

„Der Genuß, auch der verständigste Genuß, die Beschaulichkeit, auch die von den edelsten Gefühlen getragene, das Sammeln von allem Schönen und Guten, das uns Zufall und Glück und eine gütige Vorsehung in den Weg führt, all das ersetzt nicht jenes so selbsttätige Schaffen in unserer harten Arbeitswelt, das, wenn auch in den engsten Grenzen, in jedes Mannes Leben nach meinem Gefühl den Kern bilden muß, der es erzählenswert macht.“

Max Erb.

Elektrotechnik an Bord.

Von Dipl.-Ing. A. Hamm.

Unter allen Hilfskräften, die dem Ingenieur eines Handels- oder Kriegsschiffs zur Verfügung stehen, ist die Elektrizität die weitaus wichtigste. Mehr und mehr bricht sich ihre Anwendung Bahn, auch da, wo bisher der Dampf oder die Preßluft das Feld beherrschten, und die äußerst konservativen Schiffs- und Marineingenieure mußten ihr immer mehr Zugeständnisse machen. Es ist dabei beachtenswert, daß die Kriegsmarine immer voranging, die Handelsmarine aber gar nicht, oder nur zögernd folgte. Unsere Kriegsmarine hat stets einen großartig experimentellen Zug gehabt. In dem Bestreben, stets voll auf der Höhe der Zeit zu sein, wurden alle irgendwie beachtenswerten Neuerungen oder Vorschläge erprobt. Vieles, was sie infolgedessen schon lange eingeführt und was sich gut bewährt hat, kommt bei der Handelsmarine erst nach und nach auf. So haben zum ersten Male die Schiffe der Imperatorklasse Wasserrohrkeißel und Kreiselkompassse erhalten, und ein Frachtschiff, dessen Ladekräne elektrisch und nicht mit Dampf betrieben werden, dürfte es überhaupt nicht geben. Dabei ist eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie fast überall vorhanden. Man brauchte sie nur hinreichend zu vergrößern, um die Ladekräne mit betreiben zu können. Der Vorteil läge durchaus auf Seiten des Reeders, denn der Elektromotor ist für den Kranbetrieb geradezu eine Idealmaschine, während die mit voller Füllung, ohne Expansion, arbeitenden Dampfmaschinen äußerst unwirtschaftlich sind. Die Fähigkeit aber, mit der die Ingenieure der Handelsmarine am Altbewährten festhalten, verhindert zurzeit noch diesen Fortschritt.

Von allen Kriegsschiffen macht den ausgedehntesten Gebrauch von der Elektrizität wohl das Unterseeboot. Es ist ja bei der Unterwasserfahrt darauf angewiesen, solche Maschinen zu verwenden, die keine Luft gebrauchen und keine

Auspuffgase ausstoßen, wie es z. B. die Dieselmotoren tun. Da kommt eben nur der Elektromotor in Frage, der diese Anforderung in idealster Weise erfüllt und außerdem noch in der Wartung äußerst anspruchslos ist. Deshalb werden nicht nur sämtliche Hilfsmaschinen, wie Trimm-, Lenz- und Ölpumpen, Ankerpill, Schrohrwinden usw., sondern auch die Hauptmaschinen der Schraubenwellen elektrisch betrieben. Den Strom liefert eine Sammlerbatterie. Leider gibt es aber noch keine Batterie, die so viel Strom zu fassen vermöchte, daß das Boot mehrere Wochen davon fahren könnte. Die Sammler müssen vielmehr immer wieder aufgeladen werden, um dem Boot die Unterwasserfahrt zu ermöglichen. Deshalb muß das U-Boot doppelte Maschinen haben. Als zweiten Satz führt es Dieselmotoren, die bei Überwasserfahrt die Schrauben treiben, wobei die Elektromotoren mitlaufen und, als Dynamos wirkend, die Batterie aufladen. Die außerordentlich wertvolle Eigenschaft der elektrischen Maschine, ohne Änderung bald als Motor, bald als Generator wirken zu können, kommt hierbei voll zur Geltung.

Eine so weitgehende Anwendung der Elektrotechnik wie beim U-Boot, findet man freilich auf keinem andern Schiffstyp. Nur die Amerikaner machen neuerdings den Versuch, auch große Schiffe vollkommen elektrisch zu betreiben. Zuerst wurde ein Kohlendampfer der Flotte namens „Jupiter“ mit elektrischen Hauptmaschinen versehen. Als sie sich bewährt hatten, ging man dazu über, ein großes modernes Schlachtschiff, die „California“, vollkommen elektrisch auszurüsten.¹⁾ Die Schraubenwellen werden hierbei von je 2 Drehstrommotoren angetrieben, die ihren Strom aus den die eigentlichen Hauptmaschi-

¹⁾ Vgl. dazu den Artikel „Das erste Linienschiff mit elektrischem Antrieb“ auf S. 71 des vor. Jahrgangs.

nen des Schiffes bildenden Drehstromturbodynamos erhalten. Da diese Hauptmaschinen von der Drehzahl der Schraube ganz und gar unabhängig sind, kann man sehr rasch laufende Turbodynamos nehmen. So wird erheblich an Gewicht gespart. Freilich braucht man immer drei Maschinensäße: die Dampfturbine, die davon angetriebene Dynamo und den Schraubenmotor, was alles zusammen sicherlich viel mehr wiegt als die Dampfturbinenanlage eines gewöhnlichen Schiffes. Gewichtersparnis ist aber auch nicht der Zweck dieses Versuchs. Kriegsschiffe fahren selten mit voller Geschwindigkeit, meistens nur mit etwa der halben, außerdem manövrieren sie viel, d. h. es wird in kurzen Abständen sowohl die Fahrgeschwindigkeit als auch die Drehrichtung der Maschinen geändert. Beides vertragen die Dampfturbinen schlecht. Sie verbrauchen dabei außerordentlich viel Dampf, während der Elektromotor sich in vollkommen wirtschaftlicher Weise sowohl regeln als auch umsteuern läßt. Man hofft daher durch den elektrischen Schraubenantrieb eine wesentliche Dampfersparnis zu erzielen. Ob das gelingt, können erst die Versuche am fertigen Schiff zeigen. Die deutschen Schiffbauingenieure stehen im allgemeinen der ganzen Sache recht skeptisch gegenüber und erwarten nicht viel davon.

Wenn wir also auch nicht so weit sind und wohl auch nie so weit kommen werden, das ganze Schiff elektrisch anzutreiben, so ist doch sonst die Anwendung der Elektrizität namentlich auf Kriegsschiffen sehr ausgedehnt. Eine Hilfsmaschine nach der anderen wurde von den Elektrotechnikern dem Dampf abgerungen, obwohl dabei oft recht erhebliche technische Schwierigkeiten zu überwinden waren. Vor allem ist zu bedenken, daß die feuchte, salzhaltige Seeluft der Isolation der elektrischen Apparate und Leitungen außerordentlich gefährlich wird. Blanke Stellen, selbst von Isoliermaterial, die beschlagen, werden so schnell zu guten Leitern. Das macht sich an Lampenfüßen, Steckkontakten, Schaltern usw. schnell unangenehm bemerkbar. Außerdem wird die Isolation selbst angegriffen und rasch zerstört. Die Folge ist gewöhnlich, daß ein Pol Verbindung zum Schiffskörper erlangt; er bekommt Schiffschluß, eine dem Erdschluß in Landanlagen gleichartige Erscheinung. An Bord ist die Sache aber viel schlimmer. Wenn in einer Landanlage mal ein Pol Erdschluß hat, so geht trotzdem kaum Strom verloren, weil der Widerstand der Erde sehr groß ist. Anders an Bord. Der Schiffskörper bildet eine vortreffliche Rückleitung. Tritt also irgendwo Schiffss-

schluß auf, so kann gleich eine Menge Strom verloren gehen, weil er einen äußerst bequemen, nahezu widerstandsfreien Weg findet.

Dem suchten die Elektrotechniker dadurch zu begegnen, daß sie auf die Isolation ganz besondere Sorgfalt verwandten und die besonders ausgelegten Teile wie Steckdosen, Schalter usw. durchweg wasserdicht ausführten. Daß es gelungen ist, die natürlichen Schwierigkeiten zu überwinden, zeigt die weite Verbreitung, die die Elektrizität heute an Bord gefunden hat.

Wollen wir einmal so richtig die gesamte elektrische Einrichtung eines modernen Kriegsschiffes kennen lernen, so fangen wir am besten oben an und durchwandern das ganze Schiff bis zum untersten Heizraum. Dann wird uns sicher nichts entgehen. Klettern wir also unverzagt hinauf auf die Kommandobrücke.

Das, was uns dort wohl am ehesten in die Augen fällt, sind die mächtigen Scheinwerfer, die wir auf unsern Schlachtschiffen in mehrfacher Anzahl treffen. Vier oder fünf erkennen wir allein vorne; die gleiche Zahl ist hinten noch einmal vorhanden. Der Spiegeldurchmesser beträgt 90 oder 110 cm, und wenn wir das Gehäuse öffnen und hineinschauen, so sehen wir Kohlenstifte von der Dicke eines Kinderarmes. Vorne ist der Scheinwerfer durch eine eigenartige Jalousie von Blechstreifen abgeschlossen, die mit einem Griff geöffnet und geschlossen werden kann. Sie findet Verwendung, wenn der Scheinwerfer zum Signalisieren gebraucht werden soll. Dazu wird bei brennendem Scheinwerfer die ganze Jalousie ruckweise geöffnet und sofort oder nach kurzer Zeit wieder geschlossen. Ein ganz kurzes Öffnen bedeutet einen Punkt, ein längeres Öffnen einen Strich. Aus diesen Punkten und Strichen lassen sich ohne Schwierigkeit nach dem Morsealphabet Buchstaben und Worte zusammensetzen. Da der Strahl eines starken Scheinwerfers auch bei hellstem Sonnenschein bis an den Horizont gesehen werden kann, wenn er nur auf den Punkt, wo die Zeichen abgelesen werden sollen, eingestellt ist, ist diese Art des Signalisierens sehr beliebt. Zum Einstellen dient ein kleines, am Scheinwerfergehäuse befestigtes Fernrohr mit Fadenkreuz. Des Nachts kann man den Scheinwerferstrahl einfach gegen den Himmel richten; er ist dann äußerst weit zu sehen, noch weit über den Horizont hinaus.

Im Prinzip ist der Scheinwerfer eine Bogenlampe wie jede andere auch und gebraucht trotz seiner Größe nur eine verhältnismäßig geringe Spannung, höchstens 60—70 Volt, wäh-

rend die Vordanlage meistens eine Spannung von 220 Volt führt. Das ist also viel zu viel und wohin soll man mit dem Überschuß? Man könnte zwar einen Widerstand davor schalten, der die überflüssige Spannung aufzehrt, aber das wäre doch sehr kostspielig; eine Menge Strom ginge so verloren. Bei dem großen Strombedarf der Scheinwerfer ist es aber wohl lohnend, den Strom in einer für sie passenden Form, also mit niedriger Spannung, besonders zu erzeugen, und das geschieht in den Scheinwerferumformern. Ein solcher Umformer besteht aus einem Motor und einer Dynamomaschine, die der Raumerparnis halber übereinander, nicht nebeneinander, stehen. Der Motor wird aus der allgemeinen elektrischen Schiffsanlage betrieben, und die Dynamo erzeugt einen Strom von 60 bis 70 Volt Spannung und passender Stärke. Jeder Scheinwerfer hat so seinen Umformer, die zusammen in einer besonderen kleinen Zentrale stehen.

Natürlich wird auch sonst der elektrische Strom an Bord in weitestem Maße zur Beleuchtung verwendet, doch unterscheiden sich diese Anlagen in nichts von Beleuchtungsanlagen an Land. Neuerdings findet die Metalldrahtlampe immer häufiger Anwendung, nachdem zuerst gefürchtet worden war, sie könne die starken Erschütterungen beim Schießen der schweren Geschütze nicht aushalten.

Gehen wir von der Brücke weiter in den Kommandoturm, so tritt uns eine so sinnverwirrende Fülle von Geräten und Instrumenten entgegen, daß man erst nach längerer Betrachtung Zweck und Bedeutung der Einzelheiten erkennen kann. Fast alles ist elektrisch. Es sind die sogen. Kommandoelemente, die Apparate, die dazu dienen, den Maschinen, Geschützen, Torpedoräumen, Rudergängern usw. im Gefecht oder bei der Fahrt die Befehle des Kommandanten zu übermitteln, und die Kontrollapparate, die den Kommandanten erkennen lassen, ob seine Befehle richtig verstanden und ausgeführt worden sind. Hinzu gesellten sich eine Unzahl Fernsprecher, Sprachrohre usw., so daß es wirklich schwer ist, sich darin zurecht zu finden.

Gehen wir uns zunächst einmal die Maschinentelegraphen an, die den Maschinisten angeben, mit welcher Geschwindigkeit und ob voraus oder zurückgefahren werden soll. Eine große runde Scheibe, in deren Mittelpunkt ein drehbarer Hebel angebracht ist, enthält die verschiedenen Fahrstufen. Wird der Hebel auf eine davon eingestellt, so ertönt im Maschinenraum ein Klingelzeichen und auf dem dort befindlichen Ge-

genapparat stellt sich der Zeiger entsprechend ein. Nun muß auch der Maschinist seinen Hebel so legen, daß er sich mit dem Zeiger deckt. Dann klingelt es im Kommandoturm und auf dem dortigen Apparat dreht sich der Zeiger, bis er sich mit dem Hebel deckt. Daraus kann der Kommandant ersehen, daß sein Befehl verstanden worden ist. Zur weiteren Kontrolle dienen die Umdrehungsfernzeiger, elektrische Instrumente, die die Drehzahl der Maschinen erkennen lassen. Da jedes Schiff drei oder vier Maschinen hat, ergibt dies schon eine ganz hübsche Zahl von Apparaten. Weiter sind noch Rudergängezeiger da, die auf einem Zifferblatt die Lage des Ruders erkennen lassen. Die meisten der vorhandenen Apparate und Instrumente sind aber für die Artillerie und die Torpedoräume bestimmt. Von jedem der fünf oder sechs schweren Geschütztürme aus wird elektrisch die dort gemessene Entfernung zum Feinde dem Kommandanten gemeldet, der seinerseits durch elektrische Apparate dem Geschütz die Entfernung angibt, auf die es einzustellen ist, ferner die Richtung, in der geschossen werden soll. Jeder einzelne Schuß kann befohlen werden; meist wird aber vom Kommandanten nur die Geschwindigkeit bestimmt, mit der die Schüsse aufeinander folgen sollen. Da im Getöse des Kampfes auch Lautsprechernicht zu verstehen wären, werden zur Übermittlung der Befehle nur Lichtsignale benützt. In den Panzertürmen der schweren Artillerie, deren jeder zwei 28-, 30,5- oder 38-cm-Kanonen enthält, finden wir zunächst die Gegenapparate zu den eben beschriebenen Apparaten des Kommandoturmes. Außerdem sind aber noch andere elektrische Vorrichtungen da, die unser größtes Interesse erregen. Sie gehören zu der elektrischen Turmdrehmaschine, die eine Verkörperung des langen Kampfes zwischen dem elektrischen und dem Dampftrieb ist. Sie stellt in ihrer heutigen Vollendung, trotzdem es sich um eine Maschinerie von recht beträchtlicher Leistung handelt, geradezu ein Präzisionsinstrument vor. Zweierlei Anforderungen muß die Turmdrehmaschine genügen: Erstens soll sie den ganzen Turm äußerst schnell drehen können, damit die Geschütze allen Bewegungen des eigenen Schiffes und des Feindes augenblicklich folgen; zweitens soll sie sich ungenau, auch auf den kleinsten Bruchteil eines Winkels, einstellen lassen, darf also auch bei sehr schneller Bewegung den Turm über den bestimmten Winkel nicht hinaus-schwenken. Dazu bedarf es eines Elektromotors, der nicht nur die Kraft hat, den schweren Turm äußerst rasch zu drehen, sondern sich auch so genau regeln

läßt, daß jede gewünschte Feineinstellung mit ihm augenblicklich zu erzielen ist. Es hat die Elektrotechnik nicht wenig Arbeit gekostet, einen solchen Motor zu schaffen, aber gelungen ist es doch. Sehr zuistatten kam ihr dabei, daß auch für andere Zwecke in neuerer Zeit solche Antriebe nötig wurden, z. B. für Bergwerke, wo an die schweren Motoren der Förderwerke ziemlich dieselben Anforderungen gestellt werden. Wie die Aufgabe gelöst worden ist, kann gegenwärtig nicht erläutert werden; wir müssen uns deshalb mit der Erwähnung der Tatsache selbst begnügen.

Auf dem Oberdeck des Schiffes finden wir noch verschiedene andere elektrische Maschinen, z. B. die Bootskräne und die Anker- und Heckspills zum Heißen oder Fallenlassen der gewaltigen Anker. Es sind dies alles Maschinen, die sich nur wenig von den gewöhnlichen Kranen, wie man sie an Land findet, unterscheiden. Trotzdem hat es lange gedauert, bis die Elektrotechnik dieses Gebiet erobern konnte, obwohl an Land der Elektromotor schon lange als der beste Kranmotor gilt. Zu seinem Siege hat wesentlich die mit seiner Anwendung verbundene Gewichtsersparnis und Gefahrenverminderung beigetragen. Nicht nur ist der Elektromotor bei weitem leichter als die gleich starke Dampfmaschine, sondern es fällt auch die schwere Dampfleitung fort, an deren Stelle die dünne Kupferleitung tritt. Und während eine zerschossene Dampfleitung durch den ausströmenden Dampf die Umgebung aufs äußerste gefährdet und meistens vom Bordpersonal gar nicht wieder ausgebessert werden kann, gefährdet eine zerschossene elektrische Leitung niemanden (meistens wird sie ja durch Ausschmelzen der Sicherung noch sofort abgeschaltet) und kann mit Bordmitteln in kürzester Zeit wieder hergestellt werden. Eine sehr unangenehme Eigenschaft der vielen Hilfsdampfleitungen, die früher die Schiffe durchzogen, war auch, daß sie alle Räume unerträglich warm machten.

Unser Rundgang an Oberdeck ist nun beendet. Jetzt wollen wir hinuntersteigen in den Schiffsraum und zwar gleich bis zur elektrischen Zentrale. Unterwegs finden wir freilich auch eine Menge elektrischer Maschinen, namentlich Lüfter aller Arten, vom kleinen Kammerventilator bis zum riesigen Maschinenraumlüfter, ferner Pumpenmotoren für Leckpumpen, Luftpumpen usw., Aufzugsmotore für die Munitionswinden der mittleren und schweren Artillerie, Hilfsmotoren in den Maschinenräumen zum Drehen der riesigen Hauptturbinen bei notwendigen Ausbesserungen. Doch ist an alledem

elektrotechnisch nichts besonderes zu sehen. Es sind zumeist gewöhnliche Nebenschlußmotoren mit Anlasser, wie man sie für gleiche Zwecke auch an Land verwendet. Darum wollen wir sie nicht weiter betrachten, sondern uns gleich der Zentrale zuwenden.

Eigentlich ist es falsch, zu sagen: der Zentrale, denn in Wirklichkeit sind mehrere Zentren auf jedem Schiff, zuweilen zwei, zuweilen auch vier. Zwar gilt es beim Bau elektrischer Zentren schon längst als der Weisheit letzter Schluß, sie so groß als möglich zu bauen, ferner möglichst wenige, aber große Maschinen hineinzustellen, aber an Bord sind denn doch die Verhältnisse ganz anders und wirtschaftliche Erwägungen kommen nicht in erster, auch nicht in zweiter, sondern meist erst in dritter oder vierter Linie. Alles ist in Rücksicht auf das Gefecht angeordnet, und da heißt hier die erste Forderung: Es muß nach Möglichkeit vermieden werden, daß durch einen schweren Treffer das ganze Schiff ohne elektrisches Licht und elektrische Kraft ist, deshalb Unterteilung. Am besten werden die einzelnen Zentren noch nach verschiedenen Teilen des Schiffes verlegt, dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß im Gefecht mehrere zerstört werden, am geringsten.

Man darf, wenn man eine Bordzentrale besichtigen geht, nicht erwarten, große, helle, luftige Räume zu finden, wie man es von den Landelektrizitätswerken gewöhnt ist. Im Gegenteil, ganz enge und niedrige, meist furchtbar warme Räume sind es, in denen an Bord die elektrischen Hauptmaschinen stehen. Meistens sind die Zentren noch dazu von dem unheimlichen Getöse der umlaufenden Maschinen erfüllt, so daß der Aufenthalt darin eine nicht geringe Anstrengung ist. Als Antriebsmaschine dienen in der Regel Dampfturbinen, in neuerer Zeit auch Dieselmotoren, die den großen Vorzug haben, keinen Dampf zu gebrauchen und in jedem Augenblick betriebsfertig zu sein. Infolgedessen können, wenn das Schiff im Hafen liegt, sämtliche Kessel gelöscht werden, während sonst für Hilfsmaschinen und Licht auch bei stillliegendem Schiff ein paar Kessel in Betrieb bleiben müssen, was einen ganz erklecklichen Haufen Kohlen kostet. Sehr wertvoll sind die Dieseldynamos auch im Gefecht. Wenn schwere Havarien an der Dampfleitungsanlage eingetreten sind, braucht ein Schiff, das Dieselmotoren besitzt, darum durchaus noch nicht ohne Licht und elektrische Kraft zu sein. Gerade das bringt die ärgsten Störungen mit sich, wenn plötzlich das ganze Schiff in Dunkel gehüllt ist, die Türme der schweren

Artillerie von Hand gedreht werden und die Munition mit Handwinden gefördert werden muß. Ein solches Schiff ist unter Umständen in kürzester Zeit verloren. Der Verhütung dieser Gefahr dienen auch die auf jedem Schiff vorhandenen, zahllosen Umschaltmöglichkeiten, die den Ausfall einer einzelnen Zentrale oder eines Stromkreises dadurch unschädlich machen sollen, daß sie sofort eine andere Zentrale oder einen andern Stromkreis an Stelle des ausgefallenen einschalten. Der Entwurf des Schaltplans eines großen Schiffes ist aus diesem Grunde oft eine viel schwierigere Arbeit, als der gleiche Entwurf für eine elektrische Kraftstation an Land. All die verschiedenen Stromkreise sind so einzurichten, daß sie sich nach Möglichkeit gegenseitig unterstützen können, daß kein Teil des Schiffes beim Ausfall eines Teiles der elektrischen Anlage ganz ohne Licht und Kraft ist. Was die Aufgabe noch besonders erschwert, ist der Umstand, daß diese lebenswichtigen Teile der Anlage möglichst gegen feindliches Feuer geschützt sein sollen, da ein Schuß dort hinein ja nicht anders wirken würde, als bei einem Menschen ein Gehirnschuß. Der Elektrotechniker hat deshalb keine freie Wahl, wo er die erforderlichen Umschalter anbringen will, nämlich da, wo sie sich am besten

in den Leitungsplan einfügen, sondern er muß sie an dem Platz anbringen, der ihm dafür angewiesen wird, wo sie am besten geschützt liegen. Dadurch wird der Entwurf der Schaltanlage noch um ein gut Teil schwieriger gemacht.

An solch geschützter Stelle steht auch noch ein anderer geheimnisvoller elektrischer Apparat, der für die Führung des Schiffes von ganz besonderer Wichtigkeit ist. Es ist der Mutterkreiselkompaß. Bei den eisernen Schiffen hat schon lange der Kompaß zu schweren Bedenken Anlaß gegeben, da die Störungen zu stark waren. Im Kreiselkompaß gelang es, einen ganz unmagnetischen Ersatz zu finden, der von all diesen Störungen ganz frei ist. Ein sehr schnell laufender Kreisel stellt selbsttätig seine Achse parallel zur Erdachse, also in genaue Nordrichtung ein. Die schnelle Drehung besorgt ein Drehstrommotor, der mit 20—30000 Umdrehungen minutlich läuft. So einfach das klingt, so schwierig war es, auf diesem Prinzip einen wirklich brauchbaren Apparat zu bauen, und wir können stolz darauf sein, daß es ein Deutscher war, Dr. Anschütz aus Kiel, dem dieses Werk gelang. Mit dieser Erzeugung der Naturkraft des Magnetismus durch Menschenkunst hat die deutsche Elektrotechnik ein Meisterstück geliefert.

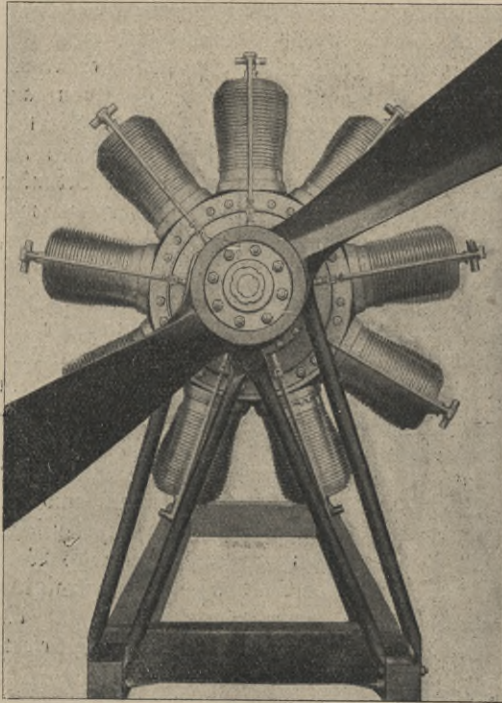
Vom Umlaufmotor.

Mit 1 Abbildung.

Wie ein Umlaufmotor — vor dem Kriege sagte man natürlich Rotationsmotor — aussieht, zeigt die umstehende Abbildung. Aufmerksamkeit verdienen ist ein solcher Motor gewiß auch schon auf Bildern von manchen unserer Heeresflugzeuge, z. B. unserer „Fokker“, aufgefallen. Bei ihm sind die Motorzylinder nicht parallel auf einer wagrechten Achse, auf die ihre Kolbenstangen wirken, angeordnet, sondern sie gruppieren sich strahlenförmig um die Achse, auf der auch der Propeller sitzt, und drehen sich beim Flug mit großer Geschwindigkeit um die feststehende Kurbelwelle. Noch vor zwei Jahren hatten die deutschen Erbauer von Flugmotoren wenig für den Umlaufmotor übrig, den die Franzosen dafür um so liebevoller pflegten und zu hoher Leistungsfähigkeit ausbildeten. Erst als die Luftkämpfe aufkamen, für die sich der leichte, flinke, wendige Eindecker als besonders geeignet erwies, kam auch bei uns der Umlaufmotor zu Ehren. Denn gerade für das kleine, schlanke, leichte und bewegliche Flugzeug machen den Umlaufmotor seine Eigenschaften hervorragend ge-

eignet. Das haben seinerzeit schon die Luftakrobatenkünste des Franzosen Pégoud bewiesen. Da beim Umlaufmotor die Kühlung der Zylinder durch die Luft bei der raschen Drehung des Motors bewirkt wird, wiegt er nur wenig mehr als die Hälfte eines gleichstarken Standmotors, bei dem man das Gewicht des Kühlers und des Kühlwassers hinzurechnen muß. Die Luftkühlung macht außerdem die unangenehmen Schlauch- und Rohrverbindungen des Wasserkühlers überflüssig, wodurch die Ursache mancher ärgerlichen Störung wegfällt. Ein weiterer großer Vorteil ist die konzentrische Gruppierung der Motorzylinder um die Achse herum. Durch diese günstige Gewichtsverteilung wird eine äußerst feine, leichte und wenig anstrengende Steuerbarkeit des Flugzeuges erreicht. Ferner zeichnet sich der Umlaufmotor gegenüber dem Standmotor durch einen bedeutend weichereren, stoßfreieren Gang aus. Die geringere Stabilität der mit ihm ausgerüsteten Maschine gegenüber einer gewissen Trägheit der Flugzeuge mit Standmotoren erfordert allerdings größere Aufmerksamkeit und

Gewandtheit vom Flieger. Auch das Landen ist wegen der geringen Stabilität und großen Eigengeschwindigkeit schwieriger. Aber diese nicht all-



Der erste deutsche Umlaufmotor „Etablberg“ mit Propeller. (Gebaut von der Motorenfabrik Schwabe & Co. in Erfurt.)

zusehr ins Gewicht fallenden Nachteile wird ein schneidiger Flieger gerne mit in den Kauf nehmen, da er dagegen eine außerordentlich feine,

leichte Lenkbarkeit und ein vorzügliches Schwebvermögen eintauscht. Auch ermöglichen der große Überschuß an Motorkraft und das geringere Gewicht der ganzen Maschine ein leichtes Abfliegen, schon mit 40 bis 50 Meter Anlauf, in gebirgigem und zerschnittenem Gelände eine höchst schätzenswerte Eigenschaft. Für lange Flüge und wo es auf große Tragkraft ankommt, ist der Umlaufmotor freilich dem Standmotor unterlegen, da sein bedeutend größerer Benzin- und Ölverbrauch, die mitzunehmende Nutzlast beschränkt. Für solche Flüge bewährt sich das allerdings schwerere, aber kräftige, zuverlässige und erprobte Standmotor-Flugzeug besser. Es wurde von unserer Heeresverwaltung schon im Frieden zu ganz erstaunlichen Leistungen entwickelt und hat jetzt im Kriege seine Brauchbarkeit für militärische Zwecke unseren Gegnern fühlbar genug kundgetan. Daß wir aber auch das kleine, behende Jagdflugzeug mit dem früher so vernachlässigten Umlaufmotor in wenigen Kriegsmontaten zu einer überlegenen Luftwaffe auszubilden verstanden, haben unsere „Fokker“ und anderen Eindecker mit Umlaufmotoren in der Hand unserer Immelmann und Voelcke ebenso deutlich bewiesen. Es ist auch beim Flugzeug im allgemeinen und beim Umlaufmotor im besonderen wieder einmal, wie schon öfter — man denke nur an das Automobil, das Unterseeboot u. a. — so gegangen, daß der deutsche Barbar manchmal zwar hintenach kommt, aber dank seiner Energie, Gründlichkeit und Zähigkeit die anderen, sich schier unerreichbar Dünkenden nicht nur ein-, sondern schließlich sogar überholt.

D. D.

Die natürlichen Wasserkräfte Preußens.

Von Generalsekretär Rágóczy.

Die preußische Regierung hat kürzlich ein höchst lehrreiches Werk über die in den Berg- und Hügelgebieten Preußens vorhandenen Mengen von Wasserkräften veröffentlicht, das den Abschluß einer vierjährigen Arbeit der verdienstvollen Kgl. Landesanstalt für Gewässerkunde bedeutet. In den umfassenden Tabellen sind überall für die einzelnen Flußläufe und deren Teilstrecken der mittlere jährliche Abfluß und die sekundlichen Abflußmengen bestimmt, die ermittelten vorhandenen Wasserkräfte, ferner die auf Grund dieser Berechnungen und der Angaben der Triebwerksbesitzer festgestellten Mengen der bis jetzt ausgenutzten Wasserkräfte angegeben und endlich die

Mengen der vorhandenen und der ausgenutzten Wasserkräfte in Vergleich gestellt. Das Ganze bildet ein Material, wie es bis jetzt für den preußischen Staat noch nicht vorhanden war, und zwar in einer Gruppierung, die einen sofortigen Überblick über seine wirtschaftliche Nugbarmachung ermöglicht.

Als Endergebnis der Untersuchungen zeigt sich, daß die vorhandene mittlere jährliche Wasserkraft beträgt¹⁾ im:

¹⁾ Nicht eingeschlossen sind in den nachfolgenden Ziffern die wertvollen Wasserkräfte auf den Gefällstrecken der Flüsse im Tiefland und Flachland, z. B. auf der Oder von Breslau bis Stettin, auf der Elbe von Torgau bis Hamburg usw.

Odergebiet	205 351 PS, dav. ausgenutzt	68 706 PS
Elbegebiet	262 544 „ „ „	101 041 „
Wesergebiet	288 531 „ „ „	87 086 „
Rheingebiet	990 043 „ „ „	180 695 „
Maasgebiet	64 581 „ „ „	9 104 „
Insgesamt	1811 050 PS, dav. ausgenutzt	446 033 PS

Auf je 100 PS vorhandene kommen also rund 25 PS ausgenutzte Wasserkräfte. Auf je 1 km² der bearbeiteten Landesfläche (= 91 800 km²)

Sachsen, wo es immerhin noch 43 323 PS un- ausgenutzte Wasserkräfte gibt, kommen auf 1 km² heute schon 18,9 km Nutzgefälle (= ausgebaute Gefällstrecken) und 11,47 km wirtschaftlich noch ausnutzbares Gefälle (= unausgebaute Gefällstrecken).

Von den preußischen Staatsgebieten haben nur etwa 26,9 vH (= rd. 1/4 des preußischen Staates) Wasserkräfte zur Verfügung, die



Aus unserer Bildermappe.

Granitsteinbruch im Sichtelgeotzge.

Im Innern des Sichtelgebirges bildet der Granit ein großes, gegen Nordost gestrecktes Massiv, das von der Köfseine und dem Ochsentopf bis zum Kapellenberg reicht. Es handelt sich hier um einen schwarzweiß gesprenkelten Ametallimmergranit. Wie im Laufe der Jahrhunderte eingetretene Verwitterung hat den Granit vielfach in rundliche Blöcke zerlegt, deren Zwischenräume von Grus und Lehm ausgefüllt sind. Wird der die Lücken füllende Schutt durch fließendes Wasser entfernt, so bleibt ein Haufen lose über- und nebeneinander liegender Felsblöcke übrig, die dann infolge der Rüttelheit des Wassers im allgemeinen eine rundliche, die so genannte Wollackform, annehmen. Derartige Wollacke finden sich in der Nähe des Felsenlabirynths Luisenburg bei Fronsiedel und in diesem selbst vor. Über hausgroße Blöcke sind völlig regellos durcheinander geworfen, so daß es den Anschein hat, als wäre ein riesiger Granitberg in sich zusammengebrochen.

entfallen 19,7 PS vorhandene und 4,9 PS ausgenutzte mittlere jährliche Wasserkräfte.

Preußen steht also hinsichtlich der Verwertung der natürlichen Wasserkräfte erst am Anfang einer rationellen Wasserwirtschaft. In andern deutschen Bundesstaaten, z. B. im Königreich Sachsen und auch in einigen thüringischen Staaten, hat man die „weiße Kohle“ bereits in weit größerem Umfang in Fesseln geschlagen. In

nicht bereits durch ihre Verwendung zu Schiffahrtszwecken wirtschaftlich ausgenutzt werden;²⁾

²⁾ Selbstverständlich muß der Schiffahrtsbetrieb diese Wasserkräfte aber nur zu einem geringen Teile und auch nur zeitweise (die Zahl der Schiffahrtstage schwankt für die einzelnen Ströme je nach ihrer klimatischen Lage und nach den Witterungsverhältnissen zwischen 270 und 320 im Jahre) aus, so daß für die Ausnutzung der Wasserkräfte zu gewerbl. Zwecken genügend Spielraum verbleibt.

hierzu gehören z. B. die Flußgebiete des Rheins und der Weser, die in ihrem mittleren Lauf im Berg- bzw. Hügelland liegen.

Im allgemeinen kann man unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes sagen, daß die Provinzen Ost- und Westpreußen, Posen, Pommern, Schleswig-Holstein, Brandenburg, von der Provinz Schlesien die rechts der Oder gelegenen Teile, von der Provinz Sachsen und Hannover der nördliche Teil und von Westfalen und der Rheinprovinz der nordwestliche Teil keine im Berg- und Hügelland liegenden Wasserläufe mit wirtschaftlich nutzbaren Wasserkräften besitzen; daß jene 91 800 km² sich demnach verteilen auf das linke Obergebiet der Provinz Schlesien, die südlichen Teile der Provinzen Sachsen und Hannover, die östlichen, mittleren und südlichen Teile der Provinz Westfalen, die Provinz Hessen-Nassau sowie Hohenzollern-Sigmaringen.

Was die wichtigeren, in Betracht kommenden Flußläufe selbst anlangt, so überragt alle bei weitem die preußische Mosel mit 140 km (249 020 PS). Es folgen die Saale (105 589 PS), die Ruhr (94 109 PS), die Werra (59 177 PS), die preußische Lahn mit 237 km (57 036 PS), die preußische Saar mit 118 km (52 645 PS), der Bober (51 976 PS), der preußische Main mit 67 km (45 934 PS), die Lenne (38 975 PS), die Eder (35 395 PS), die Nahe (33 347 PS) usw.

Die nächste Aufgabe ist jetzt die Nugbarmachung des vorliegenden Materials, und es ist unbedingt nötig, daß die preußische Regierung, statt sich darauf zu beschränken, die Regierungspräsidenten, Landwirtschafts- und Handelskammern, industriellen Vereine usw. auf das statistische Quellenwerk hinzuweisen, für jeden Bezirk, für jedes kleinere oder größere Wirtschaftsgebiet, Auszüge herstellen läßt, um dadurch zur baldigen Verwertung der wertvollen Naturschätze anzuregen. Um die Angelegenheit wirklich in Gang zu bringen, müßte den Verwaltungsbehörden zugleich zur Pflicht gemacht werden, vierteljährlich über alle Maßregeln zu berichten, die in ihrem Bezirk in jener Beziehung ergriffen worden sind. Andernfalls besteht die Gefahr, daß mit dem Hinweis auf das Quellenwerk die Sache für viele Kreise einfach erledigt ist.

In der kommenden Friedenszeit, wo der Wettbewerb auf dem Weltmarkt für Deutschland ohnehin in höchstem Maße erschwert sein wird, muß unsere Industrie noch mehr als bisher versuchen, die gewerbliche Erzeugung zu verbilligen. Dazu gehört in erster Linie die Nugbarmachung aller bisher ungenutzt gelassenen natürlichen Wasserkräfte, deren richtige Verwertung namentlich in den Gebirgsgegenden sehr zur Hebung des Wohlstandes der Bevölkerung beitragen kann.

Der deutsche Stahlhelm.

Von Albert Schmidt.

Mit 3 Abbildungen.

Es ist das besondere Kennzeichen des Weltkrieges, daß er die Rumpelkammern aller Zeiten durchstößt hat, um daraus das Rüstzeug der Alten, die Waffen, mit denen einst sie zu Felde zogen, hervorzuholen und für seine Zwecke nutzbar zu machen. All die zum Grabenkrieg verwendeten technischen Hilfsmittel sind mehr oder weniger modernisierte Waffen früherer Jahrhunderte, und wer in den Arsenalen und Waffenmuseen längst vergangener kriegerischer Epochen bewandert ist, der muß staunend feststellen, wie sehr sich die Technik von damals und die des Völkrieges von 1914/16 im Verlauf seiner Dauer ähnlich geworden ist. Wurfspieße, Handgranaten, Bomben, Minenwerfer, Armbrust, Katapult, Flügeln und manches andere Geschöß und Geschütz mehr, die einst schon im Gebrauch waren, sind wieder modern geworden. Der zwischen heute und einst noch bestehende Unterschied kennzeichnet sich höchstens in einer größeren Wichtigkeit und in grausamerer Zerstörungskraft

gegenüber der Waffentechnik der Alten. Das hat seine Ursache zum einen in der größeren Kraft der Sprengmittel, zum anderen in der Massenerwirkung, die infolge der Massenherrschaft erzielt werden muß. Sich gegen diese zum Teil geradezu furchtbare Wirkung nach Möglichkeit zu schützen, ist deshalb ein Machtgebot geworden bei Freund und Feind. Und da sich seit Jahr und Tag der Hauptteil der Kämpfe in den Gräben und dem oft nur schmalen Gebiet dazwischen abspielt, so paßten sich unwillkürlich Bewaffnung und Ausrüstung der Eigenart dieses Grabenkrieges an. Als das Gefährlichste dürfen unstreitig die Gasangriffe und die Handgranaten bezeichnet werden. Die ersteren, an die berühmtesten Stinktöpfe der Chinesen in früherer Zeit erinnernd, führten zur Konstruktion der Gasmaske, deren Vervollkommnung insbesondere den Engländern gelang, während gegen die verheerenden Wirkungen der Handgranaten zuerst die Franzosen den Stahlhelm schufen. Bald folgten ihnen die

Engländer nach und ein paar Monate später tauchten Stahlhelme auch in den deutschen Gräben auf. Man sieht also, daß die Technik bemüht ist, im selben Maße, wie sie die Furchtbarkeit



Abb. 1. Der deutsche Stahlhelm.

des Krieges steigert, auch den Schutz des Einzelnen zu verstärken, und man darf es dabei als eine Analogie im kleinen bezeichnen, wenn sie die Wucht der Durchschlagskraft der Handwaffe mit der Schaffung des stählernen Schutzes der meist bedrohten Körperteile des Kämpfers beantwortet. Denn schon einmal hatten wir das gleiche zu beobachten: Als die Kraft der Schiffsartillerie sich zusehends steigerte und mit der Zunahme des Kalibers auch die Kraft der Zerstörung wuchs, entstanden als Antwort darauf die Panzerungen der Schiffe. Von anfänglich nur Zollstärke haben sie bald schon Meterdicke erreicht und sind noch im Wachsen begriffen. So erzeugte eines das andere. Das Merkwürdigste ist nur, daß auch dies alles schon einmal da war, wenn auch verschieden in Art und Ausführung. So vollendet also der Stahlhelm gewissermaßen die Rückkehr in das Zeitalter der Ritter, eine Erscheinung, die um so weniger auffällt, wenn man sich daran erinnert, daß beispielsweise die Italiener schon Monate vorher dazu übergegangen sind, auch Brust- und Schulterpanzer für einzelne ihrer Truppen einzuführen. Der Unterschied — und darin liegt der einzige Gegensatz zwischen einst und jetzt — ist nur der,

daß gegenüber früher heute mehr das Praktische in den Vordergrund tritt und damit zugleich die große Einheitlichkeit erzielt wird.

Durch Gefangene ist schon mehr als einmal festgestellt worden, daß weder der französische noch der englische Stahlhelm ihren Zweck vollwertig erfüllen. Man scheint sich an leitender Stelle unserer Feinde damit zu begnügen, durch das Vorhandensein des Stahlhelmes den Truppen wenigstens das Gefühl der Sicherheit zu verleihen und im übrigen in der Billigkeit der Herstellung einen besonderen Wert zu erblicken.

Der scheinbare Nachteil, daß die deutsche Heeresverwaltung ihren Sturmtruppen erst zuletzt den Stahlhelm gab, hat sich schon bald in das Gegenteil verkehrt, denn es war ihr dadurch möglich, sich sofort die Erfahrungen zunutze zu machen, die die Gegner inzwischen mit ihren stählernen Kopfbedeckungen gemacht hatten. So trat



Abb. 2. Deutscher Stahlhelm mit besonderer abnehmbarer Vorderplatte zur Verhärtung des Schutzes gegen Geschoss- und Splitterwirkung.

denn der deutsche Stahlhelm gleich als ein Meisterstück in die Erscheinung, das seither nicht übertroffen worden ist.

Hinzu mag kommen, daß unsere Verantwortlichen wie bei allem, was sie an neuartiger Kriegstechnik und an Schutzmaßnahmen einführen, so auch beim Stahlhelm mit besonderer Gründlichkeit vorgegangen sind. Es ist deshalb wohl auch durchaus glaubhaft, wenn versichert wird, daß man bei uns schon längst an eine

unseren Lederhelm ersetzende metallene Kopfbedeckung mit entsprechendem Nackenschutz gedacht hat, ehe noch die Feinde mit ihren Stahlhelmen hervortraten. Der Grundgedanke war jedenfalls, die namentlich im Anfang des Krieges besonders häufigen Verletzungen des Gehirns auf ein Mindestmaß zurückzudrängen. Um dies zu erreichen, mußten der Arzt und der Techniker zusammenarbeiten. Letzterer, ein Hauptmann, der im Zivilberuf als Professor an einer technischen Hochschule wirkt und sich schon im Frieden mit der Wirkung von Geschossen auf Panzerplatten



Phot. Presse-Bureau, Leipzig

Abb. 3. Die neueste Ausrüstung unserer Sturmtruppen.

eingehend beschäftigt hat, nützte die Hinweise des Arztes auf die Teile, die besonderen Schutz erheischten. Daß hierbei auch das Gewicht des neuen Helmes eine Rolle spielte, ist selbstverständlich. So entstand schließlich auf wissenschaftlicher Grundlage, aus dem Zusammenwirken von Anatomie und Mathematik, das Gebilde, das wir hier in unserer Abb. 1 zeigen.

Nun muß es aber geradezu sonderbar anmuten, daß unsere Soldaten an und hinter der Front diesem neuen Stahlhelm anfangs mit geteilter Freude gegenüberstanden. Sie trennten sich vielfach nur ungern von ihrer gewohnten Kopfbedeckung, der bekannten Pickelhaube und der Dienstmütze. Nachdem aber einmal der Wert des neuen Helmes voll erkannt worden war, ha-

ben die Truppen die in ihm zum Ausdruck kommende Fürsorge der Heeresleitung dankbar anerkannt, und seitdem mögen sie ihn nicht mehr missen. Und es ist nicht allein das Gefühl größerer Sicherheit, das ihnen den Stahlhelm lieb und wert macht, sondern auch die gegenüber dem Lederhelm bedeutend bessere Lüftung, die zugleich auch einen Ausgleich gegenüber seinem Mehrgewicht bedeutet.

Hinsichtlich seiner Form, um auch über diese noch etwas zu sagen, nähert sich der Stahlhelm dem sogen. Schallern, jener vorn runden, nach hinten spitz zulaufenden Eisenhaube der Maximilianszeit, der Zeit also, die wir heute als die fortgeschrittenste und hochentwickelteste der deutschen Waffenschmiedekunst kennen. Und wenn es auch lediglich reiner Zufall ist, so erscheint dieses Zusammentreffen jener alten mit der neuen Form doch auch als eine Gewähr dafür, daß der deutsche Stahlhelm vollauf das hält, was man sich von ihm versprochen hat und das einmütige Urteil aller, die ihn heute tragen, bestätigt dies. Tausenden ist er jedenfalls inzwischen zum Lebensretter geworden, besonders, seitdem man die am meisten dem Angriff, der Geschoss- und Splitterwirkung ausgesetzte Stirnseite noch durch eine abnehmbare Vorderplatte verstärkte, wie es aus unserer Abb. 2 ersichtlich ist.

Wenn der deutsche Generalstab in diesem Krieg sich wiederholt genötigt sah, darauf hinzuweisen, daß es ausschließlich die Schuld unserer Feinde ist, wenn grausame Rücksichtslosigkeit in der Kriegsführung und der Anwendung der Kriegsmittel Platz gegriffen hat, so ist ihm das ohne weiteres zu glauben. Er hat aber ebenso das unbestrittene Verdienst, in weitgehendem Maße dafür gesorgt zu haben, daß unseren Kämpfern in West und Ost nach Möglichkeit Schutz vor dieser aller Zivilisation hohnsprechenden Grausamkeit gewährt wird. Einen greifbaren Beweis hierfür liefert auch der neue Stahlhelm, der nicht den ersten und einzigen Ausdruck dieser Fürsorge darstellt, jedenfalls aber ein wesentliches Mittel bildet, die Blutopfer in diesem Kampf um die Existenz unseres Volkes ganz erheblich zu verringern. Die Güte und die Zweckmäßigkeit sind bei uns Deutschen noch immer und in allem oberstes Gesetz gewesen, das kommt uns auch zum Bewußtsein, wenn wir die Wandlungen ins Auge fassen, die unsere Heeresausrüstung allein in den zwei verflochtenen Kriegsjahren durchgemacht hat. Man vergleiche nur einmal das Bild, das unsere Soldaten noch in den ersten Monaten des Stellungskrieges, also

Ende 1914, boten, mit dem Kämpfer in der vordersten Linie von Ende 1916, wie er in unserer Abb. 3 wiedergegeben ist. Eine charakteristischere Darstellung dürfte es wohl kaum geben. Und nicht zum wenigsten dürfte gerade dieses Anpassen an die zeitlichen Erfordernisse mit dazu beitragen, daß trotz aller feindlichen Sturmflüge, trotz aller schweren, fast übermenschlichen Blutarbeit und aller gewaltigen technischen und sonstigen

Schwierigkeiten, trotz Trommelfeuer und Gasangriffen unsere Feldgrauen so wacker standhalten und sich die Zuversicht auf ein für uns siegreiches Ende dieses Völkerringens nicht rauben lassen. „Sie kommen nicht durch!“ Dieses Wort scheint uns verjüngend und zur Form geworden, wenn wir die stolze Ritterlichkeit betrachten, die in erheblichem Maße in dem neuen Stahlhelm ausgedrückt ist.

Eine neue Art Mittelsturwagen für Straßenbahnen.

Mit 2 Abbildungen.

Auf der Krefelder Straßenbahn verkehrt seit einiger Zeit versuchsweise ein Anhängewagen, bei dem Ein- und Ausstieg in der Mitte der beiden Langwände angebracht sind (vgl. Abb. 1). Quer durch den Wagen geht ein 2 m

30 Stehplätze, denen sich 24 Sitzplätze zugesellen, so daß der Wagen alles in allem 54 Personen faßt.

In der Mitte des Flurs, seitlich gegen die Türen, sind zwei Haltestangen angebracht, die

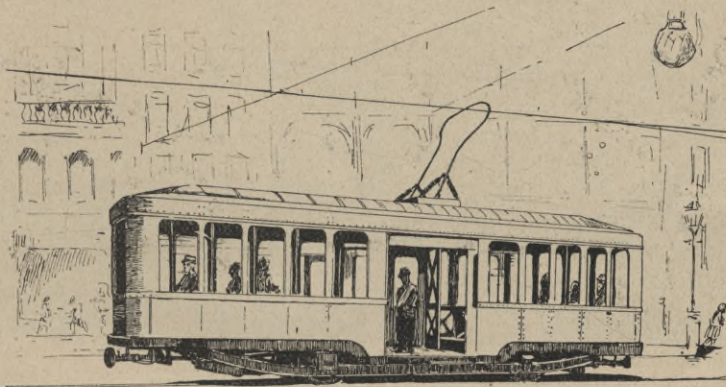


Abb. 1. Mittelsturwagen der Krefelder Straßenbahn, gebaut von der Waggonfabrik A.-G. in Uerdingen (Rh.). Unser Zeichner hat den Wagen verkehrtlich als Triebwagen dargestellt. In Wirklichkeit handelt es sich, wie der Text besagt, um einen Anhängewagen. Der Stromabnehmer ist also wegzudenken.

breiter Flur, dessen Fußbodenoberkante 370 mm über Schienenoberkante liegt. Nach beiden Seiten des Innern liegen Doppelschiebetüren, die sich bis zu einer lichten Weite von 1500 mm öffnen lassen. Durch diese Türen gelangt man in die beiden Abteile rechts und links, deren Fußboden 280 mm höher liegt als derjenige des Flurs. Die Sitze sind hier der Länge nach und so angeordnet, daß zwischen ihnen ein breiter Mittelgang freibleibt (vgl. Abb. 2), wodurch Raum für je 8 Stehplätze geschaffen wird.

Im Mittelsturz ist Raum für 14 Stehplätze vorhanden. Es ergeben sich somit insgesamt

zugleich als Stützen beim Ein- und Aussteigen dienen. Eine Teilung in Ein- und Ausstieg ist nicht vorgesehen, weil sich eine solche Trennung im Betrieb nur schwierig durchführen läßt.

Solche „Mittelsturwagen“ sind an sich nichts neues; sie sind in Nordamerika schon seit längerer Zeit im Gebrauch und auch in Deutschland, u. a. bei Stockwerkwagen,¹⁾ gelegentlich ausgeführt worden.

Die beschriebene Form stellt indessen gegen-

¹⁾ Vgl. darüber den Artikel „Zweistöckige Straßenbahnwagen“ auf S. 168 ff. dieses Bandes. H. G.

über den vorhandenen Konstruktionen einen wesentlichen Fortschritt dar. Der zweiachsige Wagen hat nämlich trotz des tief herabreichenden Mittelsturs ein eigenes Laufgestell erhalten, was sich durch Verwendung des Federträger-Laufgestells erreichen ließ, das der Erbauerin des

einen einheitlichen, festen Rahmen bilden, so daß jede Achsenverschiebung ausgeschlossen ist. Dadurch werden Stöße, der Verschleiß der Führungen und das Zittern des Wagenfußbodens vermieden, so daß sich ein äußerst ruhiger, weicher Gang des Wagens ergibt.

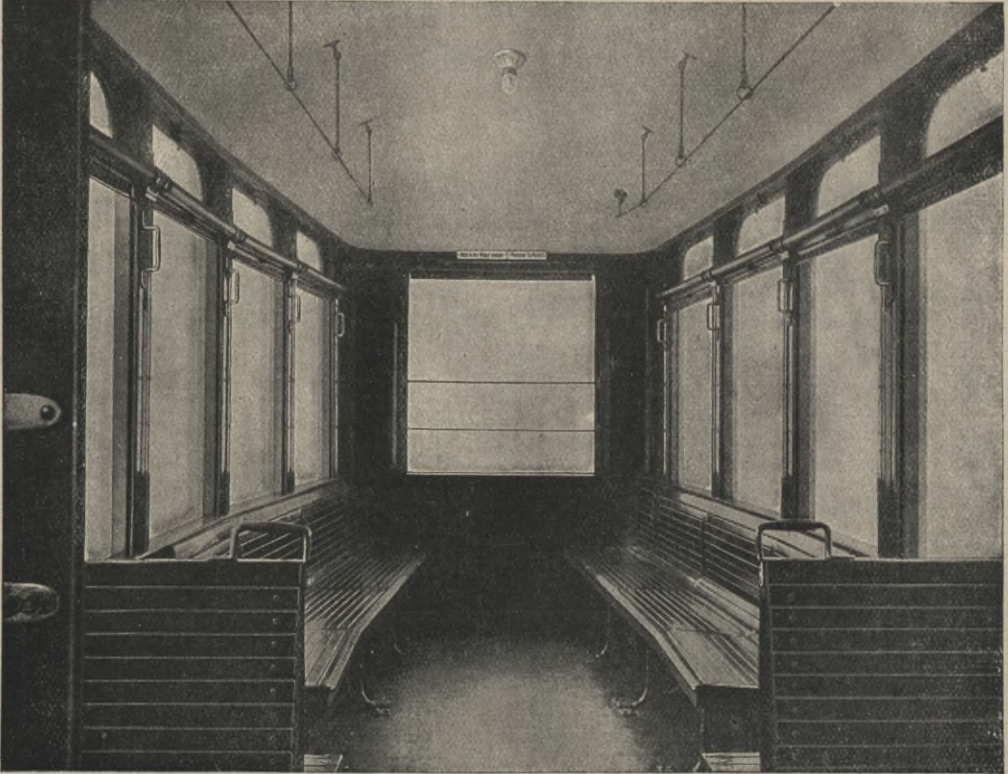


Abb. 2. Blick in eines der beiden Abteile des Mittelsturmwagens der Krefelder Straßenbahnen. Zu beachten der breite Gang zwischen den Längsätzen, der Raum für acht Stehplätze schafft.

Wagens — der Waggonfabrik A.-G. in Uerdingen (Rhein) — patentiert ist.

Das Besondere dieses Laufgestells liegt darin, daß die Langträger (die in Abb. 1 deutlich erkennbar sind) selbst als Federn dienen, wozu sie aus hochwertigem Federstahl hergestellt werden. Dadurch wird die Federung des Wagenkastens ungewöhnlich groß. Außerdem fallen die Achsenbüchsenführungen fort, da die Achslager fest mit den federnden Langträgern verbunden sind, die ihrerseits mit Quer- und Kopsträgern

Auch gegen einseitige Belastung bietet diese Art Federung wegen ihrer besonderen Steifheit guten Widerstand; eine etwaige Schrägstellung des Wagenkastens durch einseitige Belastung kann nur in sehr begrenztem Maße eintreten.

Der in Rede stehende Wagen ist, von Puffer zu Puffer gemessen, 11 m lang; der feste Radstand beträgt 3,60 m; die Spurweite 1 m. Das Leergewicht beläuft sich auf 7800 kg.

Die Anordnung läßt sich leicht auch anderen Abmessungen und Spurweiten anpassen.

F. W.

Wie unsere Butter entsteht.

Don Karl Wachwitz.

Obwohl die Butter bei unseren Hausfrauen gegenwärtig im Mittelpunkt des Interesses steht,

herrscht über ihr eigentliches Wesen und ihren Werdegang, zumal was die neuzeitlichen Butter-

Erzeugungsverfahren angeht, so große Unkenntnis, daß es sich wohl lohnt, einmal näher darauf einzugehen.

Zunächst ein paar Worte über die Butter selbst. Als Butter bezeichnen wir das festgewordene Fett der Milch. Es ist in der Butter nicht in reiner Form enthalten, sondern vermengt mit einer wechselnden Menge von Milchbestandteilen, wie Milchzucker, Käsestoff und Salzen. Das Fett ist in der Milch in Form von Kügelchen vorhanden, deren Größe zwischen 0,0016 bis 0,01 mm schwankt. Sie sind von einer festeren Hülle, dem Serum, umgeben, die die kugelförmigen Fetttropfchen vor dem Zusammenfließen und Festwerden bewahrt. Durch die heftige Erschütterung, der die Kügelchen beim Butterungsprozeß ausgesetzt sind, verlieren sie ihre Kugelgestalt und vereinigen sich, indem das Fett zugleich fest wird, zu Butter.

Das Material für die Butterbereitung ist vorzugsweise der Rahm, seltener wird die gesamte Vollmilch zu Butter verarbeitet. Die Verarbeitung der Vollmilch auf Butter gewährt den Vorteil, daß dabei die Arbeit und die Kosten des Abrahmens erspart werden. Das Verfahren zeichnet sich durch Einfachheit und Billigkeit aus. Es hat aber den Nachteil, daß das wertvolle Zwischenerzeugnis, die Magermilch, fehlt und daß es fernerhin eine um etwa 5 vH geringere Ausbeute an Butter ergibt. Deshalb ist es nur in kleinen Wirtschaften gebräuchlich, wo nur geringe Milchmengen zur Butterbereitung vorhanden sind.

Hierzu gießt man die Abendmilch in ein großes Gefäß, schüttet dazu am andern Tage die Morgen- und Mittagmilch und bringt diese Mischung, bei der die älteste Milch 36 Stunden alt ist, am Morgen des dritten Tages, d. h. nachdem sie die nötige Butterreife erlangt hat, zum Verbuttern. Dieses Verfahren wird aber heute nur noch ganz selten gehandhabt. Es stammt aus jener, noch kein Menschenalter hinter uns liegenden Zeit, da die Verarbeitung der Milch eine landwirtschaftliche Nebenbeschäftigung war, die dem weiblichen Wirtschaftspersonal oblag und eine Nebeneinnahme, den sogen. „Milchgroßchen“ ergab, die gewöhnlich in die Kasse der Hausfrau floß. Heute ist die Milch- und Butterwirtschaft eine gleichmäßig das ganze Jahr hindurch fließende Einnahmequelle der Landwirtschaft und nicht selten der Mittelpunkt des ganzen Betriebs.

Das Material der Buttergewinnung, der Rahm (auch Sahne, Obers, Schmand, Flott, Nidler, Schmetten usw. genannt), muß der Milch ent-

zogen werden. Die Bildung des Rahms kommt dadurch zustande, daß die Fettkügelchen ein geringeres spezif. Gewicht haben, als die Flüssigkeit, in der sie schweben und infolgedessen, wenn die Milch ruhig steht, allmählich emporsteigen. Früher vollzog sich die Rahmgewinnung allgemein in der Weise, daß die Milch in flache Schalen (Satten) aus Holz, Ton oder Blech geschüttet wurde, worauf man die sich bildende Rahmschicht mit einem flachen Löffel abschöpfte. Der Übelstand dieses Verfahrens liegt darin, daß die Erzielung von frischem, vollkommen süßem Rahm nahezu unmöglich ist, da durch das lange Stehen der Milch der Rahm entweder schon auf der Milch sauer wird, oder doch bald nach der Entrahmung. Die Abrahmung geht nämlich um so leichter vor sich, je dünner die Milch ist und je wärmer sie gehalten wird, da eine wärmere Milch auch dünnflüssiger ist und leichter die Fettkügelchen nach oben durchläßt. Je wärmer aber die Milch gehalten wird, desto leichter ist sie dem Sauerwerden ausgesetzt. Deshalb dürfen die Temperaturgrenzen von 10 und 15° niemals über- und unterschritten werden, aber auch innerhalb dieser Grenzen werden Milch und Rahm sauer.

Eine vollkommene Umwälzung in der Milchwirtschaft hat die Milchschleuder (= Milchzentrifuge) hervorgerufen. Sie allein ermöglicht es, aus der frischgemolknen Milch einen vollkommen frischen, süßen Rahm herzustellen. Wenn man einen Körper um eine Achse sich drehen läßt, so hat er das Bestreben, sich mit einer bestimmten Kraft vom Drehungsmittelpunkt zu entfernen, und zwar ist die Flieh- oder Zentrifugalkraft um so größer, je schwerer der Körper ist. Diese Gesetzmäßigkeit kommt auch zur Geltung beim Zentrifugieren gemischter Flüssigkeiten, deren Bestandteile verschiedenes spezif. Gewicht haben. Das ist u. a. bei der Milch der Fall, wo die Milch ein höheres spezifisches Gewicht besitzt, als das darin enthaltene Butterfett. Wenn man also Milch in einem Gefäß um eine Achse sich drehen läßt, so scheidet sich am Kreisumfang die Magermilch ab, während das Milchfett, der Rahm, dem Mittelpunkt näher liegt. Auf dieser Grundlage hat man eine große Zahl von Milchschleudern gebaut, die zwar in Einzelheiten voneinander abweichen, aber alle darin übereinstimmen, daß eine große Trommel, in die sich ein regelmäßiger Strom von Milch ergießt, in sehr schnelle Drehung versetzt wird, die sofort die Scheidung in Rahm und Magermilch bewirkt und aus frischgemolkener, inzwischen abgekühlter Milch vollkommen süßen Rahm

zum Gebrauch im reinen Zustand und zur Butterbereitung liefert.

Der Rahm, in dem man $\frac{5}{6}$ des gesamten Fettgehalts der Milch gewinnt, kann sowohl frisch als auch nach einer leichten Säuerung verbuttert werden. Süßer Rahm erzeugt zwar den reinsten Geschmack und liefert die feinste Tafelbutter, aber nicht immer entspricht sie dem Geschmack des Publikums, das namentlich in Norddeutschland an etwas kräftiger schmeckende Butter aus saurem Rahm gewöhnt ist, ein Umstand, dem man natürlich Rechnung tragen muß. Zudem verarbeitet sich ein Rahm, der längere Zeit gestanden hat, etwas dickflüssiger geworden ist und die Butterungsreise erreicht hat, wesentlich leichter und besser. Man läßt dazu den Rahm 12—24 Stunden stehen, so daß also etwa der von der Morgen- und Abendmilch durch die Zentrifuge abgeforderte Rahm am Morgen des nächsten Tages verarbeitet wird. Um eine leichte Säuerung zu erreichen, fügt man dem Rahm etwas saure Milch bei.

Zum Verbuttern wird der Rahm in die Buttermaschine gebracht, deren es eine ganze Anzahl von verschiedener Bauart gibt. Man kann sie insgesamt einteilen in feststehende und bewegliche. Feststehende Butterfässer sind solche, in denen die Milch durch ein Rührwerk durchgearbeitet wird, während sie selbst unbeweglich sind. Der älteste Vertreter dieser Gruppe ist das bekannte, heute noch in kleinbäuerlichen Betrieben vielfach verwendete hölzerne Stoßbutterfaß, bei dem ein mit der Hand auf und ab bewegter Holztempel, der unten in eine durchlochte Scheibe endigt, das Rührwerk bildet. Den Stoßbutterfässern stehen die Schlagbutterfässer gegenüber, bei denen das Rührwerk durch eine Drehvorrichtung in Bewegung gesetzt wird, was sowohl durch tierische, wie durch motorische Kraft oder von Hand erfolgen kann. — Bei der zweiten Gruppe, den beweglichen Buttermaschinen, wird die ganze Tonne oder der Kasten mit dem Rahm in Bewegung gesetzt. Diese Butterfässer hängen mit Zapfen in einem Gestell und sind durch Kurbelvorrichtung drehbar.

Während des Butterns bemerkt man zunächst keine Butterbildung; sie tritt erst nach einiger Zeit ganz plötzlich auf. Die Erschütterung, der die Fettkügelchen durch den Butterbereitungsapparat ausgesetzt werden, soll stark genug sein, um die Butterbildung in 30—45 Minuten zu vollenden. Alle kunstvollen Vorrichtungen, die durch verstärkte Bearbeitung eine schnellere Butterbereitung erzielen wollen, sind zwecklos und zu verworfen, weil zu schnell hergestellte Butter zu-

viel flüssige Bestandteile (Buttermilch) einschließt, die die Butter schmierig machen.

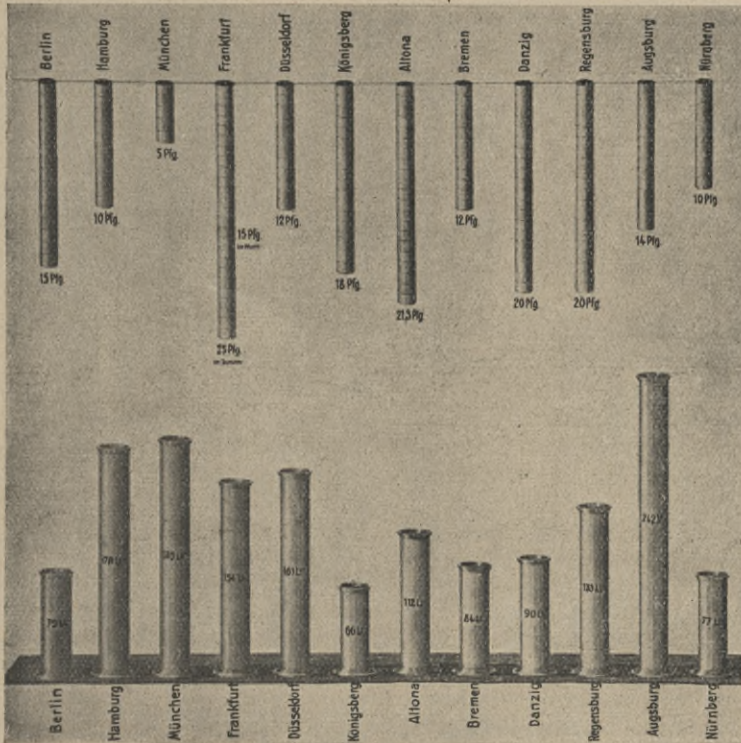
Von sehr großem Einfluß auf den Butterungsvorgang ist auch die Temperatur, denn die Butter bildet sich um so schneller, je wärmer das Material ist, während zu niedrige Temperatur langsame Butterung, geringe Ausbeute und zu große Härte der Butter im Gefolge hat. Erfahrungsgemäß liegt die beste Anfangstemperatur für gesäuerten Rahm zwischen 12° und 20° , für süßen Rahm zwischen 11° und 15° , für gesäuerte Vollmilch zwischen 15° und 21° . Dieser Sachlage entsprechend ist sowohl der Aufbewahrungsraum für den Rahm, als auch der Raum, in dem die Butter bereitet wird, leicht anzuwärmen.

Für den Wert der Butter ist ein Umstand ganz besonders von ausschlaggebender Bedeutung: Die Festigkeit oder Weichheit des Butterfettes, die von seinem Erstarrungspunkt abhängt. Das Butterfett setzt sich zusammen aus Palmitin, Stearin und Olein. Die beiden ersten Fette haben ihre Schmelzpunkte bei 50° und 62° , während das Olein schon unter 0° schmilzt, also bei gewöhnlicher Temperatur, wenn nicht gerade Frost herrscht, flüssig ist. Die Festigkeit der Butter hängt von dem Mischungsverhältnis der drei Fette ab. Oleinreiches Milchfett erzeugt weiche, oleinarmes harte Butter. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Beschaffenheit des Futters für die Festigkeit der Butter von größter Bedeutung ist. So wird die Butter weich nach der Verfütterung größerer Mengen von Rüben und Sauerfutter, namentlich eingesäuerter Maisstengel. Ferner bewirken Rapskuchen, Weizenkleie, Haferschrot eine weiche Butter. Dagegen wird die Butter nach der Verfütterung größerer Mengen roher Kartoffeln, Erbsenschrot, Leinkuchen, Roggenkleie usw. hart. Das Futter übt auch auf den Geschmack der Butter großen Einfluß aus. Bekannt und berühmt ist die Alpenbutter, ferner die holländische und die Holsteiner Butter, die nach der Fütterung der Tiere auf gesunder und guter Weide im Sommer und mit vorzüglichem Heu im Winter entsteht. Weniger gut ist die Butter aus Gegenden, wo große Mengen von Abfällen technischer Betriebe (Schlempe, Rübenschnitzel usw.) verfüttert werden. Mangelhafte, ja selbst schlechte Butter erhält man, wenn das Futter gelitten hatte, vielleicht zum Teil schon verdorben war.

Beim Herausnehmen der Butter aus dem Butterfaß enthält sie gewöhnlich noch 30 bis 40 Hundertteile Buttermilch, die beseitigt wer-

den müssen. Dies geschieht auf verschiedene Weise, je nach der Butter, die erzielt werden soll. Es kommt in erster Linie darauf an, den Käsestoff möglichst vollkommen herauszubringen, der sich zersetzt, Gärungen hervorruft und das Ranzigwerden der Fette veranlaßt. Je reiner das Butterfett hergestellt wird, desto haltbarer ist es. Die Beseitigung der unerwünschten Beimengungen kann durch Waschen, Kneten und

Tropfenbildung zu entfernen, zum anderen die, die Haltbarkeit der Butter zu erhöhen. Das Salz durchdringt alle noch in der Butter zurückbleibenden Buttermilch- und Käsestoffteilchen und verhindert dadurch den Gärungsvorgang oder schiebt ihn doch weiter hinaus. Unge-salzene Butter hat zwar das feinste Aroma, dafür aber die geringste Haltbarkeit. Die Menge des anzuwendenden Salzes bestimmt sich je nach dem



Aus unserer Bildermappe.

Wasserverbrauch pro Kopf und Tag (unten) und Wasserpreis per Kubikmeter (oben) der größeren Städte Deutschlands. (Nach einer Darstellung im Deutschen Museum zu München.)

Salzen geschehen. Das Waschen der Butter, d. h. ihre Durcharbeitung in öfter gewechseltem Wasser, ist zwar das wirksamste Reinigungsverfahren, hat aber den Nachteil, daß das Wasser das Aroma hinwegnimmt; das Waschen wird deshalb in der Regel nur bei Dauerbutter angewendet, die lange Transporte aushalten und lange genießbar bleiben soll. — Tafelbutter wird durch vorsichtiges trockenes Kneten gereinigt. Trocken geknetete Butter hat, wenn sie sonst von guter Beschaffenheit ist, noch nach 8 Tagen den gleichen Geschmack wie frische Butter, die mit Wasser behandelt war. Bei trockenem Kneten bedarf es allerdings der Verwendung von Salz, das einmal die Aufgabe hat, die Flüssigkeit in der Butter anzuziehen und beim Kneten unter

Geschmack der Käufer oder danach, ob die Butter längere Zeit aufbewahrt oder frisch verzehrt werden soll und bewegt sich zwischen 20 und 48 g auf 1 kg Butter. Das Kneten, Waschen und Salzen der Butter geschieht in sehr verschiedener Weise, in kleinen Betrieben mit der Hand, in größeren Betrieben auf dem Knetbrett oder auch mit Knetmaschinen.

Zu den Eigenschaften einer guten Butter gehört auch eine schöne Farbe. Man liebt die Butter am meisten, wenn sie strohgelb gefärbt ist, weil dies die am häufigsten auftretende Naturfarbe ist. Die Farbe der Butter wechselt aber in den einzelnen Jahreszeiten und namentlich infolge verschiedener Fütterung sehr. So hat die Weidebutter eine dunklere Färbung als die bei

Grünfütter gewonnenen. Trockenfütterung erzeugt helle Butter, und wenn man viel Heu und Stroh verfüttert, wird sie sogar weiß. Die Färbung beeinflusst den Geschmack der Butter in keiner Weise, aber beim Publikum herrscht nun einmal die Meinung, daß strohgelbe Butter die beste sei. Dieses Vorurteil legt es den Erzeugern nahe, ihrer Butter stets die gelbe Farbe zu verleihen. Ferner kommt es den Milchwirten darauf an, eine stets gleichmäßig gefärbte Butter zu liefern, und darum greifen sie oft zu künstlicher Färbung, wozu verschiedene Verfahren zur Verfügung stehen. Eines der ältesten Butterfärbemittel ist der Möhrensaft, der zwar ganz harmlos und unschädlich ist, von feinen Zungen

aber sofort bemerkt wird. Ein anderes Färbemittel ist der Orleans- oder Anottofarbstoff, der aus der Frucht des Orleansbaums hergestellt wird und in flüssiger Form (in Öl gelöst) im Handel ist; seine Anwendung übt gleichfalls keinen schädlichen Einfluß auf die Butter aus; dabei ist er geruch- und geschmacklos.

Vor dem Kriege hat die deutsche Milchwirtschaft jährlich etwa 8000 000 kg Butter ausgeführt. Heute, wo alle tierischen Fette außerordentlich knapp sind und die Butter alle ersezen muß, ist sie ein sehr gesuchter Artikel geworden, der erst jetzt, wie viele andere Dinge auch, die rechte Würdigung erfährt.

Casthebemagnete.

Don Otto Debatin.

Mit 4 Abbildungen.

Das Bestreben, Menschenkraft durch mechanische Kraft zu ersetzen, hat schließlich auch dahin geführt, die Energie der in der magnetischen Anziehung gegebenen Naturkraft in eine technisch verwertbare Form zu bringen. Seine erste Ausführung erfuhr dieser an sich naheliegende Gedanke in Nordamerika. Die günstigen Erfahrungen amerikanischer Betriebe mit Kranen aller Art, die mit elektromagnetischen Hubmagneten versehen sind, verschafften den Magnetkran-Anlagen auch bei uns immer mehr Eingang.

Das Prinzip des Casthebemagneten ist das gleiche wie das jedes anderen Elektromagneten. Ein mit isoliertem Draht umwickelter, weicher Eisenkern wird zu einem starken Elektromagneten, solange die Wicklung vom elektrischen Strom durchflossen ist. Zum Schutze gegen Beschädigung und Witterungseinflüsse ist die Wicklung (Spule) in ein Gehäuse eingeschlossen. Die ganze Vorrichtung hängt an der Laufkette eines stehenden oder fahrbaren Kranes.

Derartige Casthebemagnete dienen heute auf den Lagerplätzen und innerhalb der Werkanlagen moderner Stahlwerke, in Hafenanlagen, Hüttenwerken u. a. zum Fortbewegen von Eisenlasten aller Art. Sie eignen sich besonders zum Transport von Blöcken, Wellen, Röhren, Formeisen, Blechen und schweren Gußstücken, aber auch von kleinstückigen und sperrigen Materialien, die sich auf andere Weise nur schwer befördern lassen, wie Masseln, Schrot, Späne, Blechplatten, Abfälle usw. Gute Dienste tun Casthebemagnete besonderer Bauart auch beim Transport von heißen Eisenlasten, wie Tiegfösendeckeln, Roheisen,

Walzmaterial usw., sofern die Temperaturen 400 bis 500 Grad nicht übersteigen. In Amerika schüttelt man z. B. mit Casthebemagneten die heißen, rohen Gußstücke aus den Sandformen und befördert sie damit an die Arbeitsstellen, wo sie gereinigt werden. So hat man in einem Falle auf diese Weise einen Lokomotivrahmen-träger aus Vanadiumstahl von 4,2 t Gewicht, in einem anderen Falle eine 13,6 t schwere Kurbscheibe für eine große Gasmaschine mit gutem Erfolg befördert.

Sehr vorteilhaft ist die Anwendung des Magneten auch bei Fallwerken. Die Fallkugel kann aus jeder Lage mit voller Sicherheit so aufgenommen werden, daß ihr Schwerpunkt genau unter die Mitte des Magneten und somit auch unter den Kranhaken zu liegen kommt, so daß ein genaues Ziel möglich ist. Ist das zu zerfallende Stück zertrümmert, so werden die Brocken mit demselben Magneten aufgenommen und verladen. Hierbei ist jede Gefahr ausgeschlossen, da Hilfsmannschaften, die sonst das zeitraubende und gefährliche Anhängen der Fallbirnen besorgen, nicht erforderlich sind. Eine weitere zweckmäßige Verwendung findet der Magnet bei sogen. Hochhojen-Schlagwerkskranen, die mit Schlagwerk- und Magnetkette ausgerüstet sind. Sie zer schlagen das Roheisen auf dem Gießbett und verladen es in kürzester Zeit in die bereitstehenden Eisenbahnwagen. Es soll sogar vor einiger Zeit im Hafen von Neuorleans zum Bergen der Eisen- und Stahl ladung eines gesunkenen Frachtdampfers, an einer Stelle, wo die heftige Strömung das Arbeiten von Tauchern

unmöglich machte, ein eigens gebauter Hebemagnet mit bestem Erfolg verwendet worden sein.

Die Durchschnittsleistungen eines Lasthebemagneten sind natürlich je nach Beschaffenheit



Abb. 1. Lastmagnet mit Feilspänen.

der Auflagefläche des zu hebenden Gutes pro Hub verschieden. So sind z. B. die entsprechenden Zahlen für den von einem sächsischen Werk gebauten Lasthebemagneten von 1510 mm Durchmesser, 2300 kg Eigengewicht und 7,5 kW Stromverbrauch

bei Schmiedespänen	450 kg
„ Schmelzeisen	450 „
„ Gußspänen	700 „
„ Kernschrot	750 „
„ Masseln	1 000 „
„ Stahlbrocken	1 500 „
„ massiven Blöcken	20 000 „

Wie erwähnt, weist auch die Bauart je nach der Beschaffenheit des zu befördernden Materials Verschiedenheiten auf. Im allgemeinen werden kreisrunde oder rechteckige Hebemagnete mit ebenen Polflächen verwendet, sofern die Last genügend Auflagefläche bietet. Hinsichtlich Zuverlässigkeit, Betriebssicherheit und Unempfindlichkeit gegen raue Behandlung werden an einen Lasthebemagneten außerordentliche Anforderungen gestellt. Eine Schrot- oder Massenverladeranlage arbeitet unter den schwersten Bedingungen in ununterbrochener Tag- und Nachtschicht. Dabei wird der Magnet mit großer Geschwindigkeit auf die zu fassende Eisenlast geworfen, so daß seine unteren Flächen auf die Dauer sehr stark

beansprucht werden. Kälte, Regen und Schnee dürfen die Tragkraft nicht beeinträchtigen.

Ein richtig gebauter Hebemagnet muß deshalb bei großer Tragkraft, niedrigem Eigengewicht und Gewährleistung voller Ausnutzung folgende Konstruktionsmerkmale aufweisen.

Das Gehäuse muß aus Stahlguß bester magnetischer Qualität bestehen. Das Kettengehäuge muß eine 10—15fache Sicherheit beim Aufheben von Durchschnittslasten bieten; es ist an schweren, angegossenen Ohren mit Bolzen am Gehäuse zu befestigen. Die Polschuhe oder Ringe, überhaupt alle dem Verschleiß ausgesetzten Teile müssen leicht austauschbar sein. Wo die Spule in mehrere Einzelspulen untergeteilt ist, werden diese — um ihrer Beschädigung durch die im Betrieb unvermeidlichen Stoß- und Schlagwirkungen vorzubeugen — durch aufgeschraubte Boden- und Deckplatten aus bester harter Bronze oder hartem Spezialstahl zusammengepreßt und so am Wandern verhindert. Die Bodenplatte muß so kräftig gehalten sein, daß der Magnet unbedenklich mit seiner vollen Fallgeschwindigkeit auf die



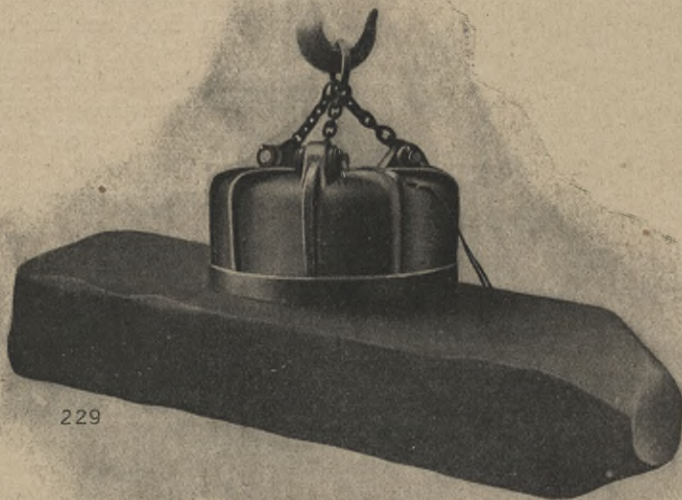
Abb. 2. Lastmagnet mit schweren Waßblöcken.

zu hebende Last geworfen werden kann. Zum Schutz der Spule, des empfindlichsten und wichtigsten Teiles des Magneten, gegen jede Schlagwirkung ist außer der vorerwähnten Bodenplatte meist noch eine zweite Schutzplatte vorgesehen,

die mit der äußeren Platte einen Luftraum einschließt, der als Puffer wirken soll. Außerdem ist das Gehäuse mit kräftigen Rippen versehen, die es verstärken und gleichzeitig durch ihre große Oberfläche eine bessere Abkühlung bewirken. Zum Anschluß an die Stromleitung dient ein Stecker, der samt dem Klemmbrett in einer wasserdicht abschließenden Anschlußdose untergebracht ist. Auch dieser Teil muß der größten Behandlung gewachsen sein. Alle Leitungsführungen sind mit Isoliermasse auszugießen.

Die in das Stahlgehäuse eingebaute Spule, die bei größeren Magneten bis 1000 kg wiegt, ist so berechnet, daß auch bei einer ununterbroche-

im Innern. Diese vermögen die Baumwoll-Isolation (oft von 12 bis 13 km Länge) und sogar Asbest-Isolationen zu zerstören. Um namentlich diesen letzten Übelstand auszumerzen, verwendet ein bekanntes Werk für seine Hebe- magnete statt des gebräuchlichen umspinnenen Kupferdrahts einen nach patentiertem Verfahren hergestellten Aluminiumdraht, der ohne jede Umspinnung allein durch Oxydierung selbst gegen die hohen Spannungen von 500 und mehr Volt genügend isoliert ist. Die ganze Spule ist in Glimmer eingepackt, im Vakuum getrocknet (isoliert) und mit Imprägniermasse getränkt. So ist sie, mit Masse umgossen, unverrückbar und



229

Abb. 3. Lastmagnet mit schwerem gegossenem Block.

nen Einschaltdauer von mehreren Stunden keine schädliche Erwärmung auftritt. Man baut schon Lasthebemagnete bis 750 V Gleichstrom. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit sind, wie erwähnt, bei höheren Spannungen vielfach die Spulen in mehrere Einzelspulen, deren Anzahl sich nach der Betriebsspannung richtet, unterteilt. Besondere Sorgfalt erfordert die Isolierung, die auch die großen Induktionsüberspannungen, die beim Zerreißen der Zuleitungskabel 3—4000 V betragen würden, aushalten muß. Die Isolation kann durch verschiedene Einflüsse zerstört werden: durch Eigenbewegungen der Windungen infolge der Temperaturunterschiede, durch Bewegung der Spule gegen das Gehäuse, schließlich auch durch die nicht völlig zu vermeidenden hohen Temperaturen

gleichzeitig elastisch eingebettet, im Gehäuse sicher verlegt. Alle anderen Versuche, die Spule mechanisch federnd zu lagern und sie mit Luft zu kühlen, führten zu weniger guten Ergebnissen. Ein weiterer Vorteil der Aluminiumwicklung ist ihr verhältnismäßig geringes Gewicht. Bei großen Typen werden durch Verwendung von Aluminiumspulen rund 600 kg gespart, wodurch sich das Gesamtgewicht des Magneten um nahezu 30 vH verringert. Daß der Ersatz des Kupferdrahts durch Aluminium jetzt im Kriege besonders vorteilhaft ist, bedarf keiner weiteren Begründung.

Zur Bewegung von langgestreckten Eisenteilen, wie Blöcken, Knüppeln, Blechen, Stahleisen und Schienen werden zweckmäßig zwei oder mehr an einer Traversen fest oder verschiebbar

aufgehängte Magnete benutzt, die gemeinschaftlich geschaltet werden. Meist sind diese Arten als Hufeisenmagnete ausgebildet. Bei ihrer Konstruktion ist zu berücksichtigen, daß die parallelen Kraftlinien das zu hebende Gut in der Längsachse zwischen den ausliegenden Polen durchlaufen. Dadurch wird vermieden, daß die äußeren Stäbe nach der Mitte des Magneten kippen oder abfallen. Bei guten Magneten ist trotz des geringen Stromverbrauches doch eine genügend große Fernwirkung vorhanden, um Ungleichheiten

die Null-Stellung wird der Magnet unpolariert, worauf ein sicheres Abfallen der Eisenlast erfolgt.

Auf die wichtigste Frage, die nach der Wirtschaftlichkeit der Magnetkran-Anlagen, geben zahlreiche Betriebsberichte sehr günstige Antwort. Sie bestätigen, daß die Ersparnisse, die durch die Verwendung auch nur eines einzelnen Hebemagneten zu erzielen sind, z. B. bei Schrotverladeanlagen 1000 *M* jährlich übersteigen. Somit verzinsen sich Lasthebemagnete nicht nur, sondern

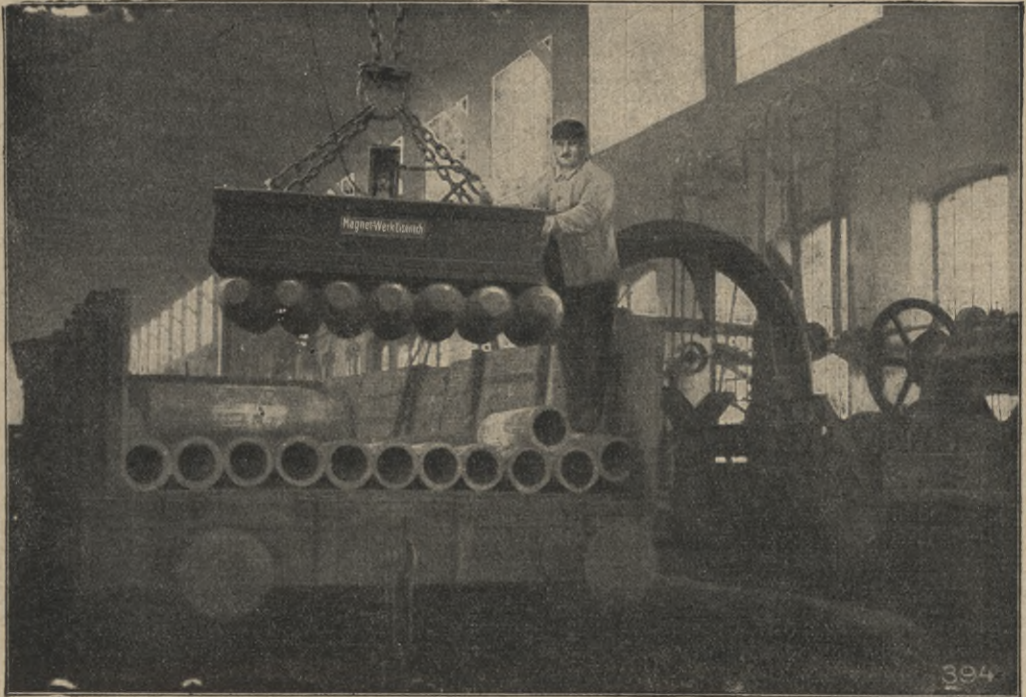


Abb. 4. Rechteckiger Spezialmagnet mit großkalibrigen Granathülsen.

ten der Materialoberflächen von mehreren Zentimetern zu überbrücken.

Die Steuerung erfolgt durch einen Anlaß-Kontrolller oder Schalter, der auf eine durch Hebel oder Handrad zu bedienende Walze wirkt. Aus Gründen der Betriebsicherheit wird zunächst nur mit einem Teil die Spannung erregt und dann erst die volle Spannung eingeschaltet. Beim Ausschalten werden zuerst die Vorschaltwiderstände stufenweise vorgechaltet, so daß der Magnet nur noch etwa die Hälfte der Netzspannung erhält; dann erst wird er mit dem ganzen Widerstandsfaß parallel geschaltet und vom Netz abgetrennt. Diese stufenweise Ausschaltung hat den Zweck, schädliche Induktionsspannungen zu vermeiden und so einer Beschädigung der Spule vorzubeugen. Beim Drehen des Kontrollers über

machen schon nach kurzer Zeit die Anschaffungskosten bezahlt. Man rechnet im allgemeinen, daß ein Hebemagnet sieben bis zehn Mann ersetzt. Die Verminderung der Transportkosten, die auf Eisenlagern, Hüttenwerken und ähnlichen Betrieben einen wesentlichen Teil der allgemeinen Betriebsausgaben ausmachen, ist vor allem auf die mit Lasthebemagneten zu erzielende, außerordentliche Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit der Krane zurückzuführen. In flott arbeitenden Betrieben können bis zu 100 Kranspiele in der Stunde gemacht werden. Auf diese Weise verringern sich die Entlade- und Transportkosten des Schrotmaterials für die Tonne auf die Hälfte, bei besonders gut ausgenutzten Anlagen auf ein Drittel des früheren Betrags. Neben diesen Ersparnissen an Zeit und Arbeitskräften

gewähren Magnetkran-Anlagen den großen Vorteil, daß die Ladeplätze besser ausgenutzt werden können, da z. B. bei Schrotplätzen die Stapelhöhe bis zu 7 m betragen kann, während bei Handverladung eine Stapelhöhe von 3 m ohne Gefahr für die Arbeiter nicht überschritten werden darf. Bemerkenswert ist ferner, daß die Zahl der Unfälle durch die Verwendung von Lasthebemagneten beträchtlich abgenommen hat. Die gefährliche Arbeit der Befestigung des Transportguts am Kran mittels Ketten oder Seilen

fällt beim Lasthebemagneten weg; lediglich der Kranführer handhabt vom sicheren Führerstand aus die Ladegüter. In besonderen Fällen lassen sich an den Magneten auch noch mechanisch sich betätigende, greiferartig wirkende Sicherheitsbügel anbringen. Daß eine Magnetkran-Anlage auch unabhängiger von Personalschwierigkeiten macht, ist selbstverständlich. Der große wirtschaftliche Vorzug des Transports mit Hilfe der Magnetwirkung des elektrischen Stromes tritt aus allem nun zutage.

50 Jahre transatlantische Telegraphie.

Ein Blatt aus der Geschichte der Elektrotechnik.

Von Hanns Günther.

Mit 5 Abbildungen.

Mitten in den Stürmen des Weltkriegs hat die Übersee-Telegraphie ihren 50. Geburtstag begangen. Am 5. August 1866 gelang es nach gewaltigen Schwierigkeiten, die erste dauernde Kabelverbindung zwischen Europa und Amerika zu schaffen, deren hier durch eine kurze Schilderung der Entwicklungsgeschichte der Kabeltelegraphie gedacht werden soll. „Die Geschichte der unterseeischen Telegraphie, insbesondere der ersten transatlantischen Kabellegungen, ist von fast dramatischem Interesse,“ so beginnt Kellstab das Kapitel über Kabel in seinem kleinen Handbuch der Telegraphie. Ja, ein Drama ist es gewesen, das sich hier abspielt hat zwischen Mensch und Meer, ein Drama mit zaghaftem Eingang, voll spannender Konflikte und mit sieghaftem Ausgang, in dem der Mensch die Natur bezwang. Ein Drama, so wild und gewaltig, wie es niemand erfinden konnte, eines der Dramen, die die Technik täglich vor unsere Augen stellt, die wir aber in unserer (Noch-)Blindheit nur selten sehen.

Der erste Versuch einer Telegraphie unter See wurde um 1850 von Jakob Brett unternommen. Er verband Dover und Calais durch einen mit Guttapercha umhüllten Kupferdraht, den er am Grunde des hier 50 m tiefen Kanals verlegte. Am ersten Tage wurde auf der Leitung mit Erfolg telegraphiert, am Tage darauf war die Verbindung bereits unterbrochen. Die Guttaperchahülle hatte sich an den scharfen Klippen der französischen Küste durchgescheuert, und der erste Versuch war mißlungen. Aber man hatte durch diesen Mißerfolg die Bedingungen kennen gelernt, die ein Kabel erfüllen muß, um im Meere „lebensfähig“ zu sein. Und schon im nächsten Jahre stellte man eine dauernde Verbindung zwischen Dover—Calais durch ein Kabel her, das über der Guttaperchahülle eine Schutzhülle aus Eisendrähten, eine Armierung, trug.

Skaum war die Meerenge bezwungen, so nahte sich der gleiche kühne Gedanke schon dem offenen Meer. Warum nicht versuchen, es auch zu unterjochen? Was dort gelungen war, konnte auch hier gelingen. Und wenn ein erster Versuch mißlang, so würde man mit einem zweiten glücklicher sein.

1854 faßte der Amerikaner C. Field den Plan, quer durch den Atlantischen Ozean ein Kabel ziehen und England dadurch mit Nordamerika zu verbinden. Als Vorarbeit dazu legte er 1856 ein Kabel zwischen Nova Scotia und Neufundland. Fields Plan wurde von der Handelswelt freudig begrüßt, und kurz nach seiner Bekanntgabe entstand in England die „Atlantic-Telegraph-Company“, die alles tat, um den Plan zu fördern.

Valentia auf Irland sollte der Ausgangspunkt, die Trinity-Bucht auf Neufundland der Endpunkt des transatlantischen Kabels sein. Etwa 3000 km betrug die direkte Entfernung zwischen beiden Orten; diese Länge mußte das Kabel also mindestens haben. Aber es wurde ja nicht schnurgerade durch die Luft gespannt, sondern mußte der Gestaltung des Bodens im Meere folgen, vielleicht in tiefe Täler hinab, vielleicht über hohe Berge! Um wieviel länger als 3000 km hatte das Kabel also in Wirklichkeit zu sein? Um das auszurechnen, mußte man das Profil des Meeresgrundes an jener Stelle genau kennen, und das konnte man nicht, denn nie war früher jemand darauf verfallen, derartige Fragen zu untersuchen. So sah man sich zunächst vor die Aufgabe gestellt, die Tiefen des Meeres zu erforschen, um sichere Grundlagen zu gewinnen. Ein Vermessungsschiff wurde ausgerüstet und trat seine Reise an. Es war die erste Tiefsee-Expedition, die man unternahm; sie ist nicht nur für die Kabeltelegraphie, sondern auch für die Biologie ein bedeutungsvolles Ereignis geworden. Langsam nur schritt die Arbeit des Schiffes vorwärts, denn Schritt für Schritt, Ecken um Ecken spionierten die Vögel den Meeresgrund aus. Und als die Expedition mit ihrer Arbeit fertig war, da brachte sie als Ergebnis mit heim, daß zwischen Irland und Amerika ein abgrundtiefer, mächtiger Schlund im Meeresboden gähnte; in den mußte das Kabel hinein. Von Irlands Küste aus senkte der Boden des Meeres sich langsam und stetig 200 km von der Küste entfernt war das Atlantische Meer an 1000 m tief. Hier aber stürzte der Boden wie abgerissen jääh in die Tiefe hinunter, denn an dieser Stelle ging's ohne Übergang auf 3200 m hinab. Und eine Tiefe zwischen 3000 und 4500 m

behielt das Meer auf eine Strecke von 2500 km hin bei. Erst 400 km von der neufundländischen Küste begann wieder eine langsame Hebung des Bodens, die dann anhielt, bis der Meeresgrund als Küste den Wassern entstieg.

Von Irland aus konnte das Kabel also 200 km weit dem Grunde des Meeres folgen. Dann aber mußte es in einem langen, freischwebenden Bogen in die ungeheuren Tiefen hinab, und darin lag eine große Gefahr. Ein Kabel hat mit seiner Kupferseele und der Eisenarmierung ein geradezu riesiges Gewicht. Es ist eine gewaltige, träge, kaum zu lenkende Masse, in der beim Auslegen an jeder Stelle eine ungemein hohe Spannung herrscht, die die Gefahr des Zerreißens stets nahe bringt. Das Kabel sinkt bei der Legung in einem mehrere Kilometer langen Bogen, der vom Meeresgrund zum tragenden Schiff geht, mit bedeutender Geschwindigkeit in die Tiefe, und jeder plötzliche Ruck würde unheilbringend sein. Die Bewegung muß daher möglichst gleichmäßig vor sich gehen, und man arbeitet mit aller erdenklichen Vorsicht dabei. So ließ sich vorkellen, wie dieser plötzliche Übergang

Schiffe fuhren bis halbwegs Amerika und Irland, verbanden die beiden Kabelenden miteinander (jedes Schiff trug die Hälfte des Kabels), und dann trat das eine Schiff die Heimreise an, während das andere nach Amerika fuhr. Zwischen ihnen spannte sich wie eine lange, dünne Schlange das Kabel aus, das aus den Schiffsbäuchen kroch, um sich auf dem Grunde des Meeres zur Ruhe zu legen. Doch die Sterne wollten auch diesmal den kühnen Menschen nicht wohl. Das Kabel zerriß bei 150 km Länge, und als man unentmutigt die Legung nochmals begann, verschwanden noch weitere 500 km in der unerfättlichen Tiefe.

Aber es war, als ob der Mißerfolg nur neuer Ansporn sei. Bereits im Juli des gleichen Jahres unternahm man einen dritten Versuch, und am 5. August war die Verbindung endlich hergestellt. Drei Tage später wechselte man die ersten Telegramme zwischen Amerika und England, und hüben und drüben war der Jubel groß. Doch der Betrieb des Kabels wurde von Tag zu Tag schwieriger, denn die Isolation verschlechterte sich zusehends. Man versuchte, mit empfindlicheren Ap-

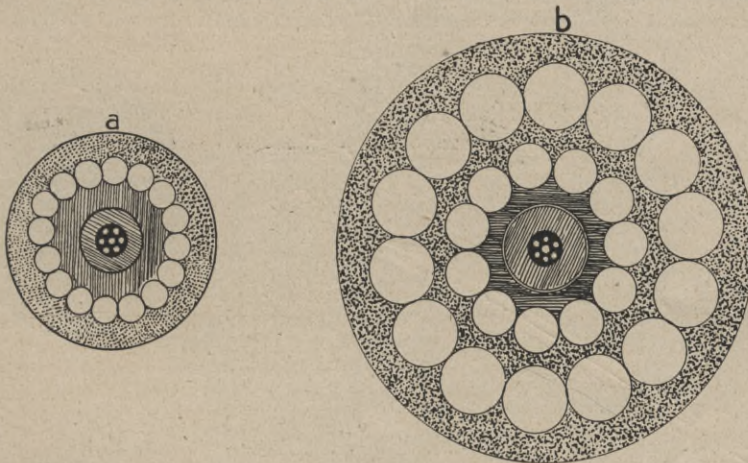


Abb. 1. Ozeankabel im Querschnitt; a Tiefsee, b Küstenkabel. (Natürl. Größe.)

von 1000 auf 3200 m Tiefe wirken mußte. Senkrecht hinunter würde das Kabel wanken, und in diesem Bestreben würde es auf den höher liegenden Teil einen ungeheuren Zug ausüben, einen Zug, der den ohnedies schon großen normalen Zug um ein Vielfaches überstiege. Niemand wußte, ob die Kabel, die man damals bauen konnte, solcher Belastung standhalten würden. Dennoch entschloß man sich, den Versuch zu wagen, und am 5. August 1857 fuhren die beiden Schiffe „Agamemnon“ und „Niagara“ von Valentia (Irland) aus, mit je 2000 km Kabel im Gesamtgewicht von 2500 t an Bord. Sie begannen sofort mit der Kabellegung und drei Tage lang ging alles gut. Am Abend des 8. August hatte man 600 km ausgelegt, da riß das Kabel, und alle Bemühungen, es wieder aufzufischen, waren vergeblich. Die Schiffe kehrten ohne Ergebnis heim, und der Ozean behielt seine Beute auf Nimmerwiedersehen.

Im Frühling 1858 waren die verlorenen 600 km neu angefertigt, und die Schiffe zogen aufs neue hinaus. Diesmal war man schlauer geworden und fing die Geschichte von der Mitte her an. Die beiden

paraten bessere Erfolge zu erzielen, aber bereits am 1. September war die Freude zu Ende. Das Kabel schwieg und erwachte nicht mehr. Vielleicht war seine Isolation zerstört und vom Salze des Meeres zerfressen. Vielleicht war es auch durchgeschuert, — aber jedenfalls war es tot.

Sechs Jahre dauerte es, bis man sich nach diesem Fehlschlag wieder aufraffte. Stimmen waren laut geworden, die das Unternehmen überhaupt für undurchführbar erklärten, aber Fiebig und seine Helfer beharrten doch auf ihrem Plan und arbeiteten unermüdet an seiner Vollendung. Sie hatten inzwischen die Regierung veranlaßt, eine wissenschaftliche Kommission einzusetzen, die alle einschlägigen Fragen genau prüfen sollte, und weiter hatten sie unermüdet praktische Versuche über die beste Bauart von Kabeln angestellt. So war man gut gerüstet, als man 1864 begann, ein neues Kabel zu bauen, und im Sommer 1865 konnte man schon mit der Verlegung beginnen. Mit zwei Dampfern hatte man zu schlechte Erfahrungen gemacht. Diesmal benutzte man ein Riesenschiff, den „Great Eastern“, der das ganze

Kabel auf einmal tragen konnte. Das Schiff war für seinen Zweck besonders gebaut, und als es am 12. Juli 1865 auszog, um die Verlegung zu beginnen, trug es 4500 km Kabel im Gewicht von 4000 t an Bord. Am 24. Juli hatte man 155 km ausgelegt. Da zeigten die Instrumente an, daß die Isolation Strom durchließ, daß das Kabel also beschädigt war. Man mußte 18 km wieder aus dem Wasser ziehen, und als man die fehlerhafte Stelle fand, zeigte es sich, daß die Schutzhülle böswillig zerstört worden war. — Man beseitigte den Schaden und fuhr mit der Legung fort. Am 29. Juli waren 1300 km verlegt. Da trat genau die gleiche Erscheinung wie vorher auf, und wieder

Der Weg, den man für diese Legung wählte, ging dem vorigen fast parallel, nur verlief er 50 km südlicher. Kein Unfall störte diesmal die Fahrt, und am 5. August 1866 wurde das Kabel auf Neufundland glücklich gelandet. Das erste Telegramm, das man beförderte, trug die Glückwünsche Johnsons, des Präsidenten der Vereinigten Staaten, hinüber zu Englands Königin Viktoria, und von da ab diente das Kabel dauernd dem Verkehr, der es auch heute noch ungehindert benützt. Doch die Aufgaben des „Great Eastern“ waren noch nicht vollendet. Er sollte noch das 1865 versunkene Kabel heben, und auch diese Arbeit führte er glücklich aus. Man stellte fest, daß das Kabel

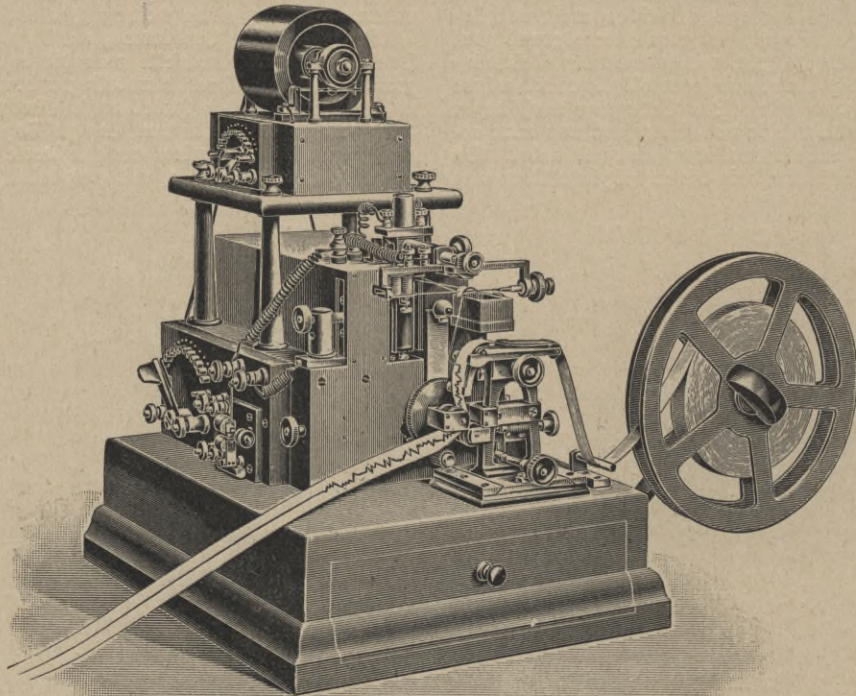


Abb. 2. Der Heberrschreiber.

zeigte die Hebung, daß böswillige Beschädigung vorlag. So kam zum Kampf mit dem türkischen Element noch ein Kampf gegen die feige Hinterlist eines Schurken an Bord. Man ließ die Kabelbehälter fortan streng bewachen und setzte die Arbeit fort. Alles ging gut bis zum 2. August, an dem man 2196 km ausgelegt hatte. An diesem Tage rutschte das Kabel durch einen Zufall von der Legerolle ab, riß über 3600 m Meerestiefe und versank. Alle Hebungsvoruche mißlangen. Auch der „Great Eastern“ kehrte erfolglos heim.

Doch selbst dieses Unglück vermochte den Gang der Ereignisse nicht aufzuhalten. Eine neue Gesellschaft, die „Anglo-American-Company“, bildete sich, ein neues Kabel wurde bestellt, und am 15. Juli 1866 dampfte der „Great Eastern“ wieder hinaus in die Weite, diesmal begleitet von drei andern Schiffen und mit neuen Legemaschinen ausgerüstet, die noch zweckmäßiger waren, als die der ersten Fahrt.

keinen Schaden gelitten hatte, schloß ein neues an und vollendete dann die Legung ohne weitem Aufenthalt am 8. September 1867. 1869 eröffnete man die dritte, 1873 die vierte transatlantische Verbindung, und von diesem Zeitpunkt nahmen die Kabel ständig zu. Am 1. September 1900 erhielt auch Deutschland eine direkte Kabelleitung nach Nordamerika, und schon 1903/04 wurde ein zweites direktes deutsches Kabel verlegt. Heute liegen nicht nur im Atlantik, sondern in allen Meeren zahlreiche Kabel, an denen so ziemlich alle bedeutenden Länder beteiligt sind.

Jedes Kabel für unterseeische Telegraphie besteht aus drei Hauptteilen: dem Leiter, den die Kabeltechnik die Seele nennt, der isolierenden Hülle und der Bewehrung oder Armierung, die das Kabel schützt. — Die Seele besteht immer aus reinstem Kupfer, denn man muß bei den riesigen Entfernungen, um die es hier geht, den Leitungswider-

stand möglichst vermindern, und eines der Mittel dazu ist die Wahl gut leitenden Materials. Im Gegensatz zu den oberirdischen Leitungen besteht aber die Kabelseele meist nicht aus einem einzigen dicken Draht, sondern aus einem Drahtseil, das aus mehreren (meist 7) Fäden zusammengedreht ist.

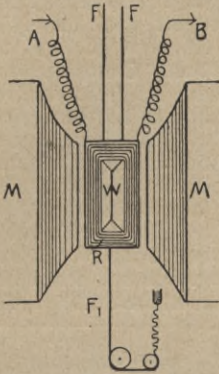


Abb. 3. Das Magnetostem des Heberschreibers mit der zwischen den Magnetpolen hängenden Raute in hart vereinfachter Darstellung.

Dadurch wird die leitende Oberfläche vergrößert und der Leitungswiderstand wiederum entsprechend verringert. Bei der Überlandtelegraphie wird der blanke Leitungsdraht einfach an Stangen befestigt und so von einem Ort zum andern geführt. Bei der Kabeltelegraphie darf man nicht so sorglos sein. Man kann den Draht nicht einfach ins Wasser legen, denn zunächst würden die Salze des Meeres ihn bald zerfressen, dann aber würde er durchaus nicht tun, was man von ihm verlangt: Er würde die Elektrizität nicht von einem Ende zum andern leiten, weil das Wasser selbst ein guter Leiter ist, das den Strom auf Seitenwege lockt. So muß also der Draht eine isolierende Hülle erhalten, die ihn vor Zerstörung schützt und es zugleich dem Strom unmöglich macht, von dem ihm vorgeschriebenen Wege in das umgebende Wasser überzugehen. Als solche Hülle benützt man in der Regel eine Guttaperchahülle. Guttapercha, der eingetrocknete, dem Kautschuk verwandte Milchsaft gewisser tropischer Bäume, namentlich des Guttaperchabaums, ist ein ausgezeichnetes Isoliermaterial, greift Kupfer in keiner Weise chemisch an, wird beim Eintauchen in heißes Wasser so weich, daß es sich in jede Form bringen, also auch fest um Leitungsdrahte herumlegen läßt, erhärtet beim Wiedereinfalten so stark, daß es dem ungeheuren Druck der über den Kabeln liegenden Wassermassen jahzehntelange zu widerstehen vermag und wird vom Seewasser in keiner Weise angegriffen, bildet also eine undurchdringliche Schutzschicht. Auf diesen Eigenschaften, die kein uns sonst bekannter Stoff in sich vereinigt, beruht der Wert der Guttapercha für die Kabeltechnik. Es ist also wohl verständlich, daß vor ihrer Entdeckung keine brauchbaren Kabel zustande kamen. 1843 lernte man die ersten Guttaperchaproben in Europa kennen, und zwar durch Dr. Montgomery, einen Franzosen. Aber ein Deutscher, Werner v. Siemens, erkannte die ungeheure Wichtigkeit des Stoffes für die Telegraphie. Und Siemens verdanken wir auch das erste brauchbare Kabel, mit dem er den Anstoß

zur Entstehung der großen deutschen Kabelindustrie gab.

Ist die Kabelseele mit Guttapercha umpreßt, so erhält sie vielfach zunächst eine Umhüllung von Messingband, die gegen die Angriffe tierischer Feinde (Bohrmuscheln usw.) schützen soll, deren das Kabel eine ganze Anzahl hat. Über das Messingband legt man eine Polsterschicht aus geteeter Zute, die gegen den Wasserdruck schützt, und über die Zuteschicht kommt die Bewehrung, die bei Tiefseekabeln aus einer Lage dünnen Stahldrahtes besteht, während bei Küsten- und Flachseekabeln eine oder auch zwei Umhüllungen aus dicken verzinkten Eisendrähten angebracht werden. Die Tiefseekabel liegen ja ruhig in der Tiefe des Meeres, wo sie kaum ersten Beschädigungen ausgesetzt sind. Die Küsten- und Flachseekabel aber müssen gewappnet sein gegen Wellenschlag, scheuernde Felsen, Bohrmuscheln und schleppende Schiffsanker, so daß sie also die doppelte Bewehrung wohl brauchen können. Über die Eisendrähte kommt wieder eine geteerte Zuteschicht, die als Druckpolster und Rostschutz wirkt. Damit ist das Kabel fertig. In Abb. 1 sind zwei Schnitte durch Dzeantabel dargestellt, an denen sich die einzelnen Schichten gut unterscheiden lassen.

Daß die Herstellung solcher Kabel mit großer Sorgfalt geschehen muß, wird jedem klar sein. Jede fehlerhafte Stelle in der Seele kann später die ganze Leitung unbrauchbar machen. Jede Luftblase, die beim Auspressen der Guttapercha zurückbleibt, platzt unter dem Druck des Wassers unfehlbar und durchschlägt die Hülle oder verursacht wenigstens Risse, die weiter springen

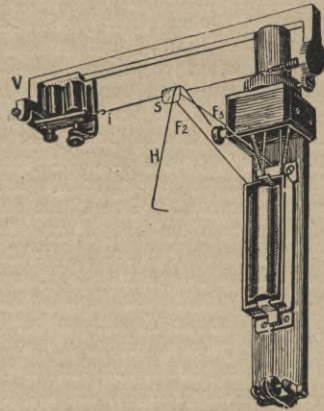


Abb. 4. Die Schreibvorrichtung des Heberschreibers in hart vereinfachter Darstellung.

und später die Isolation zerstören. So muß also das Kabel schon bei der Herstellung stets unter scharfer Kontrolle stehen, und tatsächlich ist die Fabrikation heute so weit fortgeschritten, daß die seltenen Fehler schon während der Arbeit fast unfehlbar aufgedeckt werden. Während des Auslegens wird die Kontrolle stets fortgesetzt, und wenn das Kabel dann unbeschädigt am Meeresgrund ruht, so ist mit fast völliger Sicherheit darauf zu rechnen, daß es seine Pflicht treu erfüllt und unsere Bottschaften stetig durch das Wasser trägt.

Nun noch ein paar Worte über die Frage:

Welche Apparate benötigen wir zur Telegraphie unter See? Lassen sich Farbschreiber, Klopfer und Typendrucker verwenden, wie bei der Überlandtelegraphie, oder brauchen wir vielleicht eigene Konstruktionen, die besonderen Verhältnissen angepasst sind? Die letztere Vermutung trifft das richtige, denn selbst bei musterzüglichem Zustand des Kabels sind die die Leitung durchfließenden Ströme so schwach, daß die Apparate der Überlandtelegraphie darauf nicht ansprechen würden. Diese Erscheinung hängt zusammen mit dem bei der Länge der Leitung trotz besten Materials ziemlich hohen Widerstand und dann mit einer Eigenschaft, die auch die oberirdischen Leitungen besitzen, die aber beim Kabel insofern seiner Bauart vielfach verstärkt auftritt, der Kapazität oder Ladefähigkeit. Sie hat zur Folge, daß die einzelnen Stromstöße nicht scharf abgegrenzt durch die Leitung kommen, sondern gewissermaßen verwischt, verschwommen und undeutlich, um so undeutlicher, je schneller man

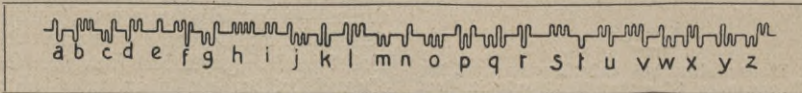


Abb. 5. Wie unsere Buchstaben in der Schrift des Heberschreibers aussehen.

telegraphiert. Auf solche Ströme würden die gewöhnlichen Telegraphenapparate nicht ansprechen. Deshalb hat man für die Unterseelegraphie besondere Apparate, Abarten der Galvanometer, gebaut, die schon auf ganz schwache Ströme reagieren und sie durch sinnreich konstruierte Schreibvorrichtungen aufzeichnen.

Der heute gebräuchlichste dieser Apparate ist der Heberschreiber oder Siphon Recorder (Abb. 2), dessen Erfindung Sir William Thomson, einem berühmten englischen Physiker, 1867 gelang, und der dann von der Firma Muirhead u. Co. in London in seine heutige Form gebracht wurde. Durch einen Versuch kann man sich leicht davon überzeugen, daß ein in einer freistehenden Drahtspule drehbar aufgehängter Magnet gedreht wird, wenn ein Strom die Drahtspule durchfließt. Es besteht aber auch die umgekehrte Beziehung, daß eine stromdurchflossene bewegliche Drahtspule von den Polen eines Magneten, zwischen denen sie aufgehängt ist, abgelenkt wird, sich also dreht. Von dieser Beziehung machte Thompson bei der Konstruktion seines Heberschreibers Gebrauch. Er hatte festgestellt, daß bei einem starken Magneten sehr schwache Ströme genügen, um die Ablenkung der Drahtspule hervorzubringen, und darauf baute er seine Erfindung auf. In Abb. 3 finden wir das Magnetsystem des Heberschreibers stark vereinfacht dargestellt. Auf den isolierten Rahmen R, der an zwei Seidenfäden (F) zwischen den Polen des sehr starken Dauermagneten M hängt, ist sehr feiner isolierter Kupferdraht in zahlreichen Windungen aufgewickelt. Im Innern des Rahmens liegt ein Weicheisenstück W, das die Rahmendreher weder mitmacht, noch hindert, sondern nur dem Zwecke dient, die Kraftlinien des Dauermagneten auf den Rahmen zu konzentrieren. Eine Spannvorrichtung F_1 regelt die Beweglichkeit des Rahmens, die man der jeweiligen Sprechgeschwindigkeit anpassen muß. Die Spiraldrähte A und B vermitteln den Zutritt des Stromes zur Spule. Der eine Draht ist mit der Leitung, der andere

mit der Erde verbunden. Die Kabeltelegraphie arbeitet mit Strömen wechselnder Richtung. Besonders konstruierte Doppeltafeln gestalten, abwechselnd den positiven und negativen Pol der Batterie mit der Leitung zu verbinden. Die Drahtspule wird daher auch von Strömen wechselnder Richtung durchflossen und schlägt bald nach links, bald nach rechts aus. Diese Ausschläge übertragen sich durch zwei besondere Fäden F_2 und F_3 auf den in Abb. 4 sichtbaren Querschnitten i , an dem die Schreibvorrichtung des Heberschreibers, das gebogene Glasröhrchen H, mit dem Metallplättchen s befestigt ist. Das Hebröhrchen macht infolgedessen die Rahmenschwingungen mit und übersezt sie in sichtbare Zeichen. Es taucht nämlich mit dem hinteren Ende in ein (in Abb. 2 sichtbares) mit blauer Farbe gefülltes Gefäß, während der frei herunterhängende, zugespitzte Schenkel vor einem sich senkrecht von oben nach unten bewegenden Papierstreifen schwebt, den Abb. 2 ebenfalls zeigt.

Durch den Vibrator V, einen auf Selbstunterbrechung nach Art der elektrischen Klingel geschalteten Elektromagneten, wird der Faden i und also auch der Heber H in stete schüttelnde Bewegung versetzt, die die das Röhrchen füllende Farbe als feinen Regen gegen das Papier spritzen läßt. Solange der Drahtrahmen sich in Ruhe befindet, entsteht dadurch auf dem sich bewegenden Papierstreifen eine lange, gerade Linie. Eine Ablenkung des Drahtrahmens nach links oder rechts aber läßt wellenförmige Ausbuchtungen entstehen, und diese Wellenlinie ist die Heberschrift. Abb. 5 zeigt, wie sich diese Schrift auf dem Streifen ausnimmt, wobei allerdings zu sagen ist, daß die wirklich ankommenden Zeichen nicht so exakt ausfallen, sondern oft große Übung bei der Entzifferung erfordern. Die Zeichen sind dem Morsehsystem entnommen. Eine Ablenkung nach oben (durch den positiven Strom) bedeutet einen Punkt, die Ablenkung nach unten (durch den negativen Strom) einen Strich. Die Vereinigung beider Elemente, in wechselnder Zusammenstellung, ergibt die einzelnen Buchstaben des Alphabets, sowie die Ziffern und Zeichen.

Auf die Einzelheiten des Apparats, die Einrichtung des Vibrators, die Papierführung, die Doppeltafeln usw. gehen wir nicht ein, da sie für das Gesamtbild unwesentlich sind. Es genügt, daß wir das Prinzip des Heberschreibers erkennen, den man mit Recht den Morseapparat der Unterseelegraphie genannt hat. Verwickelter in der Einrichtung wie Morse's Farbschreiber ist er wohl, aber er ist genau so einfach in der Wirkung, genau so praktisch und sicher im Gebrauch. Diese Faktoren bedingen seine große Bedeutung für die Kabeltelegraphie, die er trotz aller Versuche, ihn durch schneller arbeitende Apparate zu ersetzen, auch heute noch hat.

* * *

Der Zufall hat es gefügt, daß das Datum des 5. August, das, wie unsere Betrachtung zeigt,

in der Geschichte der Kabeltelegraphie in mehrfacher Hinsicht eine recht wichtige Rolle spielt, für das deutsche Kabelnetz zugleich das Datum seines Sterbetags ist: Am 5. August 1914 wurde die deutsche Kabelverbindung nach Amerika von englischen Schiffen zerstört. Die beabsichtigte Wirkung ist indessen ausgeblieben, denn in die entstandene Lücke trat mit glänzenden Leistungen die

junge deutsche Wellentelegraphie. Inwieweit sie berufen ist, ihre jetzige Rolle auch nach Kriegsende weiter zu spielen, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit sagen. Fest steht nur, daß ihre Kriegserfolge die weitere Entwicklung der Kabelverbindungen mit bestimmen werden. Und das wird im Grunde für die Kabeltelegraphie der Anfang ihres — fernem — Endes sein.

Schaumkautschuk.

Von Dr. A. Hasterlik.

Gummischläuche für Gasleitungen weisen nach längerer Verwendung einen deutlichen Leuchtgasgeruch auf. Aus dieser einfachen Beobachtung kann man den Schluß ziehen, daß der Kautschuk für Gase das Vermögen der Diffusion (Durchdringung) besitzt. Schon 1866 hat Graham durch Versuche bewiesen, daß dieses Durchdringungsvermögen für verschiedene Gase verschieden ist; so durchdringt Stickstoff eine Kautschukwand am langsamsten, Sauerstoff etwa $2\frac{1}{2}$ mal und Wasserstoff etwa $5\frac{1}{2}$ mal so schnell. Die Reihenfolge der genannten Gase entspricht den Unterschieden ihrer Dichte. Nur die Kohlensäure bildet eine Ausnahme, da sie etwa $13\frac{1}{2}$ mal so schnell als Stickstoff Kautschuk zu durchdringen vermag. Für die Luftschifffahrt hat die Frage der Gasdurchlässigkeit von Kautschuk oder von gummierten Stoffen eine hohe Bedeutung. Man ist jedoch in der Lage, unter gewissen Bedingungen die Durchlässigkeit des Kautschuks für Gase — zunächst für Stickstoff — aufzuheben und eine Lösung des Gases im Kautschuk herbeizuführen. Dieser Beobachtung verdankt der Schaumkautschuk seine Entstehung. Zur Herstellung dieses eigenartigen Erzeugnisses der Kautschukindustrie wird der Kautschuk in einen Behälter aus Stahl gebracht und erhitzt. Ist der Kautschuk erweicht und klebrig geworden, so wird Stickstoff unter sehr hohem Druck (400 Atm.) in den Behälter eingepreßt. Bei diesem Druck löst der Kautschuk eine beträchtliche Menge des Gases. Ist das Verfahren beendet, so wird der Behälter außer Druck gesetzt, womit eine Loslösung des Stickstoffs vom Kautschuk erfolgt, die in vielen außerordentlich kleinen Bläschen vor sich geht. Diese Bläschenbildung verursacht eine Ausblähung der ganzen Kautschukmasse um das fünffache ihres ursprünglichen Rauminhalts. Betrachtet man ein derartig behandeltes Kaut-

schukstück unter dem Mikroskop, so zeigt sich das gleiche Bild, das ein Schwamm mit seinen unzähligen feinen Poren darbietet.

Dieser Schaumkautschuk hat ein sehr geringes spezifisches Gewicht; 1 cm wiegt etwa 50 kg. Es ist ferner gasdicht und wasserdicht, hat eine geringe Wärmeleitfähigkeit und ist sehr elastisch. In den genannten Eigenschaften des Schaumkautschuks liegen auch seine Anwendungsmöglichkeiten. Das geringe spezifische Gewicht macht ihn zu einem vortrefflichen Korkersatz für Schwimmzwecke; seine Elastizität ist dabei gegenüber Kork insofern von Vorteil, als er sich in der Verarbeitung als Schwimmgürtel, Schwimweste, Schwimmanzug dem Körper inniger anzuschmiegen vermag, als ähnliche Gegenstände aus Kork. Die elastischen Eigenschaften des Schaumkautschuks sollen bei der Radbereifung mit Vorteil angewendet werden können; er soll den Luftschlauch unter Beibehaltung des Mantels ersetzen können und dabei für Risse, Schnitte, eingefahrene Nägel und Glasscherben eine gewisse Unempfindlichkeit besitzen. Fügt man Schaumkautschukplatten im entsprechenden Schnitt zusammen, so erhält man einen Stoff mit großem Wärmeisoliervermögen, der sich zur Umkleidung von Wohn- und Baderäumen, als Unterlage für Operationstische usw. eignet. Solche Platten sind auch schalldicht; sie können demnach als Unterlagen für stark-, schnell- und stoßweise laufende Maschinen, sowie zur Abdichtung und gegebenenfalls zur Wandbekleidung für Fernsprechzellen Verwendung finden. Als Polstermittel für Matratzen, Kissen usw. läßt sich der Schaumkautschuk gleichfalls benützen; hierfür empfehlen ihn seine Geschmeidigkeit, seine Elastizität und seine geringe Anziehungskraft für Motenansiedlungen.

Don der Zukunft des Schreibens.

Don W. Porstmann.

Wenn wir zum Schreiben auch die wohl weniger in der Absicht auf Gedankenvermittlung unternommenen Krikelien primitiver Völker und von Kindern rechnen, so sind die Finger, spitze Steine, Hölzer, Knochen usw. die ersten Schreibwerkzeuge. Nachdem dann das Schreiben bewußt zur Gedankenübertragung von Mensch zu Mensch, von Generation zu Generation angewendet wurde, begann entsprechend die Entwicklung der Schreibtechnik, die bis heute noch nicht abgeschlossen ist und ihre Formen andauernd wechselt. Zwei nebeneinander herlaufende, weitgehend unabhängige Entwicklungsreihen sind entstanden: Die Beschaffung von Unterlagen für die Schriftzeichen und die zweckmäßige Unterbringung der beschriebenen Unterlagen führte zur Papier- und Buchindustrie, der die Industrien der Schreibwerkzeuge und -maschinen gegenüber stehen. Gänsefeder, Schieferstift, Federhalter, Stahlfeder, Blei- und Farbstifte, Schreibmaschinen entstehen, auch die Vervielfältigungstechnik des Abklatschens aller Art bis zum Drucken gehört zu einem Teil mit hierher.

Es ist ein großes, Fortschritt über Fortschritt zeitigendes Betätigungsfeld der Menschheit, das hier vor uns liegt. Die alten Völker brachten es bis zur systematischen schriftlichen Gedankenübertragung vermittels der Handschrift. Die jungen europäischen Kulturen übernahmen diese Technik und hielten sie lange Zeit ohne eigene wesentliche Zutat stagnierend am Leben. Ihre erste originelle Leistung auf diesem Gebiet betraf die bisher nur durch Abschrift mögliche und von den Alten noch nicht vereinfachte Vervielfältigung. Sie schufen das Drucken. Erst der Beginn der Stahlzeit der Technik vor etwa hundert Jahren brachte auch für das Schreiben einen eigentümlichen Fortschritt, die Stahlfeder. Die jüngste Zeit hat die Schreibmaschine in ihrer Vielgestaltigkeit geschaffen. Es knüpft sich hier die Frage an, nach welchen Richtungen aller Voraussicht nach das Schreiben die nächsten Fortschritte machen kann, denn daß die Entwicklungsmöglichkeiten erschöpft sind, daran glauben wir heute bei unserer immer größer werdenden Beherrschung der Naturkräfte noch lange nicht.

Die Vervielfältigungstechnik ist heute offenbar entwickelter als die der Herstellung des Originals, des Schreibens. Anfänglich war die Herstellung der Handschrift, das Setzen der Drucktypen und das Drucken selbst alles Handarbeit.

Heute nimmt die Maschine das Drucken dem Menschen vollständig ab. Den Satz, also das dem Drucken zugrundeliegende Original, muß der Mensch allerdings genau wie die Handschrift noch selbst anfertigen. Schreibmaschine und Typensetzmachine sind eigentlich bloße Hilfsmittel, bloße Werkzeuge dazu. Die gesamte Arbeit des Schreibens und Setzens muß der Mensch noch selbst leisten. Die Vervielfältigung dagegen überläßt man der Maschine. Der Mensch ist hier bloß noch als Leiter der Umsetzung toter Energie tätig, während er beim Schreiben und Setzen noch selbst die Energiequelle abgibt. Aus dieser Betrachtung entsteht die Frage, ob das Schreiben nicht ebenfalls mehr maschinell erledigt werden kann. Gerade so wie durch die Mechanisierung der Vervielfältigung, durch die Erfindung des Druckens eine ungeheure Entwicklung der menschlichen Beziehungen angebahnt und ermöglicht wurde — wir können uns heute ein Kulturvolk ohne Zeitung, ohne Buch überhaupt nicht mehr vorstellen — so schließt man entsprechend auf eine ähnliche Umwälzung, falls es gelänge, das Schreiben, die primäre Tätigkeit im Schriftwesen, durch die Maschine erledigen zu lassen und dem Menschen den mechanischen Teil dieser Arbeit ebenfalls abzunehmen. Wenn wir an die vielen menschlichen Kräfte im Kontor, im Bureau, auf dem Amte, hinter dem Schreibtisch denken, die alle damit beschäftigt sind, irgendwelche Tatbestände und Gedanken auf Papier zu bringen, so können wir uns eine vorausnehmende Vorstellung von der Wirkung eines derartigen Fortschritts machen.

Es handelt sich bei dieser Aufgabe darum, dem Gedanken möglichst maschinell Schriftzeichen zuzuordnen. Vermittelt liegt diese Forderung gegenwärtig noch völlig außerhalb des Bereichs unserer Möglichkeiten. Wir können uns keine Maschine vorstellen, die den geistigen Gedanken ohne weiteres in Zeichen auf Papier wiedergibt. Zur Umsetzung geistiger Energie in irgendwelche mechanische bedarf es vorderhand immer notwendig der Mithilfe des Menschen selbst. Der Mensch muß seine Gedanken irgendwie „äußern“, bevor eine mechanische Aufzeichnung erzeugt werden kann. Es gibt auf den ersten Blick zwei Möglichkeiten dazu; entweder er spricht seine Gedanken aus, oder er ordnet seinen Gedanken irgendwelche lautlose Körperbewegungen zu, Schall oder mechanische Bewegung. Unsere For-

derung läßt sich demgemäß dahin einengen, daß wir möglichst maschinell einer dieser beiden Aufzeichnungen Schriftzeichen zuordnen. Es ergeben sich hieraus also zwei Richtungen, nach denen sich das Schreiben in der Zukunft entwickeln kann, und auf beiden ist man mehr oder weniger am Werke.

Um unseren Lauten Schriftzeichen zuzuordnen, bedienen wir uns heute des Schreibens nach Diktat, entweder mit Stift oder Feder oder mit der Schreibmaschine oder durch Stenographie; immer also ist menschliche Zwischenarbeit notwendig, bei der der Mensch, wie im Mittelalter und Altertum, auch beim Bervielfältigen durch Abschreiben die Energiequelle darstellt. Diese Zwischenarbeit ist auszuschalten. Es ist durch die bloße Aussprache eines Lautes seine maschinelle lesbare Aufzeichnung auszulösen. Bei dieser Art des Schreibens beschränkt die Tätigkeit des Menschen sich auf das Sprechen und die Aufsichtigung der zu erfindenden Maschine. Stenograph, Nachschreiber, Schreiber sind ausgeschaltet. Wenn wir uns in der Technik umsehen, so gehören zu diesen Bestrebungen alle Versuche, Schallschwingungen bei der Sprache graphisch darzustellen und lesbar zu machen. Mit Leichtigkeit gelingt es uns, die Schallschwingungen in mechanische Schwingungen umzusetzen. Die Grammophonplatte enthält mechanisch eingegraben alle die verwickelten Schwingungen musikalischer oder sprachlicher Töne. Daß es fast alle Feinheiten sind, geht daraus hervor, daß wir diese im Mikroskop leicht sichtbaren Schwingungen bestens rückwärts hörbar machen können. Aber lesen können wir diese „Schrift“ in der Platte noch nicht. — Durch Hebelübertragungen läßt man die Lautschwingungen von Membranen vergrößert auf sich drehende, berußte Walzen auftragen. Dabei entstehen die verschiedensten Kurven für unsere Laute. Die Vokale sind auf diese Weise schon mehrfach unterschieden worden, aber an eine eindeutige Unterscheidung der Konsonanten war bisher nicht zu denken, trotzdem man die empfindlichsten Apparaturen erfand. Beispielsweise ließ man durch mehrere schallaufzeichnende Hebelwerke gleichzeitig die Schwingungen in Nase und Mund oder die von Mund und Kehlkopf nebeneinander festhalten, um auf diese Weise womöglich charakteristische Zeichenverbindungen für die Laute zu erhalten. Doch sind auch so befriedigende Ergebnisse, die die praktischen Grundlagen einer „maschinellen“ Schrift bilden könnten, noch nicht erzielt worden.

Nicht die Anzahl von Schwingungen in der

Zeiteinheit ist maßgebend für einen bestimmten Laut, sondern die Form der Schwingungen. Die Anzahl ist lediglich eine Folge der Tonhöhe; wir können die Vokale alle in vielerlei Tonhöhen sprechen und singen und sie trotzdem mit dem Ohre unterscheiden. Durch lautes Sprechen und Singen werden die Wellenzüge der Sprache verwickelter, es lagern sich die Grund- und Obertöne der Vokallänge über. Man kommt so auf den Gedanken, die klanglose Flüstersprache genauer zu studieren, bei der die von Person zu Person wechselnde Stimmhöhe ausgeschaltet ist und die einzelnen Laute am reinsten voneinander unterschieden werden.

Da die Intensität der Sprachschallwellen an sich schon recht klein und ihre Umwandlung in mechanische Schwingung von Membranen und Hebelwerken außerdem mit erheblichem Reibungsverlust verbunden ist, so ist ein Studium des geflüsterten Tones auf dieser Grundlage völlig aussichtslos. Neue Apparaturen sind nötig. Insbesondere ist der geflüsterte Ton verstärker zur Wirkung zu bringen. Außerdem ist eine Energieumsetzung außerhalb des Menschen heranzuziehen, die hinreichend kräftig vor sich geht, um wohl unterscheidbare Zeichen hervorzubringen. Bei dieser Umkehrung sind die Schallschwingungen möglichst abzuändern, so daß also der Schall lediglich auslösend wirkt. Die Elektrizität liefert uns die nötigen Verfahren. Man läßt den geflüsterten Ton auf ein Mikrophon einwirken, durch das ein elektrischer Strom fließt, der dann entsprechend den Schallschwingungen seine Intensität wechselt. Diese elektrischen Schwingungen sind sichtbar aufzuzeichnen. Durch weitere telephonartige Einrichtungen, die in den Stromkreis eingeschaltet werden, versetzt man äußerst dünne Spiegelplättchen in entsprechende Schwingung. Ein von ihnen gespiegelter Lichtstrahl schwingt dabei über eine Selenzelle, die er mehr oder weniger stark beleuchtet. Das Selen hat die Eigenschaft, bei Änderung der Beleuchtungsintensität seinen elektrischen Widerstand zu ändern. Ein durch eine solche Zelle, auf die unsere Lichtschwingungen wirken, geschickter elektrischer Strom löst durch Magnete entsprechend kräftige Schwingungen einer Feder aus, die auf einer sich drehenden Walze aufgezeichnet werden.¹⁾

Es ist, wie wir sehen, ein recht verwickelter Vorgang, der hier benützt ist. Das Neue daran ist, daß die aufgezeichneten Schwingungen ganz andern Charakter haben, als die der

¹⁾ Vgl. dazu den Artikel „Flowers' elektrischer Phonograph“ auf S. 270/72 ds. Bandes.

Laute. Feinheiten, die im Schall durch die Form der einzelnen Wellen enthalten sind, werden durch die Selenzelle in Schwankungen der Stromintensität umgewandelt, so daß in der aufgezeichneten Kurve die dortigen Formfeinheiten als Intensitätsfeinheiten auftreten, sich also durch mehr oder weniger großen Ausschlag erkennen lassen. Wir erhalten eine Intensitätskurve an Stelle der vielen Einzelwellen; jedem geflüsterten Laut entspricht ein bestimmter Kurvenzug. — Auf die Einzelheiten dieses Verfahrens eingehen, ist hier nicht nötig. Es ist ein Beispiel aus der neuesten Zeit für die vielen Versuche zur Sichtbarmachung der Laute auf mechanischem Wege. Ob die Methode eindeutig lesbare Aufzeichnungen liefert und die Grundlage für praktisch brauchbare Konstruktionen abgeben kann, muß erst noch abgewartet werden.

Alle diese Verfahren zur Sichtbarmachung der Laute haben das gemeinsam, daß sie ganz individuelle Zeichen liefern, die zur Deutung eines eingehenden Studiums bedürfen. Sie müssen also, falls ein Nichteingeweihter sie lesen will, von Menschenhand in Buchstabenschrift umgeschrieben werden, wenn nicht die von der Maschine gelieferten Zeichen allgemein als „natürliches Alphabet“ gelehrt werden. Andernfalls ergibt sich die neue Forderung, diese Zeichen wiederum maschinell durch eine Typenschreibmaschine umschreiben zu lassen, indem man den „Lautzeichner“ mit einer Schreibmaschine irgendwie kuppelt.

Wir kommen nun zur zweiten Möglichkeit, unseren Gedanken Schriftzeichen zuzuordnen, nämlich durch körperliche Bewegung. Dieses Verfahren ist für die Schrift seit alters in Anwendung. Jedem Laut entspricht eine bestimmte Handbewegung, die einen Buchstaben erzeugt. Neuerdings tritt das Verfahren typischer hervor bei den Schreibmaschinen. Um dem Laut a sein Zeichen zu geben, ist die Bewegung des Fingers nach der a-Taste und deren Niederdrücken notwendig. Dieser Vorgang läßt sich ebenfalls noch nicht durch Maschinen vollziehen. Die gesamte Schreibarbeit, gleichviel ob mit der Feder oder Schreibmaschine, muß der Mensch vollständig leisten. Um den Buchstaben a mit der Feder zu schreiben, ist allerdings ein verhältnismäßig kleiner Kraftaufwand nötig. Die Schreibmaschine erfordert schon etwas mehr Energie für jeden einzelnen Tipp. In dieser Beziehung ist die Schreibmaschine also ein Rückschritt. In ihrem Einfluß auf die geistige Frische und nervöse Beschaffenheit des Schreibers insolge ihres Geklappers ist sie gleichfalls bei weitem noch

nicht auf der Höhe. Dies sind die Punkte, an denen eine Verbesserung der Schreibmaschine einzusetzen hat. Am meisten interessiert uns die Mechanisierung der Schreibmaschine. So klein auch die Arbeit zum Druck eines Buchstabens ist, — es sind etwa 600 Zentimetergramm, — so fällt sie doch sehr stark ins Gewicht, weil die Bewegung beim Buchstabendruck eine Mitbewegung der ganzen Hand, des Unterarms und auch etwas des Oberarms erfordert. Gegenüber dieser „inneren“ Arbeit treten die 600 Zentimetergramm, die als tatsächliche Nutzwirkung im Buchstabendruck erscheinen, ganz in den Hintergrund. Auch hier ist der Mensch ein schlechter Energieumwandler. Aus diesem Grunde strebt man darnach, die Schreibmaschine durch äußere tote Energie zu betreiben, während die Finger bloß kleinste Bewegungen zur Auslösung des Druckes machen sollen, so daß die Hand- und Armbewegungen noch mehr als beim Handschreiben wegfallen.

Wenn wir diese Aufgabe näher betrachten, so erscheint uns als einfachste Lösung der elektrische Betrieb der Schreibmaschine. Jede Taste wird dabei durch einen sicher und leicht arbeitenden Druckknopf ersetzt. Ein leiser Tipp darauf muß einen kräftigen Druck des zugeordneten Buchstabens auslösen. An Stelle der mechanischen starren Kraftübertragung durch Hebelwerke, die den Fingerdruck in Typenausschlag überführen, tritt beispielsweise die Einschaltung eines Elektromagneten, der die Type auf das Papier schlägt. Die Taste braucht dann bloß ein elektrischer Druckknopf zu sein, von dem isolierte Drähte zum zugeordneten Magnettypenwerk führen, so wie gegenwärtig jede Taste mit einem Typenhebelwerk verbunden ist. Nach Anschluß dieser „elektrischen Schreibmaschine“ an eine Gleichstromquelle wäre die Maschine betriebsfertig.

Über die Möglichkeiten des Betriebs der Schreibmaschine durch tote Energien wollen wir uns hier nicht weiter verbreiten; sie liegen weitgehend im Bereich unserer gegenwärtigen technischen Hilfsmittel. Nur auf die Vorteile wollen wir noch einen Blick werfen. Wird z. B. die Schreibmaschine in der angedeuteten Weise elektrisch betrieben, so ist einmal nur ein Mindestmaß von menschlicher Arbeit zu leisten, um den Buchstabendruck auszulösen, außerdem aber werden mehrere praktische Verbesserungen der Schreibmaschine selbst ermöglicht. Vor allem können Tastatur und Typenwerk völlig getrennt werden. Bisher sind Taste und Type zwangsläufig starr verbunden. Die Anordnung der Ty-

pen ist von großem Einfluß auf die Anordnung der Tasten. Andererseits ist aber eine möglichst handliche Anordnung der Tasten notwendig. Die günstige Verbindung dieser widersprechenden Forderungen ist lange nicht befriedigend gelungen und heute weisen die vielerlei Maschinentypen in der Lösung dieser Aufgabe wesentliche Verschiedenheiten auf. Durch Anwendung des Magnetentypenwerks wird die zugeordnete Taste räumlich unabhängig, und die Tasten können ganz so angeordnet werden, wie es die Erzielung größter Handlichkeit erfordert. Entsprechend würden die vielerlei einzelnen Handgriffe an der Schreibmaschine durch elektrische Druckknöpfe auszulösen sein, wobei wiederum allerlei wünschenswerte Verbesserungen angebracht werden könnten.¹⁾

Wir haben somit zwei grundverschiedene Richtungen für den Fortschritt der Schreibtechnik kennen gelernt, die beide ihre Vorteile haben und beide schon stark in den Bereich der technischen Möglichkeit gerückt sind. Es bedarf nur noch der Schaffung von praktisch brauchbaren Hilfsmitteln, was indes noch vielerlei Versuche und viel Zeit erfordern wird.

¹⁾ Ausführlicher habe ich den Gedanken der Elektrifizierung der Schreibmaschine erörtert im „Prometheus“ (Jahrgang 1916) unter dem Titel „Die elektrische Schreibmaschine“ und in „Über Land und Meer“ (Jahrgang 1916) in einem Aufsatz: „Schreibe elektrisch!“

Kleine Mitteilungen.

Die „Jüdische Anstalt für technische Erziehung in Palästina“, die in vierjähriger Arbeit kurz vor Ausbruch des Weltkriegs fertig geworden ist und unter dem Schutze des Deutschen Reiches steht, ist die erste und gegenwärtig die einzige technische Schule in der Türkei zur Heranbildung derjenigen technischen Kräfte, deren unser Bundesgenosse für die seiner harrenden großen Zukunftsaufgaben bedarf. Wie das „Zentralbl. d. Bauverwaltg.“ berichtet, sind die Pläne der Anstalt, die sich in Haifa (Syrien) befindet und an der Bucht von Akka am Fuße des Karmel liegt, von Reg.-Baumstr. Bärwald zusammen mit den Professoren Franz und Chlesinger von der Technischen Hochschule Charlottenburg entworfen worden. Der Bau vereinigt die Eigenart der morgenländischen Bauweise (wir nennen als Beispiele die dicken Mauern, die kühle Räume schaffen, und die äußere Bauform) mit den technischen Vervollkommnungen unserer Bauart. Angegliedert sind der eigentlichen Schule, die selbstverständlich nicht nur jüdische, sondern auch mohammedanische und christliche Schüler aufnimmt, Tischlerei, Glaserie, Schmiede, Schlosserei, eine mechanische Werkstatt, ein elektrisches Versuchsfeld und eine Eisfabrik. Alle diese Lehrbetriebe sind mit den neuesten Apparaten, Maschinen und Kräftezeugern ausgerüstet.

Ein neues Verfahren zur Aufnahme von Querschnittlinien. Wenn man bisher in den Versuchsanstalten für Wasserbau¹⁾ die Gerinnequerschnitte festhalten wollte, mußte man sie mit Hilfe des Pantographen oder ähnlicher Geräte aufzeichnen, ein Verfahren, das sehr mühsam und zeitraubend ist und sich kaum ohne Beschädigung der leicht gelagerten Sandgebilde durchühren läßt. Angesichts dieser Mängel bedeutet das in der neuen „Versuchsanstalt für Wasserbau“ in Wien benutzte, von

Dr. Fr. Schaffernack erfundene Verfahren zur photographischen Aufnahme der Querschnitte einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der bisherigen Arbeitsweise. In der „Zeitschr. d. Österreich. Ingenieur- und Architekten-Vereins“ wird das neue Verfahren folgendermaßen beschrieben: Im oberen Teile eines schmalen, fastenröhrigen Lichtwagens ist eine starke elektrische Lichtquelle eingebaut, die durch einen am unteren Ende angebrachten Verschluss mit länglichem Schlitze derart abgeblendet wird, daß nur eine schmale, senkrechte Lichtebene nach unten austritt. Auf einem darunter befindlichen verdunkelten Gegenstand erscheint dann die von der Lichtebene erzeugte Schnittfigur als helle Linie. Wird ein photogr. Apparat mit der optischen Achse senkrecht zur Lichtebene aufgestellt, so muß auf der lichtempfindlichen Platte ein verkleinertes, aber maßstabrichtiges Bild der Schnittfigur, also bei Gerinneaufnahmen, weil der Lichtwagen quer zum Gerinne geführt wird, des Querprofils des Flusses, entstehen. Ist der Apparat für Reihen- aufnahmen eingerichtet, so können durch gleichzeitiges Verschieben der Lichtquelle und des Apparats beliebig viele Querschnitte nacheinander aufgenommen werden. Durch besondere Lichtmarken kann man die Entfernung der einzelnen Querschnitte festhalten. Die sonst so beliebte Schichtenliniendarstellung ist bei dem neuen Verfahren also entbehrlich; der Verlauf der Querschnittsänderung tritt aus den vielen nahe bei einander liegenden Linien sehr klar hervor. Das Verfahren gestattet auch verhältnismäßig rasches Arbeiten; so erfordert die Aufnahme eines 25 m langen und 3 m breiten Modellflusses mit rund 500 Querschnitten nur zwei Stunden. Es können beliebig viele Zwischenaufnahmen während des Versuches, ja sogar während des Wasserdurchlaufs vorgenommen werden. Das Anwendungsgebiet des Schaffernackschen Verfahrens beschränkt sich natürlich nicht auf Gerinnequerschnitte; es können auch andere Querschnittlinien aufgenommen werden, z. B. die Profile einer Luftsäule. Eine weitere zeitgemäße Verwendung hat die Methode in der Technik des Gliedererfahrens gefunden; es wurden auf Anregung von Prof. W. Czner, Präsident der Protjesenaktion in Wien, Aufnahmen von verstümmelten Glied-

¹⁾ Wer sich näher über die Aufgaben der Versuchsanstalten für Wasserbau unterrichten will, sei auf den Aufsatz „Was wollen Flußbaulaboratorien?“ von Geheimrat H. Engels in Heft 8 des Jahrg. 1911 der „Technischen Monatshefte“ aufmerksam gemacht. Das Heft kann einzeln bezogen werden.

maßen verwundeter Soldaten gemacht, um die Veränderungen der Stümpfe festzulegen. Diese wichtige Aufgabe läßt sich mit Hilfe des neuen Verfahrens in sehr einfacher Weise lösen, da ein Über-einanderlegen der zu bestimmten Zeitpunkten aufgenommenen maßstabrichtigen Bilder der Querschnitte die eingetretenen Veränderungen sofort erkennen läßt.

Die Kupfererzeugung der Welt im Jahre 1915.

Im Jahre 1915 wurden insgesamt 1 121 583 t Kupfer erzeugt. Wie die einzelnen Kupferländer an der Gesamtsumme beteiligt sind, zeigt die nachfolgende Zusammenstellung, die zugleich die Ziffern der Jahre 1913 und 1914 enthält.

	1913	1914	1915
	t	t	t
Bereinigte Staaten	555 990	525 529	646 212
Mexiko	55 323	36 337	30 969
Kanada	34 880	34 027	47 202
Kuba	3 381	6 251	8 836
Australien	47 255	37 592	32 512
Peru	25 487	23 647	32 410
Chile	39 434	40 876	47 442
Bolivien	3 658	1 306	3 000
Japan	73 152	72 838	75 000
Rußland	34 316	31 938	16 000
Deutschland	25 308	30 480	35 000
Afrika	22 870	24 135	27 000
Spanien und Portugal	54 696	37 099	95 000
Andere Länder	27 158	25 176	25 000
Insgesamt 1003 978	927 231	1121 583	

Bemerkenswert ist vor allem das starke Ansteigen der deutschen und der spanisch-portugiesischen Ziffer, desgleichen die außerordentliche Verringerung der russischen, australischen und mexikanischen Ausbeute.

Federnde Lokomotiv-Zahnräder. Bei den elektrisch betriebenen Lokomotiven der Bötischbergbahn wird zur Übertragung der Motorleistung auf die Radachse ein System angewendet, bei dem zwei Motoren durch Vermittlung eines dreieckförmigen Kuppelrahmens auf die Kurbelzapfen der mittleren Triebachse arbeiten, in ähnlicher Weise, wie das schon früher bei den Lokomotiven „38“ der italienischen Veltlinbahn geschehen ist. Bei solchen Dreiecksantrieben besteht angehts der großen kinetischen Energie, die an den Kurbelzapfen der Vorgelegewellen auftritt, die Möglichkeit des Auftretens von Schwingungen. Es gleicht sich die Energie der Massenträgheit und der Triebwerkselastizität in Schwingungsform aus, und zwar dann in besonders hohem Grade, wenn mit Unsymmetrien der an den Kurbelzapfen wirkenden Kräfte gerechnet werden muß, wie sie durch ungleiche Drehmomente der einzelnen Motoren, durch Lagerpiel oder Stichtmaßfehler hervorgerufen werden können. Bei den Lokomotiven der Veltlinbahn traten diese Erscheinungen anfänglich in so störender Form auf, daß die italienische Bahnverwaltung sich zu einem vollkommenen Umbau der Maschinen entschließen mußte. Während sie ursprünglich für drei verschiedene Fahrtgeschwindigkeiten gebaut waren, nämlich für 22,5, 42 und 64 km stündlich, konnten nach dem Umbau, mit dem eine Veränderung der Schaltung zusammenging, nur noch zwei Geschwindigkeiten gefahren werden. Selbstverständlich ist das keine ideale Lösung der Aufgabe, denn die besteht dar-

in, die Ursache der Störung festzustellen und zu beseitigen, nicht nur die unmittelbare, äußere Veranlassung. Ähnliche Störungen zeigten sich im Jahre 1913 an der ebenso gebauten Lokomotive der Bötischbergbahn und zwar bei ganz bestimmten Geschwindigkeiten, nämlich innerhalb 38 bis 42 km. Es entstanden Schwingungserscheinungen, die zur Lockerung der Kurbelzapfen der Blindwellen und dadurch zu Beschädigungen des Triebwerks führten. Eingehende Versuche zeigten, daß es sich auch hier um einen schwingenden Ausgleich der Massenträgheit und der Triebwerkselastizität handelte, der auf geeignete Weise zu verhindern war. Die Art und Weise wie das zu geschehen hat, ist bei allen Arten von Schwingungen, elektrischen wie mechanischen, die gleiche: Man zerstört die vorhandene Resonanz,¹⁾ indem man eine der beiden Komponenten beträchtlich verändert. Am geeignetsten dafür ist die Triebwerkselastizität, die dann erhöht werden muß. Der beste Ort für den Einbau der zusätzlichen Elastizität ist, wie schon E. G. Fisinger (Dresden) gezeigt hat, das große Zahnrad der Stirnradübertragung zwischen Motor und Vorgelegewelle. Während aber Fisinger solche federnden Zahnräder nur für Straßenbahnmotoren von höchstens 30-kW-Leistung benützte, müssen sie bei der Bötischbergbahn eine Leistung von rund 1100 kW übertragen. Man brachte dazu zwischen dem Zahnkranz und dem Radstern der Räder kräftige Blattfedern an, wodurch in der Tat die entstandenen Schwingungen der Lokomotive vollständig beseitigt wurden. In der Folge wurden alle Lokomotiven dieser Bauart mit den federnden Zahnrädern ausgerüstet, auch solche, bei denen sich noch keinerlei Anstände ergeben hatten. Es hatte sich nämlich gezeigt, daß durch diese Abfederung die Unterhaltungskosten am Triebwerk und an Rahmen und Lagern erheblich vermindert wurden. Beispielsweise wiesen die Lager der abgefedernten Vorgelegewellen nach doppelter Zeit nur halb so viel Spiel auf, wie die nicht abgefederter Wellen; die Unterhaltungskosten sanken damit auf den achten Teil. Diese längere Lebensdauer betrifft aber natürlich nicht nur die Lager, sondern alle Einzelteile, so daß die ganze Maschine ein höheres Lebensalter erreichen kann. Die skizzierte Lösung der Aufgabe erscheint daher als wertvoller Fortschritt im Bau elektrischer Lokomotiven.

Dipl.-Ing. A. H.

Riesen-Dampfturbinen. Während die größten, für Landkraftzwecke verwendeten Turbinen bisher einige 30 000 kW-Turbodynamos waren, die in den Kraftwerken der Philadelphia Electric Company und der New York City Interborough Company laufen, hat jetzt die erstgenannte Gesellschaft diese Leistung durch Aufstellen einer 35 000 kW-Turbodynamo noch übertrommen. Es ist eine liegende Curtis-Turbine, die mit überhitztem Dampf von 15 Atmosphären Eintrittsspannung und 280° Temperatur arbeitet. Die Turbine einschließlich der Dynamomaschine ist 19,3 m lang, 6,4 m breit und 4,8 m hoch. Besonders beachtenswert ist der Umstand, daß sie mit 1200 Umdrehungen minutlich läuft; für ihre Riesenleistung erscheint das außerordentlich hoch. Die Schwierigkeit liegt be-

¹⁾ Das Wesen der Resonanz finden unsere Leser erläutert in dem Artikel „Flowers' elektrischer Phonograph“ auf S. 270 ff. dieses Bandes.

sonders darin, für das ungeheure Volumen des entspannten Dampfes einen genügenden Austrittsquerchnitt zu schaffen. Wahrscheinlich hat man zwei Laufräder zum Austritt zur Verfügung gestellt; der Dampfstrom würde dann zuletzt geteilt werden. Bei derartigen Leistungen wird es im allgemeinen wohl das Rationellste sein, die Turbine zu teilen, Hoch- und Niederdruckturbine zu trennen, u. U. auch eine besondere Mitteldruckturbine aufzustellen, so daß jeder Teil mit der ihm am meisten zusagenden Drehzahl laufen kann. Auf diese Weise wird man jedenfalls am leichtesten der Austrittsschwierigkeiten Herr. Das ist auch bei den bisherigen 30 000 kW-Turbinen der New York City Interborough Company geschehen, die in eine Hoch- und eine Niederdruckturbine geteilt sind, die mit verschiedener Geschwindigkeit laufen. Die Ausbildung hinreichend großer Raddurchmesser und Schaufelrandquerchnitte ist damit bedeutend erleichtert. Außerdem ist die Niederdruckturbine noch als Doppelturbine gebaut. Der Dampf tritt in der Mitte ein und durchströmt sie nach beiden Seiten, so daß also der Austrittsquerchnitt nochmals verdoppelt ist. Der Dampfverbrauch dieser Turbinen ist sehr gering; er beträgt bei 14 Atmosphären Eintrittsspannung, 265° Temperatur und einem Vakuum von 97% nur etwa 5,15 bis 5,2 kg/kWh. — In Amerika wurde bei der Aufstellung des 35 000 kW-Stoßes sogleich die Frage erörtert, Turbinen von 50 000 kW und mehr zu bauen; unter anderem wurde dazu der Vorschlag gemacht, die Eintrittsspannung auf 40, ja auf 70 Atmosphären zu steigern, teils um die Wärmeausnutzung zu erhöhen und den Dampfverbrauch zu verringern, teils um das Austrittsvolumen des Dampfes zu verkleinern. Es ist indessen fraglich, ob Kessel und Rohrleitungen für solche Drücke herzustellen sind; darüber könnte wohl nur ein Versuch entscheiden. Um die in Rede stehende Leistung zu erzielen, erscheint das angedeutete Mittel freilich übersflüssig. Denn die großen Turbinen der „Lufitania“ und „Imperator“-Klasse, auch die unsern großen Schlachtkreuzer, haben heute schon Austrittsquerchnitte, die bei doppelendiger Bauart für solche Leistungen vollkommen genügen. Der Dampfverbrauch allerdings würde bei einer solchen Erhöhung der Dampfspannung fraglos günstiger werden. Dipl.-Ing. A. H.

Ein Eisenerzbergwerk über dem Polarkreis. Das im nördlichen Norwegen an der Südseite des Varangerfjords in unmittelbarer Nähe des russischen Grenzgebieten der Murmanküste gelegene Eisenerzbergwerk Süddaranger wird in Kürze seinen Betrieb so stark erweitern, daß es eines der größten Erzbergwerke der Welt sein wird. An dem Unternehmen ist deutsches Kapital beteiligt, und die deutsche Eisenindustrie gehört in Friedenszeiten zu den wichtigsten Abnehmern der Erzeugnisse von Süddaranger. Das vor gerade zehn Jahren ins Leben gerufene Bergwerk begann seine Wirksamkeit mit 5 Millionen Kronen Betriebskapital, das allmählich erhöht wurde und mit der jetzt beschlossenen Erweiterung auf 25 Millionen Kronen steigt. Die Arbeiterzahl beträgt gegenwärtig etwa 1400. Die Menge der zur Ausfuhr bestimmten, halb bearbeiteten Ware soll mit Hilfe des erweiterten Betriebes auf jährlich 90 000 t gebracht werden, was einem Abbau von über 2 Millionen Tonnen Roherz entspricht. Trotz dieser starken Aus-

nutzung wird das Eisenerz von Süddaranger indessen doch noch lange vorhalten, da man die ungeheuren Erzmassen, die das in Frage kommende Erzgebiet enthält, auf mindestens 500 Millionen Tonnen berechnet. Höchstwahrscheinlich sind die Vorräte aber noch bedeutend größer, denn bisher ist man bei Probebohrungen erst auf 100 m Tiefe gelangt, ohne daß das Ende der Erzsicht erreicht oder auch nur eine Abnahme gespürt worden wäre. Die Gewinnung des Eisenerzes vollzieht sich mit gewaltigen Sprengungen. Man wendet dabei jedesmal mehrere Tonnen Dynamit an, wodurch sich eine Gesteinsmasse von riesiger Größe löst, die mittelst einer 8 km langen Eisenbahn nach dem Verschiffungshafen Kirkenes gebracht wird. Hier wird das Erz durch eine vorbereitende Verarbeitung zur Ausfuhr hergerichtet, denn im Rohezstand ist es zu arm an Eisen, um eine Verschiffung zu lohnen. Das Ergebnis der Bearbeitung ist ein Erzpulver, Schlich genannt, das entweder roh oder in Brikketform verladen wird. Zur Vornahme der Umwandlung ist die Errichtung großartiger Betriebsanlagen nötig gewesen. So nimmt das sog. Separationswerk, das sich terrassenförmig längs des Gebirgsabhanges erhebt, eine Fläche von 17 000 m² ein. Weitere bemerkenswerte Einrichtungen sind die Maschinen zum Zerklern des Eisenerzes sowie die mächtige Dampfzentrale für Herstellung der elektrischen Energie, mit der das Separationswerk, die Grubenbahn usw. betrieben werden. F. M.

Die norwegischen Wasserkräfte und die Elektrifizierung des Landes. Zur Feststellung des Umfangs der in Norwegen, dem an Wasserkräften so reichen und an Kohlen so armen Lande, bereits ausgenutzten und noch verfügbaren Wasserkräfte, sowie zur Prüfung der Möglichkeit, die Elektrifizierung des Landes weiter durchzuführen, wurde vor einigen Jahren eine königliche Kommission eingesetzt, die kürzlich dem Storting (dem norwegischen Landtag) ihren Bericht eingereicht hat. Danach waren am Ende des Jahres 1911 31 Wasserkraftanlagen von insgesamt 148 950 PS im Besitze des Staates, deren Leistungsfähigkeit sich durch weiteren Ausbau auf 743 480 PS steigern lassen wird. Seit Anfang 1912 wurden noch Wasserkräfte von etwa 29 000 PS nach dem Ausbau vom Staate hinzuerworben. Wie die „Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ing.“ einem „Engineering“-Artikel entnimmt, sieht der norwegische Staat eine Hauptaufgabe darin, die Allgemeinheit durchgehend mit elektrischer Kraft zu versorgen. Der Strombedarf in den Städten nahm in den letzten Jahren stark zu, auch die chemische Industrie entwickelte sich zu einem Abnehmer von gewaltigem Bedarf. Auf dem Lande wird elektrische Kraft schon vielfach zum Betrieb landwirtschaftlicher Maschinen verwendet. Nach dem Stande vom 1. Januar 1914 gab es in Norwegen insgesamt 306 Kraftwerke mit 393 000 kW, die sich über das ganze Land verteilen. Das größte von ihnen ist das im südlichen Norwegen gelegene Njukan-Kraftwerk mit 105 000 kW. Neun andere Werke weisen Leistungen von 10—28 000 kW auf. Die chemische Industrie als Hauptabnehmerin verbraucht von der Gesamtmenge allein gegen 160 000 kW. Da eine bedeutende Steigerung des Kraftbedarfs festzustellen ist und andererseits noch bedeutende Wasserkräfte unerschlossen sind, ist man in Norwegen neuerdings bestrebt, den weiteren Aus-

bau aller Wasserkräfte durch den Staat durchzuführen. — Im Zusammenhang hiermit ist ein uns zugehender Bericht über die demnächst beginnende Elektrifizierung der Eisenbahn Christiania—Drammen (53 km) bemerkenswert, für deren Umstellung auf elektrischen Betrieb das Storting diesen Sommer die ersten Beträge bewilligt hat. Die Pläne zu dem bedeutungsvollen Werk, das für die Elektrifizierung der übrigen norwegischen Bahnen richtunggebend sein wird, sind nach unserer Quelle in allen Einzelheiten fertig. Gleichzeitig mit der Elektrifizierung der Bahn findet ein Umbau des bisher schmalspurigen Gleises auf Vollspur statt, was insgesamt etwa 21 Millionen Kronen Kosten verursacht. Auf die elektrische Ausrüstung entfallen etwas über 7 Millionen Kronen. Nach der Eröffnung des elektrischen Betriebes wird die Fahrt Christiania—Drammen für Personenzüge 1 Stunde dauern, statt wie bisher $1\frac{1}{2}$ Stunden. Vorläufig werden 20 Lokomotiven angeschafft, die für eine Geschwindigkeit von 70 km in der Stunde berechnet sind. Die elektrische Energie zum Betrieb der Bahn wird ein am Hakavit-Wasserfall zu erbauendes Kraftwerk liefern. Der Fall, der 1914 vom norwegischen Staat angekauft wurde, hat eine beträchtliche Fallhöhe; durch Zuführung verschiedener benachbarter Gewässer soll seine Kraft noch verstärkt werden. Zu diesem Zweck wird ein Tunnel gebaut, der $5\frac{1}{2}$ m Durchmesser erhält und somit eine gewaltige Wassermasse zuführen kann. Das fertige Kraftwerk ist für 17200 Turbinenpferdekkräfte berechnet, wird aber zunächst nur drei Maschineneinheiten von je 4500 PS erhalten. Sind später für die Christiania—Drammenbahn größere Kraftmengen erforderlich, dann können diese vom Norewasserfall, der ebenfalls in Norwegen liegt, geliefert werden. Der elektrische Betrieb beginnt den Berechnungen nach im Jahre 1920. — Studiert wird gegenwärtig die Frage der Elektrifizierung der Djotenbahn, die die Fortsetzung der schwedischen Reichsgrenzbahn bildet und bei Narvik endet; zurzeit werden Unterhandlungen mit den schwedischen Grubengesellschaften geführt, die ihre Eisenerze zur Verladung nach Narvik senden. Schweden hat, wie unsere Leser wissen, mit der Elektrifizierung der Reichsgrenzbahn, die von den großen lappländischen Eisenerzrevieren bei Kiruna bis zur norwegischen Grenze geht, gute Erfolge gemacht.¹⁾ Da der Weltkrieg zeigt, mit welchen Schwierigkeiten die Kohlenversorgung der skandinavischen Halbinsel in kritischen Zeiten verbunden ist, dürfte die Zuangriffnahme auch dieses Planes nicht lange auf sich warten lassen. H. G. M.

Die elektrische Kraftübertragung von Schweden nach Dänemark. Die Anlage zur Übertragung elektrischer Energie von Schweden nach Dänemark, über die wir im Vorjahr schon kurz berichtet haben (vgl. S. 352 des vorigen Bandes), bildet das erste größere Unternehmen dieser Art und ist vor allem dadurch bemerkenswert, daß die Leitung zwischen Helsingborg und Helsingör den hier rund 5 km breiten Sund durchquert. Der nach Dänemark geleitete elektrische Strom stammt aus den Kraftstationen am Laganfluß, der, aus der Provinz

Smaland kommend, durch den südlichen Teil der Provinz Halland fließt, und bei der kleinen Stadt Laholm, oberhalb des Sundes, ins Kattegat mündet. Da der Lagan in seinem Lauf eine ganze Reihe von Stromschnellen und Wasserfällen bildet, die jedoch keine große Fallhöhe haben, sind an dem Fluß, als man vor einigen Jahren an die Ausnutzung seiner Wasserkraft ging, zu gleicher Zeit vier selbständige Kraftwerke gebaut worden, zu welchem Zweck man durch mächtige Damm- und Kanalanlagen die Fallhöhe des Wassers an den verschiedenen Stationen auf gegen 10 m brachte. Gebaut wurden die Kraftwerke von der Südschwedischen Kraftgesellschaft, an der mehrere südschwedische Städte, Malmö, Lund, Helsingborg, Landskrona und Halmstad, beteiligt sind, die sich auf diese Weise die nötige elektrische Energie für Kraft- und Beleuchtungszwecke gesichert haben. — Daß die Dänen zum Bezug elektrischer Energie aus einem schwedischen Kraftwerk geschritten sind, beruht auf der Erwägung, daß Dänemark, wenn erst der Elektrizitätsverbrauch allgemeiner wird, nicht genügende Mengen davon erzeugen kann. Als vor mehreren Jahren die Verhandlungen zwischen den schwedischen und dänischen Beteiligten begannen, verhielt sich die dänische Regierung ablehnend, da sie es aus militärischen Gesichtspunkten für unzweckmäßig erachtete, Elektrizität aus einem fremden Lande einzuführen. Bei einem möglichen Krieg, so machte man geltend, würde Schweden instande sein, Dänemark durch plötzliche Entziehung der Elektrizität in Dunkelheit zu versetzen und den Verkehr zum Stillstand zu bringen. Infolgedessen blieb die Sache ruhen, bis anderthalb Jahre später die Nordsee-Ländische Elektrizitäts- und Straßenbahngesellschaft den Plan abermals aufgriff und mit der Südschwedischen Kraftgesellschaft einen Vertrag abschloß, dem Anfang 1914 sowohl die Schwedische wie die dänische Regierung ihre Genehmigung erteilten. Die Gründe der Sinnesänderung der dänischen Regierung entziehen sich unserer Kenntnis. — Die Anlagen der Kraftübertragung umfassen als wesentlichste Bestandteile eine etwa 4,3 km lange unterirdische Landleitung und das 5,4 km lange Seekabel, die beide bei Helsingborg zusammengeköpelt wurden. In Helsingborg wird der Strom auf 25000 Volt herauftransformiert, um so durch das Kabel im Sund bis Helsingör zu gehen, wo die Spannung auf 10000 Volt herabgesetzt wird. Mit dieser Spannung wird der Strom dem Leitungsnetz des Nordsee-Ländischen Elektrizitätswerks zugeführt. Dieses Netz erstreckt sich von Helsingör südwärts in einem Bogen bis in die Nähe von Kopenhagen und reicht westwärts bis Roskilde. — Obgleich es sich bei dieser Kraftüberführung von Schweden nach Dänemark nur erst um einen Versuch handelt, sind die Kosten sehr erheblich. Das Seekabel und seine Auslegung im Sund kosteten ungefähr 1 Million Kronen; das Landkabel stellte sich ohne Verlegungskosten auf rund 60000 Kronen. Dazu kommen die übrigen Einrichtungen. Vorläufig ist die Elektrizitätsmenge, die nach Dänemark übergeleitet wird, noch gering, sie wird aber mit der Zeit sicher bedeutend erhöht werden. Später soll noch ein weiteres Kabel im Sund gelegt und eine besondere Hauptleitung für 50000 Volt von Helsingör bis Lyngby (in der Nähe Kopenhagens) hergestellt werden. Erwägung verdient, daß alle Kabel aus Deutschland stammen.

¹⁾ Vgl. die Artikel „Die Elektrifizierung der schwedischen Reichsgrenzbahn“ und „Schwedens künftige elektrische Eisenbahnen“ auf S. 187 f. und 360 f. des Jahrg. 1915.