die Welten außerhalb unseres Sonnensystems überhaupt nicht vorhanden ist, trotz der Existenz des Menschen darauf und seiner Schöpfungen.

Der vollständigen Beherrschung der Erdoberfläche durch den Menschen stehen keinerlei Unüberwindlichkeiten mehr gegenüber, in den Weltenraum hinaus ist der Geist des Menschen schon bis in unermeßliche Fernen gedungen, die er nach Lichtjahren mißt; sobald er aber erforschen will, was unter ihm in der Erde selbst vor sich geht, da stößt er auf größten Widerstand, und schon nach wenigen Metern ist er am Ende seiner Fähigkeiten. Die Zustände und Eigenschaften des Erdinnern sind ihm bis heute unerforschlich geblieben. Hier blieb noch weitester Spielraum für Spekulationen und Hypothesen. Gestalt und Größe der Erde lassen sich weitgehend erforschen, auch ihre Dichte ist durch einfache Gedankengänge und allerdings sehr empfindliche Experimente recht genau bestimmbar, ebenso sind die obersten Formationen der Erdkrinde genauestens zugänglich. Aber das ist auch alles.

Erdbeben und Vulkantätigkeit zeigen uns zwar andauernd, daß unter der Erdkrinde mancherlei vor sich geht, schon hier sind wir aber an der Grenze der unmittelbaren Forschung, denn wir haben noch wenig festen Anhalt über die Tiefe, bis zu der diese etwas tiefergehenden Erdoberflächenerscheinungen reichen, und über die Ursachen, deren Wirkungen sie sind. Fragen wir nach der Beschaffenheit des Erdinnern selbst, so stehen wir vor einem Buch mit sieben Siegeln. Dem „Magma“ (mit diesem Wort bezeichnet man die Substanz des rätselhaften Innern) werden alle möglichen und unmöglichen Eigenschaften zugeschrieben, es ist in dieser Beziehung ein dem „Äther“ ähnlicher Sammelbegriff. Befaßt man sich nun näher mit diesem Magma, so kann man bald feststellen, daß sich all die vielen Fragen nach

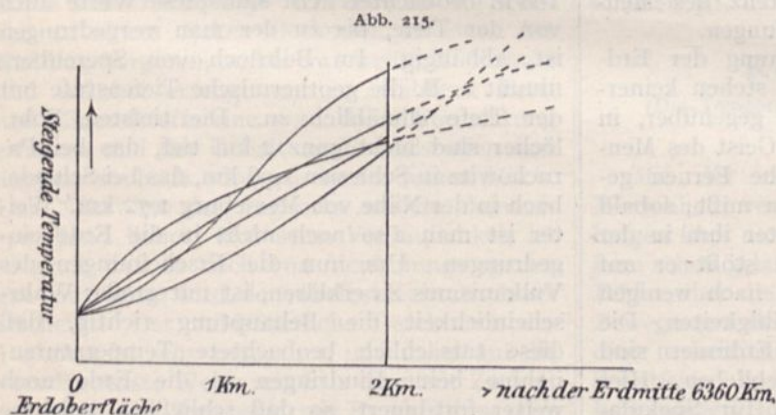
seiner Beschaffenheit im wesentlichen um zwei Haupteigenschaften gruppieren, um die Größe von Druck und Temperatur im Erdinnern. Speziell über diese Eigenschaften gehen die Spekulationen weitest auseinander, wie wir fernerhin bezüglich der Temperatur und später auch des Druckes sehen werden.

Nähern wir uns aus dem Weltenraum der Erde, so kommen wir zunächst durch ihre Atmosphäre. Die Temperatur nimmt mit der Annäherung allmählich, aber durchaus nicht gleichförmig zu. Es ist ferner bekannt, daß sich beim Eindringen in das Innere der Erde eine Temperaturerhöhung bemerkbar macht, die an verschiedenen Orten verschieden ist. In der Regel beträgt die „geothermische Tiefenstufe“, d. h. der Tiefenunterschied, welcher eine Temperaturzunahme von 1 Grad bedingt, etwa 30—40 m, doch hat man auch Werte der Tiefenstufe von wenigen Metern bis mehr als 100 m beobachtet. Oft sind diese Werte auch von der Tiefe, bis zu der man vorgedrungen ist, abhängig. Im Bohrloch von Sperenberg nimmt z. B. die geothermische Tiefenstufe mit der Tiefe allmählich zu. Die tiefsten Bohrlöcher sind nicht ganz 2 km tief, das bei Paruchowitz in Schlesien 1,96 km, das bei Schladebach in der Nähe von Merseburg 1,72 km. Weiter ist man also noch nicht in die Erde eingedrungen. Um nun die Erscheinungen des Vulkanismus zu erklären, ist mit großer Wahrscheinlichkeit die Behauptung richtig, daß diese tatsächlich beobachtete Temperaturzunahme beim Eindringen in die Erde noch weiter fort dauert, so daß schließlich teilweise Temperaturen erreicht werden, bei denen die Gesteinsmassen den flüssigen Zustand annehmen.

Wie groß ist nun aber die Temperatur im Mittelpunkt der Erde? — Bis zu etwa 2 km wissen wir bestimmt von einer Zunahme der Temperatur, die auch bis zur Tiefe der Vulkanherde im allgemeinen wahrscheinlich ist. Der Erdhalbmesser beträgt etwa 6360 km. Die Vulkanherde selbst werden durchgängig sehr nahe der Erdoberfläche aus gewissen Gründen angenommen, höchstens 60 km darunter. Wir können demgemäß sagen, auf der ganzen Strecke von der Oberfläche zum Mittelpunkt nimmt sehr wahrscheinlich auf den ersten 60 km die Temperatur zu, das ist etwa der hundertste Teil der Strecke. Von den andern 99 Hundertsteln wissen wir gar nichts. Ja, wir können aus unseren tatsächlichen Beobachtungen über die Art und Weise der Zunahme nicht einmal etwas aussagen, ob diese beschleunigt, gleichmäßig oder verzögert im ersten Hundertstel erfolgt. Es ist nun eine beliebte Extrapolation des physikalischen Absolutismus, hiernach die Temperatur im Mittelpunkt der Erde zu berechnen, falls die Tiefen-

stufe etwa konstant 30 m beträgt. Dabei würde in einer Tiefe von etwa 50 km eine Hitze herrschen, bei der alle gewöhnlichen Gesteinsarten schmelzen. In einer Tiefe von 300—400 km müßte die Temperatur schließlich so hoch werden, daß kein Stoff dort anders als in Gasform bestehen kann, selbst unter Berücksichtigung der enormen Drucksteigerung bis dahin. Es kann sich jeder leicht die Hunderttausende von Grad ausrechnen, die nach dieser Voraussetzung im Mittelpunkt der Erde herrschen müßten.

Wir veranschaulichen uns die Inhaltslosigkeit derartiger Extrapolationen am besten durch graphische Darstellung. Abb. 215 zeigt die Zunahme der Temperatur mit dem Eindringen in das Erdinnere. Die Ausgangstemperatur sei eine konstante Mitteltemperatur an der Erdoberfläche. Innerhalb der ersten beiden Kilometer steigt die Temperatur, aber wir wissen



Darstellung der Zunahme der Temperatur bis zu einer Tiefe von 2 km. Die Art und Weise der Zunahme ist auf verschiedenen Bohrlöchern gänzlich verschieden. Dies ist durch die beliebig gewählten Kurven zum Ausdruck gebracht.

nicht, in welchem Maße. Dies ist durch die verschiedenen möglichen Kurven bezeichnet. Jenseits 2 km vermuten wir bloß, daß die Temperatur noch steigt, dies ist durch die gestrichelten Linien angedeutet. Abb. 216 zeigt dasselbe verkleinert. Für die ersten 60 km ungefähr steigt die Temperatur, die Art und Weise ist uns völlig unbekannt, was wiederum durch die verschiedenen Linien angedeutet ist. Denken wir uns die Strecke von 60 km hundertmal nach rechts abgetragen, so kämen wir in die Nähe der Erdmitte, und wir übersehen sofort, daß sich auf Grund der angefangenen Temperaturkurven nicht das geringste über die dortige Temperatur aussagen läßt. Mit derselben Wahrscheinlichkeit können die Verlängerungen der Kurven jede einzelne Temperatur von der tiefsten bis zur höchsten ergeben. Abb. 217 veranschaulicht die unendliche Vielheit der möglichen Temperaturen in der Erdmitte auf Grund unsrer bisherigen Kenntnisse. Die ersten 60 km sind auf etwa ein Millimeter zusammen-

geschrumpft. Innerhalb dieser Strecke befindet sich das schon hier äußerst unsichere, aber doch einigermaßen bekannte Kurvenelement der Temperaturkurve. Die Fortsetzung bis zur Erdmitte läßt der Phantasie freien Lauf, wie die gestrichelten Kurven zeigen.

Es wäre nicht so ausführlich auf diese unhaltbare Extrapolation eingegangen worden, wenn wir nicht gemäß unserer Alltagsanschauung von jeher fest in der Überzeugung lebten, daß das Erdinnere eine glutflüssige Masse sei, und daß im innersten Innern unermesslich hohe Temperaturen herrschen müßten. Wir haben es hier mit einer Vorstellung zu tun, die offenbar einstens ebenso leicht umgestürzt werden kann wie die frühere Vorstellung, daß sich der gesamte Himmel um die Erde drehe. Beide Male ist die Vorstellung auf Grund des ersten Augenscheins gewonnen. Die Vorstellung vom glutflüssigen Erdinnern wird geweckt durch

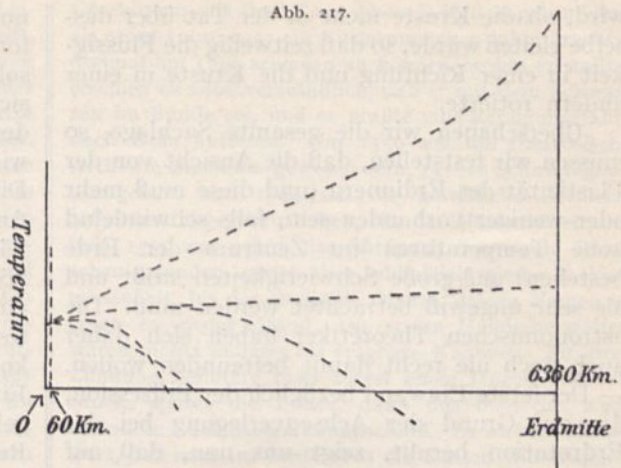
die vulkanische Betätigung der Erdrinde, durch Ausbrüche von glühenden Lava- und Aschenmassen, durch heiße Quellen usw. Die genauere Forschung hat aber ergeben, daß alle diese Tätigkeit mit großer Wahrscheinlichkeit nur in der äußersten Erdrinde stattfindet und nur wenige Kilometer unterhalb der Erdoberfläche ihren Sitz hat. Es spricht kein positiver Grund dagegen, daß wir nun annehmen können, die Temperatur nehme von diesen Herden des Vulkanismus und der Erdbeben nach dem Innern

ebenfalls ab, wie nach der Oberfläche hin, so daß im Innern der Erde wieder tiefere Temperaturen möglich sind oder wenigstens keine höheren zu herrschen brauchen.

Entscheidend für die weitere Klärung würde nun die genaue Auskunft sein, woher denn diese Wärme in der vulkanischen Schicht der Erdrinde stammt. Offenbar wird sie dauernd vermindert, denn durch Leitung von den wärmeren zu den kälteren Teilen, insbesondere also nach der Oberfläche hin, muß ein Wärmeausgleich eintreten. Würde also in der vulkanischen Schicht die Wärme nicht fortwährend erneuert, so würde die Temperaturdifferenz durch Abkühlung der wärmeren Schichten bald verschwinden. Nun kann man annehmen, diese dauernde Wärmezufuhr erfolge immer von weiter innen heraus. Dies bedingt aber, daß die Temperatur nach dem Innern hin ständig zunimmt. Setzt man diesen Prozeß fort, so müßte in der Erdmitte eine enorm hohe Temperatur herrschen. Es fände dann ein ständiger Wärme-

fluß von innen nach außen statt, und die Erde wäre in einem Abkühlungsprozeß begriffen. Und den Wärmeverrat der Erde überhaupt könnte man sich nur als einen Überrest aus uralten Entwicklungszuständen der Erde erklären, als die Erde noch glühend war und noch zur Sonnenmasse gehörte. Diese Anschauung führt dann zu der üblichen Vorstellung von dem Entstehen von Planetensystemen aus Nebeln. So lockend diese Spekulation auch ist, wir haben keinerlei Merkmal dafür, daß sie richtig ist. Es kann mit andern Worten auch anders sein.

Vielerlei Umstände lassen sich nämlich nicht mit dieser Anschauung vereinbaren. Man kann nicht anders, als sich den Zustand des Magmas bei derartig enormen Hitzeegraden zum mindesten plastisch vorzustellen. Allgemein angenommen wird der Gaszustand, doch würden diese Gase unter derartig hohen Drucken stehen, daß sie gleichzeitig sehr konzentriert wären. Da aber ein gasförmiges und daher plastisches Erdinneres recht schlecht in unsere Erfahrungen hineinpaßt, so benutzt man den Umstand, daß wir uns die Eigenschaften des Magmas bei extremen Temperaturen und Drucken nicht vorstellen können, um dem Magma die erwünschten Eigenschaften zu geben, und kommt so zu der widersprechenden Annahme, daß diese Gase äußerst zähflüssig, ja starr wären. Wir sehen, dem Magma geht es ähnlich wie dem Äther, der ja auch Gas und äußerst starr sein soll, obwohl er im Gegensatz zum Magma in denkbar größter Verdünnung angenommen wird. Ein wichtiges Argument gegen die Flüssigkeit oder Gasförmigkeit des Erdinnern besteht darin,



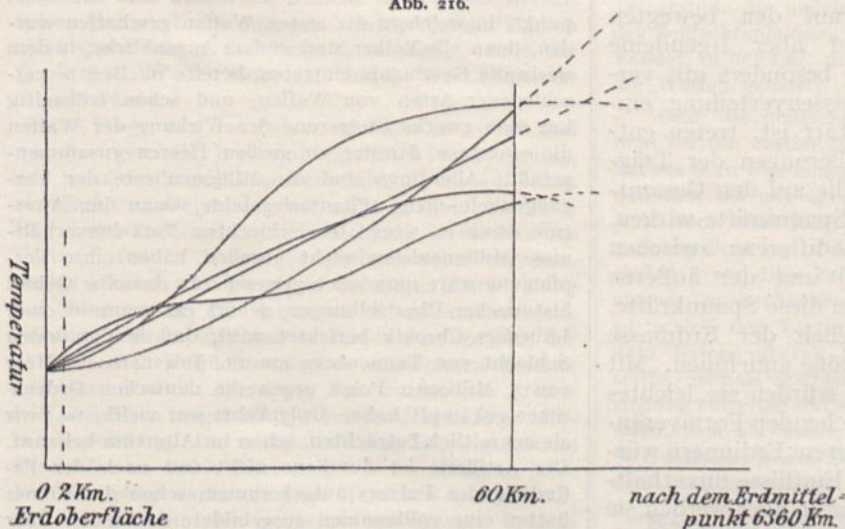
Graphische Darstellung der Unsicherheit des Schlusses auf die Temperatur in der Erdmitte. Die 60 km in Abb. 216, über die wir einigermaßen sicher wissen, daß die Temperatur in ihnen steigt, sind nur $\frac{1}{100}$ bis zur Erdmitte. Wie die beliebig gewählten Kurven anzeigen, ist ein Schluß daraus auf die Temperatur in der Erdmitte völlig inhaltslos. Es kann dort hiernach in weiten Grenzen jede beliebige Temperatur herrschen.

daß die Erde augenscheinlich der fluterzeugenden Wirkung von Sonne und Mond genau so widersteht, als ob sie vom Mittelpunkt bis zur Oberfläche eine feste Masse wäre. Der englische Physiker Lord Kelvin hat gezeigt, daß, wenn die Erde weniger starr als Stahl wäre, sie dieser Wirkung so weit nachgeben würde, daß die Gezeiten des Meeres viel kleiner als auf einer absolut starren Erde werden würden; d. h. die Anziehung durch Sonne und Mond würde die Erdmasse selbst in eine ellipsoidische Form bringen, anstatt nur das Wasser vom Ozean hinwegzuziehen und Ebbe und Flut zu bewirken. Da Erde und Ozean zusammen die gleichen Formveränderungen erleiden würden, so würden wir überhaupt Ebbe und Flut nicht unmittelbar wahrnehmen. Wäre die Erd-

oberfläche nur eine dünne, auf dem flüssigen Innern schwimmende Schale oder Kruste, so würden im Innern die Gezeiten hervorgerufen, und die dünne Schale würde sich so biegen, daß Flut und Ebbe des Ozeans nahezu aufgehoben würden. — Ebenso sind andere astronomische Tatsachen nicht mit der Plastizität des Erdinnern in Einklang zu bringen*). Es ist z. B. die Frage aufgeworfen worden, ob das plastische Innere der Erde durch die Präzession beeinflusst

*) Vgl. u. a. Newcomb-Engelmann, *Popul. Astronomie*.

Abb. 216.



Darstellung der Temperaturzunahme bis zur Zone der vulkanischen und Erdbebenherde bei tiefstens 60 km. Die in Abb. 215 bezeichnete Strecke von 2 km, über die unmittelbare Beobachtungen vorliegen, schrumpft ganz zusammen. Über die Art der Zunahme bis zu 60 km, liegt keinerlei Anhalt vor, insbesondere nicht, ob sich dort Maxima befinden.

wird, ob die Kruste nicht in der Tat über daselbe gleiten würde, so daß zeitweilig die Flüssigkeit in einer Richtung und die Kruste in einer andern rotierte.

Überschauen wir die gesamte Sachlage, so müssen wir feststellen, daß die Ansicht von der Plastizität des Erdinnern (und diese muß mehr oder weniger vorhanden sein, falls schwindelnd hohe Temperaturen im Zentrum der Erde bestehen) auf große Schwierigkeiten stößt und als sehr ungewiß betrachtet werden muß. Die astronomischen Theoretiker haben sich daher auch noch nie recht damit befreunden wollen. — Der letzte Einwand bezüglich der Präzession, der auf Grund der Achsenverlegung bei der Erdrotation beruht, zeigt uns nun, daß auf den Erdball andauernd Kräfte einwirken, die seine Bewegung beeinflussen. Hier ist es eine gewisse Drillung, so daß sich bei plastischem Innern die Kruste anders bewegen würde als das Innere. Ist das Innere nicht plastisch, so treten diese Beeinflussungen als Spannkkräfte im Innern auf, die sich dort bemerkbar machen werden, wo besonders empfindliche Stellen sind. Andererseits haben wir auch gesehen, daß Kräfte auf das Gefüge des Erdbaues wirken, die dem Ball eine ellipsoidische Gestalt geben und Gezeiten bedingen würden, falls das Innere plastisch wäre. Diese Kräfte hängen mit der täglichen Rotation der Erde zusammen und treten ebenfalls als Spannkkräfte auf, die infolge der Trägheit der Erdmasse Formveränderungen an ihr zu bewirken suchen. Eine dritte Kraftquelle findet sich in der Bewegung der Erde um die Sonne. Diese ist elliptisch, und zwar wandert die Erde je nach ihrer Entfernung von der Sonne mit verschiedener Geschwindigkeit ihre Ellipse. Sobald irgendeine Bewegung anders als gleichförmig und geradlinig erfolgt, wissen wir, daß Kräfte auf den bewegten Körper einwirken. Sobald aber irgendeine Kraft auf ein Körpergefüge besonders mit verschiedener Dichte- oder Massenverteilung einwirkt, das nicht absolut starr ist, treten entsprechend verschiedene Äußerungen der Trägheit dieser Massen zutage, die auf den Gesamtkörper formverändernd als Spannkkräfte wirken. Bei der erheblichen Dichtedifferenz zwischen dem Erdinnern (etwa 5,6) und der äußeren Kruste (etwa 2 bis 3) müssen diese Spannkkräfte, die allesamt auf der Trägheit der Erdmasse beruhen, ganz erhebliche Größe annehmen. Mit einer plastischen Erdmasse würden sie leichtes Spiel haben und die entsprechenden Formveränderungen bewirken. Bei starrem Erdinnern würden ihre formverändernden Einflüsse unverhältnismäßig kleiner werden, dafür aber werden sie zum großen Teil in Reibungswärme an empfindlichen Stellen des Erdgefüges umgesetzt. — Damit wäre eine Wärmequelle gegeben, die

unausgesetzt fließt, denn am Erdball werden fortgesetzt formverändernde Kräfte ausgeübt, solange sich die Erde selbständig bewegt. Daß sich die Reibungswärme nicht an der Oberfläche der Erde zeigt, ist selbstverständlich, vielmehr wird sie dort zur Erscheinung kommen, wo Dichteverteilung und Aufbau der Erde den Anlaß geben. Die Ungleichheit der Erdoberfläche, die etwa 17 km Differenz zwischen den höchsten Punkten und den tiefsten Ozeantiefen aufweist, bedingt naturgemäß ein weniger festes Gefüge der obersten Erdkruste als das kompakte Innere. Demgemäß wird es beim Eindringen in die Erde eine kritische Zone geben, wo diese Kräfte wirken und entsprechende Reibungswärme auftritt, und zwar ist es leicht begreiflich, daß diese nicht allzuweit unter der Oberfläche liegt. Die Zone der Vulkan- und Erdbebenherde würde sie realisieren. Wir haben somit eine unbedingt vorhandene Wärmequelle erkannt, die den Hintergrund für die Wärme unter der Erdoberfläche abgibt, ohne daß im Zentrum der Erde ungeheuer hohe Temperaturen bestehen, die vor allem nicht bedingt, daß das Erdinnere plastisch ist. — Wie sich die Eigenschaften des Erdinnern von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet weiter gestalten, soll gelegentlich erörtert werden.

Porstmann. [1137]

NOTIZEN.

(Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

Kriegstechnik vergangener Zeiten. Im Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes in Berlin hielt Prof. Dr. Konrad Matschoss über dieses Thema einen allgemein interessierenden Vortrag, dem das Folgende entnommen sei.

Im Dunkel der Vorzeiten verliert sich der Zeitpunkt, in welchem die ersten Waffen geschaffen wurden, denn alle Völker sind in dem Augenblicke, in dem sie in die Geschichte eintreten, bereits im Besitze verschiedener Arten von Waffen, und schon frühzeitig hat man zwecks Steigerung der Wirkung der Waffen die einzelnen Streiter zu großen Heeren zusammengefaßt. Allerdings sind die Millionenheere der Vergangenheit meist Phantasiegebilde, denn im Altertum kann es wegen der schlechten Verkehrsverhältnisse Millionenheere nicht gegeben haben, ihre Verpflegung wäre unmöglich gewesen. In dasselbe Gebiet historischer Übertreibungen gehört es, wenn in einer Lübecker Chronik berichtet wird, daß in der ersten Schlacht von Tannenberg am 15. Juli 1410 ein Heer von 5 Millionen Polen gegen die deutschen Ordensritter gekämpft habe. Umgekehrt war vieles, was wir als neuzeitlich betrachten, schon im Altertum bekannt. Die Artillerie ist durchaus nicht erst nach der Erfindung des Pulvers aufgekommen, schon die Römer hatten eine vollkommen ausgebildete Artillerie. Über die Belagerungsgeschütze der alten Griechen sind wir durch das Interesse unseres Kaisers für diese Dinge auf das beste orientiert. So wurden auf dem römi-

schen Kastell der Saalburg Versuche über die Leistungsfähigkeit solcher Torsionsgeschütze angestellt, und wir wissen, daß sie Steinkugeln im Gewichte von 5—80 kg auf 300 km schleudern konnten. Alexander der Große hatte schon 200 Jahre v. Chr. Geschütze in offener Feldschlacht vor der Front verwendet. Alexander der Große war es auch, der die schwere Artillerie ausbildete, wobei er aber genau wie heute gegen die Tradition zu kämpfen hatte. Es erschien damals die Anwendung der Artillerie wenig soldatenmäßig. Jede römische Legion führte 45 leichte und 10 schwere Geschütze mit sich. Die Römer hatten eigene technische Truppen, deren Leute sie den technischen Berufen, wie Zimmerleute, Wegebauer, entnahmen. Sie hatten überall Waffenfabriken, und die Arbeiter derselben hatten zahlreiche Vorrechte. Zu den technischen Truppen zählte man damals bezeichnenderweise auch die Ärzte. Vor allem aber waren die Römer die größten Wegebauer der Welt. Ein Straßennetz von 76 000 km Umfang wurde von ihren Soldaten errichtet, die nicht immer sehr entzückt über diese Aufgabe waren. Dieses Straßennetz ermöglichte den Römern, genau wie uns die Eisenbahnen, Verschiebungen ihrer Truppen und gestattete ihnen, Truppen von der nordafrikanischen Küste nach Britannien und von dort nach Jerusalem zu werfen.

Die Völkerwanderung ließ die Kenntnis der Antike auch auf diesem Gebiete in Vergessenheit geraten, so daß sie wieder neu erworben werden mußte. Jetzt stellte man aber statt der Torsionskraft die Schwerkraft in den Dienst der Artillerie, Eisen und Stahl wurden herangezogen. Im 14. Jahrhundert sehen wir, wie an bestimmten Orten in Deutschland sich die Kunst des Waffenschmiedens besonders entwickelte, so in Regensburg, in Suhl, in Solingen, und viele große Städte, wie Augsburg und Nürnberg, verdanken ihren Reichtum dieser Kunst. Man muß dabei berücksichtigen, daß Hammer und Amboß die einzigen Werkzeuge waren, die zur Verfügung standen. Schon in den Kreuzzügen hören wir von der Anwendung des Panzers, und die Zünfte der Waffenschmiede suchten sich das Geheimnis der Herstellung dadurch zu sichern, daß sie ihren Mitgliedern einen Eid abnahmen, das Geheimnis nie zu verraten und das Land niemals zu verlassen. Ein Schwertschmied in Solingen durfte damals täglich nicht mehr als 4 Schwerte herstellen, damit die Qualität der Waffen nicht leide und ihr Wert nicht verringert würde.

Die Frage, wer das Pulver erfunden hat, wann und wo dies geschah, erscheint eigentlich recht müßig, und trotz der vielen Forscherarbeit, die hierauf schon verwendet wurde, wissen wir nicht allzuviel hierüber. Es tut uns auch nichts, wenn nicht die Deutschen das Pulver erfunden haben, es genügt, wenn wir feststellen können, daß gerade in der ersten Entwicklung der Feuerwaffen die deutschen Büchsenmeister die Führung hatten, und daß es keinen Fürsten gab, der ohne deutschen Büchsenmacher auskommen konnte. Die Geschütze der damaligen Zeit wurden aus Bronze oder aus Eisen hergestellt, jedoch fand auch Holz hierbei Anwendung. Die mittelalterlichen Riesengeschütze übertrafen an Größe die unsrigen bei weitem; zu ihrer Fortbewegung waren oft 2000 Menschen und 70 Ochsen erforderlich. Es erscheint aus diesem Grunde begreiflich, warum in der Bezeichnung solcher Geschütze sich sehr häufig das Wort „faul“ findet. Im 14. Jahrhundert konnte man aus solchen schweren

Geschützen alle drei Tage einen Schuß abgeben, und als es im Jahre 1437 ein Büchsenmacher dahin brachte, dreimal am Tage schießen zu können, wohin er wollte, erschien es selbstverständlich, daß er mit dem Schwarzen im Bunde sei, und er mußte eine Reinigungsfahrt nach Rom antreten. Um 1550 soll die französische Artillerie imstande gewesen sein, 15—20 Schuß täglich abzugeben, und 1644 soll die kaiserliche Artillerie 4 Schüsse abgegeben haben, ehe der Musketier einmal lud. 1555 war schon das Shrapnell von einem Deutschen erfunden, geriet aber schließlich wieder in Vergessenheit, bis der englische Oberst, dessen Namen es trägt, es wieder erfand. Die ersten Handfeuerwaffen waren nichts anderes als tragbare Kanonen. Zu ihrer Zündung benutzte man zuerst einen langen eisernen Stock, später die Lunte, dann das deutsche Rad-schloß und das Steinschnappschloß. Es ist bemerkenswert, daß noch im Jahre 1813 die Russen Hilfstruppen hatten, die mit Pfeil und Bogen ausgerüstet waren. Dann folgte der Vorderlader, der Hinterlader, das Zündnadel- und das Mausergewehr.

Die moderne Kriegstechnik setzt mit der Anwendung der Dampfkraft ein, und die Beziehung zwischen Dampfmaschine und Kriegstechnik wird vielleicht am besten dadurch gekennzeichnet, daß die erste dieser Maschinen aus einem Kanonenrohr hergestellt wurde. Der größte Fortschritt wurde bedingt durch die Verdrängung der Holzkohle durch die Steinkohle; man kann sich über die Bedeutung klar werden, wenn man bedenkt, daß die Feuerung dreier großer Hochöfen mit Holzkohle ein Forstgebiet voraussetzen würde, das die Größe des Königreichs Sachsen hätte. Mit der Verwendung der Dampfkraft und der Steinkohle beginnt jene Mechanisierung der Arbeit, die zur Gemeinschaftsarbeit führte, die gerade Deutschlands Technik so groß gemacht hat. Die neueste Zeit der Waffentechnik beginnt aber um 1890 mit der Einführung des rauchlosen Pulvers.

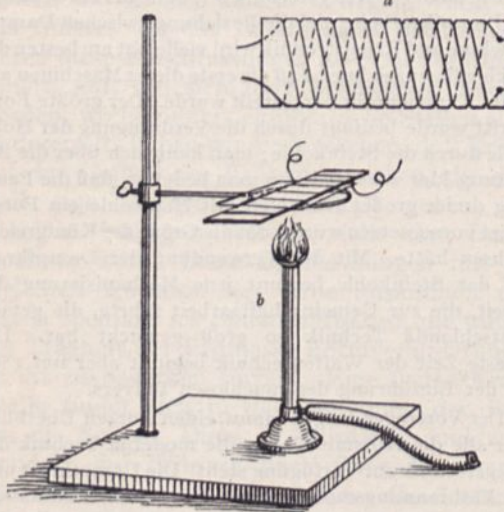
Der Vortragende gab dann einen kurzen Überblick über alle die Hilfsmittel, die die moderne Technik der Kriegstechnik zur Verfügung stellt. Die Dampfkraft und der Verbrennungsmotor bringen die Menschenmassen zusammen, die die modernen Riesenschlachten schlagen. Die Elektrotechnik konzentriert durch Telephonie und Telegraphie die ungeheuren Linien im Arbeitszimmer des Schlachtenlenkers; für den Kampf über und unter Wasser, in der Luft und auf der Erde hat die Technik die Waffen geliefert.

Wenn die deutsche Technik in einer Zeit, in der man ihr die besten Mitarbeiter nahm, mehr geleistet hat als je in Friedenszeiten, dann muß man bedenken, daß sich bei uns neben der allgemeinen Wehrpflicht jetzt auch ohne jedes Munitionsgesetz die allgemeine Arbeitspflicht für beide Geschlechter durchgesetzt hat, und daß wir diese Erfolge dem deutschen Erziehungssystem zu verdanken haben. Aus diesem Grunde, so schloß der Vortragende, wird, wenn auch nach dem Kriege überall Sparsamkeit notwendig werden sollte, niemals Sparsamkeit auf dem Gebiete der Erziehung eintreten dürfen. Der Krieg wird uns zwingen, mehr noch als bisher, Menschenökonomie zu treiben. Wir müssen jedem Befähigten auch in der Technik den Aufstieg ermöglichen. [1308]

Herstellung von Selenzellen. (Mit einer Abbildung.) Im Anschluß an den kurzen Hinweis über die Beschaffenheit der Selenzellen im *Prometheus*, Jahrgang XXVII, Nr. 1358, S. 95, dürften einige An-

gaben*) über eine speziellere Konstruktion dieser für die Photometrie, die Fernphotographie u. a. so wichtigen Elemente willkommen sein. Es handelt sich dabei darum, die Eigenschaft des Selens, beim Wechsel der Beleuchtungsintensität seinen elektrischen Widerstand zu ändern, in günstigster Weise dienstbar zu machen. Als Basis der Zelle werden Talk, Glimmer oder Porzellan benützt, Schiefer eignet sich weniger gut, da dessen metallische Adern unerwünschten Kurzschluß herbeiführen können. Abb. 218 (a) zeigt nun die Art und Weise, wie auf eine Platte (5 cm × 2 cm) aus einem dieser Materialien zwei Drähte in Spiralen aufgewickelt sind. In zwei Löchern an der einen schmalen Seite des Plättchens sind sie befestigt und parallel zueinander in etwa 1 mm Abstand ringsum die Platte gewickelt. Sorgfältig muß dabei jede Berührung beider Drähte vermieden werden, außerdem ist empfindlichst zu prüfen, daß kein elektrischer Strom durch diese Anordnung geschickt werden kann, denn die leitende Verbindung dieser Drähte soll letzten Endes

Abb. 218.



Schema für die Herstellung von Selenzellen.

durch das Selen hergestellt werden. Es ist neuerdings mit bestem Erfolg Kupferdraht benutzt worden, ebenso eignet sich Nickel und vor allem Platin. Der Umstand, daß die meisten Metalle außer Platin Selenide bilden, die die Zelle unempfindlich und unbrauchbar machen, hatte verursacht, daß bisher durchgängig nur Platindraht benutzt wurde. — Die Zelle wird nun mit einem dünnen Selenüberzug versehen. Über einem Bunsenbrenner (Abb. 218 b) liegt ein Messingblech, darauf, zum Auffangen des überschüssigen Selens, eine Glimmerplatte und darauf die Zelle. Nun werden einige Stückchen Selen in einem Löffel geschmolzen und einige Tropfen auf verschiedene Teile der Zelle gebracht. Mit einem Glimmerstückchen oder einem Stahlspatel streicht man das Selen gleichmäßig breit und preßt es gut zwischen die Drähte. Während dieses Prozesses muß die Temperatur peinlich reguliert sein. Ist sie nicht hoch genug, so beginnt das Selen zu kristallisieren, ist sie zu hoch, so sammelt es sich in Tropfen und wird von der Zellenoberfläche nicht angenommen. Sie muß knapp über dem Schmelzpunkt des kristallinen Selens gehalten werden. Wenn die

Oberfläche glatt geworden ist, entfernt man die Zelle und läßt sie kalt werden, sie bleibt glatt und glänzend. — Nun muß sie gegläht werden. Sie wird langsam erhitzt. Das Selen beginnt (nach etwa 5 Minuten) zu kristallisieren, was sich aus dem Mattwerden der Oberfläche erkennen läßt. Nach etwa 10 Minuten soll alles Selen kristallisiert sein. Man erhitzt weiter, bis sich gerade Zeichen des Schmelzens erkennen machen, entfernt den Brenner, damit sofort wieder Kristallisation eintritt, und stellt ihn wieder unter, nachdem er etwas zurückgestellt ist, so daß die Zelle knapp unter der Schmelztemperatur gehalten wird. So läßt man sie etwa 4 Stunden unter dieser konstanten Temperatur. Danach beginnt man, ganz langsam auf kleinere und kleinere Temperaturen herabzugehen, bis sie ganz kalt ist. Eine derartige Zelle hat im Dunkeln einen Widerstand von 50 000—100 000 Ohm. P. [1139]

Vereinfachte Technik der direkten Blutübertragung.

Die besonders wegen der Gefahr der Blutgerinnungsbildung nicht gerade ungefährliche Bluttransfusion, d. h. Blutübertragung von einem Menschen auf einen anderen, war bereits vor Jahren durch Carrel-NeuYork und Stich-Göttingen recht vereinfacht worden. Durch direkte Verbindung zwischen Schlagader des Blutspenders und Blutader des Blutempfängers mit nachfolgender Gefäßnaht war das Verfahren einfacher und ungefährlicher geworden. Jedoch erforderte die Gefäßnaht noch die geübte Technik des geschulten Chirurgen. Ihre Vereinfachung war also sehr erwünscht. Sie bringt ein Verfahren, das Prof. Sauerbruch-Greifswald in Nr. 45/1915 der *Münchener med. Wochenschrift* beschreibt, und dessen Technik etwa folgende ist: Der blutbedürftige Empfänger wird mit dem Rücken auf den Operationstisch gelagert, und ein rechtwinklig abgobogener Arm wird derartig auf einem kleinen Tisch befestigt, daß der Handrücken auf dem Tisch liegt. Der Blutspender sitzt zweckmäßig so auf einem hohen Stuhle, daß er sein Handgelenk bequem auf die freiliegende Beugeseite des Armes des Empfängers legen kann. Nach vorheriger Desinfektion wird nun die Pulsader des Spenders in einer Ausdehnung von 5—6 cm freigelegt und möglichst weit unten am Handgelenk durchschnitten. Das untere Ende wird unterbunden, das obere bleibt offen. Aus ihm läßt man unter Beobachtung der dazu nötigen Zeit etwa 1 ccm Blut ausfließen. Nun wird beim Empfänger die vorher ebenfalls freigelegte große Blutader in der Ellenbeuge schlitzförmig geöffnet und 1—2 cm vom freien Ende der Schlagader des Spenders einfach hineingeführt. Durch einige Haltefäden erhält man die Öffnung der Schlagader offen, und nun fließt das Blut des Spenders direkt in das Gefäßsystem des Empfängers ein. 10—12 Minuten genügen zur Übertragung von 120—200 ccm Blut. Hält man die übertragene Blutmenge für ausreichend, so wird die Pulsader wie eine Kanüle herausgezogen und ihr oberes Ende unterbunden. Das freie Ende des Gefäßes schneidet man ab. Auch beim Empfänger wird die Gefäßwunde durch Unterbindung der Naht geschlossen, und dann folgt bei beiden die einfache Hautnaht. Prof. Sauerbruch hat das Verfahren mehrfach mit Erfolg versucht und auf diese Art sogar in Feldlazaretten direkte Blutübertragungen ausgeführt. Dieses einfache Verfahren erfordert keine umständliche Technik und kann von jedem Arzt ausgeführt werden, was es gerade für die Kriegszeit sehr empfiehlt.

*) *Scientific American* 1915, S. 403.

BEIBLATT ZUM PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Nr. 1375

Jahrgang XXVII. 23

4. III. 1916

Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

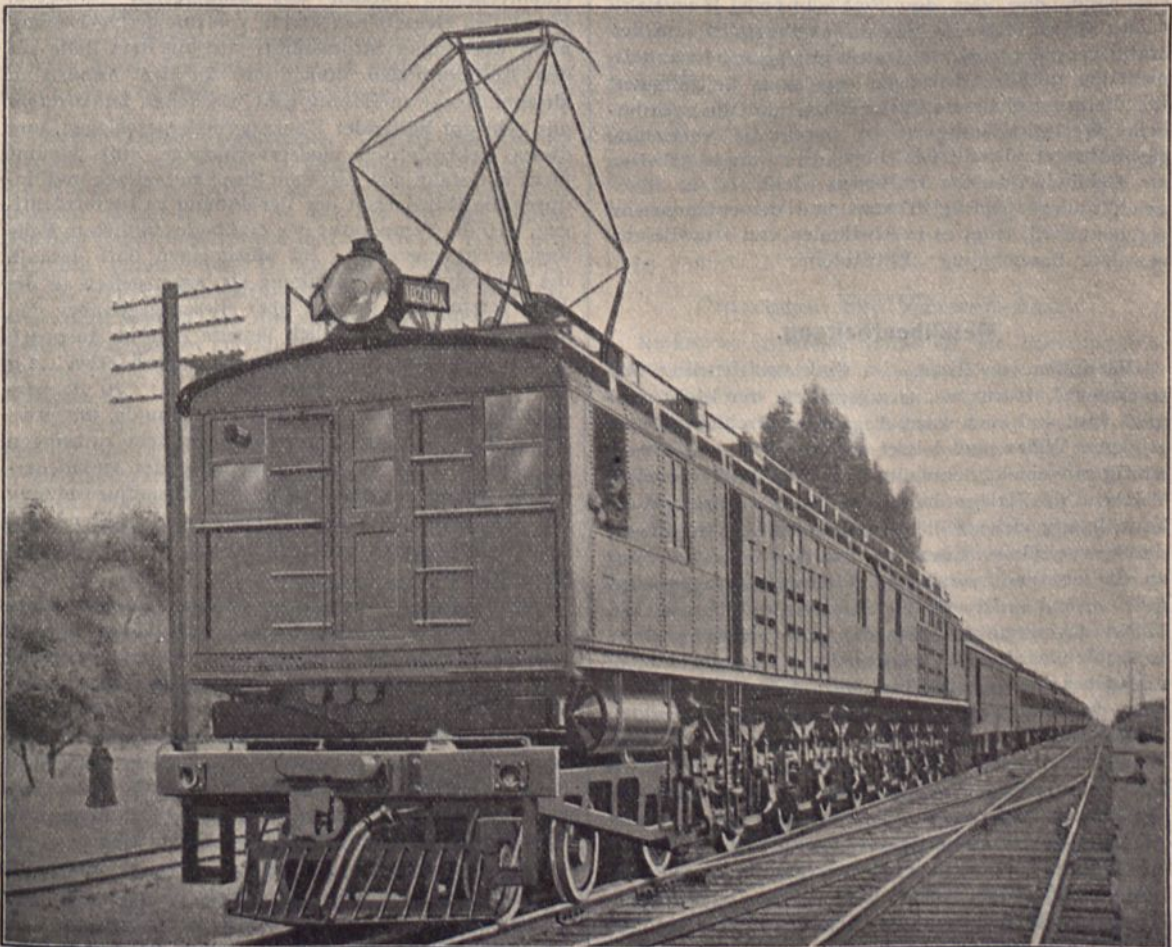
Elektrotechnik.

Eine neue elektrische Eisenbahn in Amerika*). Die Chicago, Milwaukee & St. Pauls Eisenbahn führt 440 Meilen ihres Pacificsystems zwischen Harlowton, Montana, und Avery, Idaho, in elektrischen Betrieb über. Harlowton liegt etwa 1400 m über dem Meere und Avery 840 m. Zwei Gebirgszonen von 2100 und 1900 m kreuzt diese Bahn, sie liegt demgemäß im höchsten Gebiet des ganzen Systems. Die elektrischen Lokomotiven arbeiten mit bestem Nutzeffekt in kaltem Klima, während für die Dampfmaschinen gerade das Gegenteil der Fall ist.

*) *Scientific American* 1915, S. 391.

Der Strom wird von Wasserkraftanlagen in Montana geliefert, er wird mit 100 000 Volt Spannung in einer Leitung parallel der Bahn den Unterstationen zugeführt. Hier wird der Dreiphasenwechselstrom in 3000-Volt-Gleichstrom transformiert und der Leitung für die Bahn angeschlossen. Die Lokomotiven sollen die kräftigsten ihrer Art sein. Abb. 46 stellt die äußere Ansicht einer solchen dar. Sie ist etwa 37 m lang und umfaßt in Wirklichkeit zwei getrennte, aber ständig zusammengekoppelte und als Einheit benutzte Teile. 3440 Pferdekräfte soll jede entwickeln. Das Neueste an diesen Lokomotiven ist, daß sie die ersten sind, die mit einem Gleichstrom von 3000 Volt Spannung arbeiten, daß ferner bei Abwärtsbewegung die Loko-

Abb. 46.



Die neueste elektrische Lokomotive in Amerika.

motive den Zug dadurch beherrscht, daß sie die Motoren als Generatoren wirken läßt und auf diese Weise die Bremsenergie in elektrischen Strom umwandelt und in die Leitung schickt. Ungefähr 30% der Energie werden dadurch gewonnen, um den Zug aufwärts zu schleppen. Bei jedem Grad des Falles ist diese Einrichtung anwendbar, so daß Luftbremsen, von Notfällen abgesehen, nicht benützt zu werden brauchen. Außer der Ökonomie dieser Methode bietet sie noch den Vorteil, daß alle Gefahr durch Bruch von Bremschuhen oder überhitzten Rädern ausgeschaltet ist. — Auf die Vorteile der elektrischen Lokomotiven gegenüber den Konkurrenten mit Dampftrieb braucht nicht weiter eingegangen zu werden. Es sollen vorläufig 42 Lokomotiven eingestellt werden, 30 für Güterzüge, 12 für Personenbeförderung. Die Personenlokomotiven schleppen 800 Tonnen (amerikanische) bei 60 Meilen pro Stunde, während die für Güterzüge 2500 Tonnen bei 1% Steigung mit 16 Meilen pro Stunde befördern. Diese elektrischen Anlagen sind als Konkurrenten der neuesten großen Dampfanlagen in Amerika zu betrachten (vgl. *Prometheus*, Jahrgang XXVI, Nr. 1319, Beiblatt, S. 73). P. [1192]

Verbleites Flacheisenband für Blitzableiter. Daß es auch ohne die bekannten verzinkten Kupferseile beim Blitzableiterbau geht, weiß man längst, und soweit der verhältnismäßig hohe Preis des Kupfers bisher noch nicht zur Verwendung von anderem Material geführt hat, wird es nun der Kupfermangel tun. Ein guter Ersatz für Kupferseil bildet ein verbleites Flacheisenband, das von der *Friedrich Hinters* für G. m. b. H. in Siegen (Westfalen) auf den Markt gebracht wird. Es besitzt infolge seiner verhältnismäßig großen Oberfläche eine gute Leitfähigkeit für die atmosphärische Elektrizität, und die erforderliche Wetterbeständigkeit ist durch die Verbleitung gewährleistet. Damit das Band bei etwaigen Arbeiten am Gebäude oder im Erdboden leicht als zur Blitzableiteranlage gehörig erkannt und dementsprechend geschont wird, trägt es in Abständen von 1 m die eingewalzte Bezeichnung „Blitzableiter“. — n. [1181]

Metallbearbeitung.

Verzinken von Eisen. Da Zink von feuchter und trockener Luft nur wenig angegriffen, nur leicht oxydiert wird und auch sonst Angriffen verschiedener Art größeren Widerstand leistet als Eisen, so wird dieses häufig mit einem Schutzüberzuge von Zink versehen. Während des Krieges haben wir nun notgedrungen gelernt, in sehr vielen Fällen Kupfer, Messing, Nickel usw. durch verzinktes Eisen zu ersetzen — es sei nur an die eisernen, verzinkten Pünfpfennigstücke erinnert —, und es ist wohl zu erwarten, daß in manchen Fällen das verzinkte Eisen den jetzt eroberten Platz behaupten wird, wenn auch andere Metalle wieder in reichlicher Menge verfügbar sind; dafür dürfte schon allein der verhältnismäßig niedrige Preis des verzinkten Eisens sprechen und fernerhin der Umstand, daß unser heimischer Boden große Mengen von Zink und Eisen birgt, während wir Kupfer, Nickel usw. in großen Mengen aus dem Auslande beziehen müssen.

Das älteste Verzinkungsverfahren ist das der Feuerverzinkung, bei welchem die zu verzinkenden Eisenteile, nachdem sie vorher durch Beizen oder mechanische Bearbeitung metallisch blank gemacht sind, in ein Bad von geschmolzenem Zink eingetaucht werden. Die nach dem Eintauchen am Eisen haftende Zink-

schicht ist verhältnismäßig stark, 0,4—0,5 mm, und sie haftet auch bei sorgfältiger Durchführung des Verfahrens ziemlich gut auf dem Eisen, doch muß besonders darauf geachtet werden, daß das Zinkbad, welches in einer schmiedeisernen, durch Feuer geheizten Wanne sich befindet, keine zu hohe Temperatur annimmt, weil sich sonst leicht an der Berührungsstelle zwischen Eisen und Zink eine sehr spröde Zink-Eisen-Legierung bildet, welche dazu führt, daß der Zinküberzug leicht vom Eisen abblättert, und die bei dünnen Eisenteilen, bei verzinkten Eisendrähten zum Beispiel, sehr leicht zu einer bedeutenden Verringerung der Festigkeit führen kann. Die Bildung dieser gefährlichen Zink-Eisen-Legierung verhindert ein neueres von *Lohmann* angegebenes Verfahren der Feuerverzinkung, bei welchem die metallisch blank geätzten Eisenteile vor dem Eintauchen in das Zinkbad in die Lösung eines Quecksilbersalzes eingetaucht werden, wobei sich ihre Oberfläche mit diesem Metallsalze überzieht. Dieses bildet dann beim Eintauchen in das Zinkbad mit dem Zink ein Amalgam, das zwar ein Eindringen des Zinkes ins Eisen, die Bildung einer Zink-Eisen-Legierung hindert, aber doch eine sehr innige Verbindung zwischen beiden Metallen herstellt.

Eine besser haftende Verzinkung mit erheblich geringerem Aufwand an Zink als bei der Feuerverzinkung erzielt man mit der elektrolytischen Verzinkung, bei welcher die zu verzinkenden Eisenteile als Kathoden in mit einer Lösung von Zinksalzen gefüllte, mit Blei ausgeschlagene hölzerne Tröge eingehängt werden, die entsprechende Anoden aus Zinkplatten enthalten. Durch den elektrischen Strom von nur geringer Spannung aber hoher Stromstärke wird aus dem Bade auf den Eisenkathoden Zink, das an den Anoden in gleicher Menge in Lösung geht, als heller, feinkörniger und sehr gut haftender Überzug niedergeschlagen, und dieses elektrolytisch niedergeschlagene Zink kommt nicht in Gefahr, sich mit dem Eisen zu legieren und dadurch die Haltbarkeit der Verbindung zu beeinträchtigen, weil die Temperatur des Zinkbades in diesem Falle dazu nicht ausreicht. Im allgemeinen darf deshalb die elektrolytische Verzinkung als besser gelten als die Feuerverzinkung, sie hat aber dieser gegenüber den Nachteil, daß sie erheblich längere Zeit in Anspruch nimmt — 1 Ampere schlägt in der Stunde etwa 1,2 g Zink auf der Eisenkathode nieder, bei 120 Ampere Stromdichte braucht man also eine Stunde, um etwa 240 g Zink auf 1 qm Verzinkungsfläche zu bringen —, und es kann auch schlecht haftender Zinkniederschlag erzeugt werden, wenn der Zusammensetzung des Zinkbades und seiner Temperatur während des ganzen Vorganges nicht die nötige Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Ein weiteres Verzinkungsverfahren, das bekannte *Schloopsche* Spritzverfahren, auf dessen Einzelheiten hier nicht näher eingegangen zu werden braucht, weil sie im *Prometheus* mehrfach eingehend behandelt sind, eignet sich naturgemäß besonders zur Verzinkung größerer Stücke, die sich weder in die Wanne der Feuerverzinkung noch in das Bad der elektrolytischen Verzinkung eintauchen lassen. Es findet deshalb vorzugsweise Anwendung zur Verzinkung von Eisenkonstruktionen, fertigen Behältern usw.

Für die gleichen Zwecke eignet sich auch das Metallanstrichverfahren, nach welchem mit einer Art von Zinkbronze, bestehend aus feinstem Metallstaub und einer Flüssigkeit, wie mit einer Farbe, mit Hilfe des Pinsels die zu verzinkenden, metallisch blanken Eisen-

teile bestrichen werden. Nach dem Antrocknen dieses Anstriches wird mit Hilfe einer Gebläseflamme, die über die Fläche hinweggeführt wird, das Zink auf das Eisen aufgeschmolzen.

Vorzugsweise für das Verzinken von kleineren Gegenständen, besonders auch von solchen, die wie Schraubengewinde, bei der Verzinkung ihre scharfen Kanten behalten müssen, eignen sich die Dampfverzinkungsverfahren nach *Shepard* und *Cowper-Coles*, bei welchen Zinkdämpfe auf den zu verzinkenden Flächen niedergeschlagen werden. Bei dem bekannteren und in Deutschland mehr benutzten *Shepardisieren* — unsere eisernen Fünfpfennigstücke sind nach diesem Verfahren verzinkt — werden die eisernen Gegenstände in einer sich drehenden Trommel zusammen mit Zinkstaub und feinem Sande je nach der Stärke des gewünschten Zinküberzuges etwa eine oder mehrere Stunden lang auf ungefähr 300—400° C erhitzt. Dabei verdampft das feinverteilte Zink, und der Zinkdampf schlägt sich auf dem Eisen nieder und geht mit ihm eine sehr feste Verbindung ein, die man als Legierung bezeichnen muß, die aber nicht die unangenehmen Eigenschaften der bei der Feuerverzinkung auftretenden Legierungen besitzt. Beim *Cowperisieren* werden dagegen die Eisenteile allein in eine aus Drahtgeflecht bestehende Trommel gebracht, die sich über einem hoch erhitzten, verdampfenden Zinkbade dreht, während zur Verhütung der Oxydation und zur Beschleunigung der Verdampfung des Zinks der Trommel brennender Wasserstoff zugeführt wird.

Es steht uns also eine ganze Reihe von brauchbaren Verfahren zur Verzinkung von Eisenteilen zu Gebote, welche den eingangs erwähnten Ersatz anderer Metalle durch verzinktes Eisen in größerem Maßstabe als durchaus möglich erscheinen lassen. C. T. [1226]

Härten kleiner Stahlstücke. Taucht man kleine Gegenstände aus Stahl rotglühend zum Härten in ein Wasserbad, so springen sie oft gleich nach dem Eintauchen. Besonders oft ist dies der Fall bei Gegenständen komplizierter Form und rührt wohl davon her, daß die schwächeren Querschnitte solcher Gegenstände beim Eintauchen in das kalte Wasser schneller abgekühlt werden als die stärkeren. Dadurch entstehen Spannungen im Innern des Stückes, die dünnen Querschnitte können diesen nicht standhalten und bröckeln ab.

Zur Vermeidung dieses Übelstandes gieße man auf das Kühlbad eine Ölschicht, welche den zu härtenden Gegenstand ganz umschließt, bevor er noch das Wasser erreicht. Da Öl die Wärme schlechter als Wasser leitet, so können die stärkeren Querschnitte erst ihren größeren Wärmeverrat abgeben, und bei den schwächeren kann die geringere Oberfläche sich später abkühlen. Alle Teile des Gegenstandes sind dann auf ungefähr gleicher Wärmeabgabe angelangt, sobald sie in das unter dem Öl befindliche Wasser gelangen, und es treten keine innere Spannungen mehr ein (*Elektrochem. Zeitschr.* XXII, S. 66).

Ein Gegenstand wird glashart an der Oberfläche und zähe im Innern, wenn man ihn in folgendes Bad bringt. Die Oberfläche desselben ist durch eine Zwischenwand in zwei Teile geteilt, der eine enthält Öl, der andere Wasser. Man erfaßt den Gegenstand mit einem Haken oder einer Zange und bringt ihn unter der Zwischenwand hindurch in das Ölenteil. Durch die plötzliche Abkühlung im Wasser wird seine Oberfläche glashart werden, durch verlangsamte Abkühlung im Öl sein Inneres aber zäher bleiben. Diese Zähigkeit

kann man noch durch Abmessung der Ölmenge und -temperatur beliebig ändern.

Zur Härtung größerer Gegenstände oder solcher nicht besonders komplizierter Form richtet man das Bad auch ohne Öl ein und sorgt nur durch geeignete Temperierung des Wasserbades für eine geeignete Abkühlungsgeschwindigkeit. Um einer Explosionsgefahr durch den beim Eintauchen des Stahls ins Wasser erzeugten Dampf vorzubeugen, halte man die Flüssigkeit ständig in Bewegung, wodurch die Blasen entfernt werden. Oder man verwendet ein dauernd strömendes Bad bei Leitung des Wassers durch ein System vertikaler Röhren in das Gefäß. Das Frischwasser strömt dann aus Löchern dieser Röhren auf die zu härtenden Gegenstände und wird durch ein Überlaufrohr wieder weggeleitet. [1182]

Ziehsteine aus Aluminiumoxyd. Das Aluminiumoxyd (Al_2O_3), das in der Form von Korund als Schleifmittel ausgedehnte Verwendung in der Technik findet, läßt sich, ähnlich wie schwerschmelzbare Oxyde anderer Metalle, ohne eine eigentliche Schmelzung und danach folgende Kristallisation zu einer Masse von sehr großer Dichte versintern, die, wie man neuerdings gefunden hat, eine sehr hohe mechanische Festigkeit besitzt. Da außerdem die Härte dieser Masse gleich der des Saphirs ist, derjenigen des Diamanten also nur sehr wenig nachsteht, so lag der Gedanke nicht allzufern, das gesinterte Aluminiumoxyd als Ersatzstoff für die beim Bau von Ziehsteinen und anderen Werkzeugen höchster Widerstandsfähigkeit bisher verwendeten Edelsteine, besonders des teuren Diamanten zu verwenden. Eingehende Versuche, die sich auf die Sinterung und Formgebung des Aluminiumoxyds nach einem patentierten Verfahren erstrecken, werden zur Zeit von der AEG. ausgeführt, und es erscheint nach den bisherigen Ergebnissen nicht ausgeschlossen, daß das neue Material, besonders als Ziehstein zum Ziehen feiner Metalldrähte, vielleicht aber auch noch in anderer Form mit unseren Werkzeugedelsteinen in Wettbewerb tritt. F. L. [1176]

Feuerungs- und Wärmetechnik.

Natürliche feuerfeste Steine für den Feuerungsbau. Neben den bekannteren künstlich hergestellten feuerfesten Steinen verschiedener Art, wie Schamotte, Dinas, Silica, Magnesit, Dolomit usw., die aus dem gebrannten und zerkleinerten erdigen oder steinigen Rohmaterial meist unter Beigabe von plastischem Ton geformt und dann nochmals gebrannt werden, besitzen wir im Quarzschiefer einen hochfeuerfesten Naturstein, der ohne jede weitere Verarbeitung — von der Formgebungsarbeit natürlich abgesehen —, so wie er aus dem Steinbruche kommt, im Feuerungsbau Verwendung finden kann. Dieser hauptsächlich in den Crummendorfer Quarzschieferbrüchen bei Riegersdorf, Kreis Strehlen in Schlesien, gewonnene weißgraue Quarzschieferstein besteht aus etwa 95% Kieselsäure, etwa 4% Tonerde und geringen Mengen von Eisenoxyd, ist also ein saurer Stein, und er besitzt alle Eigenschaften, die an ein hochwertiges feuerfestes Material gestellt werden müssen. Er besitzt ein spezifisches Gewicht von 2,10—2,35, hat ein sehr dichtes natürliches Gefüge, seine Feuerfestigkeit liegt zwischen Segerkegel 34 und 35, er ist hervorragend widerstandsfähig gegen Temperaturwechsel, ist mechanisch fest und infolge des dichten Gefüges sehr widerstandsfähig gegen die auflösende Wirkung von Gasen, Schlacke

und Asche. Nach kurzer Einwirkung des Feuers überzieht sich der natürliche Quarzschieferstein mit einer porzellanartigen Sinterung, welche ihn gegen mechanische Einwirkungen wirksam schützt. In vielen industriellen Feuerungsanlagen hat sich der Quarzschieferstein seit Jahrzehnten als ein wertvoller Ersatz für Schamotte-Dinas-Silikasteine usw. bewährt, die er hinsichtlich der Haltbarkeit in den meisten Fällen, so besonders bei den stark beanspruchten Feuergewölben von Kettenrostanlagen, ganz erheblich übertrifft. Der Quarzschieferstein wird in Steinbrüchen im Tagebau in der üblichen Weise gebrochen, die größeren Stücke werden mit dem Spitzzeisen zerlegt und dann entweder von Hand zu rechtwinkligen oder konischen Steinen passender Abmessungen bearbeitet, oder, wenn ganz scharfkantige Steine von genauen Abmessungen hergestellt werden sollen, mit Hilfe von Diamantsägen zerschnitten. Die so zubereiteten Steine sind dann ohne weiteres zum Vermauern fertig. Die bei der Bearbeitung entfallenden Abfälle werden vermahlen und liefern den zum Vermauern der Quarzschiefersteine geeigneten hochfeuerfesten Mörtel. Entsprechend der schieferigen Struktur des Quarzschiefersteines muß er stets so vermauert werden, daß seine Stirnseite — die senkrecht zur Faserung bzw. Schieferung gerichtete Seite — der Einwirkung des Feuers ausgesetzt ist, da sonst ein Abblättern eintreten kann. Auch darf der Quarzschiefer nicht mit anderen feuerfesten Materialien zusammen vermauert werden, da der Stein beim Anfeuern etwas wächst und dadurch Zerstörungen in einem feuerfesten Mauerwerk eintreten können, das nicht ganz aus Quarzschiefer besteht. Auf dieses an sich natürlich ganz unbedenkliche Wachsen des Quarzschiefers ist auch bei der Anlage des an die feuerfeste Mauerung anschließenden Ziegelmauerwerks Rücksicht zu nehmen, das am besten durch einen kleinen mit Asche oder Kieselgur auszufüllenden Raum von dem Quarzschiefermauerwerk getrennt wird. -n. [1290]

Wärmeleitung der Metalle. Zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und elektrischen Leitfähigkeit an ein und demselben Metallstück bei mehreren Temperaturen zwischen 20 und 373° abs. ist die elektrische Heizung nach Kohlrausch geeignet, welche direkt Werte für das Verhältnis von Wärmeleitfähigkeit zur elektrischen Leitfähigkeit („Leitverhältnis“) liefert und die Beobachtung im stationären Zustande gestattet.

Die Kohlrauschsche Methode ist bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs aber schwierig wegen der hohen elektrischen Leitfähigkeit der reinen Metalle in tiefen Temperaturen und der dabei angewandten starken Ströme, dann wegen der geringen Verdampfungswärme des Wasserstoffs (nur etwa $\frac{1}{6}$ pro Kubikzentimeter der von flüssiger Luft) und der verhältnismäßig geringen zur Verfügung stehenden Mengen an flüssigem Wasserstoff.

Dabei handelt es sich darum, einen starken Strom (bis zu etwa 200 Amp.) in einen im flüssigen Wasserstoff befindlichen Apparat derart einzuleiten, daß die Wärme, zugeführt der Flüssigkeit durch die Zuleitungen, möglichst gering ist. Diese Zuleitungen müssen also durch den Strom nicht wesentlich erwärmt werden, und sie sind im flüssigen Wasserstoff so zu wählen, daß in ihnen dort keine wesentliche Joulesche Wärme entsteht. Es läßt sich eine gewisse Beziehung aufstellen bezüglich der Verbindungsstücke zwischen den beiden auf Zimmertemperatur und im flüssigen Wasserstoff befindlichen Teilen, wobei die äußere Wärmeleitung durch

das umgebende Gas vernachlässigt wird. Der Badflüssigkeit von gewisser Temperatur wird durch ein den Strom zuführendes Verbindungsstück eine Wärmemenge zugeführt, welche sich im allgemeinen zusammensetzt aus Joulescher Wärme und solcher, welche auch ohne Strom von oben her zugeführt wird. (*Elektrochem. Zeitschrift* 1914, S. 222.)

Der Rechnung nach würden die Verbindungsstücke bei 5—10 cm Länge dem Aussehen nach etwa Sickerungsstreifen entsprechen.

Die Temperaturerhöhung des stromdurchflossenen Versuchsstäbchens bestimmte man an drei Stellen mit Thermoelementen, wobei man die mit Seide umspinnenen Thermoelementendrähte von 0,1 mm Drahtstärke vorher auf ihre thermoelektrische Homogenität untersuchte. [1074]

Temperaturmessung mit Hilfe von Metallsalzmischungen. Zur Temperaturbestimmung benutzte man früher vielfach die sogenannten Prinssepischen Metalllegierungen, die mit verschiedenem bekannten Schmelzpunkt hergestellt und in Form von kleinen Kügelchen der zu bestimmenden Temperatur ausgesetzt wurden; durch Schmelzen der Legierung wurde angezeigt, daß die dem Schmelzpunkt der Legierung entsprechende Temperatur überschritten war. Später waren diese Metalllegierungen, deren Meßbereich etwa bis zu 1775° C, dem Schmelzpunkt des Platins, ging, durch die wesentlich billigeren Segerkegel ersetzt, dreiseitige Pyramiden aus Silikatgemengen von verschiedenem Schmelzpunkt, die in ähnlicher Weise benutzt werden und auch heute noch besonders in der keramischen Industrie vielfach Verwendung finden. Neuerdings kommen nun in den Vereinigten Staaten Metallsalzmischungen bestimmter, aber nicht bekanntgegebener Zusammensetzung zum Zwecke der Temperaturmessung auf den Markt*), deren jede einen ganz bestimmten Schmelzpunkt haben soll. Die Mischungen sind so zusammengesetzt, daß der Schmelzpunkt jeder Mischung 10° C höher liegt als der der vorhergehenden, so daß zur Beherrschung des Temperaturintervalles von 220 bis 1330° C insgesamt 111 verschiedene Mischungen erforderlich sind. Die Mischungen werden entweder in Form von kleinen Zylindern, deren Papierumhüllung die Angabe des Schmelzpunktes trägt, geliefert oder in Form einer Paste in Zinntuben. Beim Gebrauch werden, ähnlich wie bei den Segerkegeln, mehrere Zylinder oder aus der Tube gepreßte Häufchen Paste auf eine feuerfeste Unterlage gelegt und zusammen der zu bestimmenden Temperatur ausgesetzt. Diese liegt zwischen dem Schmelzpunkt der letzten geschmolzenen und dem der ersten ungeschmolzenen Mischung, was eine auf weniger als 10° C genaue Temperaturbestimmung ermöglichen würde, wenn die Schmelztemperaturen der Mischungen wirklich genau bestimmt sind und sich im Laufe der Zeit nicht ändern können. Das wird sich aber erst nachprüfen lassen, wenn die chemische Zusammensetzung der einzelnen Mischungen genau bekannt ist. Ob übrigens angesichts unserer sehr hoch entwickelten Pyrometer verschiedener Art für alle in der Praxis vorkommenden Temperaturen noch ein Bedürfnis nach derartigen Schmelzmischungen vorliegt, deren Angaben auch im besten Falle niemals die genaue Temperaturmessung ermöglichen können, welche die Pyrometer mit Sicherheit gestatten, darf wohl bezweifelt werden.

W. B. [1028]

*) *The Foundry* 1915, S. 39.