

ähnliche Gruppen wie die Schrämmaschinen eingeteilt werden, nur würde als weitere Klasse jene für rolliges Gebirge hinzutreten, während diejenige für Maschinen mit hauendem Werkzeug entfällt, da die einzige Erfindung, welche hierher gerechnet werden dürfte, diejenige von Firth, bereits S. 355 behandelt worden ist. Es lassen sich demgemäß unterscheiden:

- A. Maschinen mit stoßenden Werkzeugen,
- B. Maschinen mit schneidenden Werkzeugen,
- C. Maschinen für rolliges Gebirge.

### A. Maschinen mit stoßenden Werkzeugen.

§ 13. Aeltere Maschine von Beaumont<sup>64</sup>). Dieselbe schließt sich noch eng an die Schrämmaschinen an, indem sie längs des Umfanges des herzustellenden kreisrunden Stollens einen Schram bildet und die Zerstörung des inneren Kernes der Wirkung von Sprengmitteln überläßt. Auf der Peripherie einer sich langsam drehenden Scheibe *A*, siehe Fig. 1—4, Taf. XXI, deren Durchmesser demjenigen der herzustellenden Strecke entspricht, sitzen rechtwinkelig eine Anzahl Bohrer, welche, indem sie abwechselnd vorgestoßen und zurückgezogen werden, an dem Ortsstoß einen fortlaufenden kreisförmigen Schram ausarbeiten. Die Scheibe sitzt auf einer wagerechten Welle *B*, welche mit Rücksicht auf die verlangte Bewegung der Werkzeuge so verlagert ist, daß sie gleichzeitig in ihrer Längsrichtung fortgleiten und sich um ihre Längsaxe drehen kann. In dem Centrum der Scheibe ist noch ein einzelner, ziemlich starker Bohrer angebracht, der gleichzeitig mit den Umfangsbohrern arbeitet und in der Mitte des von letzteren herausgetrennten cylindrischen Kernes ein zur Aufnahme einer Sprengladung bestimmtes Loch herstellt.

Die hin und her gehende Bewegung der Scheibe und damit der Werkzeuge wird unmittelbar durch den Kolben einer mit verdichteter Luft arbeitenden Maschine hervorgerufen, während für die langsam drehende Bewegung hinter dem Cylinder eine Schraube ohne Ende *D* angebracht ist, welche ihre Bewegung gleichfalls durch die Maschine erhält. Diese Schraube ohne Ende treibt, um die gewünschte Wirkung hervorzubringen, ein Rad *E*, dessen mit einer Nut versehene Nabe eine Feder der hohlen Axe des bewegenden Kolbens derart umgreift, daß beide Wellen für die Drehung vereinigt, dagegen bezüglich der Vorwärtsbewegung unabhängig voneinander sind. Es befindet sich somit der gesamte Mechanismus, die Bohrscheibe ausgenommen, hinter dem treibenden Cylinder, in Folge dessen die Stellung der Maschine eine sehr geschützte gegen Stöße u. s. w. sein soll.

Nach erfolgter Bohrung wird die Maschine zurückgezogen, darauf das mittlere Bohrloch verladen und endlich geschossen. Damit die Maschine hierbei nicht Schaden nehme, muß sie um ein beträchtliches Stück zurückgeschoben werden, wodurch jedenfalls ein nicht unerheblicher Aufenthalt entsteht.

Die Scheibe darf nicht völlig massiv sein, da sie sonst, den Streckenquerschnitt ziemlich dicht abschließend, beim Vorstoße die vor ihr befindliche Luftseicht zusammendrücken und hierdurch die Stoßwirkung beeinträchtigen würde. Da

<sup>64</sup>) Bulletin de la société de l'industrie minérale. 1867/68. Bd. 13. S. 63. — Engineer. 1867. Bd. 23. S. 369, 398. — Engineering. 1867. Bd. 4. S. 100. — Specification. 1864. No. 1904. — Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. 1873/74. Bd. 38. S. 25, 40.

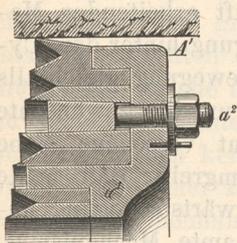
ferner von Zeit zu Zeit Arbeiter vor die Bohrscheibe gelangen müssen, um die durch den Gebrauch abgenutzten Bohrer auszuwechseln, um das Besetzen und Sprengen zu bewirken, endlich um das losgetrennte Haufwerk rückwärts zu fördern, und da eine für die Leute genügend große Oeffnung die Scheibe allzusehr schwächen würde, müssen hin und wieder Weitungen im Tunnel hergestellt werden, durch welche man um die Maschine herumgehen kann.

Die gegebene Beschreibung und die Abbildung beziehen sich auf eine etwas verbesserte Form der Vorrichtung; ein älteres, noch nicht verbessertes Exemplar hat in einem Stollen der Vratry-Wasserwerke der Stadt Dublin in sehr ungünstigem wechselndem, bald weichem, bald hartem und quarzhaltigem Silur-Gebirge gearbeitet und während 5 Monaten nur 3,7 laufendes Meter Strecke von 1,83 m Durchmesser erbohrt, sich dort also nicht bewährt.

§ 14. Tunnelbohrmaschine von Penrice. Durch Stoß wirkt ebenfalls, jedoch ohne eine Nacharbeit, sei es durch Schießen oder auch nur durch Abtreiben der aus dem Zusammenhange mit dem anstehenden Gebirge losgetrennten Massen, die Tunnelbohrmaschine von Penrice<sup>65)</sup>, welche den ganzen Stollenquerschnitt in Angriff nimmt und bei welcher die Wirkung durch Meißel stattfindet, welche während des Schlages um die Stollenaxe kreisen. Verschiedene voneinander abweichende Bauweisen dieser Maschine sind veröffentlicht worden, zuletzt die folgende.

Ein am Hinterende mit einer Scheibe geschlossener Rotgußcylinder *A*, siehe Fig. 9—15, Taf. XXI, der sich in dem eigentlichen Cylinder *B* bewegt, stellt den mit veränderlichem Hube ausgestatteten Kolben der Maschine dar, an welchem vorn der Bohrkopf *A'* angegossen ist. Dieser Kopf, dessen Größe dem lichten Durchmesser des herzustellenden Stollens entspricht, ist in der Hauptsache eine kreisrunde Scheibe mit vier Ausschnitten (Fig. 15), deren jeder sich über einen Winkel von 30° erstreckt. Der Bohrkopf trägt concentrische Nuten von schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, in denen die Meißel mit Hilfe von Keil- und Schraubenverbindung *a*<sup>1</sup> *a*<sup>2</sup>, siehe Holzschnitt Fig. 10, und zwar so befestigt werden, daß die Schneidkanten der einzelnen Meißel vom Mittelpunkt gegen den Umfang hin etwas zurücktreten. Diese Anordnung concentrischer, gegeneinander zurückspringender Schneiden bezweckt eine Gesteinszersplitterung, wie sie dann erfolgt, wenn wiederholte Meißelschläge in der Nähe einer Gesteinskante eine Furche von genügender Tiefe ausstemmen. Das Maß des Rücksprunges soll sich nach der Gesteinsbeschaffenheit richten und bei mildem Gestein ein wesentlich größeres als bei festem sein.

Fig. 10.



Das Eintritts- und das Austrittsrohr der gepressten Luft mündet in den Steuercylinder *C*, welcher mit dem genannten Hauptcylinder *B* durch die Kanäle *b* und *b'* derart verbunden ist, daß die ringförmige Kolbenvorderfläche beständig, die ungleich größere Kolbenrückfläche nur während eines Teiles des Hubes unter Druck steht. Die Steuerung erfolgt in der Weise, daß über den bereits erwähnten

<sup>65)</sup> Specification. 1856. No. 760. — Specification. 1858. No. 2481. — Engineer. 1859. Bd. 7. S. 426. — Engineer. 1862. Bd. 13. S. 44. — Specification. 1868. N. 1511. — Engineering. 1868. Bd. 6. S. 141. — Polytechn. Centralbl. 1869. Sp. 777. — Génie industriel. 1868. S. 229. — Mémoires et compte rendu des travaux de la société des ingénieurs civils. 1868. S. 214, 295, 302, 416.

Steuerzylinder *C*, siehe Fig. 9 und 11, ein zweiter kleinerer Cylinder *D* mit daran befindlichem Schieberkasten *E* liegt, welcher die Luft durch das Rohr *t* aufnimmt und durch ein in die Abgangsleitung des Cylinders *B* mündendes Zweigrohr wieder abgibt. Die Stange *c* des im Cylinder *D* liegenden Kolbens geht durch den Cylinder *C* hindurch, bewegt also den Steuerkolben, sowie ferner noch die gekröpfte Welle *F*, welche, mit Schwungrad *F'* versehen, sich über die ganze Länge der Maschine erstreckt und mittels der drei Schraubengetriebe *g*, *h* und *i* die Wellen *G*, *H* und *I* in Bewegung setzt. Die erste dieser Wellen hat als Endziel ihrer Bewegung den Bohrkopf selbst. Durch eingeschaltete konische Räder und Stirnradvorgelege wird nämlich die schrägliegende Welle *g'*, siehe Fig. 12, in langsame Umdrehung versetzt und es überträgt eine endlose Schraube *v* diese Bewegung auf das Schraubenrad *R*, welches, mittels Nut und Feder auf dem Kolben angebracht, diesem die drehende Bewegung mitteilt, ohne seine Längsbewegung zu hindern. Die zweite, oben mit *H* bezeichnete Welle ist dazu bestimmt, das Vorwärtsrücken der Maschine selbst zu bewirken und zu regeln. Durch Vermittelung zweier Wellen *h<sup>1</sup>* und *h<sup>2</sup>*, sowie der Schraubengetriebe *l* und *l'*, siehe Fig. 10 und 13, werden die Umdrehungen der Welle *H* auf die mit rauher Oberfläche versehenen Reibungswalzen *L* und *L'*, siehe Fig. 6, übertragen, deren Umgang auf der Stollensohle das Nachrücken der ganzen Maschine in demselben Maße bewirkt, in dem der Ortsstoß abgearbeitet wird. Hierzu ist ein gewisser Druck der Walzen auf ihre Unterlage nötig und, um diesen nach Willkür erhöhen zu können, ist noch eine obere Walze *M* vorhanden, siehe Fig. 9 und 10, welche durch eine verstellbare Feder gegen die Stollenfiste gepreßt wird. Die Anwendung der Feder soll gleichzeitig den unteren Walzen die Möglichkeit gewähren, über Unebenheiten auf ihrem Wege hinwegzukommen. Die dritte Welle *i* endlich setzt mit Hilfe von Ketten und Kettenrädern die Trommeln *N*, siehe Fig. 14, und hiermit die Schaufelkette *J* in Bewegung. Auf den Ortsstoß sprüht nämlich ein Regen, zu dessen Erzeugung unmittelbar hinter dem Bohrkopf ein (in der Zeichnung nicht angegebenes) Rohr angebracht ist, und spült die Gesteinssplitter herab, welche an der Sohle von der Schaufelkette *J* gefaßt und durch den Kanal *J'* hinter die Maschine geschoben werden. Das Wasser hat gleichzeitig noch den Zweck, das Erhitzen der Bohrer thunlichst zu verhüten.

Die Maschine ruht rückwärts auf den Reibungswalzen, vorn mittels der Schrauben *V*, siehe Fig. 9 und 12, auf dem Gestell *P*. Um jeden unbeabsichtigten Rückgang der Maschine zu verhindern, ist an deren Vorderteil eine Kriecke befestigt, welche sich mittels eines in lotrechter Ebene spielenden Gelenkes gegen die Stollensohle stemmt.

Die Wucht der Stöße, welche die Maschine bei dem geschilderten Arbeitsgange zu ertragen hat, läßt es nur zweckmäßig erscheinen, daß dieselbe massig konstruiert ist, weil nur so zu hoffen steht, daß Schwingungen weniger bemerkbar werden und nicht in kurzer Zeit Brüche und sonstige Verletzungen erfolgen. Nach Maßgabe des für 1,525 m Streckendurchmesser angefertigten Modells würde die ganze Maschine ein Gewicht von 14 500 kg., der Bohrkopf allein ein solches von 2500 kg besitzen. Bei 4 Atmosphären Ueberdruck, 400 Stößen in der Minute und einer Gesamtarbeit von 46,2 Pferdekraften soll die Intensität des Schlages (der Arbeitsaufwand für einen Vorstoß ohne Berücksichtigung der Reibungen) 53,8 mkg betragen.

Die Maschine wurde in ihren verschiedenen Formen im Malvern-Tunne der Worcester- und Heresford-Bahn, dann im roten Sandstein bei Newcastle-on-

Tyne<sup>66)</sup>, später seitens der Ebbw-Vale-Iron-Company<sup>67)</sup>, ferner im Muschelkalk in den Steinbrüchen von Vaugirard bei Paris<sup>68)</sup> und auch am Gotthard versucht, gelangte jedoch nirgends zu dauernder Verwendung.

Penrice hat später noch eine Vorrichtung<sup>69)</sup> erfunden, welche gleichzeitig eine Höhlung von größerem Durchmesser über der Mitte der Stollensole und mehrere Bohrlöcher am Stollenumfang bildet. Die gemeinsame Kolbenstange mehrerer hintereinander angeordneter Treibcylinder bewegt im Kreise aneinander gereihte Bohrer, welche mit abwechselnd außen und innen angeordneten Schneiden eine ringförmige Nut ausmeißeln, während gleichzeitig an den Enden besonderer Arme sitzende Bohrer Sprenglöcher herstellen. Die Schneiden dieser Bohrer haben die Form eines Kreuzes mit umschriebenem Kreise erhalten und ein starker Wasserstrahl wird eingespritzt, damit möglicherweise ein Setzen unnötig sei. Wenn ein solches Arbeiten, wie mehr als wahrscheinlich, nicht gelingt, so soll auf nicht näher beschriebene Weise gesetzt werden. Eine gekuppelte kleine Maschine bewirkt die Steuerung der Hauptcylinder und mittels entsprechender Räderübersetzung eine langsame Drehung der Kolbenstange, also auch der Bohrergruppe. Sind die Bohrungen fertig, so zieht man den gesamten Apparat zurück (was jedoch nicht sehr einfach sein dürfte), um die äußeren Bohrlöcher zu verladen und schließlich mit je einem Mittelkeil nebst zwei Zulagen zu verpfropfen. Die Sprenggase sollen die Keile antreiben, das Gestein gegen die untere Höhlung pressen und zertrümmern. Ein diesem nicht unähnliches Sprengverfahren von Penrice<sup>70)</sup> hat sich in Blanzky, siehe S. 297 und Fig. 28–30, Taf. XVI, nicht bewährt.

**§ 15. Die Streckenbohrmaschine von Henley<sup>71)</sup>**, siehe Fig. 8 und 9, Taf. XXII, stellt in der Hauptsache einen liegenden Dampf- oder Lufthammer dar, dessen mit auswechselbaren Stahlschneiden versehener Kopf vermöge verstellbaren Hubes Schläge von verschiedener Stärke führen kann. Dieser Kopf *A* hat die Höhe des herzustellenden lichten Raumes, jedoch eine viel geringere Breite und es ist, um den ganzen anzugreifenden Gesteinsstoß bearbeiten zu können, der Kolben mit einem Kugelgelenklager versehen, in welchem das Ende *B* der mit dem Rammhämmer zu einem hammerförmigen Stücke vereinigten Flügelstange sitzt. Der Kolben besteht aus einem massiven, das Kugellager enthaltenden Kern und einer eigentlichen Kolbenscheibe *E*, an welcher die mit Rücksicht auf die Bewegung der Flügelstangen als hohle Stützen ausgebildeten Kolbenstangenstücke *C* und *D* sitzen. Die vordere, für den Rückgang wirkende Kolbenfläche ist etwas größer als die hintere.

Durch ein zweites Kugelgelenk *F* ist mit dem Kolben eine kleinere, nach rückwärts gehende, die Steuerung vermittelnde Flügelstange in Verbindung gesetzt, deren Ende in einem Bügel *G* und zwar veränderlich aufgehängt ist. Dieser Bügel stellt den längeren Arm eines Winkelhebels dar, dessen zweiter Arm den Drehpunkt einer Kulisse *H* faßt. Letztere wird am andern Ende von einem Paar gerader Lenkerstangen *I* gehalten, deren feste Drehaxe hoch und niedrig gestellt werden kann. Die Schieberstange greift in den Schleifenbogen mit cylindrischem Zapfen ein; ihre Bewegung ist mithin von der Kolbenstange immer abhängig und

<sup>66)</sup> Engineer. 1865. Bd. 19. S. 200.

<sup>67)</sup> Minutes of Proceedings of the Institution. 1863/64. Bd. 23. S. 261.

<sup>68)</sup> Comptes rendus mensuels de la société de l'industrie minérale. 1880. S. 48.

<sup>69)</sup> Specification. 1876. N. 794. — Deutsches Reichspatent No. 13 032.

<sup>70)</sup> Comptes rendus mensuels des réunions de la société de l'industrie minérale. 1880. S. 48, 103, 177.

<sup>71)</sup> Berggeist. 1871. No. 45. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen. 1871. S. 198. — Engineering. 1871. Bd. 11. S. 23. — Specification. 1870. No. 2349.

gestattet dennoch einen veränderlichen Hub. Der ganze Apparat ruht auf einem drehbankähnlichen Gestelle von der Breite der herzustellenden Strecke in der Weise, daß der Betriebscyliner fest angeschraubt ist und das Werkzeug mit muldenförmig ausgearbeiteten Flügeln *K* über losen Kugeln läuft, zu deren Aufnahme das Lager gleichfalls Mulden besitzt.

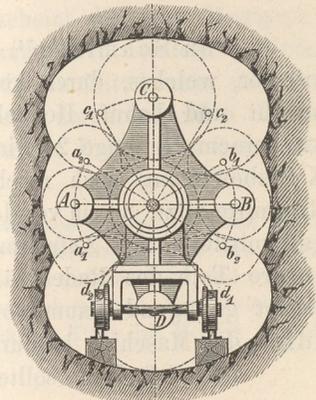
Die Werkzeugführung findet nun in folgender Weise statt: Auf der Unterseite des Werkzeugarmes befindet sich eine Schere, deren Zweck in Führung eines Kniehebels *L* besteht, durch dessen freies Ende eine Sperrklinke *M* bewegt wird. Letztere wirkt bei jedem Rückgange des Werkzeuges auf die Axe einer rechtwinkelig zur Länge des Apparates liegenden Schnecke, welche ein Schraubengrad *N* bewegt, auf dessen Axè wiederum ein kleines Zahnrad *O* über dem Lagergestelle aufgesteckt ist. Dieses kleinere Stirnrad greift in den gezahnten Innenrand einer Führungsplatte *P* ein, deren Oberseite den Werkzeugschaft mit zwei Backen umschließt, ohne ihn jedoch zu tragen. Der erwähnte gezahnte Innenrand der Platte wird von zwei Halbkreisen und zwei diese verbindenden geraden Stücken gebildet, sodaß ein längeres Verweilen des Werkzeuges an den Seiten des Ortsstoßes als an den übrigen Teilen desselben erzielt wird und auch die Seiten vollständig mit ausgearbeitet werden. Die Querbewegung des Werkzeuges ist eine veränderliche, weil der freie Zapfen des Winkelhebels verschieden in dem schleifenartigen Ende des Sperrklinkenfortsatzes befestigt werden kann; außerdem ist das Vorrücken der Schaltung unabhängig vom Kolbenhube.

Nach den bezüglichlichen Angaben soll die Maschine bei 6 Zoll (0,152 m) Vollhub von einem Seitenstoße bis zum andern 66 Hübe machen, wenn die Stollen- oder Streckenbreite 48 Zoll (1,219 m), die Breite des arbeitenden Teiles 20 Zoll (0,508 m) beträgt, sodaß also für das Fortschreiten des Rammkopfes in seitlicher Richtung pro Hub 0,011 m folgt.

**§ 16. Bohrverfahren von F. B. Doering<sup>72)</sup>.** Dieser Erfinder will den gesamten Ortsstoß mit Hilfe von Stoßwerkzeugen abmeißeln, die er an die Kolbenstangen gewöhnlicher Gesteinsbohrmaschinen befestigt. Das auf einem Gleise fahrbare Hauptgestell der Vorrichtung, welches gegen die Stollenfirste hydraulisch abgestemmt wird, trägt in dem nebenstehend schematisch dargestellten Falle (Fig. 11) vier Bohrmaschinen *A*, *B*, *C*, *D* auf den Speichen eines gemeinschaftlichen sternförmigen Schildes. Sie sind drehbar mit den Speichen verbunden und lassen sich durch Klemmschrauben in der gewünschten Stellung festhalten. In der Verlängerung der Mittelaxe befindet sich eine fünfte Bohrmaschine *E*.

Das gemeinsame Lager vollzieht langsam Schwingungen, infolge welcher die Bohrmaschinen *A*, *B*, *C* und *D*, auf den Bogenstücken  $a_1 a_2$ ,  $b_1 b_2$ ,  $c_1 c_2$  und  $d_1 d_2$  hin und her wandern und die Bohrlöcher längliche Querschnitte erhalten, die mit dem mittleren Bohrloch von *A* das gesamte Stollen-

Fig. 11.



<sup>72)</sup> Deutsches Reichs-Patent No. 20846 vom 26. April 1882. — Zeitschr. f. Baukunde. 1883. H. 6. S. 401.

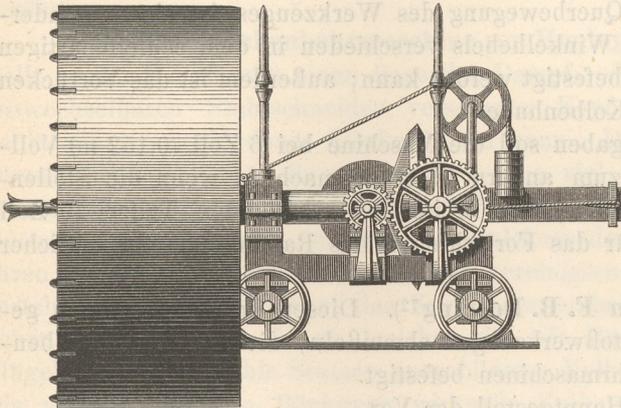
profil ergeben. Der Vorschub der Bohrmaschinen geschieht gemeinsam mittels einer Spindel von dem Wagengestell aus, das von Zeit zu Zeit auf eine neue Stelle vorgertückt wird.

## B. Maschinen mit schneidenden Werkzeugen.

§ 17. Stollenbohrmaschinen von Gay, von Schmidt, Coquilhat und de Preigne. Diese Vorrichtungen schließen sich an die Schrämmaschinen in ähnlicher Weise an wie die oben besprochene, stoßend wirkende Tunnelbohrmaschine von Beaumont.

So stellt Gay<sup>73)</sup> einen kreisförmigen Schram und ein mittleres Bohrloch zur Aufnahme der Ladung her, jedoch abweichend von Beaumont durch drehende Bohrung. Die für den äußeren Schram bestimmten Schneidwerkzeuge, je nach der Härte des zu gewinnenden Gesteines gehärtete Stähle oder Diamanten, ordnet er am Stirnrand einer hohlen Trommel von etwa 1,9 m Durchmesser an. Wenn nötig, ist zur

Fig. 12.



Kühlung der Bohrer und zum Wegspülen des Schmandes Wasser durch die mittlere Welle oder auf andere Weise einzuleiten. Das mittlere Bohrloch sollte durch einen Erweiterungsbohrer vor der Verladung vergrößert werden. Als Triebkraft war Dampf in Aussicht genommen und das Anpressen des beweglichen Teiles der Vorrichtung an das Gestein sollte, wie dies Fig. 12 zeigt, durch über Rollen geführte Seile erfolgen, an welche Gewichte gehängt werden.

Von Schmidt's<sup>74)</sup> Vorrichtung besteht aus einem Rade von 2,43 m Durchmesser, welches, durch verdichtete Luft getrieben, 800 Umdrehungen pro Minute macht und behufs Herstellung eines Schrams von 5 cm Weite und 91 cm Tiefe an seinem Umfange 24 Diamantbohrer trägt, deren jeder neben der gemeinsamen Kreisbewegung noch rasche Drehungen um seine eigene Axe vollzieht. In der Radmitte sitzt, 30 cm vor den Umfangsbohrern vorstehend, ein Einzelbohrer, welcher das mittlere, zur Aufnahme der Sprengladung bestimmte Bohrloch herstellt. Der untere Teil des Rades läßt sich in die Höhe klappen; ist dieses geschehen, so bleibt genügend Raum vorhanden, um das Haufwerk auf einem inneren Gleise durch die Maschine hindurch zu fördern.

Die Erfindung sollte bei dem Bau eines Tunnels der Central-Pacific-Bahn

<sup>73)</sup> Engineer. 1864. Bd. 17. S. 185.

<sup>74)</sup> Statistic of Mines and Mining in the state of territories west of the rocky mountains, being the fourth annual report of Rossiter W. Raymond, U. S. commissioner of Mining Statistics. Washington. Government printing office. 1872. S. 113. — Builder. 1871. Bd. 29. S. 463.