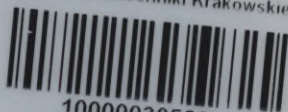


20.  
36



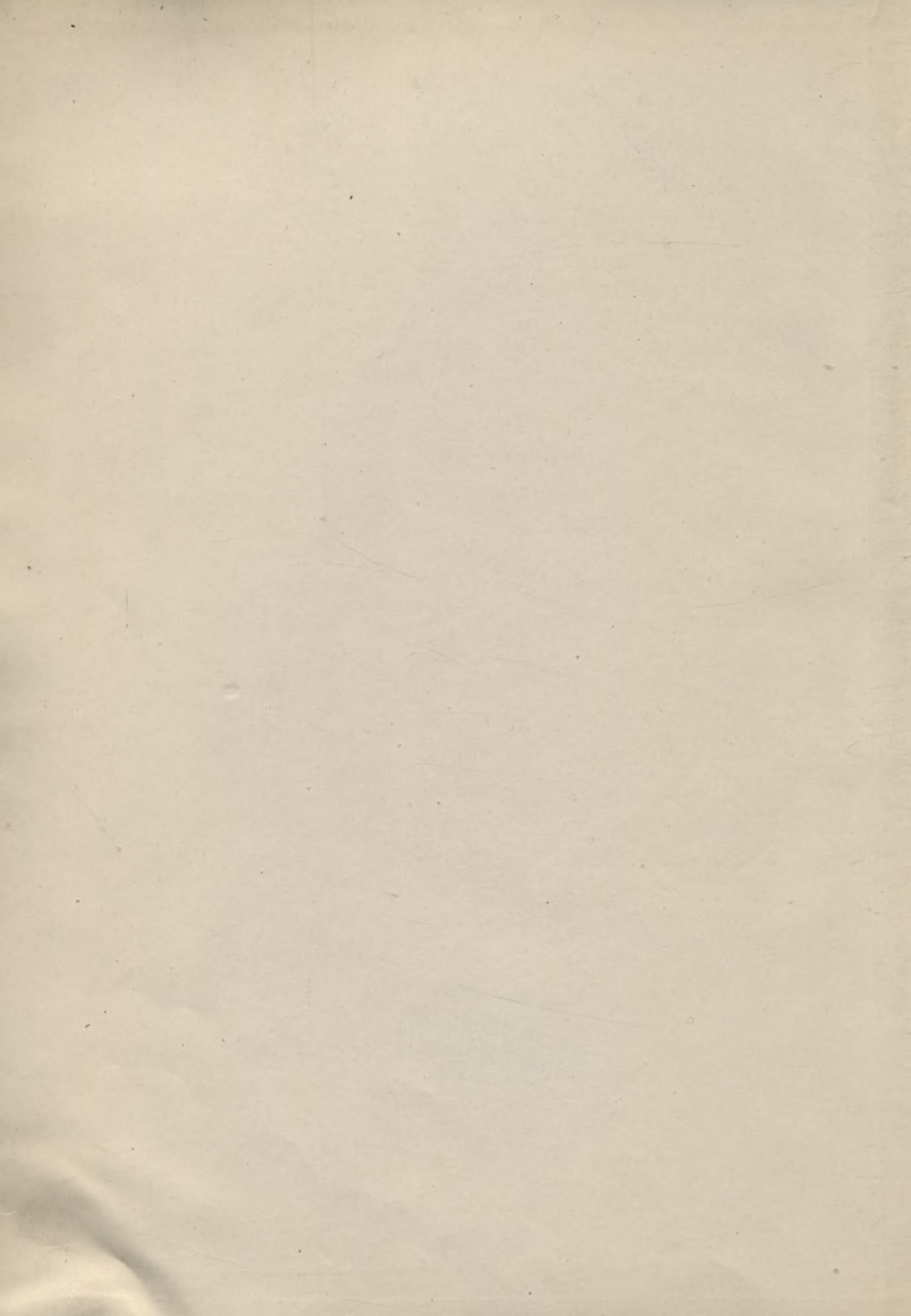
Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305890

x  
754





*J. H. Halske*

*z*

**SIEMENS & HALSKE**

*Heyn*

**BERLIN**

CHARLOTTENBURGER WERK

**ELEKTRISCHER ANTRIEB**

FÜR

**GESTEINSBOHRMASCHINEN**

*F. Nr. 20315*



Sonderabdruck eines Aufsatzes von Waldemar Meissner

aus der

Elektrotechnischen Zeitschrift (Centralblatt für Elektrotechnik)

Jahrgang 1895, Heft 34 u. 40.

*VIII D*





III 34074

Akc. Nr. 463.52



*Sonderabdruck aus der*  
**ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT**  
*(Centralblatt für Elektrotechnik)*  
 1895. Heft 34 u. 40.

## Der elektrische Antrieb für Gesteinsbohrmaschinen und das Gesteinsbohrsystem der Firma Siemens & Halske.

Von Waldemar Meissner, Charlottenburg.

Während der elektrische Antrieb von Bergwerksmaschinen, welcher seiner augenfälligen Vortheile wegen sich immer mehr ausbreitet, im Allgemeinen leicht durchführbar ist, bereiten in dieser Beziehung die Gesteinsbohrmaschinen eigenartige Schwierigkeiten. Bis vor Kurzem musste vielfach selbst da, wo bereits Pumpen, Fördermaschinen, Ventilatoren etc. elektrisch angetrieben wurden, für die Gesteinsbohrer der Druckluftbetrieb beibehalten oder gar neben dem elektrischen eingeführt werden. Mit Rücksicht auf die hervorragende Wichtigkeit der Gesteinsbohrmaschinen für den gesammten Bergbau hat man deshalb einen guten elektrischen Antrieb für jene Maschinen als den Schlüssel<sup>1)</sup> bezeichnet, welcher der Elektrizität überall die Bergwerke öffnen werde.

Die erwähnten Schwierigkeiten sind erheblich verschieden bei den zwei Hauptarten von Gesteinsbohrern, nämlich den drehenden und den stossenden Bohrern. Der Firma Siemens & Halske ist es indessen gelungen, für beide Aufgaben eine gemeinsame und in beiden Fällen gleich befriedigende Lösung zu finden, welche nunmehr den Anschluss der betr. Maschinen an jedes elektrische Vertheilungsnetz gestattet, sodass sich die Betriebskraft für sämtliche Bergwerksmaschinen fortan jeder elektrischen Anlage entnehmen lässt. Dies dürfte nicht bloss beschleunigend auf die Einführung des elektrischen Betriebes wirken, sondern zum Nutzen der Bergwerke und verwandter Betriebe auch vielfach die Errichtung von Kraftcentralen für ausge-

dehntere Bezirke herbeiführen, welche bei Verwendung von Druckluft nur in seltenen Fällen zweckmässig, meist sogar der zu überwindenden Entfernungen wegen unausführbar wären.

Naturgemäss hat der angedeutete Erfolg die Lösung gewisser Specialaufgaben zur Voraussetzung gehabt. Dieselben waren aber weder eigentlich bergmännische, noch rein elektrotechnische, vielmehr ihrem Wesen nach maschinentechnische, welche freilich ihre Lösung wesentlich der Ausbreitung der Elektrotechnik verdanken. Dementsprechend gebe ich hier — möglichst im Anschluss an die zeitliche Entwicklung — nur dasjenige, was zur allgemeinen Orientirung über den elektrischen Antrieb für Gesteinsbohrmaschinen und das Gesteinsbohrsystem der Firma Siemens & Halske dient.

### I.

Der Elektromotor ist offenbar seiner Bewegungsart nach für diejenigen Gesteinsbohrmaschinen am unmittelbarsten verwendbar, welche drehend arbeiten. Ein derartiges Bohren ist zwar in Gesteinen fast aller Härtegrade ausführbar, wenn man entweder unter mässigem Druck mit Diamanten oder unter sehr hohem Druck mit stählernen Werkzeugen arbeitet, welche letzteren dann hauptsächlich zermalmend wirken. Die Praxis verwendet aber in den weitaus meisten Fällen drehende Bohrer nur für diejenigen weicheren Gesteine, in welchen Stahlwerkzeuge noch vortheilhaft schneidend wirken können. In allen übrigen Fällen zieht man aus praktischen Rücksichten im Allgemeinen das

<sup>1)</sup> Vgl. Prospekt der Edison General Electric Co.: „Electric Percussion Drills“, 1891, S. 4.



stossende Bohren vor, sodass für Berg- und Tunnelbau, wie für Steingewinnungsanlagen die Stossbohrmaschine im Falle von Kraftbetrieb das eigentliche Arbeitsgeräth bildet.

Als die Elektrotechnik noch in den Kinderschuhen ging, hatte es den Anschein, als sei die Elektrizität ganz besonders geeignet für Erzeugung der dem Stossbohren zu Grunde liegenden hin- und hergehenden Bewegung. Benutzte man doch damals für Elektromotoren überhaupt die durch elektromagnetische Anziehung hervorgerufene geradlinige bzw. unter Zuhülfenahme von Stromunterbrechern erhaltene hin- und hergehende Bewegung und erzeugte aus dieser erst die etwa erforderliche Drehbewegung in derselben Weise, wie bei der Dampfmaschine. Um den zerstörenden Wirkungen der Unterbrechungsfunken zu entgehen, strebte man dahin, jene Bewegung mittels geschlossener Stromkreise, ohne Anwendung von Unterbrechern, zu erreichen. Werner von Siemens<sup>2)</sup> war es, dem dies zuerst gelang, indem er ein System von 3 Drahtspulen (Solenoiden), in deren gemeinschaftlicher Achse ein Eisenkern lag, in zwei getrennten, dauernd geschlossenen Stromkreisen gleichzeitig durch Wechselstrom und Gleichstrom erregte. Dieser „elektrische Hammer“<sup>3)</sup> sollte hauptsächlich zum Stossbohren Verwendung finden, ist auch für diesen Zweck thatsächlich ausgeführt und versuchsweise benutzt worden.

Nachdem dann während der Entwicklungsperiode der Starkstromtechnik jenes der modernen Umwandlung von elektrischer in mechanische Arbeit sich immer mehr entfernende Verfahren geruht hatte, wurde das Siemens'sche Princip später in Amerika von van Depoele wieder aufgenommen und mit einigem Erfolg in die Praxis eingeführt; van Depoele reducirte die ursprünglichen 4 Leitungen auf 3 und entnahm Gleichstrom und Wechselstrom bzw. pulsirenden Gleichstrom derselben Maschine. In unmittelbarer Konkurrenz damit gelangte ein im Princip verschiedenes Verfahren von Marvin gleichfalls in Amerika zur praktischen Durchbildung; Marvin verwandte

nicht dauernd geschlossene Stromkreise, verlegte aber den Unterbrechungsfunken von der Arbeitsmaschine nach dem Stromerzeuger. Beide Systeme verlangen eine besonders konstruirte Stromerzeugermaschine und ein besonderes dreileitriges Vertheilungsnetz für die Gesteinsbohrer. Dieser praktisch schwer wiegende Uebelstand mag wohl dazu beigetragen haben, dass neuerdings auch das erwähnte ursprüngliche (Gleichstrom-)Verfahren, bei dem die Unterbrechungen — ähnlich wie bei Dampf und Luft — in der Maschine selbst erfolgen, in zahlreichen Varianten wieder auftaucht, welche man in amerikanischen und englischen Patentschriften beschrieben findet. Praktisch stösst die Selbststeuerung bei derartigem elektrischen Betrieb auf erhebliche Schwierigkeiten auch abgesehen von der Funkenbildung; Betriebsresultate liegen meines Wissens nur bezüglich der Maschinen von van Depoele und Marvin vor.<sup>4)</sup>

Alle erwähnten, ausgeführten oder nicht ausgeführten, derartigen Maschinen aber, welche man insgesamt wohl als „Solenoidmaschinen“ bezeichnen darf, leiden — wenn man schon von der praktisch unzureichenden Rückzugskraft bei Klemmungen absehen will — an dem überall gleichen in der Konstruktion begründeten Uebelstand, dass sie einen ausserordentlich geringen Wirkungsgrad haben.

Dieser Uebelstand macht sich zunächst in einem, wenn auch vielleicht von den Druckluftbohrern noch übertroffenen, so doch immerhin übermässig hohen Energiebedarf bemerkbar, dessen wirthschaftlicher Einfluss vielfach unterschätzt wird. Selbst bei reichen Wasserfällen oder in Kohlendistrikten, in denen das Brennmaterial nur geringen Werth hat, ist die Grösse der Kraftmaschine wie des Stromerzeugers, noch mehr aber bei nur einigermaßen beträchtlichen Entfernungen der Querschnitt der Leitungen von Bedeutung für die Höhe des Anlagekapitals. In anderen Fällen, z. B. wenn Kohle schwer zu beschaffen oder theuer ist, fällt auch der Kraftbedarf als solcher merkbar ins Gewicht, und besonders tritt das Bedürfniss nach Gesteinsbohrern von möglichst hohem Wirkungsgrad da auf, wo kleinere, unterirdische oder schon einmal abgefangene Wasserkräfte noch für den Betrieb einer grösseren Anzahl solcher Maschinen nutzbar gemacht werden könnten,

<sup>2)</sup> Nicht van Depoele, wie J. D. Otten in einem auf dem Frankfurter Elektrikerkongress im September 1891 gehaltenen Vortrage behauptete, trotzdem in Frankfurt selbst ein Exemplar des Siemens'schen Hammers als historisches Objekt ausgestellt war. Vgl. ETZ, 1891, S. 635 Sp. 3. Ein Blick in die unter <sup>3)</sup> angeführte Patentschrift widerlegt jene Behauptung aufs Vollkommenste. Vgl. auch Werner von Siemens wissensch. und techn. Arbeiten, Bd. II, 1891, S. 388 ff.

<sup>3)</sup> D. R.-P. 9469 vom 22. Oktober 1879; vgl. auch ETZ, 1880, S. 380.

<sup>4)</sup> Vgl. ausser dem bereits erwähnten Vortrage von Otten noch La Lumière Electrique No. 41 vom 8. Okt. 1892 und Zeitschr. f. Elektrot. u. Elektrochemie 1894 S. 128 ff. 153 ff. 189 ff.



während sie für Maschinen von hohem Kraftbedarf nicht ausreichen.

Der zweite, sehr fühlbare Nachtheil des geringen Wirkungsgrades der Solenoidmaschinen besteht darin, dass die verloren gehende Energie zugleich schädigend bzw. zerstörend wirkt, indem sie die Maschine erhitzt.

Die Praxis hilft sich meist dadurch, dass von zwei Maschinen abwechselnd die eine in Betrieb kommt, während man die andere abkühlen lässt. Theilweise sucht man auch während der Arbeit die Abkühlung durch nasse Tücher und dergleichen zu erreichen. Bei der Marvin'schen Maschine<sup>5)</sup> werden die Spulen aus Kupfer von quadratischem bzw. rechteckigem Querschnitt ganz in Glimmer gewickelt, ohne dass sich auch diese „Unverbrennlichkeit“ als völlig ausreichend erwiesen hätte, da vielmehr oft bei längerem Betriebe die Windungen der Spulen immer mehr gegeneinander kurzgeschlossen werden. An einigen Exemplaren amerikanischen Ursprunges sah ich das Kupfer an einzelnen Stellen zu Kügelchen zusammengeschmolzen, was wohl eine deutliche Vorstellung von der Erhitzung und Energievergeudung gewährt.

Wenn man den Solenoidmaschinen nachrühmt, dass sie — im Gegensatz zu Druckluftbohrern — in Betrieben über Tage bei strengster Kälte arbeitsfähig geblieben seien, so war in diesem besonderen Fall freilich die entwickelte Wärme von Nutzen, ohne dass dies die Vergeudung im Allgemeinen rechtfertigen könnte. Eine Maschine aber, welche ihre Betriebskraft nur zu einem kleinen Bruchtheil für den eigentlichen Maschinenzweck ausnutzt und dennoch praktische Verwendung fand, beweist nur, dass, wenn auch hier die befriedigende Lösung einer wichtigen Aufgabe noch nicht geglückt war, doch das unvollkommene neue Verfahren schon Vortheile gegenüber älteren, noch weniger vollkommenen gewährte. In der That liegt dieser Vortheil gegenüber den Druckluftbohrern in der erheblich leichteren Leitungsführung auch schon bei den Solenoidmaschinen.

Je vollkommener sich nun aber die Dynamomaschine inzwischen in ihrer Verwendung als Motor entwickelt hatte, um so näher lag der Gedanke, das Solenoidprincip fallen zu lassen und den modernen rundläufigen Elektromotor auch zur Verrichtung der Stossarbeit zu benutzen. Freilich lehrt ein Blick in irgend ein bezügliches Specialwerk,

dass keine der bis dahin benutzten Stossbohrmaschinen unmittelbar für den elektrischen Antrieb geeignet war, dass demnach erst eine solche Maschine neu geschaffen werden musste. Es lag hier eben einer der sich neuerdings mehrenden Fälle vor, in welchen die Elektrotechnik ihren innigen Zusammenhang mit der Gesamttechnik erweist, indem sie sich nicht zu entwickeln vermag, ohne schaffend in ein anderes Specialgebiet einzugreifen.

## II.

Die Konstruktion einer mechanischen Stossbohrmaschine mit rotirender Antriebswelle beschäftigte schon seit einiger Zeit die Technik lebhaft, war jedoch noch nicht in praktisch befriedigender Form geglückt. Nach jahrelang fortgesetzten Bemühungen ist es der Firma Siemens & Halske nunmehr gelungen, eine Maschine zu konstruiren, welche sowohl in maschinentechnischer wie in bergmännischer Hinsicht allen Anforderungen der Praxis genügen dürfte und dabei für die gleiche Leistung nur einen — zwar nicht ganz genau angebaren, jedenfalls aber 30, vielleicht sogar 25% nicht übersteigenden — Bruchtheil derjenigen Energie beansprucht, welche bei allen bisherigen Stossbohrern aufgewendet werden musste. Dieser beim heutigen Stand der Technik wohl nicht mehr häufige Erfolg ist ein so überraschender, dass es mehrfach der Vorführung im Betriebe bedurfte, um Fachleute davon zu überzeugen, dass die Maschine bei einem Kraftbedarf von einer effektiven Pferdestärke z. B. in hartem Granit ein 35 mm weites Loch pro Minute 80 bis 90 mm tief zu bohren vermag.

Die Idee zu dem Hauptmechanismus dieser Stossbohrmaschine stammt von Carl Hoffmann, Ingenieur im Charlottenburger Werk von Siemens & Halske. In der ursprünglichen Form<sup>6)</sup> besteht der Mechanismus aus einem Kurbelgetriebe, dessen Kurbel mit dem hin- und herzubewegenden Körper nach beiden Richtungen hin durch je eine Feder dauernd verbunden ist, sodass sie diesen Körper vorwärts und rückwärts nach sich zieht bzw. vor sich her schiebt, je nachdem Zug- oder Druckfedern zur Verwendung kommen. Die elastische Verbindung wirkt dahin, dass der Hub des bewegten Körpers — Stosskolbens — grösser ausfällt, als derjenige der Kurbel, und dass beide Bewegungen

<sup>5)</sup> D. R.-P. 61039 vom 28. Febr. 1891 sowie die betreffenden Auslandpatente. Vergl. auch Zeitschrift „Glückauf“ 1891, S. 729 ff.; 738 ff.

<sup>6)</sup> Vgl. La Lumière Électrique a. a. O. S. 61.



auch unabhängig von einander vor sich gehen können. Beispielsweise ist es eine Hauptbedingung der Praxis, dass die Kurbel ungehindert umlaufen könne, wenn auch der Kolben beim Klemmen des Bohrers im Bohrloch plötzlich an einer beliebigen Stelle seines Weges festgehalten wird, wie es trotz der ganz ausserordentlichen Rückzugskraft dieser Maschine doch zuweilen vorkommt. Bei späteren Verbesserungen ist der Arbeitsmechanismus der Maschine im Zusammenhang mit deren allgemeiner Umbildung mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis in verschiedenen Beziehungen abgeändert und vereinfacht worden, während Princip und Wirkungsweise die nämlichen geblieben sind<sup>7)</sup>.

Zum Unterschied von anderen mechanischen Stossbohrmaschinen kann man diejenige von Siemens & Halske als Kurbel-Stossbohrmaschine bezeichnen, da die Kurbel das principiell Kennzeichnende bildet. Praktisch liegt aber der eigentliche Kern der Konstruktion in dem Federwerk, auf dessen zweckmässige Ausbildung es deshalb vor Allem ankam. Die anfängliche Befürchtung, dass die Federn der Gefährdung beim Betriebe, insbesondere beim Klemmen des Bohrers, nicht gewachsen sein würden, hat sich als vollständig unbegründet erwiesen; einzelne Federn haben wohl schon 30 Millionen Schläge ausgehalten, ohne zu brechen.

Bereits auf der Frankfurter Ausstellung 1891 führte die Firma Siemens & Halske eine Kurbel-Stossbohrmaschine im Betriebe vor, welche bei ca. 35 mm Lochweite in Granit pro Minute 25—30 mm tief bohrte. Diese Leistung, welche mit Rücksicht auf den Energieverbrauch von nur etwa 800 Watt schon damals Interesse erregte, ist nach dem Erwähnten jetzt auf das Dreifache erhöht worden, während der Energieverbrauch nur auf etwa 980 Watt gestiegen ist.

Das damalige Modell entsprach übrigens seiner ganzen Bauart nach noch nicht den Anforderungen der Praxis. Auch wurde der Antriebmotor nur mit etwa 45 bis 50 % Wirkungsgrad ausgenutzt, weil er nämlich unmittelbar auf der Kurbelwelle der Maschine sass, welche der Konstruktion gemäss ebensoviel Umdrehungen machen musste, als der Motor Schläge auszuüben hatte. Aus mechanischen Rücksichten aber ist die Schlagzahl einer Stossbohrmaschine beschränkt, und bei der ihr

entsprechenden Umdrehungszahl von 400 bis 450 p. M. vermag ein 800 Watt-Motor nicht mit hohem Wirkungsgrad zu arbeiten. Diesem Uebelstand konnte natürlich nur dadurch abgeholfen werden, dass man den Motor nicht direkt auf die Kurbelwelle setzte, sondern ein Vorgelege zwischenschaltete. So einfach aber diese Anordnung erscheint, so unausführbar war sie ohne eine gewisse Hülfeinrichtung, und zwar aus folgendem Grunde:

Während bei direkt mit der Kurbelwelle verbundenem Motoranker offenbar dessen Trägheitsmoment dazu beiträgt, die während der einzelnen Phasen jeder Kurbelumdrehung auftretenden Belastungsschwankungen auszugleichen, lehrt ein einfacher Versuch, und lässt sich auch leicht durch Rechnung nachweisen, dass bei Zwischenschaltung eines Vorgeleges das stets vorhandene Trägheitsmoment des Motorankers gerade nachtheilig ist. Es treten nämlich im Fall eines Zahnrad-Vorgeleges ausserordentlich heftige und praktisch ganz unzulässige Zahnstösse auf, und zwar doppelt so viele, als die Kurbel Umdrehungen macht; bei Riemenantrieb würden gleiche und ebenfalls unzulässige Wechsel der Spannungen in beiden Trümmern vor sich gehen. Diesem Uebelstande lässt sich in keiner anderen Weise abhelfen, als dadurch, dass man direkt auf die Kurbelwelle noch ein Schwungrad setzt, für dessen Trägheitsmoment  $W$  die Ungleichung gilt

$$W > n W_1 \frac{M}{M_1}.$$

Hierin bedeutet  $n$  ( $> 1$ ) das Uebersetzungsverhältniss zwischen Motoranker und Kurbelwelle,  $M$  das in der in Betracht kommenden Phase der Kurbelumdrehung auf dieselbe von den bewegten Massen her rückwirkende Drehungsmoment,  $W_1$  das Trägheitsmoment und  $M_1$  das augenblickliche elektromagnetische Drehungsmoment des Motorankers.

Das somit bei Verwendung eines schnell laufenden Motors unvermeidliche, für die Kurbelstossbohrmaschine von Siemens & Halske charakteristische Schwungrad hätte nun offenbar die praktische Verwendbarkeit der ganzen Konstruktion gefährden müssen, wenn es neben Motor und Vorgelege würde an einer Maschine haben angewandt werden sollen, für welche möglichst leichte Beweglichkeit eine der Hauptbedingungen bildet.

Hier zeigte sich jedoch ein Ausweg, welcher nicht nur jene Schwierigkeit beseitigte, sondern sogar die Beweglichkeit und somit

<sup>7)</sup> D. R.-P. 76660 vom 10. Dec. 1893 nebst den betr. Auslandpatenten.



die praktische Brauchbarkeit der Maschine gegenüber der früheren Ausführung noch erhöhte. Es kam nämlich der Motor an der Bohrmaschine ganz in Fortfall und wurde durch ein sehr viel leichteres Schwungrad ersetzt, welches überdies beim Transport nach Lösung dreier Muttern einfach abgenommen werden kann. Ermöglicht wird diese Anordnung durch Zuhilfenahme einer sogenannten biegsamen Welle, indem Motor und Vorgelege völlig von der Arbeitsmaschine getrennt am Boden aufgestellt werden und ihrerseits die Drehbewegung auf die in gewöhnlicher Weise am Arbeitsort aufgestellte Stossbohrmaschine mittels der biegsamen Welle übertragen. Das Schwungrad muss nach dem Erörterten offenbar unmittelbar auf der Kurbelwelle verbleiben, und zwar hat sich herausgestellt, dass man zweckmässig zur Erzielung eines möglichst ruhigen Ganges sowie der nötigen Rückzugskraft bei Klemmungen dem Schwungrad ein etwas grösseres Trägheitsmoment giebt, als es lediglich zur Beseitigung der Zahnstösse — die bei Abnahme des Schwungrades in ihrer ganzen Heftigkeit beobachtet werden können — erforderlich gewesen wäre.

Nicht zufällig etwa tritt hier die Kombination: „Schwungrad und biegsame Welle“ (oder sonstiges bewegliches Zwischenglied) in die Technik; sie ist vielmehr Bedingung für die praktische Verwendbarkeit eines schnell rotirenden Motors zum Antrieb einer (langsamer arbeitenden) beweglichen Maschine mit stossendem Werkzeug<sup>8)</sup> und scheint nach den bisherigen Erfahrungen berufen, die Elektrotechnik auf einem Wirkungsgebiet einzubürgern, für welches dieselbe augenscheinlich prädestiniert ist.

### III.

Die biegsame oder Stow'sche Welle (Stow flexible shaft), welche schon seit einer Reihe von Jahren im Kleinen besonders bei zahnärztlichen Arbeiten und im Grossen hauptsächlich auf Schiffswerften in Benutzung stand, ist eine amerikanische Erfindung, jedoch von der Firma Siemens & Halske für den besonderen Zweck mit einigen Verbesserungen versehen worden. Insbesondere verlangte die stets wechselnde Aufstellung der Gesteinsbohrmaschinen eine leichte und schnelle Lösbarkeit der Verbindung zwischen Welle und Maschine; dieselbe ist durch eine eigenartige Schnellkuppelung erreicht worden, welche die Her-

stellung und Lösung dieser Verbindung in wenigen Sekunden ermöglicht.

Die biegsame Welle besteht aus zwei Haupttheilen, nämlich der inneren, eigentlich Arbeit übertragenden, aus einer Anzahl mehrgängiger konaxialer Stahldrahtspiralen gebildeten Welle (Spiralwelle) oder sogenannten Seele und der äusseren Schutzhülle. Die Seele ist mit massiven Endfassungen aus Stahl versehen, welche zugleich zur Lagerung ihrer Enden in der mit entsprechenden Lagerbuchsen ausgestatteten Hülle dienen. Die Hülle, auf deren Konstruktion ganz besondere Sorgfalt verwandt ist, besteht aus einer sehr kräftigen, aussen mit Leder bekleideten eingängigen □-Stahlschnecke mit Fassungen an den Enden, welche gleich denjenigen der Seele zugleich die erforderlichen Kuppelungseinrichtungen tragen.

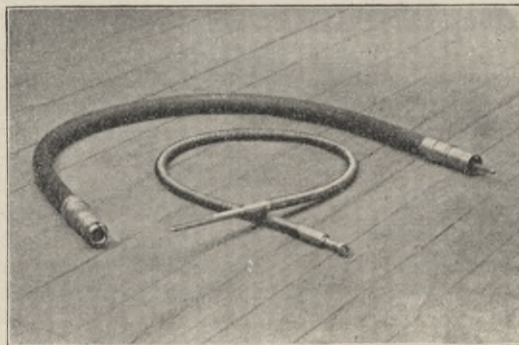


Fig. 1.

Die Abbildung Fig. 1 stellt eine komplette biegsame Welle dar und daneben eine aus ihrer Hülle herausgenommene Seele; wie man sieht, ist letztere sehr biegsam. Bei der Hülle ist absichtlich die Biegsamkeit auf den für die Praxis nötigen Betrag beschränkt worden, um dem Ganzen die für bergmännische Zwecke erforderliche Festigkeit zu geben.

In der Praxis ist darauf zu achten, dass die biegsame Welle in möglichst schlankem Bogen zur Maschine geführt wird. Insbesondere sind kurze Biegungen an den Wellenenden zu vermeiden, weil dieselben schädliche Lagerpressungen hervorrufen, während im Uebrigen die Biegungen der Welle auf den Verschleiss und Energieverbrauch von ganz geringem Einfluss sind. Bei Befolgung jener Vorsicht ist die Haltbarkeit der biegsamen Welle von Siemens & Halske erfahrungsgemäss eine vorzügliche; die Klagen, welche man von anderen Betrieben her zuweilen in dieser Beziehung

<sup>8)</sup> D. R.-P. 76267 vom 25. Juli 1893 nebst den betreffenden Auslandpatenten.



vernimmt, sind wesentlich auf mangelhafte Konstruktion der dort verwendeten biegsamen Wellen zurückzuführen: gut konstruirte biegsame Wellen können für alle Antriebe transportabler Arbeitsmaschinen durch Elektromotoren nur empfohlen werden.

Die Idee, die biegsame Welle speciell zum elektrischen Antrieb von Gesteinsbohrmaschinen zu verwenden, entsprang dem Bedürfniss der Befreiung dieser Maschinen, und zwar zunächst der Drehbohrmaschinen, von dem die Beweglichkeit sehr behindernden Motor und entstand ungefähr zu gleicher Zeit in den Kaliwerken Aschersleben und bei der Firma Siemens & Halske, ist also in Deutschland meines Wissens unabhängig und vor Bekanntwerden der neuerdings auch in Amerika ausgeführten ähnlichen Antriebe aufgetaucht. Die Initiative zur praktischen Erprobung der Anordnung ging von den Kaliwerken Aschersleben aus, welche im Frühjahr 1892 längere Zeit Versuche mit einer Drehbohrmaschine eigener Konstruktion unter Benutzung einer biegsamen Welle und eines ca. 3-pferdigen Nebenschlussmotors mit angebautem Vorgelege und Anlasser anstellten; der Motor sollte eventuell zum gleichzeitigen Antrieb zweier Bohrmaschinen dienen. Freilich scheiterten diese Versuche, wiewohl sie die Ueberlegenheit der Elektrizität für den Bohrbetrieb gegenüber der Druckluft sowie die Vortheile der biegsamen Welle unzweifelhaft darthaten, doch daran, dass Bohrer und biegsame Welle beim Betriebe immer wieder brachen. Infolgedessen wurde der elektrische Bohrbetrieb in Aschersleben nach einiger Zeit eingestellt. Die Firma Siemens & Halske, welche den Versuchen beizuwohnen Gelegenheit gehabt hatte, hoffte jedoch durch Verbesserungen sowohl an der biegsamen Welle wie an der Bohrmaschine die hervorgetretenen Uebelstände vermeiden zu können, und hat dies thatsächlich erreicht.

Die Veranlassung zu den Brüchen lag hauptsächlich in einer Einrichtung, welche zufolge des schnellen Vordringens in weichen Gesteinen ganz unvermeidlich ist, nämlich in dem selbstthätigen Vorschub, der bei allen damaligen Drehbohrmaschinen zwangsläufig proportional der Drehgeschwindigkeit der Maschine erfolgte. Ist, wie in den meisten Fällen, das weiche Gestein von Einlagerungen oder Schichten bedeutend grösserer Härte durchsetzt, welche natürlich mit durchbohrt werden müssen, so kann in zwei verschiedenen Beziehungen eine

Ueberlastung der Maschine bzw. des Motors und der biegsamen Welle zu Stande kommen. Einmal kann das Drehungsmoment übermässig gross werden: dann tritt bei genügend starkem Motor hauptsächlich eine Gefährdung der biegsamen Welle ein. Zweitens kann aber auch, besonders bei sehr festen Einlagerungen oder stumpfem, wenig oder gar nicht mehr angreifendem Bohrer das Drehungsmoment mässig bleiben, ja selbst abnehmen, dagegen der Arbeitsdruck und somit der auf den Bohrer, die Bohrspindel, die ganze Bohrmaschine und das Bohrgestell rückwirkende Druck eine gefährliche Höhe erreichen. Endlich können beide Arten der Ueberlastung gleichzeitig auftreten, und hauptsächlich in diesem Fall erfolgt ein Bruch des Bohrers zufolge Zerknickung und Torsion, während gleichzeitig die biegsame Welle überlastet wird.

Würde überall beim Auftreffen des Bohrers auf härteres Gebirge nur der erste Fall vorliegen, oder der zweite nur gemeinschaftlich mit dem ersten auftreten, so könnte man vielleicht in gewissem Grade auf rein elektrischem Wege Abhilfe schaffen, indem man bei Verwendung von Gleichstrom statt des seiner gleichbleibenden Tourenzahl wegen empfehlenswerthen Nebenschlussmotors einen Reihenschlussmotor benutzte, dessen mit der Belastung in weiten Grenzen veränderliche Tourenzahl zugleich den Vorschub des Bohrers entsprechend beeinflussen würde. Der zweite erwähnte Fall aber schliesst dieses — übrigens auch aus anderen Gründen zu verwerfende — Hilfsmittel unbedingt aus und nöthigte zu einer Verbesserung der Bohrmaschinenkonstruktion selbst.

Freilich handelte es sich hier nicht, wie bei der Stossbohrmaschine, um eine völlige Neukonstruktion, sondern lediglich darum, den selbstthätigen Vorschub zugleich nach Maassgabe der Gesteinhärte selbstregelnd zu machen, und diese Aufgabe wurde der Firma Siemens & Halske wesentlich erleichtert durch Ueberlassung des recht praktischen Maschinenmodells seitens der Kaliwerke Aschersleben. Der selbstthätige Vorschub erfolgte bei demselben in der bekannten Art durch die mittels Differentialvorgeleges bewirkte Relativdrehung zwischen der mit Schraubengewinde versehenen Bohrspindel und der zugehörigen, im Gestell drehbar gelagerten Mutter. Die Selbstregelung liess sich bei dieser Anordnung einfach dadurch erreichen, dass in das Differentialvorgelege eine Reibungskupplung eingeschaltet, und der Reibungsdruck



genau einstellbar gemacht wurde.<sup>9)</sup> Bei Ueberschreitung eines gewissen Widerstandes in der Vorschubrichtung beginnen die Kuppelungsflächen aufeinander zu gleiten. Der dabei nothwendiger Weise auftretende Energieverlust ist jedoch zufolge zweckmässiger Wahl der Konstruktionsverhältnisse so klein, dass er auch im äussersten Fall, wenn der Vorschub ganz aufhört, einen hinsichtlich der Belastung der Maschine wie Abnutzung der Reibflächen ganz geringfügigen Betrag — nach Ausweis wiederholter Messungen höchstens 3—4 Sekundenmeterkilogramm — nicht überschreitet.

Naturgemäss liessen sich nun bei der in dieser Weise gegen Ueberlastung irgend welcher Art vollkommen geschützten Gesteinsdrehbohrmaschine von Siemens & Halske alle Abmessungen entsprechend verringern; auch wurde besondere Sorgfalt auf Erhöhung des Wirkungsgrades der Maschine verwandt. So gelang es, für eine Leistung von nahezu 1 PS und mit einem bei derartigen Arbeitsmaschinen wohl kaum schon erreichten Wirkungsgrad eine Maschine herzustellen, welche komplet mit 1,5 m langer Bohrspindel nur 32 kg wiegt und sich dennoch in jeder Beziehung als der Beanspruchung im bergmännischen Betriebe gewachsen gezeigt hat.

Bereits im Januar 1893 konnten die ersten Versuche mit dem neuen System im Charlottenburger Werk von Siemens & Halske angestellt werden; vom Sommer desselben Jahres ab wurden Dauerversuche im praktischen Betriebe durchgeführt, und zwar im Salzbergwerk Neu-Stassfurt in Steinsalz und Kainit, mit Anhydrit durchsetzt, und in der Saline Ischl im Salzthon (sog. Haselgebirge) mit mächtigen Anhydriteinlagerungen. In Ischl<sup>10)</sup> wurde ausser der Drehbohrmaschine mit Selbstregelung auch die vielverbreitete Harras-Maschine mit Handregelung probirt, welche von Siemens & Halske, Wien, für genau gleichen Antrieb umgebaut war. Alle diese Versuche hatten derartig durchschlagenden Erfolg, dass die Vorzüglichkeit jener Antriebsweise, die ausserordentliche Beweglichkeit der Maschinenaufstellung und die vollkommene Haltbarkeit der biegsamen Welle ebenso wie die Zuverlässigkeit des selbstregelnden Vorschubes auch unter den schwierigsten Verhältnissen unzweifelhaft erwiesen waren.

<sup>9)</sup> D. R.-P. 75303 vom 14. Juli 1893, sowie die betr. Auslandpatente.

<sup>10)</sup> Vgl. die Abhandlung des um die Einführung des elektrischen Bohrbetriebes verdienten k. k. Oberbergverwalters Carl Schedl in der österreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1894 No. 14 S. 155 ff.

Bei einem Energieverbrauch von ca. 800 Watt betrug die Bohrleistung in den reineren Salzen durchschnittlich 300—400 mm, im Salzthon etwa 200—250 mm pro Minute, überall bei etwa 40 mm Lochweite.

#### IV.

Inzwischen war unter Voraussicht der Verwendbarkeit der biegsamen Welle auch die Umkonstruktion der Kurbel-Stossbohrmaschine für den gleichen Antrieb bereits durchgeführt worden. Dabei wurden von vornherein die Verhältnisse so gewählt, dass der gesammte elektrische Antrieb einschliesslich der biegsamen Welle für beide Maschinenarten nicht bloss gleichartig, sondern genau übereinstimmend ausfiel. Man braucht deshalb nur die Welle an die eine oder andere Maschine anzulegen, um beliebig mit jeder derselben arbeiten zu können. Diese vollkommen einheitliche Durchbildung vereinfacht nicht bloss die Fabrikation, sondern dürfte auch für manche Betriebe von praktischem Nutzen sein, indem sie die in besonderen Fällen vielleicht wichtige Verbindung von stossendem und drehendem Bohren ungemein erleichtert.

Für die Stossbohrmaschine zeitigten die fortschreitenden Verbesserungen ausser der schon erwähnten grundsätzlichen Betriebsmöglichkeit und der Vereinfachung des Arbeitsmechanismus noch einzelne besondere Vortheile. So nahm die Maschine eine allseitig geschlossene Form an, welche ihr den unbedingt nöthigen Schutz gegen die Unbilden des Bergbaues und der Gesteinsbohrarbeit gewährte. Dabei gelang es, die Achse des Stosskolbens so nahe an die Befestigungsstelle der Maschine zu legen, dass der Hebelarm des Stosses auf ein Minimum reducirt wurde. Dieser Umstand sowie die ganz besonders feste Lagerung des die Maschine ihrer ganzen Länge nach durchsetzenden Stosskolbens unmittelbar im Maschinengerüst an dessen vorderem und hinterem Ende gewähren der Maschine einen sehr sicheren, ruhigen Gang und eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen Querbeanspruchung; beides wiederum ist von Einfluss auf die praktisch so wichtige Geradlinigkeit des Bohrloches, indem es das sog. Verlaufen des Bohrers erschwert. Den grössten Vortheil für den Arbeitsprozess aber gewährt eine ganz neue Einrichtung an der Stossbohrmaschine von Siemens & Halske, welche die Rückwärtseinführung der Bohrer und damit die Fertigstellung jedes Bohrloches aus einer und derselben unveränderten Maschi-



nenaufstellung gestattet. Zu diesem Zweck ist nämlich der Stoskolben seiner ganzen Länge nach durchbohrt und gegen das vordere Ende hin von einem Schlitz quer durchsetzt, durch welchen nach Einführung des Bohrers ein Riegel gesteckt wird, um dem an seinem hinteren Ende verstärkten Bohrerschaft als Widerlager zu dienen<sup>11)</sup>. Im Uebrigen erfolgt die Befestigung des Bohrers in gewöhnlicher Weise, sodass die Vortheile der Rückwärtseinführung der Bohrer durch keinerlei Schwierigkeiten in der Handhabung beeinträchtigt werden.

Endlich ist die Kurbelstossbohrmaschine von Siemens & Halske noch mit einem selbstthätigen, aber nicht etwa gleichmässigen, sondern — natürlich nach einem ganz anderen Princip als bei der Drehbohrmaschine — nach der Gesteinhärte sich selbstthätig regelnden Vorschub versehen. Derselbe wirkt absolut sicher und hält die Belastung der Maschine auch bei wechselnder Gesteinhärte mit einer Vollkommenheit konstant, wie sie durch Handvorschub kaum zu erreichen ist. Dieser Umstand allein ermöglichte es auch, schon vor Einführung der Maschine in die Praxis bei Versuchen im Charlottenburger Werk von Siemens & Halske die verschiedenartigen Einflüsse zu studiren, welche selbst geringfügig erscheinende Aenderungen an einzelnen Theilen auf den Gang und die Leistung der Maschine ausüben, sodass dieselbe von vornherein zu einer gewissen Vollkommenheit ausgebildet werden konnte.

Bereits im December 1893 bot sich die Gelegenheit, das neue Modell auch auf seine praktische Brauchbarkeit zu erproben, und zwar in dem der „Oberschlesischen Eisenbahnbedarfs A.-G.“ Friedenshütte bei Morgenroth O.-S. gehörigen Spatheisenstein-Bergwerk Rostocken bei Marcusfalva, Station der Kaschau-Oderberger Eisenbahn nahe dem oberungarischen Städtchen Iglo im Zipser Komitat. Dem Generaldirektor genannter Gesellschaft Eduard Meier gebührt das Verdienst, die Vortheile der beschriebenen Maschinenkonstruktion schon vor ihrer definitiven Ausführung erkannt und deren Einführung in die Praxis wesentlich gefördert zu haben.

#### V.

Die eigentlichen Schwierigkeiten der vorliegenden Aufgabe waren durch die Konstruktion der beiden Gesteinsbohrmaschinen und die Verwendung der biegsamen Welle im Wesentlichen gehoben; für die

praktische Brauchbarkeit des ganzen Systems blieb aber noch die Durchführung des eigentlich elektrischen Theiles von erheblicher Bedeutung.

Der bei Antrieben mittels biegsamer Welle in Werkstätten etc. übliche Karren erwies sich als für bergmännische Zwecke nicht verwendbar; die Aufgabe wurde vielmehr mit Hülfe eines sehr festen, hölzernen, durch Deckel aus Stahlblech auf Winkel-eisenrahmen verschlossenen, mit zweimännigen Handhaben versehenen Kastens gelöst, welcher den Elektromotor nebst Vorgelege und allem Zubehör enthält. Dieser Kasten sammt Inhalt hat den vielleicht nicht ganz korrekten, aber nunmehr thatsächlich eingebürgerten Gesamtnamen „Motorkasten“ erhalten.

Die Abbildungen Fig. 2 und 3, welche je eine komplette Aufstellung der beiden Gesteinsbohrmaschinen veranschaulichen, geben zugleich zwei verschiedene Ansichten des Motorkastens. Wie man sieht, hat derselbe nur zwei Oeffnungen, von denen die vordere für Anschluss der biegsamen Welle, die hintere für Einführung eines Anschlussstöpsels bestimmt ist. Das Ein- und Ausschalten des Motors geschieht nach Einführung des Stromstöpsels mittels der aussen an der Hinterwand des Motorkastens sitzenden Handkurbel, deren Drehungssinn durch die Aufschriften „Steht“ und „Läuft“ unzweideutig angegeben ist. Auf steiniger Sohle lässt sich der Motorkasten leicht verschieben, da die Kanten des Bodens zu diesem Zwecke abgeschragt, und Boden und Abschrägungen mit starkem verzinnem Eisenblech bekleidet sind, welches den Kasten zugleich gegen das auf der Sohle sich ansammelnde Wasser schützt. Der bei der Arbeit stets geschlossene Kasten, dessen Deckel so fest ist, dass er durch Hinauf-treten, selbst Hinaufspringen nicht beschädigt werden kann, dient gleichzeitig als leicht zu säubernder Platz zum Hinauflegen von Geräthen und zum Ablegen der Bohrmaschine beim Umstellen der Spannsäule. Das gut Wärme leitende Material des Deckels vermittelt die Abkühlung der sich darunter ansammelnden warmen Luft.

Zunächst wurde der Motorkasten für Gleichstrom ausgeführt. Da bei Gesteinsbohranlagen meistens erhebliche Entfernungen zu überwinden sind, machte sich alsbald das Bedürfniss nach möglichst hoher Spannung geltend, und es gelang, zu diesem besonderen Zweck einen einpferdigen Nebenschlussmotor, welcher zwecks leichteren Anlaufes noch eine unterstützende direkte

<sup>11)</sup> D. R.-P. 77887 vom 22. Oktober 1893 nebst den betr. Auslandpatenten.



Wicklung erhielt, für 330 V zu bauen. Mit Rücksicht auf den hierbei erforderlichen

Ausser für 330 wird der Motor auch für 110 und 220 V gewickelt. Nach Ausweis

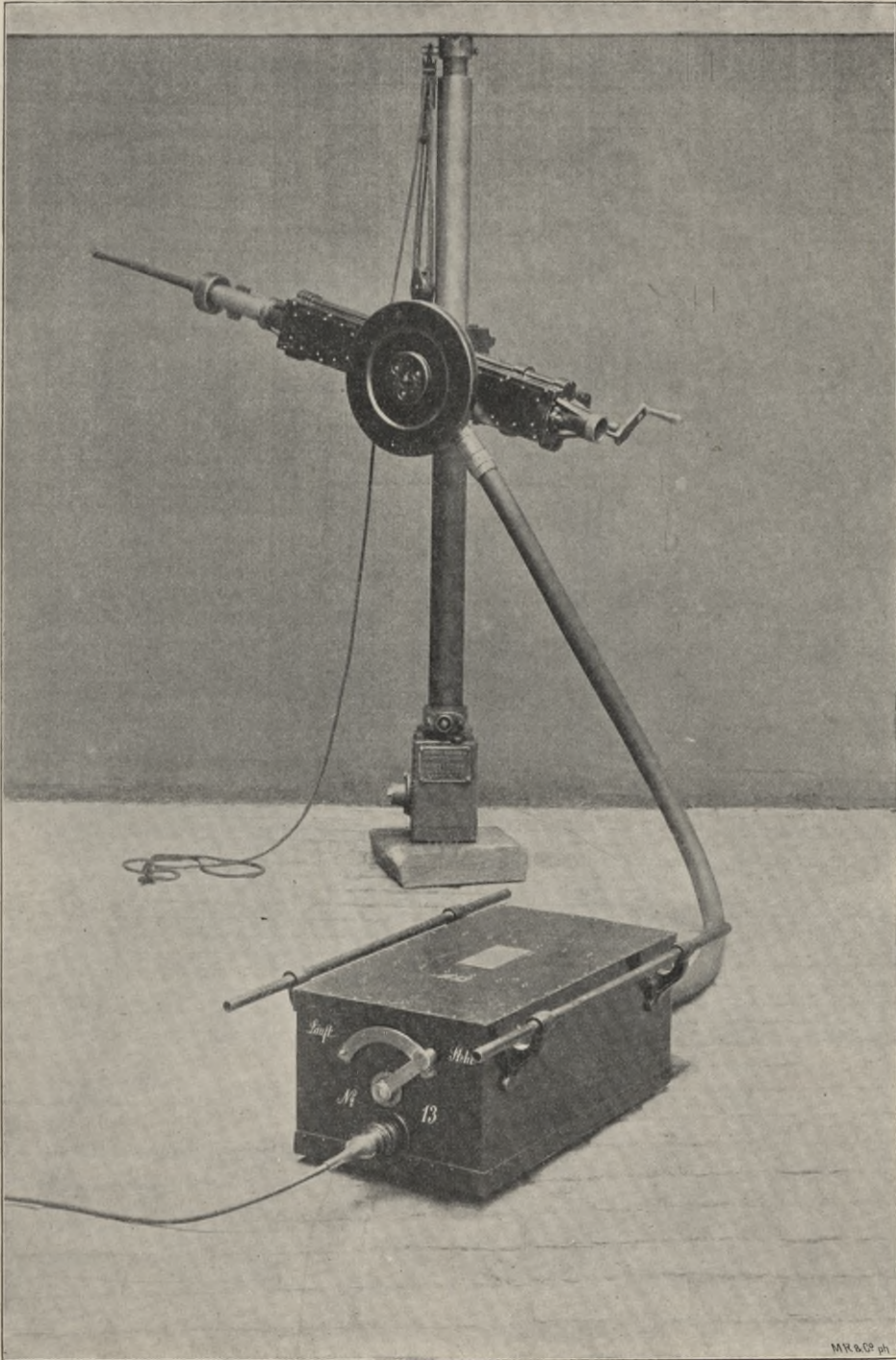


Fig. 2.

vergrösserten Wicklungsraum eignete sich am besten dazu die schon ältere Type K 4.

wiederholter Messungen beträgt für alle drei Spannungen bei Abgabe einer effektiven



Pferdestärke der gesammte Wirkungsgrad fast genau 75%, der sogenannte elektrische Wirkungsgrad etwa 84 %.

aber, insbesondere mit Rücksicht auf das Anbohren, erweist sich dieses Verfahren als nicht zweckmässig. Die Motorkästen werden

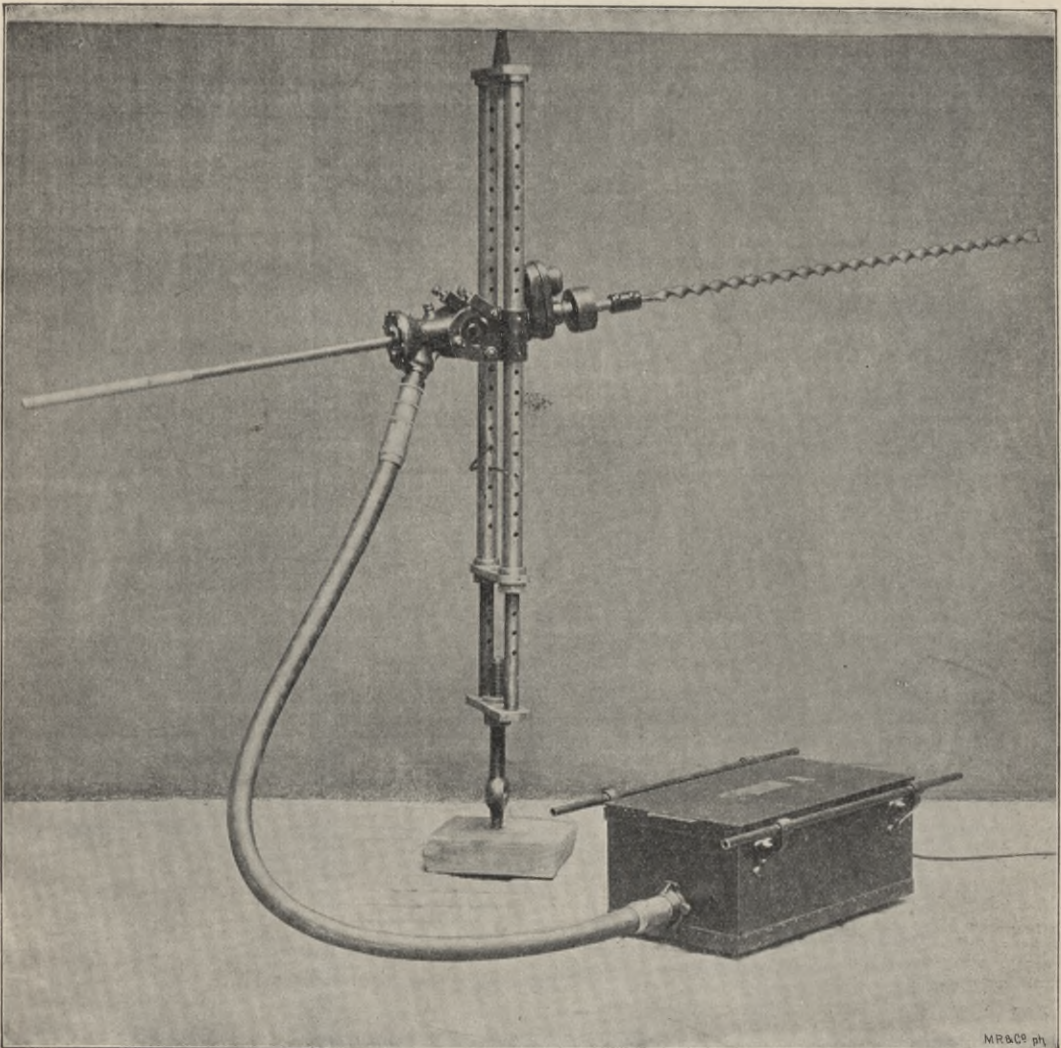


Fig. 3.

Die Abbildung Fig. 4 giebt eine Ansicht dieses jetzt speciell für Gesteinsbohrmaschinen gebauten Motors gK 4 von Siemens & Halske nebst dem für Anschluss der biegsamen Welle eingerichteten Zahnradvorgelege. Die Schmierung erfolgt durch konsistentes Fett, da wegen der oft stark geneigten Aufstellung des Motorkastens Ringschmierung nicht anwendbar ist.

Wie durch Versuche festgestellt wurde, lässt sich trotz der in Bewegung zu setzenden Massen der Motor noch gut ohne Anlasswiderstand in Gang setzen, auch wenn er die Bohrmaschine antreibt. Für die Praxis

deshalb sämtlich mit Anlasswiderständen ausgestattet.

Fig. 5 stellt im Maassstab 1:10 schematisch die innere Anordnung des Motorkastens dar. Links aussen an der vorderen Kastenwand sieht man einen zur soliden Lagerung des hinteren Endes der biegsamen Welle dienenden Einführungsstützen, dann folgen Vorgelege und Motor. Rechts erkennt man Anschlussdose und Handkurbel, sowie auf einer kleinen Holzkonsole in einer Kasten-ecke eine Bleisicherung (in Steingutdose), welcher eine ebensolche zweite in der vor der Bildfläche zu denkenden Ecke ent-



spricht. Das innen an der Kastenwand rechts sitzende Kurbelbrett sammt Bürsten etc. ist in der Skizze fortgelassen; der Anlasswiderstand ist nur durch 2 seiner Drahtspiralen markirt. Das Gewicht des kom-

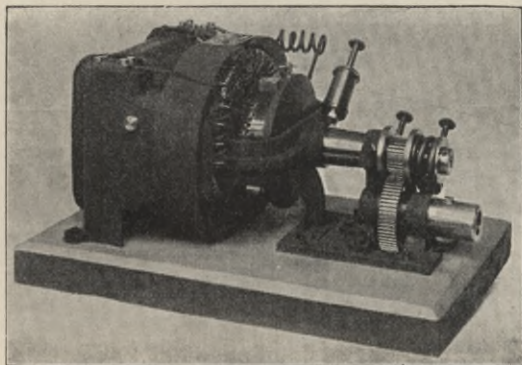


Fig. 4.

pletten Motorkastens beträgt etwas über 100 kg, sodass derselbe von 2 Arbeitern sehr leicht getragen werden kann.

Die Stromzuführung zum Motorkasten — bei welcher selbstverständlich die Arbeiter keinerlei stromführende Theile mit der Hand oder mit Schraubenziehern und dergleichen berühren dürfen — ist von der Firma Siemens & Halske bis in alle Einzelheiten durchgebildet worden, zunächst mit besonderer Rücksicht auf den in Bergwerken überwiegenden Fall des Vortriebes von Strecken sowie der Einbruchs- und Gewinnungsarbeit. Die bis in die Nähe des Bohrortes führende feste Leitung wird in der Regel an den Wänden (Stössen) der Strecke möglichst nahe gegen die Firste hin in geeigneter Weise befestigt und muss dann immer in eine bewegliche Leitung übergehen, welche gleich allen übrigen Geräten beim Abschiessen der Sprenglöcher geflüchtet wird. Mit Rücksicht auf möglichst geringen Spannungsabfall erhält die Streckenleitung meist einen erheblichen Kupferquerschnitt, normal etwa von 10 bis 25 mm<sup>2</sup>, während man die als Doppel- bzw. bei Drehstrom als Dreifachleitung ausgeführte Arbeitsleitung mit Rücksicht auf ihre Beweglichkeit so schwach wie möglich, meist zu 2,5 bis 4 mm<sup>2</sup> pro Leiter, wählt. Der Uebergang zwischen beiden Leitungen wird, wie die Abbildung der gesammten Stromzuführung in Fig. 6 erkennen lässt, durch einen sog. Wandanschlusskasten vermittelt, welcher zugleich für jeden Pol mit einer Bleisicherung versehen ist. Mit

dem Wandanschlusskasten dauernd verbunden ist ein kurzes Stück Gummikabel vom Querschnitt der Arbeitsleitung, welches an seinem freien Ende einen Anschlussstöpsel trägt. Eine zum Schutz desselben während des Nichtgebrauches dienende kleine Kappe wird neben dem Wandanschlusskasten am Stoss aufgehängt; man verwahrt den Stöpsel, indem man ihn in die Schutzkappe steckt und dadurch ebenfalls aufhängt. Soll die Bohrarbeit beginnen, so bringt man eine für diesen Zweck besonders konstruirte, leicht in einer Hand tragbare Kabeltrommel zum Wandanschlusskasten, rollt von dem auf der Trommel befindlichen ca. 60 m langen und 10—12 mm starken Gummikabel das erforderliche Stück nach dem Bohrort hin ab, stellt die Trommel mittels eines an ihrem Gestell sitzenden kleinen Klemmdaumens so fest, dass die in einer Endscheibe der Trommel befindliche Anschlussdose nach oben zu liegt, entfernt einen die Dose schliessenden Schutzstöpsel und steckt den bis dahin am Stoss hängenden Anschlussstöpsel in die Dose. Dieselbe ist mit dem Anfang des Kabels dauernd verbunden. Man hat daher nur noch vor Ort den am Ende dieses Kabels sitzenden zweiten Anschlussstöpsel in die Anschluss-

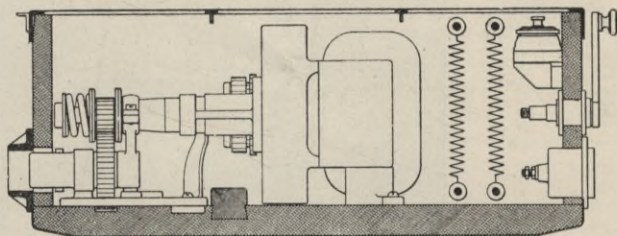


Fig. 5.

dose des Motorkastens zu stecken, um mit der Bohrarbeit beginnen zu können: welch' ein Fortschritt gegenüber der Anbringung der schweren und vieltheiligen Druckluftleitung!

Alle Theile der Stromzuführung sind ihrer ungewöhnlichen Beanspruchung gemäss aufs Solideste konstruirt; ganz besondere Sorgfalt aber ist in dieser Beziehung auf die beiden Anschlussstöpsel bzw. auf den offenbar am meisten gefährdeten Stöpsel am Motorkasten verwandt. So wird bei beiden Stöpseln das Kabel in einer regelrechten Stopfbüchse festgehalten, sodass die Kupferleiter mechanisch vollständig entlastet sind. Ein zufälliger Kurzschluss zwischen den Kontakten (ausser durch Eintauchen in Wasser, welches selbstverständlich vermieden werden muss) ist bei beiden Stöpseln ausgeschlossen; bei demjenigen für



den Motorkasten sind ausserdem auch die Kontakte mechanisch völlig entlastet, indem der Stöpsel in der Dose mittels Nute und Feder geführt wird.

sondern mit Rücksicht auf die Erwärmung des Motorkastens.

Wird der Wirkungsgrad in Procenten beim Gleichstrommotor mit  $p$ , bei irgend

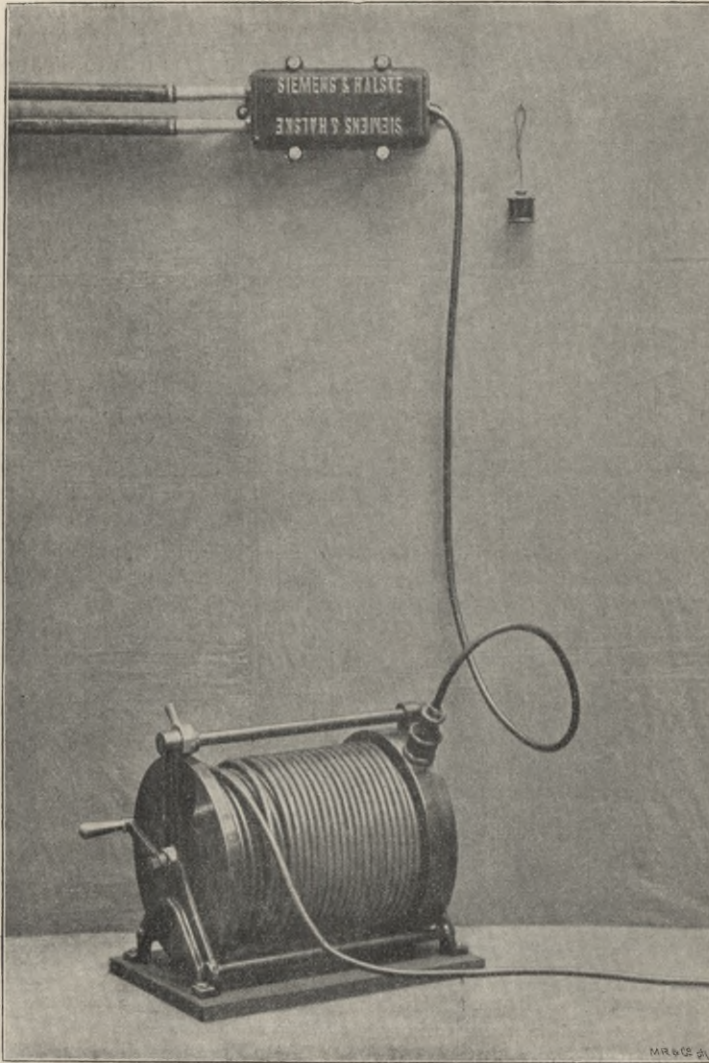


Fig. 6.

VI.

Die Verwendbarkeit einer anderen Stromgattung an Stelle des Gleichstromes in dem Gesteinsbohrsystem von Siemens & Halske ist in diesem besonderen Fall wesentlich bedingt durch den Wirkungsgrad der betreffenden Motoren, — nicht zwar mit Rücksicht auf den etwaigen Mehrbedarf an Energie, welcher bei dem geringen absoluten Kraftbedarf nur in seltenen Fällen von Bedeutung sein würde,

einem anderen Motor mit  $p_1$  bezeichnet, so berechnet sich leicht das Verhältniss der in beiden Fällen pro Zeiteinheit im Motor entwickelten Wärmemengen  $w$  und  $w_1$  für dieselbe effektive Leistung

$$w_1 : w = p(100 - p_1) : p_1(100 - p).$$

Beim einpferdigen Gleichstrommotor war  $p = 75$ ; beim einpferdigen asynchronen Wechselstrommotor darf man wohl  $p_1 = 60$  annehmen, woraus sich

$$w_1 : w = 2 : 1$$



ergiebt. Dies heisst: bei gleicher effektiver Leistung wird im asynchronen Wechselstrommotor genau doppelt so viel Wärme erzeugt, als im Gleichstrommotor. Nun ist die Erwärmung innerhalb des Motorkastens, welcher doch unbedingt geschlossen sein muss, im angestregten Betriebe erfahrungsgemäss schon bei Gleichstrom recht merkbar: ob es unter diesen Umständen zulässig wäre, dem Kasten die doppelte Wärmemenge zuzuführen, wenn man ihn vielleicht ganz aus Wellblech herstellte, wäre lediglich praktisch zu erproben. Im Uebrigen liegen Bedenken gegen Wechselstrom nicht vor; das Anlaufen mit voller Last lässt sich bei Gesteinsbohrmaschinen vermeiden, und für die neben dem Anlasswiderstand erforderliche Drosselspule müsste im Motorkasten Raum geschaffen werden.

Bei den hinsichtlich des Wirkungsgrades ihrer asynchronen Motoren unvergleichlich günstigeren Mehrphasenströmen muss ein anderer, gleichfalls sonst kaum beachteter Umstand in diesem besonderen Fall von vornherein Berücksichtigung finden, nämlich die Eigenschaft aller Mehrphasenmotoren, ihre Drehrichtung zu ändern, wenn man gewisse Vertauschungen<sup>12)</sup> ihrer Zuleitungen vornimmt. So bequem es in manchen Fällen sein mag, in einfachster Weise aus beliebiger Entfernung, selbst durch die Transformatoren hindurch, Mehrphasenstrommotoren umsteuern zu können, so fatal kann jene Eigenschaft sich bemerkbar machen, wenn Zuleitungen unbeabsichtigt oder unbemerkt vertauscht werden. So könnten in Gesteinsbohranlagen etwa bei Beginn einer Schicht nach Arbeiten an dem Vertheilungsnetz oder der Fernleitung einzelne oder gar sämtliche Motoren verkehrt umlaufen. Besonders in verzweigten Anlagen dürften zufolge der häufigen Nothwendigkeit von Leitungsverlängerungen, Abzweigungen etc. derartige Vorkommnisse nicht zu vermeiden sein, und Numerirung oder sonstige unterscheidende Bezeichnung der Leitungen wird die Praxis schwerlich als ausreichende Abhilfe gelten lassen; insbesondere dürfen die Hantirungen vor Ort nicht durch derartige Rücksichtnahmen erschwert werden, wenn sich die erwähnte Eigenschaft nicht als Nachtheil des Mehrphasenstromes bemerkbar machen soll.

Die zuletzt erwähnte Schwierigkeit nun lässt sich bei dem beschriebenen Strom-

zuführungssystem von Siemens & Halske einfach durch richtige Anordnung der Kontakte in den beiden Stöpseln beseitigen: man hätte dann nur bei jedesmaliger Verlängerung der Streckenleitung auf richtige Herstellung der Anschlüsse am Wandanschlusskasten zu achten und bei der Arbeit selbst beliebig zu stöpseln. Richtig im obigen Sinne, und bei Zweiphasenstrom mit 3 Leitungen die einzig mögliche, ist eine völlig unsymmetrische Anordnung der drei Kontakte bzw. eine sonstige Einrichtung, welche Stöpsel und Dose nur in einer einzigen relativen Stellung zu verbinden gestattet. Bei Zweiphasenstrom mit vier Leitungen<sup>13)</sup> erreicht man das Gleiche durch eine paarweise oder vollkommen symmetrische Anordnung mit Bezug auf einen Mittelpunkt, bei Drehstrom durch eine solche vollkommen symmetrische Stellung, praktisch also durch Anordnung der Kontakte dort in den Ecken eines Rhombus oder Quadrates, hier in den Ecken eines gleichseitigen Dreieckes. Es sind dann zwar 2 oder 4 bzw. 3 verschiedene Stellungen des Stöpsels in der Dose möglich; der Drehungssinn des rotirenden Magnetfeldes der Motoren bleibt dabei aber ungeändert.

Die Mehrphasenstromstöpsel von Siemens & Halske werden demgemäss eingerichtet, sodass nun — gleichartige Anschlüsse für alle Stöpsel bei deren Fabrikation vorausgesetzt — die Drehrichtung der Motoren durch die Stöpselungen in der Arbeitsleitung nicht mehr beeinflusst werden kann.

Alle sonstigen Vertauschungen von Leitungen lassen sich bei Zweiphasenstrom mit 3 oder 4 Leitungen nur unter Vermittelung von 2 Umschaltern für je 2 Leitungen (wobei im Fall nur dreier Leitungen die gemeinschaftliche Rückleitung doppelt zu rechnen ist) korrigieren. Ausserdem aber kann hier das Vorkommen solcher Vertauschungen, abgesehen von Aenderung der Drehrichtung, auch andere unerwünschte Folgen haben. Praktisch dürfte sich deshalb bei Zweiphasenstrom die Numerirung der Leitungen im gesammten Netz nicht umgehen lassen, während bei Drehstrom eine derartige Nothwendigkeit nicht vorliegt.

Hier lässt sich nämlich jede etwa vorgekommene Vertauschung von Leitungen einfach dadurch für irgend einen Motor wieder ausgleichen, dass man abermals

<sup>12)</sup> Vgl. die graphische Veranschaulichung der betreffenden Vorgänge in der deutschen Patentschrift No. 74560: „Verfahren zur Erzeugung schwingender Magnetfelder.“

<sup>13)</sup> Ich setze voraus, dass die zusammengehörigen Paare überkreuz angeschlossen sind; liegen dieselben nebeneinander, so ist Obiges sinngemäss zu ergänzen.



zwei beliebige seiner Zuleitungen, und zwar an einer beliebigen Stelle, miteinander vertauscht. Am einfachsten geschieht dies offenbar am Motorkasten selbst. Die Firma Siemens & Halske versieht deshalb ihre Drehstrommotorkästen sämtlich mit einem nach Abhebung des Deckels zugänglichen zweipoligen Umschalter.<sup>14)</sup>

Hierdurch ist nun jede Schwierigkeit vollständig behoben; denn jetzt können alle Verbindungen, auch diejenigen am Wandanschlusskasten, ebenso beliebig wie bei Gleichstrom vorgenommen werden. Da die

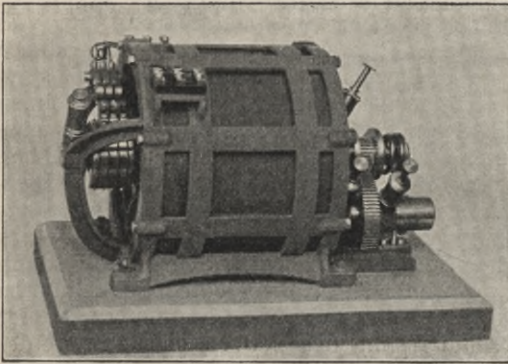


Fig. 7.

Einrichtung der Stöpsel eine Aenderung der Drehrichtung bei der Arbeit selbst ausschliesst, so ist es nur erforderlich, nach Aenderungen am Leitungsnetz oder allenfalls der grösseren Vorsicht halber beim Beginn jeder Schicht die Drehrichtung des Motors zu prüfen und erforderlichenfalls mittels des Umschalters zu korrigieren. Soll auf besonderen Wunsch etwa jedes Probieren vermieden werden, so lässt sich die Umschaltung auch selbstthätig vornehmen, und zwar unter Vermittelung eines besonderen Apparates, der als Drehrichtungszeiger bezeichnet werden kann. Derselbe besteht aus einem kleinen, nur wenige Watt konsumierenden Drehstrommotor, dessen beweglichem Theile man nur eine begrenzte Drehung gestattet, und der mit dem Umschalter so gekuppelt ist, dass er bei Beeinflussung in einer bestimmten (der verkehrten) Richtung eine Umschaltung vornimmt. Der Apparat kommt vor Einschaltung des Motors, beim blossen Einstecken des An-

<sup>14)</sup> Man könnte statt dessen auch die Kontakte des Anschlussstöpsels in gleicher Entfernung von einander in eine Ebene legen und die Korrektur durch Umstecken des Stöpsels vornehmen. Das dabei erforderliche Achten auf die Drehrichtung bei jeder Stöpselung am Motorkasten wäre aber für den Betrieb unzulässig.

schlussstöpsels, in Thätigkeit, sobald der Drehstrom verkehrt kreist.

Der gesammte Drehstromantrieb für Gezeinsbohrmaschinen ist von der Firma Siemens & Halske bereits in allen Einzelheiten durchgebildet worden. Der einpferdige vierpolige Drehstrommotor, Type D. M. 8/10, welchen die Abbildung Fig. 7 darstellt, wurde mit besonderer Rücksicht auf möglichst geringes Gewicht und kleinsten Raumbedarf für den Motorkasten neu konstruirt. Die Grundplatte des Vorgeleges ist mit einem Lagerbügel des Motors aus einem Stück gegossen. Die Anlasserbürsten für den rotirenden Theil sitzen isolirt nebeneinander auf einem in das Gestell geschraubten Bolzen. Kleine Klemmenklötze zu beiden Seiten des Motors tragen die Klemmen der primären und Anlasserleitungen. Normal wird der Motor für 120 und 210 V Spannung zwischen je 2 Leitungen gebaut. Bei Abgabe einer effektiven Pferdestärke beträgt der Tourenabfall ca. 5%, der Gesamtwirkungsgrad 75%, der Cosinus der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung oder der sog. Leistungsfaktor 0,7.

Der Motorkasten für Drehstrom ist äusserlich von demjenigen für Gleichstrom nur durch etwas abweichende Abmessungen unterschieden; auch die in Fig. 8 im Maassstab 1:10 schematisch dargestellte innere Anordnung weicht nur in Einzelheiten ab. Da der durch drei seiner Drahtspiralen

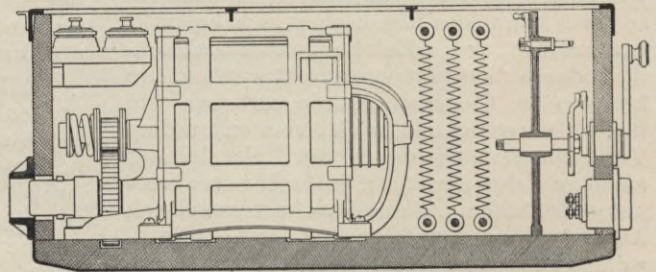


Fig. 8.

markirte Anlasswiderstand hier zusammen mit dem auf einem Eisengestell montirten Anlasserkurbelbrett aus dem Kasten genommen werden muss, so wurde zwischen der inneren Schaltkurbel und der von aussen her zu bewegenden Handkurbel eine Mitnehmerverbindung erforderlich. Das Gestell des Anlassers trägt oberhalb zugleich den besprochenen zweipoligen Umschalter. In der Skizze ist nur dieses Gestell nebst den Kurbeln beider Apparate markirt. Die 3 Bleisicherungen des Motor-



kastens sind nebeneinander in einer der vorderen Ecken untergebracht.

Die Stromzuführungsgeräte für Drehstrom fallen bis auf die Anzahl der Leiter bzw. Kontakte genau übereinstimmend mit denjenigen für Gleichstrom aus.

Wie in anderen Fällen elektrischer Kraftübertragung besitzt auch beim Antrieb von Gesteinsbohrmaschinen der Drehstrom die bekannten Vorzüge und wird sich gewiss hier ebenfalls bald einbürgern. Nur der relativen Funkensicherheit des Drehstromes in Schlagwettergruben sollte man in diesem besonderen Fall nicht zu viel Bedeutung beimessen. Denn so gewiss man bei stationären Bergwerksanlagen alle Funkenstellen aufs Vollkommenste sichern kann, und so vortheilhaft dort der bei Drehstrommotoren mögliche Kurzschlussanker sein mag, so gewiss ist bei beweglichen Geräten, um welche es sich hier handelt, in keiner Weise dauernd eine Sicherheit zu erreichen, wie sie Gesetz und Pflicht zum Schutz von Menschenleben verlangen. Wer die Bohrarbeit vor Ort kennt, weiss, wie es dort zugeht, und wie gerade dort durch unvorhergesehene Ereignisse Beschädigungen aller Art, z. B. solche an der Arbeitsleitung, vorkommen können. Wo wirkliche Explosionsgefahr besteht, sollte man deshalb elektrische Arbeitsgeräte nicht vor Ort bringen; jedenfalls kann nur der sachkundige Bergmann hier die Verantwortung übernehmen.

## VII.

Wenn Erfindungen aus der Werkstatt in die Praxis kommen, pflegen sie von den sogenannten Kinderkrankheiten befallen zu werden. Naturgemäss ist diese Erscheinung auch bei den hier besprochenen Neuerungen nicht ausgeblieben. Die Gesteinsdrehbohrmaschine freilich ist gleich den Stromzuführungsgeräten davon nur unbedeutend betroffen worden, während die Erscheinungen bei der Kurbelstossbohrmaschine zu Anfang etwas merklicher waren. Aber auch hier wurde die Gefahr verhältnissmässig schnell überstanden, sodass diese mechanische Stossbohrmaschine die Bedenken, welche man vor nicht gar langer Zeit noch gegen alle derartigen Konstruktionen erhob, durchaus und endgültig widerlegt hat.

Die Bergwerke, bei denen die ersten Versuche mit der Drehbohrmaschine angestellt wurden, haben den elektrischen Betrieb definitiv eingeführt, andere sind bereits nachgefolgt, und das nach dem

neuen System so bequeme maschinelle Drehbohren wird voraussichtlich nicht bloss in die meisten Salzbergwerke Eingang finden, sondern auch für andere weichere Gesteine vortheilhaft zur Verwendung kommen. Nach bereits angestellten Versuchen liess sich z. B. das in Lothringen und Luxemburg vorkommende Brauneisenerz, die sogenannte Minette, vorzüglich drehend bohren, und zwar mit denselben Werkzeugen wie die Stassfurter Salze.

Das Vorschubwerk der Drehbohrmaschine hat auswechselbare Räder, die für jedes Gestein so gewählt werden, dass der Motor bei vollem Vorschub etwa 700 bis 800 Watt verbraucht; der Druck auf die Reibungskuppelung wird dabei so eingestellt, dass dieser volle Vorschub bei normalem Gestein noch wirklich eben eintritt. Trifft dann der Bohrer auf härtere Stellen, so vermindert sich der Vorschub selbstthätig, wobei der Arbeitsverbrauch meistens etwas steigt, weil in dem härteren Gebirge auch die eigentliche Dreharbeit grösser ausfällt. Ohne Bohrerwechsel bohrt die Maschine 1 m tief, sodass zu einem 1,8 bis 2 m tiefen Loch ein einmaliger Bohrerwechsel erforderlich ist. Das leichte zweiseilige Bohrgestell, an welchem Abbildung Fig. 3 auf S. 10 die Maschine darstellt, ist genau dasselbe, welches in Stassfurt früher zum Handbohren benutzt wurde; nur die Entfernung zwischen den beiden Säulen (Rohren) musste etwas vergrössert werden. Natürlich kann die Maschine auch in beliebig anderer Art Aufstellung finden.

Bei der Kurbelstossbohrmaschine bewährten sich ebenso wie bei der Drehbohrmaschine alle Konstruktionsprincipien von Anfang an aufs Beste; nur in der Ausführung einzelner Theile zeigten sich die ersten Maschinen der bei Stossbohrbetrieb unvermeidlichen ausserordentlichen Beanspruchung noch nicht genügend gewachsen. Während bei der Konstruktion von vornherein ein Gewichtminimum angestrebt und insofern erreicht war, als die komplette Maschine mit selbstthätigem Vorschub, nur ohne das abnehmbare Schwungrad, 85 kg wog, erklärte die Praxis übereinstimmend eine Gewichtsvermehrung von 10, selbst 20 kg zu Gunsten einer stärkeren Bauart für durchaus zulässig, umso mehr, als sich für die Bewegung der Maschine an der Spannsäule ein kleiner — auf der Abbildung Fig. 2 auf S. 9 sichtbarer — Flaschenzug eingebürgert hatte. Demgemäss sind unter Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen gegenwärtig alle stark bean-



spruchten Theile derartig verstärkt worden, dass die Maschine nunmehr ganz den Wünschen und Bedürfnissen der Bergleute entspricht.

Dauernde Unterstützung fand die Firma

Seit November 1894 ist die Kurbelstossbohrmaschine noch in einer kleinen kombinierten Gesteinsbohr- und Beleuchtungsanlage in dem Silberbergwerk „Gesegnete Bergmanns - Hoffnung - Fundgrube“

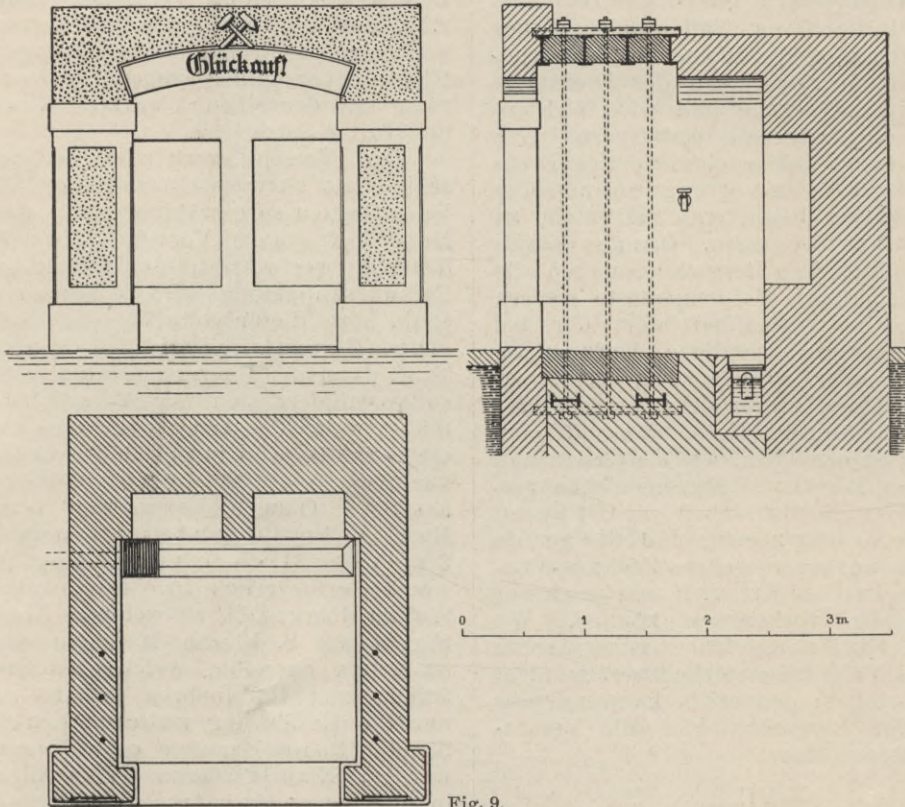


Fig. 9.

Siemens & Halske bei diesem Vorgehen durch die Friedenshütte und deren Bergverwaltung. Bald nach Inbetriebsetzung der von vornherein auf maschinelle Bohrung in grossem Maassstabe berechneten Anlage gestaltete sich der Betrieb in Rostock so günstig, dass die Friedenshütte im Herbst 1894 die definitive Einführung des elektrischen Bohrbetriebes und die demnächstige Erweiterung der Anlage beschloss. Gegenwärtig erfolgt eine solche durch 9 Bohrmaschinen. Schon der bisherige Betrieb mit meist nur 2 Maschinen führte trotz der überaus ungünstigen Ausnutzung der für 16 gleichzeitig oder 20 überhaupt arbeitende Bohrer ausreichenden Primärdynamo von 70 A bei 220 V nach Mittheilungen der Friedenshütte zur Vermehrung der Produktion und zu ihrer Verbilligung gegenüber der Handarbeit; bei Vollaussnutzung der Anlage werden die Ersparnisse und Betriebsvorteile recht erheblich ausfallen.

zu Ober-Gruna bei Freiberg in Sachsen im Betrieb. Die Maschine bohrt dort hauptsächlich in sehr hartem, Quarz führendem Gneis. In einigen anderen Werken fanden Versuchsbetriebe statt, und gegenwärtig erfolgt bereits die ausgedehntere Einführung der Kurbelstossbohrmaschine in verschiedenen, auch aussereuropäischen Werken. Die Vortheile des neuen Systems sind eben so überwiegende, dass es nur einer erstmaligen Erprobung bedurfte, um der Elektrotechnik dieses Gebiet zu sichern. Für 6 gleichzeitig arbeitende Maschinen rechnet man — einschliesslich aller Verluste bei mässigen Entfernungen — 10 PS an der Dampfmaschine oder Turbine. Dabei ist die Leistung der Kurbelstossbohrmaschine wohl nur von den grössten Druckluftbohrern, ihre so wesentliche Rückzugskraft bei Klemmungen bisher überhaupt noch nicht erreicht worden.

Die letzterwähnte Eigenschaft bildet in Gemeinschaft mit der bedeutenden Schlag-



stärke eine gewisse Schwierigkeit hinsichtlich der Aufstellung der Maschine. Denn während ein Druckluft- oder Solenoidbohrer bei erheblichen Klemmungen einfach stecken bleibt, übt die Kurbelstossbohrmaschine eine

der Kurbelstossbohrmaschine an einem Freigestell versucht, um dieselbe für den Tagebau und zum Abteufen verwenden zu können.

In ihrem Charlottenburger Werk hatte



Fig. 10.

ausserordentliche Kraft aus, welcher die Aufstellung gewachsen sein muss. Bisher geschah dieselbe in der durch die Abbildung Fig. 2 auf S. 9 veranschaulichten Art ausschliesslich an einer sehr kräftigen Spannsäule von 90 mm Durchmesser; neuerdings hat die Firma Siemens & Halske aber auch mit bestem Erfolg die Aufstellung

die Firma, um die Stossbohrmaschinen unter genau den gleichen mechanischen Bedingungen wie im wirklichen Betriebe probiren zu können, schon im Jahre 1892 einen kleinen, aber sehr festen Bau, den sogenannten Probirstollen, aufgeführt, welchen Fig. 9 in Ansicht, Grundriss und Aufriss darstellt. Die Decke des kleinen Bau-



werkes besteht da, wo die Spannsäule anzugreifen hat, aus Granit zwischen starken Trägern, welche durch 6 Zugstangen mit entsprechenden im Fundamentmauerwerk eingebetteten Trägern verankert sind. Zur Befestigung der zu bohrenden Gesteinsblöcke dienen 2 geräumige Mauernischen; für Spülung beim Bohren ist Wasser-Zu- und Abfluss vorgesehen. Diese Einrichtung ermöglicht zugleich den Interessenten, sich durch Einsendung von Gesteinsblöcken ein durchaus sicheres Urtheil über die in ihrem besonderen Gebirge zu erwartende Bohrleistung zu verschaffen, sofern nur die Blöcke den Schlägen gegenüber eine genügend widerstehende Masse besitzen, nämlich mindestens etwa 500 kg wiegen und überdies — der Einspannung wegen — einigermassen rechtwinkelig geformt sind.

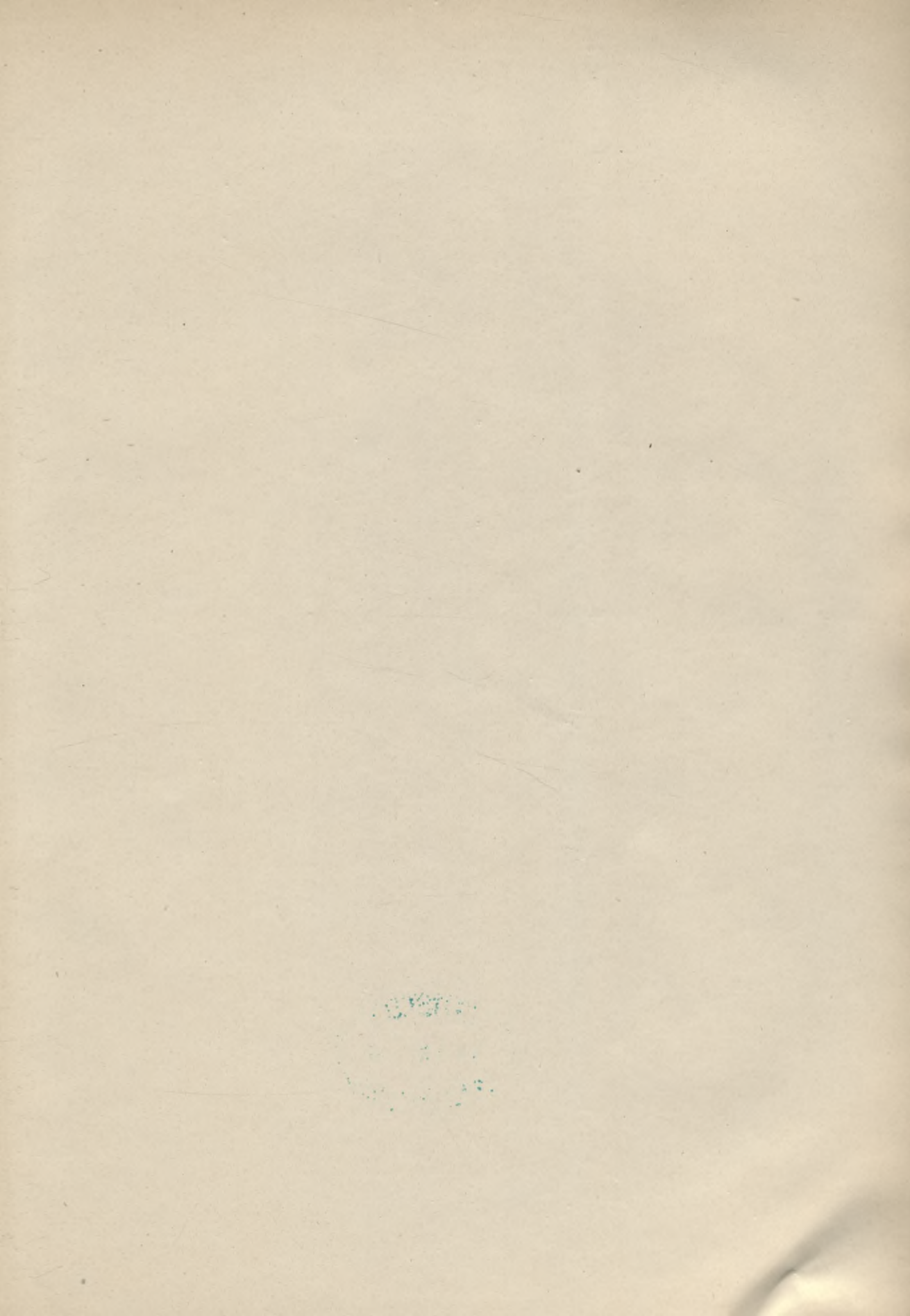
Das schon erwähnte Freigestell musste für die Kurbelstossbohrmaschine besonders konstruirt werden, da die bisher für Stossbohrer verwandten Dreibeine sich als viel zu schwach erwiesen. Durch Anordnung von vier einzeln einstellbaren Beinen und durch eine besondere Einrichtung, welche es ermöglicht, in einfachster Weise die Beine untereinander und mit der Maschine zu einem starren Körper zu verbinden, erhielt das Gestell eine derartige Festigkeit und mannigfache Verwendbarkeit, dass an demselben bei richtiger Wahl der Aufstellung in allen Lagen der Stossbohrmaschine gebohrt werden kann. Die Abbildung Fig. 10 giebt eine Ansicht der gesammten Anordnung für Freibohrung in einer Stellung, bei welcher die Einzelheiten besonders deutlich hervortreten, wenn dieselbe auch praktisch seltener als andere vorkommen dürfte. Das Gewicht des Gestelles beträgt etwas über 100kg; Belastungsgewichte können an jedem Fuss zwei bis drei Stück von je etwa 55 kg Platz finden. In den meisten Lagen arbeitet die Maschine an diesem Freigestell ruhiger, als an der

festesten Spannsäule. Die erste praktische Verwendung findet die neue Konstruktion beim Bau der sibirischen Transbaikal-Bahn zur Herstellung von Bahneinschnitten in sehr festem Gebirge: elektrische Kraftübertragung gewährt dort die einzige Möglichkeit zur Beschleunigung des Bahnbaues.

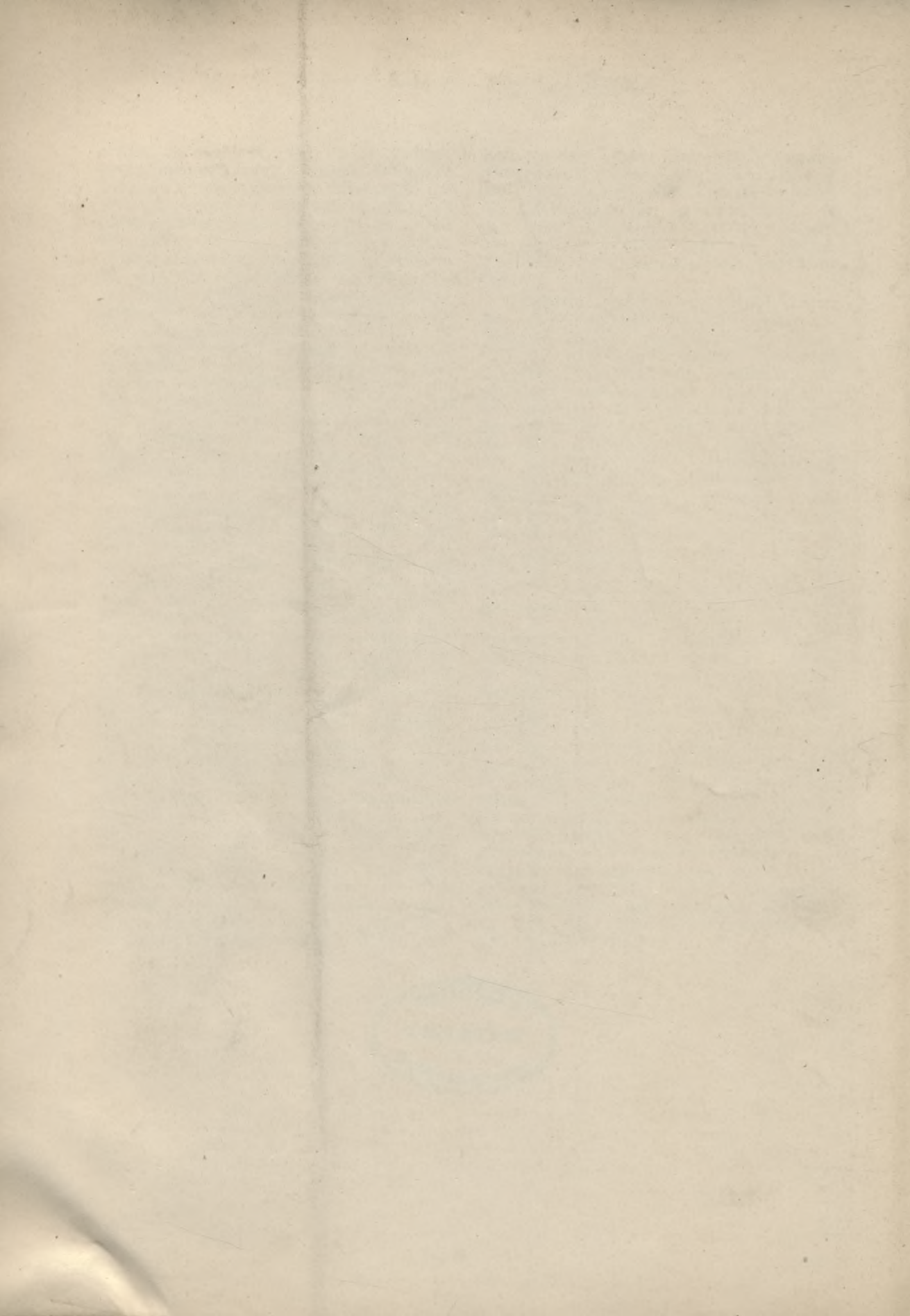
Schliesslich möchte ich noch hinsichtlich des der Kurbelstossbohrmaschine von Siemens & Halske eigenthümlichen selbstthätigen und selbstregelnden Vorschubes erwähnen, dass über seine Nützlichkeit die Ansichten verschieden sind. Einerseits hebt man denselben als ganz besonderen Vorzug hervor; andererseits macht man geltend, dass er den Bohrhäuer zum Nachlassen in der stets erforderlichen Aufmerksamkeit verleite, dass auch die durch ihn bedingte Vermehrung der Konstruktionstheile praktisch entbehrlich sei. Vermuthlich wird diese durch die individuellen Verhältnisse bedingte Meinungsverschiedenheit bestehen bleiben, und die Firma Siemens & Halske trägt ihr dadurch Rechnung, dass sie auch Maschinen ohne selbstthätigen Vorschub baut, bei welchen lediglich die betreffenden Konstruktionstheile in Fortfall kommen, während alles Uebrige unverändert bleibt. Die sehr verstärkte Maschine mit blossen Handvorschub wiegt ohne Schwungrad ca. 90 kg; das Gewicht des Schwungrades beträgt ca. 20 kg. Nach den neuesten Erfahrungen hat es den Anschein, als werde in der Mehrzahl der Fälle diese Maschine ohne selbstthätigen Vorschub Verwendung finden. Sie entspricht vermöge der augenfälligen Einfachheit und Uebersichtlichkeit ihrer Konstruktion ganz besonders den durchschnittlichen Betriebsverhältnissen in Bergwerken, Steinbrüchen etc. und ist, wie die Erfahrung gelehrt hat, auch ungewöhnlicher Beanspruchung gewachsen, wenn sie nur dementsprechend ordnungsmässig in Stand gehalten wird.



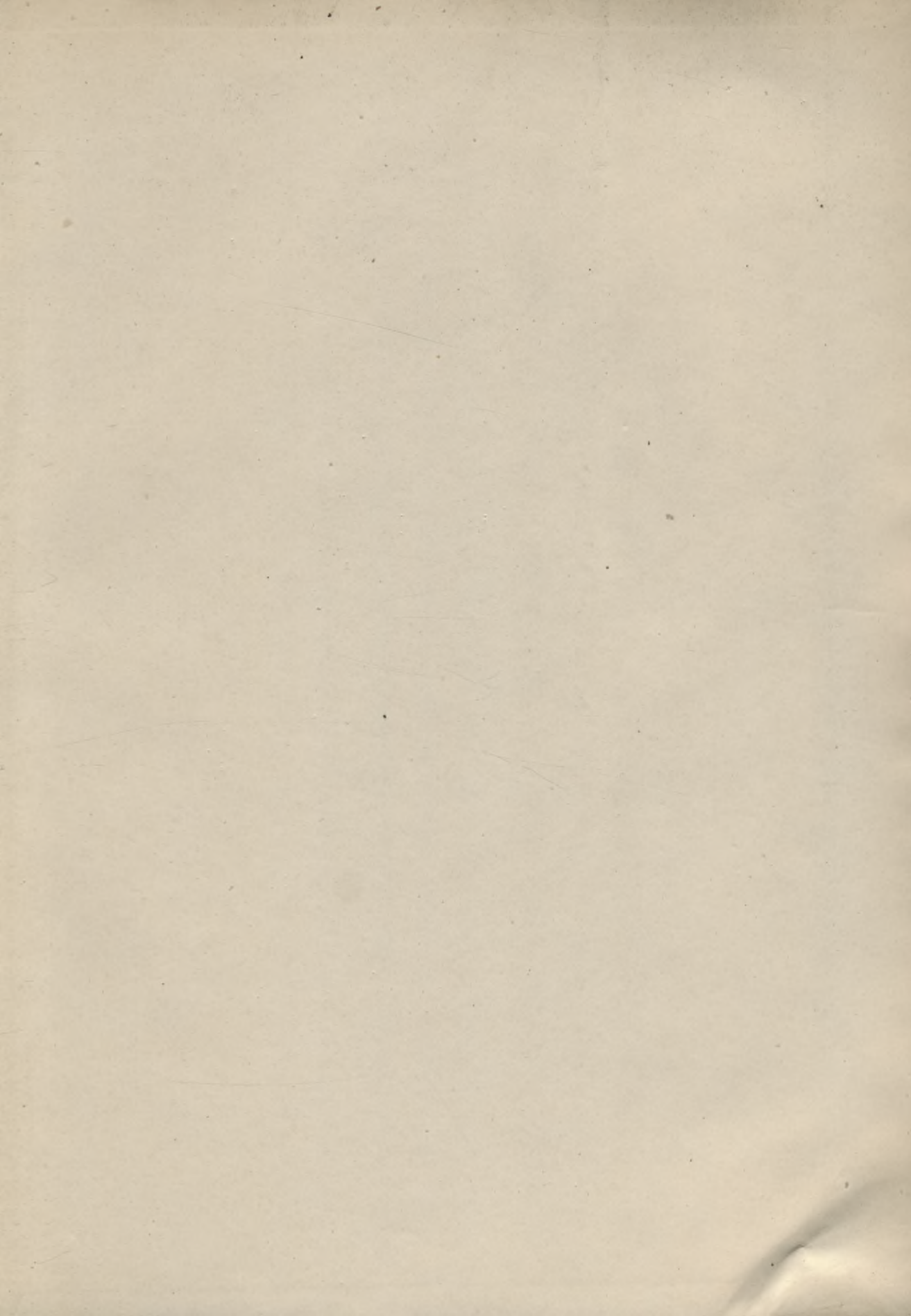




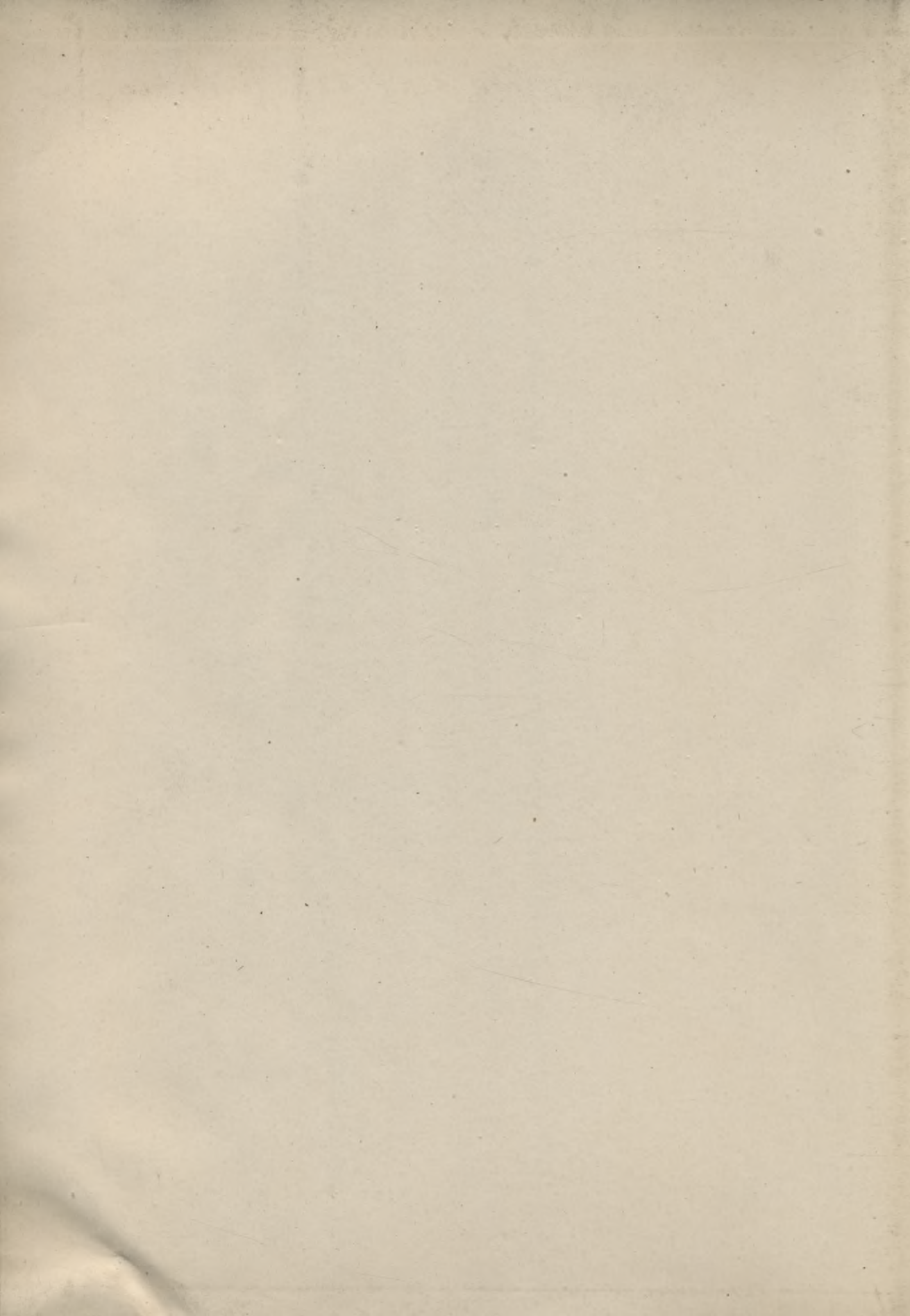




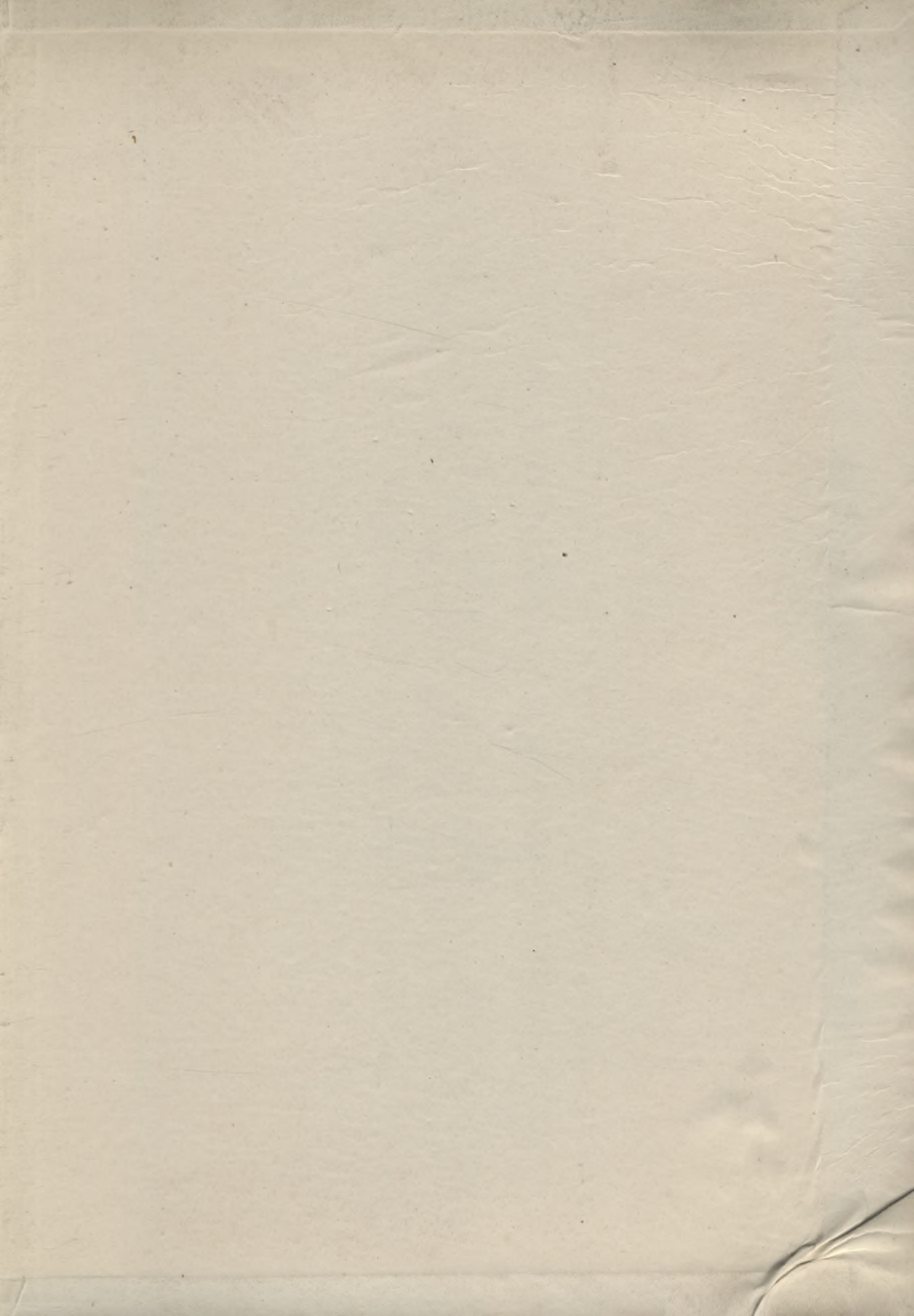














POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

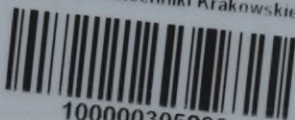


L. inw.

34074

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305890