

„Erfinden heißt . . . , einen aus einer großen Reihe von Irrtümern herausgeschälten richtigen Grundgedanken durch zahlreiche Mißerfolge und Kompromisse hindurch zum praktischen Erfolg führen. Deshalb muß jeder Erfinder ein Optimist sein; die Macht der Idee hat nur in der Einzelseele des Urhebers ihre ganze Stoßkraft, nur dieser hat das heilige Feuer zur Durchführung.“

Rudolf Diesel.

Dem Schwarzpulver zum Trinitrotoluol. Skizzen aus der Entwicklungsgeschichte der Kriegspulver.

Von Hanns Günther.

Frau Fama datiert die Erfindung des Pulvers ins 14. Jahrhundert zurück, und nennt als Erfinder Herrn Berthold Schwarz, seines Zeichens Franziskanermönch, wohnhaft zu Freiburg im Breisgau. Die Geschichte hat diesen Anspruch nicht anerkannt. Das Pulver, das Schwarz erfunden haben soll, findet sich nämlich schon 100 Jahre früher in Büchern genau beschrieben. Und andere Nachrichten deuten darauf hin, daß es schon lange vorher bei den Chinesen für Brandraketen Verwendung fand. So setzt man heute statt des Erfindernamens ein Fragezeichen und nimmt an, daß das Pulver sich allmählich aus einem Brandsatz entwickelt hat, den schon das früheste Altertum unter der Bezeichnung „griechisches Feuer“ kennt. Immerhin hat Schwarz seinen Ruhm nicht ganz verloren. Er ist vermutlich der Erste gewesen, der das Pulver zum Treiben von Geschossen verwendet hat, indem er es in an einem Ende geschlossene, mit kleinen Zündlöchern versehene Rohre lud, um die treibende Kraft der zur Entzündung gebrachten Masse zum Schleudern von eisernen Bolzen zu benutzen. Aus diesen Feuerrohren sind später die Gewehre und Kanonen entstanden, als deren Erfinder Schwarz demnach anzusehen ist.

Das Schwarzpulver, wie das älteste Pulver seiner Farbe wegen heißt, hat die Kriegstechnik fast $5\frac{1}{2}$ Jahrhunderte lang beherrscht, von 1346, dem Jahre, das die ersten Kanonen bei Crécy im Felde sah, bis 1880. In dieser ganzen langen Zeit ist seine Zusammensetzung nahezu die gleiche geblieben: 75 Teile Kalisalpeter, 15 Teile Kohle und 10 Teile Schwefel. Die Kohle ist der Stoff, der bei der Verbrennung, der Explosion des Pulvers, die Gase bildet, deren Druck das Geschos aus dem Rohre treibt. Der Kalisalpeter, eine Verbindung des Kaliums mit der

Salpetersäure, liefert den zur Verbrennung nötigen Sauerstoff. Der leicht entzündliche Schwefel stellt eine Art Vermittler zwischen Salpeter und Kohle dar, der den sonst zu langsam verlaufenden Verbrennungsprozeß stark beschleunigt. Leider übt dieser Vermittler seine Tätigkeit aber ziemlich eigenmächtig aus, da er einen Teil des entwickelten Sauerstoffs für sich in Anspruch nimmt, um damit und mit dem Kalium des Salpeters schwefelsaures Kali zu bilden. Bei diesem Umsetzungsprozeß wird zwar Stickstoff frei, der die Explosionsgase vermehren hilft, doch wiegt dieser Umstand die schweren Nachteile der Kalisalz-Bildung nicht im mindesten auf. Diese Nachteile bestehen erstens in einer starken Rauchentwicklung beim Schießen, die bei größerer Feuergeschwindigkeit das Zielen bald unmöglich macht, weil der dichte, nur langsam verschwindende Rauch das Schussfeld verschleiert, und zweitens in einer Verschmutzung der Rohre und Verschlüsse, die auf die zurückbleibenden Verbrennungsprodukte zurückzuführen ist.

Bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts galten diese Mängel als unvermeidlich. Als die damals zur Wissenschaft werden Chemie aber das Pulver einmal zu untersuchen begann, kam man schnell von dieser Ansicht zurück. Man stellte die Rolle der drei Bestandteile fest und begann sofort, sich nach Verbesserungen umzuschauen, da man natürlich ein möglichst leistungsfähiges Pulver haben wollte. Der Kalisalpeter erschien als der Hauptstörfried, da er seine Aufgabe, Sauerstoff zu liefern, in Folge des mitgeschleppten Kaliums nur schlecht erfüllte. Im ersten Eifer wollte man deshalb ganz vom Salpeter los. Und da Berthelot, ein französischer Chemiker jener Zeit, damals gerade das chlorsaure Kali entdeckt hatte, das sehr viel Sauerstoff enthält, versuchte man sogleich, da-

mit ein neues Pulver zu machen. Dieser Versuch kostete mehreren Menschen das Leben, Berthelot selbst wurde dabei schwer verletzt. Die chlorsauren Salze zersetzten sich nämlich schon beim Verreiben mit Kohle und Schwefel und detonieren mit so großer Heftigkeit, daß die Verwendung eines Chloratpulvers als Treibmittel für Geschosse unmöglich ist. Die Rohre halten dem Druck der entwickelten Gase nicht stand. Die Waffe kehrt sich wider den, der sie führt.

Diese schlimme Erfahrung schreckte die Chemiker eine Zeitlang von weiteren Versuchen ab. Da aber die Waffentechnik immer dringender nach einem besseren Pulver verlangte, mußte man wohl oder übel von neuem an die Aufgabe heran. Diesmal ging man von der Überlegung aus, daß eigentlich nur das Kalium der Störfried sei, und daß man also besser fahren würde, wenn man statt Kalisalpeter, dem Kaliumsalz der Salpetersäure, die Säure selber als Sauerstofflieferant nähme. Die Folgerung war richtig, aber die freie Säure, die ja flüssig ist und nahezu alle Metalle angreift, ließ sich natürlich nicht verwenden. Man mußte sie also chemisch binden, nur eben nicht mehr an einen unnützen, ja schädlichen Stoff, wie das Kalium, sondern nach Möglichkeit an den zu verbrennenden Körper, die Kohle, selbst. Dann brauchte man auch den Vermittler, den Schwefel, nicht mehr, denn dann waren verbrennender Körper und Verbrennungsluft so eng vereinigt, daß sich die Verbrennung auch ohnedies rasch genug vollzog.

Überlegungen dieser Art führten Mitte der 80er Jahre des 19. Jahrhunderts zu einem Pulver, das aus einer Verbindung der Holzkohle mit der Salpetersäure, chemisch gesprochen, aus nitrierter Holzkohle, bestand. In theoretischer Beziehung war dieses Produkt ein großer Fortschritt. Praktisch hat es jedoch wider alles Erwarten keine Bedeutung erlangt, da es bei allen Vorzügen einige schwerwiegende Mängel besaß, während bald darauf im Schießbaumwollpulver ein Produkt auf dem Markt erschien, das alle Wünsche der Waffentechnik restlos erfüllte. Infolgedessen war ein Wettbewerb aussichtslos, und das Kohlenpulver starb, ehe es das Licht der Welt noch recht ersah.

In der Schießbaumwolle wird als Sauerstoffquelle gleichfalls Salpetersäure benutzt, während als Kohlenstofflieferant Baumwolle dient, die sich aus 44,5 Teilen Kohlenstoff, 6 Teilen Wasserstoff und 49,5 Teilen Sauerstoff zusammensetzt, also selbst sehr sauerstoffreich ist. Bringt man Baumwolle mit Salpetersäure zusammen, nitrirt man sie, wie der Chemiker sagt, so ver-

bindet sie sich damit zu einem neuen Körper, der Schießbaumwolle oder Nitrozellulose, wobei sich ihr Sauerstoffgehalt noch stark vermehrt. Die nitrierte Baumwolle, die im Jahre 1846 von Schönbein in Basel erfunden wurde, besitzt genau wie das Schießpulver die Eigentümlichkeit, unter gewissen Umständen ihre Verbrennungsgeschwindigkeit so stark zu steigern, daß die ganze Masse in Sekundenbruchteilen in gasförmige Produkte übergeht, d. h. explodiert. Während aber bei der Explosion des Schwarzpulvers außer Gasen noch Salze entstehen, die ihren festen Aggregatzustand beibehalten, bringt die Explosion der Schießbaumwolle außer Kohlenäure und Stickstoff nur Wasser hervor, das bei der hohen Verbrennungstemperatur in Dampfform entweicht, um sich in der kühleren Luft zu einem schwachen Nebel zu verdichten, der sich in kürzester Zeit nieder schlägt. Die Schießbaumwolle explodiert also fast ohne Rauchentwicklung und ohne Rückstände zu hinterlassen. Das ist natürlich von höchster Wichtigkeit. Daneben hat die Schießbaumwolle vor dem Schwarzpulver die größere Sprengkraft voraus. Die Wirkung einer Explosion hängt nämlich einmal von der Größe der Raumveränderung ab, die der explodierende Körper erleidet und zweitens von der Zeitdauer, die bis zur Beendigung der Verbrennung vergeht. Beim Schwarzpulver bleiben gut zwei Drittel der vorhandenen Menge in Form fester Stoffe zurück; so daß nur ein Drittel in Gasform übergeht. Die Schießbaumwolle verwandelt sich restlos in Gase; die Raumveränderung ist also dreimal so groß. In bezug auf die Explosionszeit schneidet das Schwarzpulver noch viel schlechter ab, da die Schießbaumwolle 600 mal schneller verbrennt. Der Grund dafür ist nicht schwer zu finden. Im Schwarzpulver sind drei Bestandteile mechanisch miteinander vermengt, so daß sich ihre Moleküle nur lose berühren. Der Sauerstoff braucht also ziemlich viel Zeit, ehe er den Kohlenstoff erreicht. Außerdem verbrennen die drei Bestandteile verschieden schnell: der Schwefel am leichtesten, der Salpeter am schwersten, so daß Kohle und Schwefel gewissermaßen warten müssen, bis der Salpeter wieder ein wenig Sauerstoff freigegeben hat. Im Gegensatz dazu stellt die Schießbaumwolle eine chemische Verbindung dar, in der jedes Kohlenstoffatom den zur Verbrennung nötigen Sauerstoff im eigenen Molekül enthält. Es hat ihn unmittelbar neben sich und ist infolgedessen jederzeit zur Verbrennung bereit, die sich dadurch in der ganzen Masse fast gleichzeitig vollzieht.

Aus alledem ergibt sich, daß die Schieß-

baumwolle dem Schwarzpulver weit überlegen ist. Und man versteht, daß das militärische Europa in einen förmlichen Begeisterungstau mel geriet, als man die Nachricht von der Entdeckung dieses Stoffes und seinen Eigenschaften erhielt. Indessen erwies sich diese Begeisterung bald als verfrüht. Die erste in England gebaute Schießbaumwollfabrik slog kurz nach der Eröffnung in die Luft. Große Explosionen in Osterreich folgten. Die Schweiz lehnte die Einführung der ungleichmäßigen Wirkung wegen ab. Preußen stellte die in Spandau begommenen Versuche gleichfalls wieder ein. Und zwanzig Jahre nach Bekanntgabe der Erfindung war die Herstellung des neuen Sprengstoffes fast überall streng verboten.

Der Grund dafür lag darin, daß die damals fabrikierte Schießbaumwolle zur Selbstzersehung neigte, und daß man ihre Sprengkraft nicht zu bändigen verstand. Es gelang nicht, den Verbrennungsvorgang so zu regeln, daß die Ladung ihre Kraft allmählig entwickelte, wie man es von einem Treibmittel verlangt. Die Explosion geschah vielmehr mit solcher Heftigkeit, daß der Gasdruck seinen Höchstwert schon erreichte, ehe das Geschos den Lauf verließ. Infolgedessen wirkten die Gase überaus stark auf Rohr und Verschluß, die dieser Beanspruchung nicht gewachsen waren und zerprangen. Die Gesamtheit dieser Mißerfolge war die Ursache, daß die anfängliche Begeisterung schnell erlosch. Die Chemiker wendeten sich aussichtsreicheren Untersuchungen zu, und die Schießbaumwolle wanderte in die Abfallkiste, in der sie viele Schicksalsgenossen fand.

Ein en Freund behielt der neue Sprengstoff aber doch. Das war ein englischer Forscher, namens Abel, der hartnäckiger war, als die übrigen und die Versuche fortsetzte, ohne sich an die Gefahr zu kehren, die er lief. Der Lohn für seinen Eifer blieb nicht aus. Es gelang ihm, zu zeigen, daß sich die Neigung zur Selbstzersehung durch sorgfältiges Zerkleinern und nachfolgendes gründliches Auswaschen beseitigen läßt, denn dadurch werden die in den Zellen der Baumwollfasern sitzenden Säurereste entfernt, die die Ursache der Zersehungsprozesse bilden. Auf diese Weise ließ sich der wichtigste Nachteil leicht beseitigen. Für Schußwaffen war die gereinigte Schießbaumwolle allerdings auch nicht brauchbar. Sie explodierte immer noch zu rasch und mit zu großer Gewalt. Sie war, wie der Chemiker sagt, zu wild, zu bisant. Aber es gibt ein Gebiet der Kriegstechnik, auf dem man gerade bisante Pulver braucht. Das ist

die Herstellung der Sprengmunition, deren Vertreter Granaten, Torpedos und Seeminen sind. In der Sprengmunition soll das Pulver keine Treibkraft entfalten. Hier braucht man Sprengwirkung, die die Granate, die Mine in tausend Stücke zerreißt, und deren Gewalt die Umgebung in Trümmer schlägt. Das kann die Schießbaumwolle ausgezeichnet leisten, während das Schwarzpulver dazu nur schlecht zu brauchen ist. So wurde sie um 1884 für Sprengmunition in die Kriegstechnik eingeführt. In Minen und Torpedos, für die sie schon ihre Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit empfiehlt, hat sie sich bis vor kurzem behauptet.

Die Hoffnung, auch noch ein brauchbares Treibmittel daraus zu machen, hatte man fast aufgegeben. Da kam Frankreich um 1886 plötzlich mit einem neuen Pulver heraus, das dem alten in jeder Beziehung überlegen war. Es verbrannte, ohne feste Rückstände zu hinterlassen. Es entwickelte nur wenig und fast unsichtbaren Rauch. Und es war von dreimal größerer Wirksamkeit. Kein Wunder, daß sich Frankreich ebenso sehr bemühte, sein Geheimnis zu bewahren, wie die anderen Staaten sich plagten, es ihm zu entreißen. Frankreich unterlag in diesem Kampf. Das Ausland bekam Proben in die Hand, und seine Chemiker erkannten auf der Stelle, daß das französische Pulver nichts als in Essigäther aufgelöste und durch nachträgliches Verjagen des Lösemittels gehärtete Schießbaumwolle war, die man in dünne Platten ausgewalzt und in kleine viereckige Stücke zerschnitten hatte.

Um zu verstehen, wieso diese Behandlung die Brisanz der Schießbaumwolle vermindern kann, so daß sie aus einem Spreng- zu einem Treibmittel wird, brauchen wir uns nur zu erinnern, daß eine Explosion nichts anders als eine sich in Sekundenbruchteilen vollziehende Verbrennung ist, und daß beispielsweise Kohle um so langsamer verbrennt, je größer die Brocken sind, mit denen wir den Ofen speisen. Für Sprengstoffe gilt das gleiche. In Pulverform verbrennen sie schnell, in größeren Stücken dagegen viel langsamer, so daß sie ihre Kräfte nicht auf einmal, sondern nach und nach entwickeln, wie es für ein Treibmittel nötig ist. Die Entdeckung dieser Tatsache ist dem französischen Chemiker Vieille zu danken, der das erste Nitrozellulosepulver schuf. Dieses Pulver gab den Anstoß zur Entwicklung der modernen Magazin- und Maschinengewehre, sowie der Schnellfeuergeschütze, für die ein rauchschwaches Treibmittel große Wirksamkeit Vorbedingung war.

(Schluß folgt.)

Kulturtechnik.

Von Ing. Friedr. E. J. Steenfatt.

Mit 4 Abbildungen.

V. Moorkultur.

Moorboden bildet sich infolge üppigen Wachstums kurzlebiger Pflanzen auf schwer wasserdurchlässigem, mineralischem Untergrund bei starkem Wasserandrang, häufigen, langandauernden Überschwemmungen oder fehlender Vorflut. Er be-

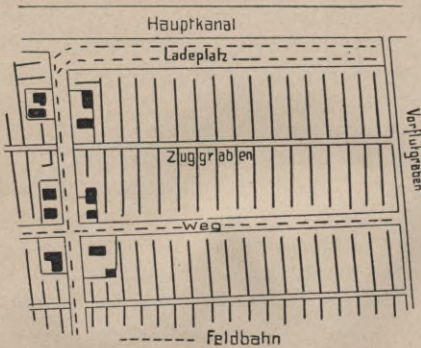


Abb. 1. Teil einer nach den Grundsätzen der deutschen Hochmoorkultur angelegten Moortolonie; schematisch.

steht aus einem Gemenge gestaltloser Pflanzenreste, die durch das sie umgebende Wasser, das den Zutritt des zur Verwesung notwendigen Luftsaauerstoffs verhindert, vor der völligen Zerfetzung bewahrt werden. Man unterscheidet Hochmoore und Grünlandsmoore. Hochmoore haben in der Regel größere Ausdehnung. Sie sind aus heidekrautartigen Gewächsen, die nur über dem Grundwasserspiegel gedeihen, entstanden und werden deshalb auch heidewüchsigte Moore genannt. Hochmoore sind nach der Mitte zu nach oben gewölbt. Grünlandsmoore, die meistens geringere Ausdehnung besitzen, entstehen vorzugsweise in flachen Niederungen, ehemaligen Seebecken usw., aus grasartigen Pflanzen, die auch unter dem Grundwasserspiegel gedeihen. Sie heißen deshalb auch graswüchsigte Moore. Grünlandsmoore sind nach der Mitte zu gesenkt. Eine dritte Gruppe bilden die Übergangs- oder Zwischenmoore. Das sind solche Moore, bei denen sich unter einer Hochmoor- eine Grünlandsmoorschicht befindet.

Die Umwandlung von Moorboden in Kulturländereien nennt man Moorkultur. Den beiden Hauptgruppen der Moore entsprechend unterscheidet man eine Hochmoor- und eine Grünlandsmoorkultur. Übergangsmoore, d. h. Moore, bei denen sich über einer Schicht Grünlandsmoor eine Hochmoorschicht befindet, werden nach den Grundsätzen der Hochmoorkultur kultiviert.

Da bei jedem Moor das Wasser das Haupthindernis für die völlige Zerfetzung der das Moor bildenden Pflanzenreste darstellt und gerade diese völlige Zerfetzung die Hauptbedingung für das Gelingen der Kultivierung einer Moorfläche bildet, muß sowohl die Hochmoorkultur wie die Grünlandsmoorkultur in erster Linie die gründliche Entwässerung der für die Kultur in Aussicht genommenen Flächen betreiben. Bei der zu Anfang des

18. Jahrhunderts von holländischen Bauern in Ostfriesland eingeführten Brennkultur, die die Kultur von Hochmooren bezweckt, erfolgt die Entwässerung durch ein System von Zug- und Beetgräben; die letzteren werden Grippen genannt.

Nach Herstellung des Grabennetzes wird das Moor umgepflügt oder, bei kleineren Flächen, umgegraben, und zwar pflegt man diese Arbeit im Herbst auszuführen. Hierauf bleibt das Moor bis zum nächsten Frühjahr liegen. Dann erfolgt, nachdem das Grabennetz nachgesehen und für die Beseitigung des Winterhochwassers in Stand gesetzt worden ist, ein nochmaliges Umpflügen bzw. Umgraben. Wenn die Austrocknung des Moores in genügendem Maße fortgeschritten ist, was in der Regel im Mai oder Juni der Fall ist, findet das Brennen des Moores statt, und zwar immer mit dem Winde. Während des Brennens ist das Moor ständig zu beaufsichtigen. Hauptsächlich ist hierbei darauf zu achten, daß das Moor nicht „tot“, d. h. zu tief einbrennt. Totgebrannte Flächen bleiben ertraglos. Man nennt sie Müllmoore. In der ersten Zeit der Brennkultur, wo man das Brennen meist gegen den Wind vornahm, entstanden Müllmoore sehr leicht, da der sich entwickelnde Rauch durch den Wind den mit der Beaufsichtigung des Brennens betrauten Personen entgegen getrieben wurde und die Beaufsichtigung sehr erschwerte, wenn nicht gar zeitweise unmöglich machte.

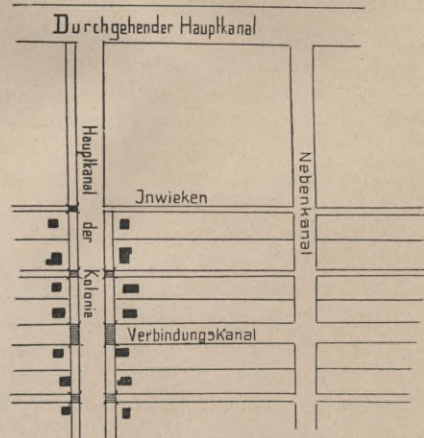


Abb. 2. Teil einer nach den Grundsätzen der Beenkultur angelegten Moortolonie; schematisch.

Nach Erlöschen des Feuers wird in die noch heiße Asche Buchweizen gesät, die einzige Frucht, die auf gebranntem Moor gedeiht. Die erste Ernte nach dem Brennen liefert den besten Ertrag. Dann werden die Erträge von Jahr zu Jahr kleiner, bis nach Ablauf von 5-6 Jahren ein lohnender Ertrag überhaupt nicht mehr zu erzielen ist.

Das Moor muß dann 30-35 Jahre brach liegen, bis ein neues Brennen vorgenommen werden kann.

Da die Brennkultur nur geringe Kosten ver-

ursacht und doch einigermaßen lohnende Erträge liefert, hat sie sich verhältnismäßig schnell eingebürgert, ist aber schwerwiegender Nachteile (Entwicklung des Moor- oder Höhenrauchs, langjährige Brache, Unmöglichkeit des Fruchtwechsels usw.) und ihres raubbauartigen Charakters halber

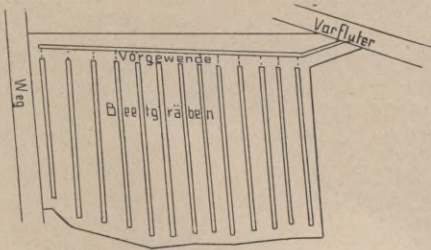


Abb. 3. Lageplan einer Ringauschen Moordammkultur.

bald wieder verlassen worden, um einem besseren Verfahren, der von Fleischer und Saalfeld erfundenen und ausgebildeten „Deutschen Hochmoorkultur“, Platz zu machen.

Die deutsche Hochmoorkultur erfolgt im Wege der Kolonisation, meistens mit Beihilfe des Staates oder überhaupt auf dessen Rechnung. Die Entwässerung des zu kultivierenden Moorgebietes wird durch Anlegung eines schiffbaren Hauptkanals in die Wege geleitet, der gleichzeitig auch die Kolonie wirtschaftlich erschließt. An den Hauptgraben schließen sich die Vorflutgräben an, an diese die Zuggräben und an diese wiederum die Beetgräben. Ist nach Anlegung des Grabennezes die Entwässerung und Austrocknung des Moores genügend weit fortgeschritten und das Moor umgebrochen, so wird es gefalct, meistens unter Anwendung des v. Funteschen Untergründbüngepfuges.

Als künstlicher Dünger dienen hauptsächlich Kainit und Thomasschlacke. Stalldung wird mit einem Zusatz von Chilisalpeter verwendet.

Zum lokalen Verkehr bestimmte Wege werden in etwa 7—8 m Breite in folgender Weise hergestellt. Durch tiefere Gräben, die neben den künftigen Wegen herlaufen, wird das Moor besonders kräftig entwässert. Das Wegeplanum wird mit einer Sandschicht von mindestens 40 cm Dicke befestigt. Hauptverkehrswege erhalten außerdem noch eine Kies- oder Schotterbedeckung von 10 bis 15 cm Stärke. In größeren Kolonien wird der lokale Verkehr noch durch Anlage von Fehlbahnen erleichtert. Abb. 1 zeigt einen Teil einer nach den Grundsätzen der deutschen Hochmoorkultur angelegten Kolonie. Die Kosten der deutschen Hochmoorkultur schwanken zwischen 180 und 250 Mark pro Hektar.

Gleichfalls kolonisierend ging und geht die Veentkultur (auch Fehnkultur genannt) der Holländer vor. Charakteristisch dafür ist die Anlage eines vielfach verzweigten Kanalnetzes, das außer der Entwässerung des Moores die Erschließung der Kolonie durch Schiffsverkehr bezweckt. Die Anlage von Verkehrswegen beschränkt sich auf das geringste Maß. Das ganze zu kultivierende Moorgebiet durchzieht ein durchgehender Hauptkanal von oft beträchtlicher Breite. Die Grundlage für die Anlage einer Moorkolonie

bildet der Hauptkanal der Kolonie, der in der Mitte der künftigen Kolonie in einer Breite von 20—25 m senkrecht zum durchgehenden Hauptkanal ausgehoben wird. Auf beiden Seiten dieses Kanals wird in einer Entfernung von 150 bis 400 m je ein paralleler Kanal angelegt, der die Bezeichnung Nebenkanal trägt und eine Breite von 12—15 m erhält. Die Verbindung zwischen dem Hauptkanal der Kolonie und den Nebenkanälen wird durch Verbindungskanäle von ebenfalls 12—15 m Breite bewirkt, die parallel zum durchgehenden Hauptkanal verlaufen. Zur Entwässerung des Moores werden noch die sogenannten Zuwicken angelegt, Kanäle von etwa 6 m Breite, die etwa 100 m voneinander entfernt parallel zum durchgehenden Hauptkanal verlaufen. Die Gebäude der Kolonie liegen an einer neben dem Hauptkanal der Kolonie herlaufenden Klinkerstraße.

Die Herrichtung des Moorbodens für die Kultur erfolgt, nachdem die oberste Schicht (de bolster) entfernt worden ist, durch Mischen des Bodens mit dem durch den Aushub der Kanäle gewonnenen Sand — die Kanäle werden so tief ausgehoben, daß ihre Sohle im mineralischen Untergrund zu liegen kommt — mit Straßenteer und etwa zur Verfügung stehenden anderen Abfällen. Als Dünger werden Stallung, Kainit und Thomasschlacke verwendet. Die Kosten der Veentkultur betragen 800—1200 Mark pro Hektar. Ein Teil einer nach den Grundsätzen der Veentkultur angelegten Kolonie ist in Abb. 2 dargestellt.

Für die Kultivierung von Grünlandsmooren hat ein im Jahre 1862 von dem Rittergutsbesitzer Ringau erfundenes Verfahren die größte Bedeutung erlangt, das man als Ringausche Moordammkultur bezeichnet. Die Entwässerung erfolgt hierbei mittels offener Gräben, deren Tiefe zwischen 1 und 2 m schwankt. Sie ist tunlichst so zu bemessen, daß die Sohle in den mineralischen Untergrund einschneidet, im übrigen aber möglichst groß zu wählen, um möglichst viel Boden zum Bedecken der Beete (s. u.) zu gewinnen.

Da der Wassergehalt des Moorbodens verhältnismäßig groß zu sein pflegt, ist ein zu starkes Austrocknen in den seltensten Fällen zu befürchten.



Abb. 4. Entwässerungsgraben für Moorweiden im Querschnitt.

Auch setzt sich das Moor im Laufe der Zeit mit der fortschreitenden Entwässerung, so daß die Gräben allmählich verflachen. Tiefe und breite Gräben befördern außerdem die Perzehung des Moorbodens. Das Gefälle der Gräben kann, da sekundlich nur geringe Wassermengen abzuführen sind, sehr klein sein. Die Lage der Gräben geht aus Abb. 3 hervor, die den Lageplan einer Ringauschen Moordammkultur darstellt. Die Breite der durch die Anlage der Gräben entstehenden Beete oder Dämme schwankt zwischen 20 und 40 m. Der Graben vor den Beetgräben wird Zuggraben genannt. Er sammelt das Wasser aus den Beetgräben und führt es dem Vorfluter zu.

Die Verbindung der Beetgräben und des Zuggrabens erfolgt durch etwa 8 m lange Drainrohr-

leitungen, so daß ein neben dem Zuggraben herlaufender Weg entsteht, der die Bewirtschaftung der Dammkultur erleichtert. Dieser Weg wird Vorgehende genannt.

Einige Zeit nach Herstellung der Gräben werden die Beete mit einer 0,15 m starken Sandschicht bedeckt. Zu empfehlen ist ein Zusatz von Lehm und Kalk. Ein reichlicher Zusatz von Kalk ist namentlich dann angebracht, wenn eine weitere Zerfegung des Moores herbeizuführen ist. Hierauf bleibt die Dammkultur 1—2 Jahre liegen. Dann wird sie umgepflügt und gedüngt. Als Dünger werden neben Stalldung Kainit und Thomasschlacke verwendet. Im allgemeinen pflegt man beim Umpflügen darauf zu achten, daß der Sand mit dem Moorboden nicht vermischt wird, doch haben in neuerer Zeit in Schweden und Rußland angestellte Versuche ergeben, daß das Mischen nachteilige Folgen nicht zeitigt. In einigen Fällen ist sogar ein Erfolg erst durch das Vermischen des Moorbodens mit dem Sande der Deckschicht herbeigeführt worden.

Bei Anlage von Wiesen werden die Gräben weniger tief ausgehoben, erhalten in der Regel kein Vorgehende und werden mit sehr flachen Böschungen, die mit besät und gemäht werden, angelegt. Die Stärke der Sandbede kann bei Anlage von Wiesen auf 0,10 m beschränkt werden. Bei Anlagen von Moorweiden genügt eine Sandschicht von 6—8 cm Stärke. Die Entwässerung erfolgt hier häufig durch Drainage, namentlich Faschinendrainage. Soll Grabenentwässerung stattfinden, so bildet man das Profil der Gräben zweckmäßig nach Abb. 4 mit flachen Böschungen aus, die dem Zertreten durch das Weidevieh weniger ausgesetzt sind, als steile. Die schmalen Rippen in der Mitte erhalten eine Tiefe von nur 20—40 cm und können sehr leicht nachge-

bessert werden. Als Dünger werden ebenfalls Kainit und Thomasschlacke verwendet, jedoch genügen wegen des reichlichen tierischen Düngers erheblich kleinere Mengen. Zu empfehlen ist es, Moorweiden von Zeit zu Zeit zu bewässern.

Moorwiesen ohne Sandbede werden bezüglich der Entwässerung in ähnlicher Weise angelegt wie besandete Moorwiesen. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf rationelle Entwässerung zu richten. Es empfiehlt sich nicht, unbesandete Moorwiesen kräftig zu entwässern, weshalb man die Gräben in einer Tiefe von nur 60—70 cm aushebt. Häufig pflegt man das Grabenneß nach den Grundsätzen des Grabenstaubaus (s. S. 204) auszubauen und mit Einlaßschleufe, Auslaßschleufe und Stauschleusen zu versehen, um einerseits einer zu weitgehenden Austrocknung vorzubeugen, andererseits aber in besonders trockenen Jahren den natürlichen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens künstlich erhöhen zu können.

Nachdem das Grabenneß ausgebaut, das Moor umgepflügt (mindestens 0,25 m tief) und mit der Scheibentelleregge geeget, sowie mit Kainit und Thomasschlacke gedüngt worden ist, erfolgt die Ausfaat. Die Erträge unbesandeter Moorwiesen stehen den Erträgen besandeter Wiesen sowohl an Menge wie an Güte erheblich nach; dafür sind die Anlagelkosten bedeutend geringer.

Einige Bedeutung besitzt die Anlage von Moorwiesen nach einem von dem Rittergutsbesitzer v. Saint Paul erfundenen Verfahren, bei dem zur Bedeckung des Moores nicht Sand, sondern eine Mischung von der oberen Schicht der Moorfläche entnommenem Boden mit einem aus Straßenehricht, sonstigen Abfällen und Stallung hergestellten Kompost verwendet wird. Diese Methode hat vorzügliche Erfolge gezeitigt; sie muß aber nach 3—4 Jahren wiederholt werden.

Ballon-Abwehrgeschütze.

Schluß von S. 238.

Von Hauptmann H. Desele.

Mit 3 Abbildungen.

Die Krupp'schen Ballonabwehrkanonen haben normale leichte Krupp'sche Mantelrohre, die zur Erzielung hoher Feuergeschwindigkeit mit selbsttätigem Keilverschluß versehen sind. Das große Höhenrichtfeld wird durch Zurückverlegung der Schildzapfen bei ständigem oder selbsttätig veränderlichem Rohrrücklauf erreicht. Zur Erzielung eines unbeschränkten Seitenrichtfeldes wird für Kanonen in fester Aufstellung oder auf Kraftwagen die Mittelpivotlafette angewendet. Bei Kanonen in Räderlafette sind die Räder mit Achsenknebeln abschwenkbar eingerichtet, so daß das Geschütz um den Sporn als Drehpunkt durch einen besonderen, von Mannschaften bedienten Antrieb für die grobe Seitenrichtung geschwenkt werden kann. Zum Festhalten der Entfernung wird ein Entfernungsmesser mit Kurven zum Ablesen der den Geländewin-

keln entsprechenden Erhöhung verwendet, eine Vorrichtung, die sich meist an der Zieleinrichtung des Geschützes befindet. Die Zieleinrichtung besteht aus einem vereinigten Ziel- und Beobachtungsfernrohr oder einem Rundblickfernrohr mit Beobachtungsfernrohr am Reflektor. Während der Beobachter an dem mit senkrechter und wagrechter Stricheinteilung versehenen Beobachtungsfernrohr je nach der Beobachtung des Rauchstreifens der Flugbahn die entsprechenden Korrekturen vornimmt, folgt der Richtwart der Hordurch eintretenden Verschiebung der Zielmarke am Zielfernrohr vermittels der Höhen- und Seitenrichträder. Somit wird das Ziel dauernd verfolgt, ohne daß eine mündliche Verständigung zwischen Beobachter und Richtwart nötig ist. Die Kanonen in Räderlafette haben eine unabhängige Zielinie, indem der Geländewinkel auf der einen

Seite des Geschützes vom Richtwart, der Erhöhungswinkel auf der anderen Seite vom Ladekanonier genommen wird. Die den Geländewinkeln entsprechende Erhöhung wird an einer Trommel eingestellt und auf den Aufsatz übertragen.

Von den für den Feldkrieg bestimmten Kruppschen Ballonabwehrgeschützen sind als charakteristische Typen die 7,1 cm-Kanone L/30 auf Kraftwagen und die 7,5 cm-Feldkanone L/30 auf Räderlafette zu erwähnen.

Die 7,1 cm-L-Kanone auf halb- oder ganzgepanzertem Kraftwagen verfeuert ein 5 kg schweres Geschöß mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 650 m. Sie besitzt ein Höhenrichtfeld von $+ 75^\circ$ und eine größte Schußweite von etwa 9700 m. Auf dem Kraftwagen, der bis zu 60 km in der Stunde zurücklegen und dabei Steigungen von 1:5 überwinden kann, können 106 Patronen mitgeführt werden. Der marschfertige Kraftwagen mit Geschütz und Patronen einschließlich 6 Mann Bedienung hat ein Gewicht von 7100 kg.

Die 7,5 cm-Feldkanone, die in der Feuerstellung 960 kg wiegt, verfeuert ein 6,5 kg schweres Geschöß. Ihr Höhenrichtfeld ermöglicht eine Erhöhung von $- 10$ bis $+ 65^\circ$. Die Maximalschußweite beträgt etwa 8700 m. Da das Geschütz neben seinem Sonderzweck auch gegen die übrigen Ziele des Feldkrieges verwendet werden kann, ist es mit einem 3 mm starken Schußschild versehen.

Die auf Seite 336 ff. abgebildeten Ballonabwehrkanonen „System Ehrhardt“ der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik haben Massivrohr und sind mit einem automatisch arbeitenden, horizontalen Schubkurbel-Keilverschluß („System Ehrhardt“) ausgerüstet, der von selbst öffnet, schließt und abfeuert. Die erforderlichen Erhöhungen werden bei Kanonen auf Kraftwagen bei konstantem Rohrrücklauf durch Anordnung der beiden Schildezapfen im Schwerpunkt der schwingenden Teile ermöglicht. Bei Kanonen in Räderlafette werden sie bei veränderlichem Rohrrücklauf durch Zurücksetzen der Schildezapfen bis in die Nähe des Verschlußstückes erreicht. Die Schwenkbarkeit nach den Seiten wird bei Kanonen auf Kraftwagen durch Anwendung einer Mittelpivot-Wiegenlafette erzielt, deren Pivotbock sich von dem einer gewöhnlichen Mittelpivot-Schiffskanone nur dadurch unterscheidet, daß das Lager für die Pi-

totgabel innerhalb des Pivotbockes nicht fest anmontiert, sondern kardanisches aufgehängt ist; durch diese Anordnung kann nicht allein dem Rohr eine seitliche Schwenkung von 360° erteilt, sondern auch der schiefe Kadstand ausgeschaltet werden. Geschütze auf Räderlafette werden auf die auf der Probe mitgeführte, mit einem Pivot versehene Kadunterlage gefahren, die eine schnelle Veränderung der Seitenrichtung um 40° nach jeder Seite hin zuläßt. Zur Ermittlung der Entfernung wird der Goerzische Entfernungsmesser benützt, den der Beobachter nur ans Auge halten und aufs Ziel einspielen lassen muß, um sogleich die Entfernung ablesen zu können. Zur beschleunigten Feststellung des Höhenwinkels, der sich mit Zunahme der Höhenlage des Zieles fortgesetzt verkleinert, ist an der Visiereinrichtung eine Vorrichtung angebracht, die die für jeden Zielwinkel zu treffende Erhöhung selbsttätig einstellt. Damit ist jede Berechnung und selbst der Gebrauch einer Schußtafel überflüssig gemacht. Es genügt, die am Entfernungsmesser abgelesene Entfernung auf den Aufsatz zu übertragen und das Panoramafernrohr mit Hilfe der Höhen- und Seitenrichtmaschine auf das Ziel einzurichten, wobei gleichzeitig automatisch auch die für die betreffende Entfernung und Höhenlage erforderliche Brennweite des Geschößzünders auf einer Tangierkala angegeben wird. Bei den Geschützen auf Kraftwagen kann zudem der Richtkanonier sämtliche Berrichtungen in bequemer Haltung von seinem Sitz ausführen, ohne seine Stellung verändern zu müssen, weil das Okular des Fernrohrs immer horizontal gerichtet bleibt.

Von Konstruktionen des Auslandes, die nur kurz berührt werden können, ist zunächst eine 4,7 cm-Ballonabwehrkanone L/60 der französischen Firma Schneider u. Cie. auf Panzerautomobil zu erwähnen. Das Geschütz steht auf der Mitte des ganz gepanzerten Kraftwagens in einer Panzerkuppel, hat ein seitliches Schußfeld von 360° und eine größte Rohrerhöhung von 70° . Die englische Firma Vickers hat ein 4,7 cm-Ballonabwehrgeschütz in Pivotlafette für feste Aufstellung oder für Kraftwagen konstruiert, bei dem die größte Erhöhung des Rohres 90° beträgt. Von amerikanischen Geschützen ist eine 7,62 cm-Kanone auf Räderlafette mit kleinen Rädern zu nennen, deren Rohr bei einer Erhöhung von $60-70^\circ$ nach allen Punkten des Horizonts gerichtet werden kann.

Musik und Technik.

II. Violinspielapparate.

Von Dipl.-Ing. H. Stern.

„Musikwerke“ — das Wort hat etwas „Ungebildetes“ an sich. Es hängt ihm eine Vorstellung von Tabatsqualm an, von Biergeruch, Tellerklirren und Kneipenradau, von polternder, feuchter Fröhlichkeit. Der Gebildete rümpft darüber die Nase. Er weiß, daß hier sehr wenig von Kunst zu spüren ist. Es ist nur eine Wechselwirkung zwischen Durst und Musik oder zwischen Geschmack und Gehör, die sich bekanntlich gegenseitig anregen. Ein Gast hat in dieser Atmosphäre deutscher, volkstümlicher Biermusik jedoch selten seine Stimme erhoben: die Violine. Wie von einem höheren Standesbewußtsein erfüllt, wie durch eine angeborene Vornehmheit geleitet, ist sie immer an Lokalen dieser Art, wo Musik meistens mit Geräusch verbunden ist, vorbeigegangen. Unter den lauterer Genossen kam sie nicht zu Wort, ihre Stimme würde dort auch kaum gehört werden. Die Violine ist mehr in jenen Kreisen zu Hause, wo der „gute Ton“ herrscht. Doch wir leben im Zeitalter der Volksbildung. Auch die „Musikwerke“, die einen so großen Teil der Volksmusik ausmachen, erfüllt ein neuer Ehrgeiz nach künstlerischer Qualität. Die Technik unserer Tage nährt ihr Streben. Sie hat aus dem mit grober Kraft über alles hinwegspielenden „elektrischen Klavier“ ein Instrument gemacht, das künstlerische Individualität ausströmt. Es scheint, daß auch sein Publikum dies merkt und zu schätzen weiß, denn die rein mechanischen Klaviere mit ihrer verletzenden musikalischen Unbildung sind nicht mehr begehrt und gesucht, man will allenthalben die höherstehenden Reproduktionsklaviere, die d'Albert, Paderewsky, Bussoni usw. spielen. Und nicht allein das Klavier, das verbreitetste Wirtshausinstrument, schlägt feinere Töne an, die Bewegung greift weiter um sich, die Errungenschaft des künstlerisch gedachten Spiels wird auch auf andere Musikwerke, auf Orchestrions usw., übertragen.

Da man den höchsten Maßstab der künstlerischen Beurteilung anlegte, wurde anfänglich das Klavierspiel in erster Linie mit dem Originalspiel des Künstlers musikalisch in Vergleich gebracht und seine Bedeutung für gute Hausmusik gewürdigt. Heute aber führt ein anderer Weg zur Beurteilung der Musik der Klavierspielapparate. Wir kommen gewissermaßen von unten herauf. Beim Emporblicken sehen wir die gewaltige Distanz, die hier überschritten wird. An Stelle der schlechten polternden Radaummusik kommt eine künstlerisch befruchtete Musik zur Wirkung. Der Genießer, dem das feinere, schmackhaftere Gericht vorgelegt wird, empfindet dankbar den Unterschied und wird fortan nicht mehr nach der früheren Küche verlangen. Es ist ein schönes Bewußtsein, wenn man sich vorstellt, daß die Kunst großer Persönlichkeiten, die vielleicht selbst verächtlich an diesen Räumen vorbeigehen, hier mit der ursprünglichen Kraft ihres Wesens eine künstlerische Mission erfüllt und eine überraschte Menge unbewußt zu sich heraufzwingt. Es ist kein Zweifel, daß auch von hier ausgehend, also von unten herauf, die Verbreitung

musikalischer Bildung vor sich geht, und unerwartet bedient der künstlerisch entwickelte Musikspielapparat sein Publikum mit guter Musik. Im gleichen Gewand wohnt jetzt eine andere Seele. Für diese Möglichkeit allein müssen wir dem Klavierspielapparat Dank wissen, denn er beginnt damit eine Aufgabe, an die sich die Bildungsfreudigkeit unserer Zeit nicht gewagt hatte. Zugleich sieht man, wie derartige Bewegungen sich sozial durchsetzen und jede neue Verbreitung geistiger Werte ihren volksbildenden Wert beweist. Auf jeden Fall ist das Leben der reinen Musikautomaten mit dem eingangs erwähnten Beigeschmack erfreulicherweise ernstlich bedroht.

Bei diesem Erfolg der Künstlerpielapparate will man nun nicht stehen bleiben, man hat den Mut gewonnen, auch das sprödeste aller Instrumente, die Violine, zu verwenden. Fürwahr ein kühnes Unterfangen, denn kein Instrument schwingt so sehr mit der Seele seines Spielers, wie die Violine, und man ist zunächst geneigt, in Bausch und Bogen die Möglichkeit jedes „mechanischen Violinspiels“ abzulehnen. Man hat auch anfangs die Klavierspielapparate musikalisch abgelehnt, heute werden sie von zahllosen maßgebenden Autoritäten und Kennern gewürdigt. Ähnlich wird man bei den Violinspielapparaten noch Zugeständnisse machen müssen. Zweifellos ist das Problem auch mechanisch-technisch genommen ungleich schwieriger, die ganze Technik des Klavierspiels und des Klaviers bietet einer mechanischen Betätigung eine leichtere Handhabe. Schon das einfache Greifen der Töne bei der Violine bietet eine unendlich größere Abstufungsmöglichkeit als das Anschlagen, dazu kommt noch die wieder ganz sensible Bogenführung. Aus diesen beiden Momenten ergibt sich eine solche Unsumme unfassbarer Einflüsse, daß man an der Aufgabe verzweifeln könnte. Wenn man es doch nicht tut und tat, so liegt das daran, daß man sich vorläufig wieder mit einer gewissen Annäherung begnügt. Schließlich zeigt sich überhaupt erst aus dem Versuch, welcher Feinheitsgrad der Differenzierung praktisch noch erkennbar ist. Eine Lösung des Problems hat eine Leipziger Firma bei einem „Violina“ benannten Apparat versucht. Hier ist als Grundprinzip der Anordnung eine möglichst nahe Anlehnung an das natürliche Violinspiel angestrebt. Als Träger der Saiten ist daher die gewöhnliche Violine beibehalten. Nun galt es, den Kopfschaarbogen dem mechanischen Antrieb anzupassen. Das ist dadurch gelungen, daß man den Kopfschaarbogen kreisförmig ausgebildet hat. Wenn man ihm nun eine rotierende Bewegung gibt, kann man ihn an einer entgegengedrückt Violinsaiten anstreichen lassen. In Wirklichkeit ist die Anordnung so getroffen, daß innerhalb des Kopfschaarbogens drei Geigen angeordnet sind, von denen jede eine Saite aufweist. Zur Erzeugung der verschiedenen Töne werden die pendelnd aufgehängten Violinen in verschiedenen, der jeweiligen Tonstärke entsprechenden Druckgra-

den an den Bogen geführt. Je schneller die Umdrehung des Bogens ist, desto stärker ist der Ton, er erklingt um so zarter, je mehr sich der Lauf des Bogens verlangsamt. Die Tonhöhe wird durch eine Anzahl pneumatischer Finger, die wie die Finger der menschlichen Hand greifen, bestimmt. Im eigentlichen Apparat sind zwei derartige Elemente vorgezogen, also zwei Roßhaarkreisbogen mit je drei Geigen.

Die Violinspieleinrichtung wird mit einem Künstlerspielklavier zusammengebaut, so daß von dieser sogenannten „Dea-Violina“ Violinkonzerte mit Klavierbegleitung veranstaltet werden können.

Naturgemäß bildet ein derartiger Violinspielapparat einen empfindlichen Mechanismus, der entsprechende zartfühlende Behandlung voraussetzt. Eine gewisse musikalische Kenntnis ist für das Stimmen erforderlich, das wie bei jeder Violine vorgenommen wird. Durch Niederdrücken besonders angeordneter Knöpfe wird die betreffende

Saite angestrichen und durch Anspannen mittels Wirbels nach der dazu angeschlagenen Klaviertaste abgestimmt.

Das vollendete Violinspiel wird erst möglich sein, wenn es gelungen sein wird, auch hier das individuelle Spiel eines Künstlers vollständig auf den Apparat zu übertragen. Auf jeden Fall kann das Violinspiel in die mechanischen Spielapparate höherer Ordnung als aufgenommen gelten, und es wird nur noch eine Frage der Zeit sein, bis es sich einen Ruf erworben hat. Es liegt mir fern, das ganze Wechselspiel von Gefühl, das aus den Fingerspitzen in die Violine strömt, für das neugebaute Instrument in Anspruch zu nehmen. Ich glaube gern, daß der Rest gegenüber dem persönlichen Spiel weit größer als bei den Klavierspielapparaten ist und auch immer bleiben wird. Aber trotzdem wird eine Annäherung an das künstlerische Spiel erreicht werden, die auch hier überraschen muß.

Ein unsinkbares Rettungsboot.

Von Dipl.-Ing. W. Kraft.

Mit Abbildung.

Man ist gewohnt, bei Rettungsbooten als selbstverständlich voranzusetzen, daß sie nicht nur hervorragend seetüchtig, sondern auch praktisch unkenterbar sind. Selbst wenn das Boot voll Wasser geschlagen wird, darf es seine Schwimmfähigkeit nicht einbüßen. Daß die gewöhnlichen Rettungsboote diese Voraussetzungen nicht unbedingt erfüllen, ist aus den großen Schiffskatastrophen der letzten Jahre allgemein bekannt. Mit um so höherem Interesse wird man deshalb von einem Rettungsboot hören, das den erwähnten Bedingungen in weitestem Maße genügt. Es ist das neuerdings viel genannte Brude-Boot, das heute bereits auf mehr als 60 Schiffen der amerikanischen und norwegischen Handelsmarine zu finden ist. Seine annähernd ovale Form (vergl. Abb.) sichert ihm im Verein mit seiner kräftigen Bauart — das Boot ist ganz aus Stahl gebaut — hervorragende Festigkeitseigenschaften, so daß es den größten Beanspruchungen gewachsen ist. Vor allem gibt der eingebaute hohe Doppelboden, der zur Unterbringung von Trinkwasser und Wasserballast dient, dem Boote ein überaus kräftiges Rückgrat, so daß seine Inassen auch bei heftigen Bodenberührungen und Stößen nicht gefährdet sind. Um die Außenhaut des Bootskörpers bei Kollisionen gegen Beschädigungen zu schützen, ist das Boot überdies in der Schwimmlinie rings von einer kräftigen Scheuerleiste umgeben. Da das Boot nur zwei verschließbare Luken besitzt, im übrigen aber völlig geschlossen ist, ist es, solange seine Luken

und Verbände dicht halten, nicht nur unkenterbar, sondern überhaupt völlig unsinkbar.



Brude-Rettungsboot, auf hoher See treibend.

Im allgemeinen ist das Brude-Rettungsboot zur Aufnahme von etwa 30 Personen bestimmt. Es besitzt jedoch hinreichende Trag-

fähigkeit, um bis 45 Personen bergen zu können.

Zur Erleichterung der Fortbewegung hat man dem Boot einen wegnehmbaren Mast gegeben, der ein kleines Gaffelsegel trägt. Die Wirkung des Segels wird durch ein versenkbares Schwert unterstützt, das durch den Doppelboden hindurchgeführt ist. Zweckes leichterer Orientierung trägt das Boot einen kleinen, zwischen den Luken angeordneten Beobachtungsturm. Die Seefähigkeit des neuen Rettungsbootes wird am besten durch die Tatsache beleuchtet, daß ein Boot dieses Typs vor einigen Jahren mitten im Winter über den Atlantischen Ozean kreuzte und dabei mehreren schweren Stürmen erfolgreich standhielt.

Recht vielversprechend scheint die Verwendbarkeit des neuen Bootstyps, wenn es sich um

Bergung von Personen handelt, die von Bord eines gefährdeten Schiffes zu bringen sind. Einerseits läßt sich eine große Anzahl von Personen mit dem Boot verhältnismäßig gefahrlos zu Wasser bringen, andererseits ist der Bootskörper so überaus fest, daß die in ihm geborgenen Personen, selbst wenn dem Boote ein Abkommen vom Schiff erschwert ist und es von der See gegen den Schiffskörper geschleudert werden sollte, kaum in erheblicher Gefahr schweben. Zur Bergung von Personen aus dem Wasser erscheint das Brude-Boot mit seinen kleinen Luken und seiner beschränkten Bewegungsfähigkeit dagegen recht wenig geeignet. Diesen Nachteil nimmt man aber schließlich bei den vielen Vorzügen gern mit in Kauf.

Die Erzeugung der elektrischen Energie und ihr Einfluß auf die Bahnbetriebe.

Von Oberingenieur H. Büggeln.

Von den gewaltigen Energiemengen, die das Weltall enthält, können wir bislang praktisch nur die Sonnenenergie nutzbar machen, allerdings noch nicht direkt. Wohl sind auch schon Versuche angestellt worden, um die durch die gegenseitige Anziehung von Sonne, Mond und Erde entstehende Ebbe und Flut als Energiequelle zu verwerten. Aber es ist bislang beim Versuch geblieben, da sich herausgestellt hat, daß die sog. Elektroflutwerke vorläufig noch höchst unwirtschaftliche Unternehmungen darstellen würden, falls man sich zu ihrem Bau in größerem Maßstabe entschließen sollte.

Der Wasserstrom, der sich vom wilden Hochgebirge zur Ebene ergießt, verdankt seine Entstehung der Wirkung der Sonnenenergie. Wir bändigen seine Gewalt und zwingen ihn, große Turbinen zu treiben, die wir mit Dynamomaschinen verbinden. In ihnen wandeln wir die gebändigte Energie in Elektrizität um und leiten sie in dünnen Kupferdrähten weit in die Lande. Und wieder ist es die Energie der Sonnenstrahlen, die das entfrätkte Wasser zurück auf die Berge fördert, damit es von neuem unsere Turbinen treibt und ununterbrochen elektrische Energie erzeugt.

Aber nicht nur die in der Gegenwart herniederstrahlende Sonnenenergie machen wir uns auf diese Weise nutzbar. Wir fördern vielmehr einen schon vor vielen Jahrtausenden im Erdinnern aufgespeicherten Teil in Gestalt von Brennstoffen zur Erdoberfläche und wandeln ihn in den Wärmekraftanlagen ebenfalls in elektrische Energie um. Nun verbinden wir die Wasserwerke mit den Wärmekraftanlagen, und die Erfolge sind eine blühende Industrie, eine gesunde und leistungsfähige Landwirtschaft und Wohlstand und Reichum allüberall.

Die wirtschaftliche Entwicklung, die wir in

dem kurzen Zeitraum seit der Erfindung der Dynamomaschine erlebt haben, steht in der Weltgeschichte unerreicht da. Diese Entwicklung wurde vorbereitet durch James Watt, der in der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts die erste brauchbare Dampfmaschine in einer für die damalige Zeit staunenswerten Vollkommenheit erbaute. Hatte die Erfindung der Dampfmaschine viele kleine Einzelanlagen, also eine Dezentralisation der Energieerzeugung, zur Folge, so setzte nach der Erfindung der Dynamomaschine und des Elektromotors das Streben nach einer Zentralisierung ein. Dieses Streben hatte seinen bedeutendsten Fortschritt zu verzeichnen, als es im Jahre 1891 gelang, einen Teil der Niedarwasserkraft bei Lauffen zur 175 Kilometer entfernten elektrischen Ausstellung in Frankfurt am Main zu übertragen, ohne daß dabei erhebliche Verluste entstanden. Damit hatte die Entwicklung von der ehemaligen, mit Gleichstrom betriebenen Ortszentrale zum heutigen Drehstrom-Großkraftwerk ihren Anfang genommen.

Noch lange nach diesem ersten Erfolg der Drehstrom-Übertragung ist der Streit, ob dem Gleichstrom oder dem Drehstrom die Zukunft gehören würde, unentschieden geblieben, denn es sind bis Ende des vorigen und selbst noch zu Beginn unseres Jahrhunderts immer vorwiegend Ortszentralen mit Gleichstrom errichtet worden, zumal es gelang, die Spannung auf 440 Volt zu erhöhen und dadurch einen für damalige Verhältnisse genügend großen Aktionsradius zu schaffen. Auch für Bahnbetriebe kam zunächst nur der Gleichstrom in Frage, da der Hauptstrommotor gegenüber allen anderen Motorarten für solche Betriebe gewisse Vorzüge besitzt, die auch heute noch nicht übertroffen worden sind. Da es sich vorläufig nur

um die Elektrifizierung von Straßen- und Vorortbahnen handelte, so genügten die in Dynamomaschinen und Motoren erreichbaren Spannungen von ursprünglich etwa 600 Volt, die nach der Erfindung der Wendepolmaschinen auf 1200 und selbst 2000 Volt ohne Verschlechterung der Betriebssicherheit hinaufgesetzt werden konnten.

Das alte Gleichstromkraftwerk, das wir heute noch an vielen Stellen antreffen, unterscheidet sich von dem modernen Großkraftwerk in erster Linie dadurch, daß man es gewöhnlich möglichst zentral in den zu versorgenden Bezirk zu legen pflegte, wenn nicht durch die bestimmte Lage einer Wasserkraft eine Ausnahme bedingt wurde. Man sparte dadurch wesentlich an Anlagkapital, da das Leitungsnetz so am billigsten ausfiel. Der Transport des Brennstoffs vom Bahnhof zum Kraftwerk spielte keine so große Rolle, weil der Bedarf an elektrischer Energie damals nicht groß war. Jedenfalls waren die Transportkosten unbedeutend gegenüber den etwaigen Mehrkosten für Abschreibung und Verzinsung, die bei nicht zentraler Lage des Kraftwerkes infolge der teureren Leitungsanlagen entstanden wären.

Das damalige Brennstoff-Kraftwerk bestand in der Regel aus drei Hauptteilen, aus dem Kessel-, oder falls Gasmotoren betrieben wurden, dem Generatorhaus, ferner aus dem Maschinenaal mit Antriebsmaschinen, Dynamos und Schaltanlage, sowie aus dem Akkumulatorenraum, der sich aus wirtschaftlichen Gründen unmittelbar an die Schaltanlage anschloß. Dadurch wurde die Anlage kurzer und billiger Verbindungsleitungen zwischen den Akkumulatorenzellen und Kontakten des Zellschalters ermöglicht. Die Kraftwerke für normale Kraft- und Beleuchtungszwecke unterschieden sich in ihrer Anordnung nicht von den Bahnkraftwerken. Vielsach wurde der Betrieb durch Zusammenlegung beider Arten von Kraftwerken vereinfacht, in der Regel derart, daß man eine gemeinschaftliche Antriebsmaschine mit je einer Licht- und Bahndynamo versah. Man sparte so nicht nur an Anlagekosten, sondern auch an Bedienung und Unterhaltung. Vor allem erreichte man einen besseren Ausnutzungsfaktor der Maschinenanlage, und das ist für ein Kraftwerk, wie wir noch sehen werden, eine äußerst wichtige Sache.

Ich betone nochmals ausdrücklich, daß der Preis für die erzeugte Kilowattstunde damals in der Hauptsache von der Höhe des Anlagkapitals abhing. Die reinen Betriebskosten spielten eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle. Das kam daher, daß die Anwendung der Elektrizität in Gewerbe und Haushalt noch äußerst geringfügig war und die hohen Kosten für Abschreibung, Verzinsung und Verwertung sich daher auf nur wenige Kilowattstunden verteilten.

Diese Zustände haben sich inzwischen ganz gewaltig geändert. Während die Elektrizität früher außer für Bahnzwecke fast ausschließlich zur Erzeugung von Licht und zum Betrieb einiger gewerblicher Motoren verwandt wurde, hat sie sich heute fast sämtliche Gebiete unseres Wirtschaftslebens erobert, und allmählich geht man auch daran, die Staatsbahnen elektrisch zu betreiben, nachdem sich mehrere Probebetriebe bewährt haben.

Infolge dieser Entwicklung ist der Ausnutzungsfaktor der Kraftwerke gegenüber früher ganz bedeutend gewachsen, und die reinen Be-

triebskosten spielen jetzt die Hauptrolle. Alle Mittel der modernen Technik werden aufgeboten, um den Preis für die Kilowattstunde so weit wie irgend möglich herabzubringen. Das hat die Entwicklung der Großkraftwerke, die noch längst nicht ihr Ende erreicht hat, sehr begünstigt. Statt des Gleichstroms wird in modernen Anlagen Drehstrom erzeugt, der mit Spannungen bis zu 110 000 Volt und mehr betriebssicher auf weite Entfernungen übertragen werden kann, ohne daß größere Verluste entstehen als bei den ehemaligen Gleichstromwerten. Die großen Wasserkräfte werden nach und nach nutzbar gemacht und wetteifern mit den gewaltigen Wärmekraftwerken, die nicht mehr im Mittelpunkt des Versorgungsgebietes, sondern an der wirtschaftlich günstigsten Stelle errichtet werden.

Das Endziel der Energie-Erzeugung und -Verteilung geht dahin, Wärmekraftwerke möglichst unmittelbar an den Brennstoffquellen der Erde zu errichten, statt des Brennstoffs also nur noch elektrische Energie zu befördern. Auf diese Weise wird es möglich, auch minderwertiges Material zu verfeuern, das bisher unbenutzt auf die Halde geschüttet wurde, weil sich ein Versand nicht lohnte. Auch die Abgase der Hochofen und Kokereien, die ehemals nutzlos in die Lüfte entwichen, macht man heute bereits zum großen Teil nutzbar, und künftig werden sie bis zum letzten Rest in elektrische Energie umgewandelt werden.

Hand in Hand mit der Entwicklung der Wärmekraftanlagen geht der Ausbau der Wasserkräfte. Mächtige Sperrmauern werden errichtet, die die früher so verheerenden Wolkenbrüche und Hochgewässer bändigen und in gewaltigen Stauweihern festhalten. So dienen sie zweierlei Zwecken, einmal der Elektrizitäts-Erzeugung und dann dem Schutze weiter Gebenden. Anderwärts beseitigen sie den empfindlichen Wassermangel in trockenen Zeiten, oder sie dienen der Binnen-schiffahrt, indem sie den Wasserstand in den Schiffahrtskanälen regeln, wie das im Wesergebiet der Fall ist.

Statt die Wasserkraftanlagen wie seither mit Wärmekraftreserven zu versehen, die oft monatelang unbenutzt dastehen müssen, ist man gegenwärtig bestrebt, Verbindungen zwischen den Wasser- und Wärmekraftanlagen zu schaffen, so daß sie sich jederzeit gegenseitig ergänzen können. Ist diese Absicht erst einmal in größerem Maßstab durchgeführt, dann wird es möglich sein, jede ausgebaute Wasserkraft bis zum letzten Tropfen auszunutzen, und dann wird sich auch der Ausbau gar mancher Wasserkraft lohnen, die heute noch nicht wirtschaftlich ausgenutzt werden kann.

Die Großkraftwerke unterscheiden sich nicht nur durch ihre Stromart von den früher beschriebenen Anlagen. War in diesen der Handbetrieb an der Tagesordnung, so arbeitet in jenen fast ausschließlich der Automat. Schon der Transport der Kohlen erfolgt automatisch durch elektrisch angetriebene Förderanlagen in die über den Kesseln angeordneten Bunker oder Förderinnen. Von hier gleiten die Kohlen in eisernen Fallschächten auf die automatischen Feuerungen. Auch die herabfallenden Aschen- und Schlackenteile werden vielsach mit automatischen Förderrichtungen weggeschafft und noch nutzbringend an Bauunternehmer verkauft.

Ganz automatisch vollzieht sich auch der Betrieb im Maschinenhaus, denn die Dampfturbinen sind mit selbsttätiger Schmierung und die Drehstromgeneratoren mit automatischer Regulierung versehen. Die Schaltanlage ist aus dem Maschinenhaus entfernt worden. Sie befindet sich in einem meist mehrstöckigen Schalthause, in dem alle Hochspannungsapparate und Schutzvorrichtungen für die Generatoren, Sammelschienen, Transformatoren und abgehenden Leitungen untergebracht sind. Die Schaltapparate arbeiten bei Störungen ganz automatisch, während ihre normale Betätigung durch einige kleine Druckknöpfe oder Schalthebel erfolgt, die mit den zur Beobachtung notwendigen Instrumenten auf einer besonderen Betätigungstafel angebracht sind. Letztere wird entweder im Maschinenhaus oder in einem besonderen Raume aufgestellt. In diesem Falle erfolgt die Verständigung zwischen Maschinenhaus und Betätigungsraum in der Regel durch optisch-akustische Signale.

In den Drehstromgeneratoren werden nur mittlere Spannungen bis zu etwa 10 000 Volt erzeugt. Man pflegt sogar in der Regel nicht gern über etwa 5000 bis 6000 Volt hinauszugehen. Zur Umformung auf die Hochspannungen bis zu etwa 110 000 Volt, mit denen der Strom fortgeleitet wird, dienen besondere Transformatoren, die unmittelbar im Schalthaus oder in einem besonderen Anbau untergebracht zu werden pflegen.

Es liegt auf der Hand, daß die Anlagekosten derartiger Großkraftwerke für jedes ausgebauten Kilowatt viel billiger werden als bei Errichtung vieler Einzelwerke mit kleineren Leistungen. Das ist gleichbedeutend mit einer Verbilligung der unveränderlichen Jahresausgaben für Abschreibung und Verzinsung. Ferner ist es selbstverständlich, daß die Bedienung einer solchen Anlage äußerst einfach ist, da in der Hauptsache nur darauf geachtet werden muß, daß alle automatischen Vorrichtungen ständig in Ordnung sind, und daß das Betriebsmaterial, wie Brennstoff und Speisewasser, richtig zugeführt wird. Sind beispielsweise für eine einzige Dampfmaschine von 5000 PS etwa vier Bedienungsleute nötig, so kann ein einziger Mann ohne Schwierigkeit mehrere Dampfturbinen größerer Leistung gleichzeitig bedienen. Schließlich sind die unmittelbaren Betriebskosten für Brennstoff, Schmier- und Putzmaterial ebenfalls geringer als früher, wenn auch eine erhebliche Verbesserung des Wärmewirkungsgrades bei Steigerung der Maschinengrößen nicht mehr zu erreichen ist.

Aus dem Vorstehenden folgt, daß schon bei normalem Ausnutzungsfaktor des Kraftwerks der Preis für jede erzeugte Kilowattstunde gegen früher ganz erheblich verbilligt wird, und daß jede weitere Steigerung dieses Ausnutzungsfaktors die Gestehungskosten der Energie noch weiter herabzusetzen imstande ist. Eine solche Steigerung kann durch den Anschluß elektrischer Bahnen in ganz bedeutendem Maße erreicht werden.

Veider stellen sich der gemeinschaftlichen Stromerzeugung für normale Licht- und Kraftzwecke einerseits und für Bahnzwecke andererseits Schwierigkeiten entgegen, die neben den so oft erwähnten strategischen Bedenken in erster Linie daran schuldig sind, daß die Einführung des elektrischen Vollbahnbetriebs viel langsamer vorstatten geht, als man ursprünglich gedacht hat.

Die Versuche der zur Jahrhundertwende mit staatlicher Unterstützung gegründeten Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen sind in technischer Hinsicht wohl befriedigend ausgefallen. Wurden doch auf der vom Staat zur Verfügung gestellten Strecke Zossen-Mariensfelde Geschwindigkeiten von mehr als 200 km in der Stunde erreicht, und der erforderliche Drehstrom konnte ohne Bedenken dem Elektrizitätswerk Oberhamborn bei der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft unmittelbar entnommen werden. Während man indessen bei Gleichstrombahnen nur eine Oberleitung benötigt und als Rückleitung die Schienen benutzen kann, sind bei Drehstrom zum mindesten zwei Oberleitungen erforderlich, und die Studiengesellschaft hat damals sogar sämtliche drei Leitungen oberirdisch verlegt, auf die Schienenrückleitung also ganz verzichtet.

Es ist ohne weiteres verständlich, daß solche Oberleitungsanlagen sehr teuer werden und die Wirtschaftlichkeit elektrischer Bahnen gegenüber dem bisherigen Betrieb mit Dampflokomotiven nicht verbessern, sondern in den meisten Fällen sogar verschlechtern müssen. Der Bau von Drehstrombahnen ist denn auch sofort verlassen worden, nachdem es gelungen ist, brauchbare Einphasen-Bahnmotoren zu bauen, die ebenso wie Gleichstrommotoren nur eine Oberleitung bedingen und noch dazu den Vorzug haben, daß wie bei Drehstrom sehr hohe Spannungen verwandt werden können.

Andererseits ist bei Verwendung von Einphasenstrom der Nachteil vorhanden, daß ebenso wie bei Gleichstrom der Vorteil der gemeinschaftlichen Energie-Erzeugung in Fortfall kommt. Die Energie muß daher mit erheblichen Verlusten umgeformt werden, wenn man auf eigene Bahnkraftwerke oder Doppelmaschinen verzichten will. Wir finden denn auch gegenwärtig die Kraftwerke vielfach mit Umformeranlagen für Bahnzwecke ausgerüstet, oder aber es werden besondere Umformstationen errichtet, falls das Kraftwerk nicht unmittelbar im Bereich des zu speisenden Bahnnetzes liegt.

Mit Hilfe von modernen Umformeranlagen ist es ohne weiteres möglich, sowohl unsere heutigen Gleichstrom- als auch Wechselstrombahnen aus den Drehstrom-Großkraftwerken zu speisen. Die zur Verwendung kommenden Umformer sind entweder sog. Motorgeneratoren oder aber Einankerumformer, letztere allerdings nur für die Umwandlung von Drehstrom in Gleichstrom.

Die Motorgeneratoren bestehen aus zwei miteinander gekuppelten Maschinen, von denen die eine den im Kraftwerk erzeugten Strom aufnimmt, also als Antriebsmotor arbeitet, während die andere einen Stromerzeuger darstellt. Sowohl im Motor als auch im Stromerzeuger entstehen Verluste, um deren Produkt sich die Energiekosten jenseits erhöhen. Beträgt beispielsweise der Wirkungsgrad jeder Einzelmaschine 90% und der Preis für die Drehstrom-Kilowattstunde 0,05 Mark, so wachsen die Kosten für die Bahn-Kilowattstunde auf $\frac{0,05}{0,90 \cdot 0,90} = \text{rund } 0,062 \text{ M.}$, also um 19%. Falls zwischen Hochspannungsleitung und Antriebsmotor noch ein Transformator eingeschaltet wird, erhöhen sich die Verluste noch.

Bei den für Gleichstrombahnen in Frage kommenden Einanker-Umformern ist der Verlust in der Regel geringer als bei Motorgeneratoren. Diese Einanker-Umformer haben einen Rotor, der sowohl Schleifringe als auch einen Kollektor besitzt und sich in einem normalen Magnetgehäuse dreht. Will man an der Gleichstromseite Strom von beispielsweise 600 Volt entnehmen, so muß man auf der Drehstromseite Strom von $\frac{600}{\sqrt{3}}$ einführen, also stets einen Transformator zwischen Hochspannungsnetz und Umformer einschalten. Trotzdem arbeiten diese Einanker-Umformer so wirtschaftlich, daß bei Größten von etwa 500 kW

schon Gesamtwirkungsgrade von 93% praktisch erreicht worden sind.

Aus den vorstehenden Betrachtungen folgt zwar einerseits, daß der Einführung des elektrischen Bahnbetriebs allerhand Schwierigkeiten entgegenstehen, die wohl in erster Linie wirtschaftlicher Natur sind, aber dennoch hemmend einwirken. Andererseits steht es zweifellos fest, daß die weitere Entwicklung der Großkraftwerke durch die Elektrifizierung der Staatsbahnen sehr günstig beeinflusst werden kann. Es wäre daher erfreulich, wenn die Elektrizität in absehbarer Zeit nach Überwindung der heute noch bestehenden Schwierigkeiten auch dieses Gebiet siegreich behaupten würde.

Was kann die Farbenphotographie?

Von Geheimrat Prof. Dr. A. Miethe.

Die Errungenschaften der Technik lassen sich von einem gewissen Standpunkt aus in zwei Klassen einteilen. Einige erscheinen plötzlich, wie Minerva aus dem Haupte des Zeus, unerwartet und kaum herbeigewünscht, andere beschäftigen die Menschheit jahrzehntelang, und die endliche Lösung der Aufgabe läßt immer noch auf sich warten. Einige Beispiele mögen diesen Unterschied näher charakterisieren. Das Telephon, der Phonograph, die drahtlose Telegraphie haben die Menschheit überrascht; niemand hatte vor ihrer Erfindung an die Möglichkeit derartiger Einrichtungen gedacht; Träumer hatten wohl einmal über diese Dinge philosophiert, aber sie schienen so weit aus dem Bereich der technischen Möglichkeiten gelegen, daß an die Verwirklichung niemand ernstlich denken konnte. Auf der anderen Seite gibt es Probleme, wie beispielsweise den künstlichen Flug und die Farbenphotographie, an denen teilweise seit dem Altertum, teilweise wenigstens seit Jahrzehnten unablässig gearbeitet worden ist, bis man eine wenn auch noch unbefriedigende Lösung fand. Diese letzteren technischen Fortschritte sind dadurch charakterisiert, daß die Natur uns ihre Lösung fortwährend vorführt, ohne daß wir sie künstlich erzwingen können. Der Vogelflug beweist, daß es Möglichkeiten einfacher Art geben muß, um erhebliche Gewichte durch Muskelkräfte frei in der Luft schwebend und sich fortbewegend zu erhalten. Und das Bild, das irgendeine Sammellinse von einem Gegenstand auf der Mattscheibe oder einer weißen Fläche entwirft, ist naturfarbig bis in die kleinsten Einzelheiten hinein. Trotzdem ist weder der Kunstflug noch die farbige Photographie von Menschen in der Weise schließlich zur Wirklichkeit gemacht worden, wie es die Natur vorzuzeichnen schien. Bis heute wenigstens kann sich der Mensch mit eigener Muskelkraft nicht in das Reich der Erdatmosphäre erheben, und ebensowenig vermögen wir das farbige Bild, das die photographische Linse uns liefert, durch einfache Mittel in seiner Pracht festzuhalten.

Aber den augenblicklichen Stand unseres technischen Könnens auf dem Gebiet der Farbenphotographie ist das große Publikum im allgemeinen nicht richtig unterrichtet. Wenn wir den Ausspruch hören, daß das Problem gelöst sei, so ist

das ebenso falsch, als wenn wir von einer noch ausstehenden Lösung sprechen. Wir haben heutzutage nicht nur eine, sondern zahlreiche Methoden der farbigen Photographie, aber keine wird auch nur im entferntesten denjenigen Wünschen gerecht, die wir von vornherein für die Lösung dieser Aufgabe haben. Von einer wirklichen Farbenphotographie kann erst dann die Rede sein, wenn wir Methoden besitzen, die der Schwarzweißphotographie in bezug auf ihre Einfachheit gleichwertig sind, wenn wir also zwar nicht mit denselben Mitteln, wohl aber mit etwa demselben technischen Zeitaufwand den farbigen Gegenstand mit allen feinen Farben auf Papier ebenso abbilden können, wie das jetzt in der einfarbigen Abstufung seiner Tonwerte und seiner Zeichnung möglich ist. Von dieser endlichen Lösung des Problems aber sind wir heute noch genau so weit entfernt wie vor 10 Jahren. Alle Mühen, aller Fleiß, alle geniale Geschicklichkeit sind an diesem Problem bis jetzt zerschellt, und wenn auch immer wieder, jetzt allerdings schon seltener, durch die Tagespresse von Zeit zu Zeit die Kunde zu uns dringt, daß irgend jemand — meist ist es ein ganz unbekannter Name — das Problem nunmehr endgültig gelöst habe, so haben sich derartige Nachrichten doch bis jetzt in allen Fällen als irrig herausgestellt. Der letzte Fall dieser Art war der eines russischen Forschers, der erstaunliche Resultate erreicht haben sollte. Es sollte ihm gelungen sein, farbige Papierbilder in beliebigen Mengen in überaus einfacher Weise herzustellen. Die Arbeit sollte mit idealer Vollkommenheit und idealer Leichtigkeit ausführbar sein, und die Ergebnisse sollten jede Erwartung übertreffen. Auch von dieser Erfindung, die namhafte Fachleute mehr oder minder vollkommen nachgeprüft haben sollten, ist es wieder still geworden. Auch sie scheint also in das Gebiet des frommen Irrtums, vielleicht der Selbsttäuschung, zu gehören.

Wir haben zahlreiche Methoden der farbigen Photographie, die teilweise sogar zeitlich recht weit zurückgehen, und zwar bis an den Anfang des vorigen Jahrhunderts. Zu jener Zeit wurde der Kern derjenigen Methoden entdeckt, die wir heute als Ausbleichverfahren bezeichnen und die zeitweise wenigstens recht große Hoffnungen er-

wecken, Hoffnungen, die darin gipfelten, daß es nunmehr endlich mit diesen Verfahren möglich sein müsse, entweder direkt oder mit Hilfe eines auf anderem Wege leicht erzeugbaren farbigen Nilschees beliebig viele farbige Bilder auf Papier zu erzeugen. Diese Hoffnungen schwinden aber von Tag zu Tag mehr. Dem Erfinder-Enthusiasmus ist die ruhige Überlegung gefolgt, die die unausweichbaren Schwierigkeiten des Verfahrens nur zu deutlich erkennen läßt, Schwierigkeiten, deren wir mit unseren jetzigen Mitteln Herr zu werden kaum hoffen können. Was wir nämlich für diesen Zweck haben müßten, sind überaus lichtempfindliche, leicht ausbleichende Farbstoffe, deren Lichtempfindlichkeit gleich sein, und denen ferner die Eigenschaft anhaften müßte, daß wir ihre hohe Lichtempfindlichkeit in jedem Augenblick beseitigen und durch Lichtechtheit ersetzen könnten.

Die Grundlage aller derjenigen Verfahren, die sich bis jetzt dem technischen Ausbau als zugänglich erwiesen haben, ist von den größten Physiologen des vorigen Jahrhunderts gegeben worden. Namen wie Maxwell und Helmholtz sind mit dieser Arbeit verbunden. Maxwell stellte die ersten praktischen Versuche auf der Basis der sog. Dreifarbenlehre an, Helmholtz begründete und vertiefte sie physiologisch und physikalisch. Der Gedanke, der der Dreifarbenlehre zugrunde liegt, ist leicht verständlich. Sie führt die Mannigfaltigkeit der subjektiv unterscheidbaren Farben auf ein einfaches Schema zurück, das Schema der Dreifarbenlehre. Die Vorstellung, die wir heute vom Farbvorgang haben, gipfelt wesentlich in der Erkenntnis, daß jede Farbwahrnehmung ein kompliziertes Ergebnis verhältnismäßig einfacher Sinneswahrnehmungen darstellt, daß die vielen tausend Farbtöne, die wir kennen, sich aus 3 physiologischen Komponenten im Zentralorgan zusammensetzen, und daß ein Farbenton durch den prozentualen Gehalt der drei sog. physiologischen Grundfarben bestimmt wird. Diese Anschauung führt das Vielfarbenproblem der Naturfarbenphotographie auf das Dreifarbenproblem zurück und rückt daher die Möglichkeit der Ausführung außerordentlich nahe. Aber die Schwierigkeiten, die sich hier der Technik entgegenstellen, sind so mannigfaltig, daß ihre endgültige Überwindung noch immer auf sich warten läßt, trotz der vielen Wege, die zum Ziel zu führen scheinen und die auch schließlich wirklich zum Ziele führen werden. Die Dreifarbenphotographie gipfelt in der Notwendigkeit, auf irgendeine Weise das farbige Bild in drei grundfarbige Komponenten zu zerlegen, daher im allgemeinen in der Notwendigkeit, drei verschiedene Aufnahmen des Objekts auszuführen, die gewissermaßen die analytischen Bausteine der späteren Farbensynthese darstellen.

Sehr einfach und bis in die feinsten Einzelheiten ausgebaut ist das sog. Projektionsverfahren der Farbenphotographie, dessen Theorie vollkommen durchsichtig ist. Das Verfahren beruht darauf, daß die drei grundfarbigen Einzelbilder des Objekts optisch übereinander gelagert werden und daß auf diesem leicht verständlichen Wege aus den grundfarbigen Originalen das mischfarbige Gesamtbild dargestellt wird. So wunderbar schön und vollendet die Resultate dieser Methode sind, so schwerfällig ist sie in der Durchführung. Schwerfällig nicht in dem Sinne, daß sich innere Schwie-

rigkeiten darbieten, sondern darin, daß die Ausführung des Verfahrens äußerst komplizierte, kostspielige und nicht ganz einfach zu bedienende Apparate verlangt, die dem Laien diesen Weg mehr oder minder vollkommen verschließen. Und so bequem es ist, farbige Projektions- und Anschauungsbilder auf diese Weise zu erhalten, so wenig kann dieses Verfahren zur wirklichen Erzeugung objektiv vorhandener farbiger Bilder dienen. Es kann nie Papierbilder, nie farbenphotographische Abzüge liefern. Allerdings kann man derartige Abzüge auf einem etwas abgeänderten Wege mit wesensgleichen Mitteln erreichen. Es sind dies die sog. Dreifarben-drucke, die ja allgemein bekannt sind und die sich unter der Druckpresse verhältnismäßig sicher und leicht zufriedenstellend ausführen lassen, die aber auf rein photographischer Basis überaus große technische Schwierigkeiten in sich bergen, die das Verfahren dem Laien von vornherein vollkommen verschließen, auch wenn wir unter dem Laien den gebildeten Wissenschaftler oder Künstler, der die Photographie für seine Zwecke verwenden will, verstehen.

Das Dreifarbenverfahren birgt aber eine Abwandlung in sich, die mit Erfolg zu beschreiten dem letzten Jahrzehnt beschieden war. Schon Ducos du Hauron hat sie erkannt und ausgeführt, ein Forscher, der wie nach ihm wohl niemand die gangbaren Wege zur Erreichung des endlichen Zieles vorausgesehen und eigentlich in seinen Arbeiten bereits alles das vorweggenommen hat, was seitdem mit glänzenden technischen Mitteln erreicht worden ist. Das Prinzip hat seine Triumphe in der endlichen Einführung der Lumière'schen Farbenplatte gefeiert, mit der die Farbenphotographie erst wirklich populär geworden ist. Allerdings verzichtet dieses Verfahren von vornherein auf das eigentliche Ziel der Farbenphotographie, die Erzeugung des farbigen Papierbildes. Immerhin liefert es uns aber ein objektiv vorhandenes farbiges Durchsichtsbild, dessen Vielfältigung in beschränktem Maße und unter Infaufnahme gewisser Verluste möglich ist. Auch dieses Verfahren beruht auf dem Gedanken der Dreifarbensynthese und schließt sich folgerichtig den bereits geschilderten Verfahren an. War es bei dem Maxwell'schen Grundprinzip notwendig, drei einzelne Teilbilder aufzunehmen, die die Anteile der Mischfarben an den Grundfarben registrierten, so geben die sog. Mosaikfarbenbilder, wie sie in den Lumière'schen Erzeugnissen vorliegen, die Möglichkeit, diese lästige Operation durch eine weit einfachere zu ersetzen. Zudem nämlich bei der Lumièreplatte die Aufnahmeplatten durch kleinste Elementarteilchen so unterteilt werden, daß die drei Teilbilder sich gewissermaßen räumlich mosaikartig ineinander schachteln, entsteht die Möglichkeit der Einzelaufnahme mit Hilfe solcher Platten. Eine Lumièreplatte besteht demgemäß aus einer regellosen Mischung kleinster, mit dem bloßen Auge nicht mehr wahrnehmbarer Elementarteilchen, denen durch passende Einrichtung die Eigenschaft verliehen ist, nur jedesmal ein physiologisch gefärbtes Elementarbild festzuhalten. Aus diesem Mosaik entsteht dann das bekannte farbige Durchsichtsbild der Autochromplatte Lumière's. Aber abgesehen davon, daß die eigentliche Aufgabe der Farbenphotographie, die Erzeugung von farbigen Papierbildern, auf diesem Wege niemals gelöst werden kann, bietet das Verfahren an sich noch schwerwiegende Un-

zuträglichkeiten, die es besonders vom ästhetischen Standpunkt aus in seiner Wertigkeit recht erheblich herabdrücken. Es ist nämlich mittels der Auto-

tion, bei denen neben lebhafter Farbengebung keine erheblichen Helligkeits-Unterschiede vorhanden sind. Es ist also beispielsweise fast unmöglich, mit einer



Das Woolworth-Building in Newyork, das höchste Haus der Welt.

Nach einer Zeichnung von G. Moorepart, entnommen dem „Edison-Monthly“.

chromplatte so gut wie unmöglich, die Lichtkontraste ebenso vollkommen wiederzugeben wie die Farbenwerte. Mit anderen Worten gesagt: Nur solche Objekte eignen sich zur Autochromreprodu-

ktion, bei denen neben lebhafter Farbengebung keine erheblichen Helligkeits-Unterschiede vorhanden sind. Es ist also beispielsweise fast unmöglich, mit einer Lumidreplatte in einer sonnenbeluchteten Landschaft den Wolkenhinter- und den dunkel gesättigt gefärbten Vordergrund gleichzeitig richtig, besonders farbenrichtig, wiederzugeben. Allerdings besteht die

begründete Hoffnung, diesem Fehler, der wesentlich in den augenblicklich notwendigen technischen Maßnahmen begründet ist, beizukommen. Die überaus große und im Grunde durchaus nicht erforderliche Feinkörnigkeit der Lumiderschicht ist nämlich die Hauptursache dieses Mangels, der in dem Moment mehr oder minder gut beseitigt werden kann, wenn es gelingt, eine ebenso vollkommene Mosaikschicht aus etwas größeren Bausteinen herzustellen, als sie die Lumidreplatte heute besitzt.

Fragt man schließlich, ob sich zur Zeit mit einigem Grund irgendwelche Hoffnungen in der Richtung aussprechen lassen, daß es gelingen wird, das letzte Ziel der Farbenphotographie, das farbige Papierbild, auf einfachem Wege zu erreichen, so muß diese Frage mit „Nein“ beantwortet werden. Wir kennen bis jetzt nicht einen einzigen wirklich gangbaren Weg zu diesem Ziel, und wenn es sich hier auch offenbar nicht um die Behebung innerer Schwierigkeiten oder theoretischer Bedenken handelt, so zeigt doch die praktische Erfahrung, daß die Lösung dieser technischen Aufgabe schwer möglich ist.

Der mit der Materie vertraute Leser wird in den vorstehenden Schilderungen vielleicht die sog. Lippmannsche Farbenphotographie vermischen, eine geniale, glänzende Methode, von der man seinerzeit die endgültige Lösung des Problems erhoffte. Diese Hoffnungen sind aber völlig geschwunden. Wir wissen heute, daß Lippmanns Methode der Farbenphotographie niemals über das Stadium eines überaus interessanten,

auch von der erkenntnistheoretischen Seite aus wichtigen, physikalischen Experiments hinaus kommen wird. Der Grund dafür liegt darin, daß die Lippmannsche Interferenzphotographie, deren eigentlicher Entdecker der deutsche Forscher Wilhelm Zenker gewesen ist, ihre Stärke allein in der Wiedergabe reiner Spektralfarben besitzt, daß die Methode also naturgemäß um so weniger gute Resultate geben muß, je gebrochener und dem Weiß sich annähernd der zu photographierende Farbenton ist. Reine Spektralfarben kommen in der Natur aber nirgends vor; nur der Physiker weiß sie auf kunstvollem Wege zu erzeugen. Das farbige Bild der Natur ist mischfarbig, und seine einzelnen Töne entfernen sich von der idealen Reinheit außerordentlich weit, weiter als man nach dem bloßen Anblick erwarten müßte. Die Farbigkeit des Naturbildes mit seinen leuchtenden Tönen ist im wesentlichen eine Wirkung des Kontrastes. Die Einwirkung einer Farbe auf die andere im physiologischen Sinne ist so überaus groß, daß sie nur in ihrer Gesamtheit jene Farbenpracht bewirken, die wir so häufig in der Natur bewundern. Die richtige Verbindung auch unreiner, stark gebrochener Farbentöne erzeugt in uns physiologisch unter Umständen Empfindungen lebhafter Farbigkeit, ein Vorgang, den die Kunst im weitesten Sinne benutzt, und dem auch die Farbenphotographie sich nicht entziehen darf und kann, ja, dem sie sogar in letzter Linie die Schönheit ihrer besten Ergebnisse verdankt.

Kleine Mitteilungen.

Entstaubungsanlagen für Bibliotheken. Die pneumatische Absaugung des Staubes wird auch in großen Bibliotheken mehr und mehr benutzt. Wohl eine der größten bisher ausgeführten Entstaubungsanlagen besitzt die vor wenigen Monaten eröffnete neue Königliche Bibliothek in Berlin. Die Einrichtung dieser Anlage hat Ing. A. Schacht kürzlich in „Dinglers Polytechn. Journal“ (Jahrg. 1914, S. 305) beschrieben. Danach ist das ganze Gebäude von einer Rohrleitung durchzogen, die in sämtlichen Stockwerken zahlreiche verschließbare Anschlüsse besitzt, an die die Saugschläuche angeschraubt werden. Die am andern Ende der Schläuche angebrachten Staubsauger sind leicht zu handhaben. Werden sie über die zu reinigenden Bücher geführt, so reißt die aus der Umgebung angesaugte Luft infolge ihrer großen Geschwindigkeit den Staub mit, der durch die Schläuche und die Rohrleitungen zu den Staubabscheidern im Keller des Gebäudes geführt wird. Zur Erzeugung des Vakuums dienen drei elektrisch betriebene Pumpen, die zusammen rund 650 cbm Luft in der Stunde anzusaugen vermögen. Zu ihrem Be-

trieb sind etwa 20 PS erforderlich. Die zur Abscheidung des Staubes sonst üblichen Filz- oder Tuchfilter, werden bei dieser Anlage nicht benutzt. Vielmehr der mitgerissene Staub hier durch Waschen der staubhaltigen Luft mit Wasser unschädlich gemacht. Das Wasser nimmt den ganzen Staub auf und fließt hierauf in die Kanalisation ab. Die zum Betrieb erforderliche Wassermenge, die nur gering ist, saugen die Pumpen, die infolge ihrer eigenartigen Konstruktion, kaum der Bedienung bedürfen und fast geräuschlos arbeiten, selbst an. Die Gesamtlänge der in der Anlage verwendeten Rohrleitungen beträgt etwa 2 km, und zwar sind 42 von oben nach unten führende Rohrleitungsstränge vorhanden, die zusammen mit den wagerecht verlegten Leitungen in den einzelnen Stockwerken 330 Schlauchanschlüsse haben. Die Entstaubungsanlage ist so groß bemessen, daß jedes Buch der Bibliothek einmal im Jahre einer gründlichen Entstaubung unterzogen werden kann. Bei der großen Zahl der vorhandenen Bücher bedeutet das eine recht ansehnliche Leistung. Sdr.