

Stossend wirkende Handbohrmaschinen.

§. 95. Praktische Erfordernisse. Leicht transportable Gesteinsbohrmaschinen, welche ohne Elementarbetrieb zu benutzen sind, könnten dem Ingenieur in vielen Fällen gute Dienste leisten. Es hat daher auch nicht an Versuchen gefehlt, Handbohrmaschinen zu konstruieren; diese Versuche lassen aber immer noch die Frage nach einer allgemein brauchbaren, stoßend wirkenden Handbohrmaschine offen. Viele der bisher konstruirten Handbohrmaschinen sind zwar, vom rein mechanischen Standpunkte aus, recht vollkommen, dennoch aber benutzt man sie nicht. Spielen die Kosten der Herstellung eines Bohrloches keine Rolle und würde es sich darum handeln, nur hin und wieder ein Loch rasch abzubohren, so sind eine ziemlich grosse Anzahl von Konstruktionen vorhanden, mit denen man diesen Zweck erreichen könnte. Ein solcher Fall kommt aber im allgemeinen viel zu selten vor, denn bei der vereinzeltten Herstellung von Bohrlöchern spielt in der Regel eine grosse Zeitersparnis keine Rolle. Für vereinzelt Fälle schafft man auch nicht gern Maschinen im Preise von 700—1000 Mark an. Sind dagegen viel Löcher zu bohren, so spielt meistens auch der Kostenpunkt eine Rolle, und da zeigt es sich denn, daß keine einzige der bisher erfundenen Handbohrmaschinen mit dem Bohren von Hand konkurriren kann.

Für forcirten Betrieb sind die Handbohrmaschinen überhaupt nicht zu gebrauchen, da man eine größere Zahl derselben an einem Arbeitsorte wegen Mangel an Raum nicht aufstellen kann, auch ist die Kraft dieser Maschinen ganz unzulänglich, wenn man berücksichtigt, daß für jede Bohrmaschine mit Elementarbetrieb mindestens zwei Pferdekräfte disponibel sein müssen.

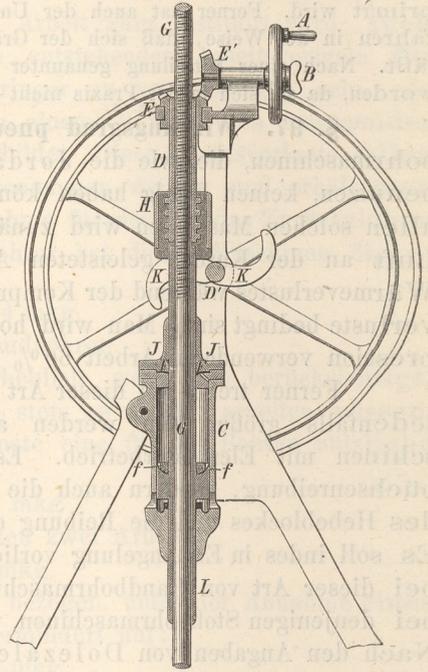
Daß die Mehrzahl der in neuerer Zeit konstruirten Handbohrmaschinen nicht mit dem Bohren von Hand konkurriren kann, sobald der Kostenpunkt in Frage kommt, erscheint nicht auffällig, wenn man berücksichtigt, daß die Konstrukteure dieser Maschinen von der Idee ausgegangen sind, die verhältnismäßig große Arbeitsleistung des Menschen an der Kurbel auszunutzen, denn diese Arbeitsleistung ist doch nicht um so vieles größer als die beim Handbohren aufzuwendende Arbeit, daß die verschiedenen Widerstände in den Maschinen diesen Ueberschuß an Leistung nicht ganz oder doch zum großen Teil absorbiren sollten. Stünde nicht allen Handbohrmaschinen noch der Vorteil zur Seite, daß sie mit Stoß- oder Wurfbohrern arbeiten, bei der Uebertragung der Kraft des Arbeiters auf den Bohrer also circa 27—29% gespart werden gegenüber der Bohrarbeit mit zwei Gezähnen, so ließe sich wahrscheinlich für keine der konstruirten Handbohrmaschinen ein wenigstens rechnungsmäßiger Vorteil hinsichtlich Kraftökonomie gegenüber dem Handbohren nachweisen.

Bei der Mehrzahl der wirklich als Maschinen anzusehenden Handbohrapparate versetzt der Arbeiter eine Welle in Umdrehung, auf welcher Daumen, in der Regel zwei an der Zahl, sitzen. Diese Daumen spannen entweder Federn an, durch deren Kraft nach ihrer Auslösung der Bohrer vorwärts geschleudert wird, oder diese Daumen setzen einen mit dem Bohrer verbundenen Kolben in Bewegung, der bei seinem Rückgange in einem Cylinder atmosphärische Luft komprimirt, während sein Vorwärtsgang, also der Schlag des Bohrers, durch die komprimirte Luft erfolgt.

Zu den Maschinen ersterer Art gehören die von Faber, Gronert u. a. m.; unter den Maschinen, in welchen komprimirte Luft den Stoß des Bohrers bewirkt, ist diejenige von Jordan (Jordan u. Meihé) die bekannteste.⁸⁰⁾

§ 96. **Jordan's pneumatische Handbohrmaschine.** Eine Abbildung der Jordan'schen Maschine in ihrer zuerst verbreiteten Konstruktion gibt nebenstehender Holzschnitt. *C* bezeichnet den Cylinder, in welchem die Luft komprimirt wird; derselbe steht in seinem unteren Teile durch Oeffnungen in den Wandungen mit der Atmosphäre in Verbindung und ist auf einem Gestell entweder fest oder bewegbar montirt. Der im Cylinder arbeitende Kolben sitzt auf der hohlen Kolbenstange *L*, durch welche die Bohrstange hindurchgeht. Damit letztere der Drehung des Kolbens folgen kann, ist das untere Ende der Kolbenstange innen sechskantig gestaltet, entsprechend der in ihrem unteren Teile ebenfalls sechskantigen Bohrstange. Das obere Ende der Kolbenstange trägt den Hebeblock *H*, gegen dessen untere Fläche die beiden Hebedaumen *K* wirken, welche auf der Welle *D*₁ sitzen. Letztere wird mittels eines an dem in der Abbildung angegebenen Schwungrad befestigten Kurbelgriffes in Drehung versetzt. Wenn die Hebedaumen *K* nun den Hebeblock, also auch den Kolben heben, wird die Luft im Cylinder oben komprimirt, gleichzeitig aber auch infolge der Friktionswirkung zwischen Daumen und Block die Kolbenstange gedreht. Um diese Drehung, also das Umsetzen des Bohrers reguliren zu können, ist auf dem mit dem Hebeblock verbundenen Rohre *D* ein konisches Rad *E* befestigt, in dessen Zähne die eines zweiten Rades *E*₁ eingreifen. Die Welle des letzteren kann durch die Mutter *B* mehr oder weniger festgebremst werden, sodaß der Grad der Drehung des Hebeblockes veränderlich gemacht ist.

Fig. 29.



Durch diese Drehung wird aber nicht nur das Umsetzen, sondern auch der Vorschub der Bohrstange bewirkt. Letztere bildet nämlich in ihrem oberen Teile eine flachgängige Schraube und das Rohr *D* die zugehörige Mutter. Diese kann sich in dem Hebeblock wegen der eingedrehten konzentrischen Ringe wohl drehen, muß aber sonst der auf und nieder gehenden Bewegung der Bohrstange folgen. Ferner findet das Rohr *D* im konischen Rade *E* mittels Nut und Zahn Führung; sodaß jede Drehung dieses Rades auf das Schraubengewinde der Bohrstange übertragen wird.

Umsetzung und Vorschub sind demnach bei gebremstem Getriebe voneinander abhängig; kann letzteres sich unbehindert drehen, so folgt auch die Mutter *D* der

⁸⁰⁾ Vor Jordan benutzte bereits Marcellis in Lüttich komprimirte Luft zur Schlagerzeugung in einer Handbohrmaschine; siehe Stapff; a. a. O. S. 48. — Annales des mines, 1862. Bd. II. S. 76.

Drehung des Hebeblockes und es findet nur ein Umsetzen, aber kein Vorschieben der Bohrstange statt. Um den Vorschub auch von Hand bewerkstelligen zu können, sitzt auf der Welle des Zahnrades E_1 ein kleines Kurbelrad A . Mittels des letzteren kann man ferner, sobald das Loch um die Länge der Schraubenspindel abgebohrt ist, diese wieder zurückdrehen.

Durch die Märkische Maschinenbau-Anstalt in Wetter an der Ruhr wurde die Jordan'sche Handbohrmaschine dahin abgeändert⁸¹⁾, daß in dem Cylinder hinter dem Kolben stets hoch gespannte Luft vorhanden ist, die beim Kolbenrückgang noch höher komprimirt wird. Ferner hat auch der Umsetzungsmechanismus des Bohrers eine Aenderung erfahren in der Weise, daß sich der Grad des Umsetzens der Gesteinsbeschaffenheit anpassen läßt. Nach einer Mitteilung genannter Fabrik ist aber der Bau dieser Maschinen eingestellt worden, da sie sich in der Praxis nicht bewährt haben.

§. 97. Wirkungsgrad pneumatischer Handbohrmaschinen. Daß Handbohrmaschinen, die, wie die Jordan'sche, komprimirte Luft zur Schlagerzeugung benutzen, keinen Erfolg haben können, folgt aus nachstehender Betrachtung. In allen solchen Maschinen wird zunächst von der zur Erzeugung der komprimirten Luft an der Kurbel geleisteten Arbeit nur ein Teil restituirt, da infolge des Wärmeverlustes während der Kompressionsperiode und durch Undichtheiten Arbeitsverluste bedingt sind. Man wird hoch greifen, wenn man von der auf die Luftkompression verwendeten Arbeit 60% wieder erhält.

Ferner treten bei dieser Art von Maschinen Reibungswiderstände auf, welche jedenfalls größer sein werden als die Reibungswiderstände in Stoßbohrmaschinen mit Elementarbetrieb. Es sind nämlich nicht nur Kolben- und Stopfbüchsenreibung, sondern auch die Reibung der Daumen gegen die Anschlagfläche des Hebeblockes und die Reibung der Kurbelwelle in ihren Lagern zu überwinden. Es soll indes in Ermangelung vorliegender Versuche nur angenommen werden, daß bei dieser Art von Handbohrmaschinen die Reibungswiderstände so groß seien als bei denjenigen Stoßbohrmaschinen, welche durch komprimirte Luft betrieben werden. Nach den Angaben von Dolezalek⁸²⁾ betragen dieselben für die Maschinen von Ferroux, Modell II, und Mac-Kean 20—30% der Betriebskraft. Von diesen Angaben soll die größere (30%) wegen der Reibung zwischen Daumen und Hebeblock etc. hier benutzt werden.

Nimmt man nun an, daß der Arbeiter an der Kurbel bei anhaltender Arbeitsdauer 7 mkg leisten kann, nimmt man ferner und zwar sehr zu gunsten der hier in Rede stehenden Handbohrmaschinen an, daß von dieser Arbeit wegen des Zurückziehens des Bohrers nur 35% verloren gehen (gegen 43—50% beim einmännischen Handbohren), so werden von der vom Arbeiter an der Kurbel geleisteten Arbeit nur noch

$$7 \cdot 0,60 \cdot 0,70 \cdot 0,65 = 1,91 \text{ mkg}$$

am Bohrer übrig bleiben. Beim einmännischen Bohren ist, auf Grund der Havrez'schen Versuche, im Bohrer noch eine Arbeit von 1,83 mkg disponibel, so daß in der That die an der Handbohrmaschine geleistete Arbeit nicht mehr ausgenutzt wird als die beim Handbohren aufgewendete Arbeit. Man kann daher mit einer solchen Handbohrmaschine nur dann eine größere Leistung als beim ein-

⁸¹⁾ Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1880. S. 213.

⁸²⁾ Dolezalek; a. a. O. S. 50.

männischen Handbohren erreichen, wenn der Arbeiter an der Maschine mit außer-gewöhnlicher Anstrengung arbeitet.

Wie wenig die Jordan'sche Maschine geeignet ist, mit dem Bohren von Hand beim Stollenbetriebe zu konkurrieren, zeigen schlagend die von Szellemy⁸³⁾ veröffentlichten Versuche, auf welche hier verwiesen wird.

§ 98. Handbohrmaschinen mit Federspannung. Günstiger als bei der Jordan'schen Maschine liegen die Verhältnisse bei den Maschinen, in welchen gespannte Federn den Schlag erzeugen. Bei diesen Maschinen kann angenommen werden, daß die zur Federspannung geleistete Arbeit ganz restituirt wird; auch dürften die infolge von Reibungswiderständen entstehenden Arbeitsverluste für durch Federspannung wirkende Maschinen geringer zu veranschlagen sein als für die Maschinen, in welchen ein luftdicht in einem Cylinder sich bewegender Kolben das Hauptorgan der Arbeitsübertragung bildet. Diese Arbeitsverluste sollen für Maschinen mit Federspannung zu 20% angenommen werden und erhält man dann unter Benutzung der oben gemachten Annahme für den auf das Zurückziehen des Bohrers fallenden Arbeitsverlust die am Bohrer bei diesen Maschinen disponible Arbeit zu:

$$7 \cdot 0,80 \cdot 0,65 = 3,64 \text{ mkg,}$$

also 1,81 mkg mehr als beim einmännischen Handbohren.

Dieses günstige Resultat reduziert sich erheblich, wenn man berücksichtigt, daß an der Kurbel solcher Handbohrmaschinen stets zwei Mann arbeiten müssen. Von diesen wird nach Abzug der Reibungsverluste eine für das Bohren nützliche Arbeit von

$$2 \cdot 7 \cdot 0,80 = 11,2 \text{ mkg}$$

geleistet. Beim einmännischen Handbohren leisten zwei Arbeiter

$$2 \cdot 6,04 = 12,08 \text{ mkg,}$$

welcher Betrag, auf die Arbeit mit Stoßbohrern bezogen, unter der Annahme eines Nutzeffektes der Uebertragung von 0,53, sich vermindert auf:

$$12,08 \cdot 0,53 = 6,40 \text{ mkg.}$$

Nach den Versuchen von Hausse ist nun, unter Anwendung des Stoßbohrers, zum Ausbohren eines cem Freiburger Normalgneises eine Arbeitsleistung von 50,8 mkg erforderlich. Mit einer Handbohrmaschine in Rede stehender Art wird man daher zum Ausbohren eines cem gebrauchen:

$$\frac{50,8}{11,2} = 4,54 \text{ Sekunden,}$$

während ein Arbeiter beim einmännischen Handbohren einen cem in

$$\frac{50,8}{3,20} = 15,88 \text{ Sekunden}$$

ausbohrt. Legt man aber drei Arbeiter vor Ort an, so können drei Löcher von 0,50 m Tiefe in 1,07 Stunden gebohrt werden, während die Bohrmaschine zur Herstellung von drei Löchern derselben Tiefe 1,43 Stunden gebraucht, wenn man für jedes Bohrloch auf Einstellen der Maschine und Bohrerwechsel 10 Minuten rechnet, was unter Berücksichtigung der Zeit zum Bohrerwechsel praktischen Verhältnissen entspricht. Dieses Beispiel zeigt mithin, daß ein Zeitgewinn durch die Handbohrmaschine nicht zu erzielen ist, wenn es sich um die gleichzeitige Herstellung

⁸³⁾ G. Szellemy. Versuche mit der Jordan'schen Handbohrmaschine. Oesterr. Zeitsch. für Berg. u. Hüttenwesen. 1880. Bd. 28. S. 6.

mehrerer Bohrlöcher handelt. Im übrigen folgt aus den vorstehenden Darlegungen, in welchen Fällen sich der Ingenieur einer der bisher gedachten Handbohrmaschinen mit Vorteil wird bedienen können.

Tabelle X.

Leistungen mit Handbohrmaschinen.

Ein ungefähres Bild der in der Praxis mit Maschinen der beschriebenen Arten erreichbaren Leistungen gibt nachstehende Zusammenstellung.

Bezeichnung der Maschine	Zahl der an der Maschine beschäftigten Arbeiter	Reine Bohrzeit		Zeitverluste (Umstellen der Maschine, Bohrerwechsel, Schmierer, Klemmungen des Bohrers).		Totale Bohrzeit		Abgebohrte Tiefe m	Art des Gesteins
		Stund.	Min.	Stund.	Min.	Stund.	Min.		
Jordan	6	48	21	39	13	87	34	27,2	Grünstein-Trachyt.
	3	—	—	—	—	—	47	1,556	Thon- u. Grauwackeschiefer.
	3	8	9	4	47	12	56	14,14	Schalstein (Mandelstein).
Gronert	4	—	25	—	16	—	41	1,0	Porphyr.
	2	—	17	—	2	—	19	0,235	Granit.
	1	—	8	—	—	—	8	0,32	Sandstein.
Faber	2	—	15	—	—	—	15	1,0	Sandstein.
	2	—	—	—	—	2	30	2,51	Kalkstein.

§ 99. Gestelle. Für die gedachten Arten von Handbohrmaschinen stehen zwei Systeme von Gestellen in Benutzung, nämlich solche, deren Feststellung durch Abspreizung, und solche, deren Feststellung durch ihr eigenes Gewicht erfolgt.

Die Gestelle des ersten Systems bestehen meistens aus zwei gekuppelten Säulen, welche die Maschine zwischen sich fassen. Die Gestelle, deren Feststellung durch ihr Gewicht geschieht, werden durch eiserne Böcke gebildet, die in der Regel fahrbar eingerichtet sind. Ein solches fahrbares Bockgestell für die Jordan'sche Handbohrmaschine ist in Fig. 20, Taf. XVI, abgebildet. Der den Cylinder der Maschine tragende Rahmen ist in dem Gestell so verlagert, daß er sich um eine horizontale Axe drehen kann, wodurch es ermöglicht wird, Löcher jeder Richtung in der Vertikalebene zu bohren.

§ 100. Verschiedene Handbohrmaschinen und Hilfsvorrichtungen. Außer den bisher gedachten Arten von Handbohrmaschinen kann man zum Abbohren vertikal nach unten gerichteter Bohrlöcher noch einfache Vorrichtungen benutzen, in denen der Bohrer nur durch sein eigenes Gewicht wirkt. Zum Heben und Fallenlassen des Bohrers sind dann dieselben Einrichtungen zu treffen, wie zur Herstellung von nicht tiefen Löchern bei sogenannten Tiefbohrungen, und wird in dieser Beziehung auf Kapitel VII dieses Werkes verwiesen. Hier bleiben nur noch die Apparate von Newton und Gowan zu erwähnen, welche von den eigentlichen Tiefbohrungsapparaten abweichen.

Newton⁸⁴⁾ schlägt vor, die Bohrstange, wie bei manchen Rammen den Rammbar, durch eine Zange zu fassen, die mittels eines um einen Haspel geschlungenen Seiles hochzuziehen ist. In einer gewissen Höhe soll sich die Zange dann selbstthätig öffnen und dieselbe die Bohrstange fallen lassen. Das Umsetzen des Bohrers erfolgt von Hand. Dieser sehr einfache Apparat erfordert ein mehr oder weniger hohes Gerüst zur Aufnahme der Leitrolle für das Zugseil der Zange.

Gowan⁸⁵⁾ hat einen mehrfach benutzten Apparat konstruirt, in welchem die Bohrstange nicht durch ein Seil, sondern durch einen Hebedaumen gehoben wird. Dieser sitzt auf der Axe eines Rades, das direkt oder indirekt von Hand gedreht werden kann. Der Anschlag des Hebedaumens erfolgt, ähnlich wie bei der Jordan'schen Maschine, gegen einen Scheibendäumling, der in beliebiger Höhe an der Bohrstange fixirt werden kann. Der Hebedaumen bewirkt auch die Drehung des Bohrers. Zur Führung der Bohrstange dienen Rollen, deren Anbringung ein Gerüst nötig macht. Letzteres erschwert bei allen Apparaten dieser Art ihre allgemeine Benutzung für Herstellung weniger tiefer Löcher.

Endlich sind hier noch einige Bemerkungen über die von Delahaye und Könyves-Toth konstruirten Apparate anzuführen, welche dazu dienen sollen, die so vorteilhafte Arbeit mit dem Wurfböhrer möglichst zu erleichtern.

Der Delahaye'sche Apparat⁸⁶⁾ besteht aus zwei abspreizbaren vertikalen Ständern, zwischen welchen unter verschiedenen Winkeln gegen den Horizont eine Leitschiene parallel mit der Richtung des zu bohrenden Loches befestigt werden kann. Auf dieser Leitschiene wird ein auf Rollen beweglicher Wagen, welcher den Bohrer trägt, von Hand vorwärts und rückwärts geschoben; bei der Vorwärtsbewegung erfolgt der Schlag. Ein besonderer Mechanismus bewirkt das Umsetzen des Bohrers. Da der den Wagen handhabende Arbeiter eine bequeme Stellung einnehmen muß, so ist dieser Apparat in engen Räumen nicht zu verwenden. In sehr hohen Räumen und unter freiem Himmel würden die dann nicht verspreizbaren Ständer für die Leitschiene des Wagens schwer stabil herzustellen sein, will man nicht die Bewegbarkeit des ganzen Apparates vermindern. Aus diesen Gründen hat der letztere auch keine Verwendung in der Praxis gefunden.

Der Bohraparat von Könyves-Toth⁸⁷⁾ wird aus einer röhrenförmigen, auf einem Gestell montirten Hülse gebildet, welche zur Führung des Stoßbohrers dient. Der Schaft des letzteren ist mit einem hölzernen Handgriff versehen, welchen der Arbeiter beim Stoßen erfaßt. In der Hülse sind ein Schaltrrad mit schiefer Nutkeil und ein solches mit geradem Nutkeil verlagert; die Keile passen in Längsnuten der Bohrstange, von denen die eine gerade, die andere schief verläuft. Mittels dieser beiden Schalträder geht dann das Umsetzen in ähnlicher Weise vor sich wie bei den durch motorische Flüssigkeiten betriebenen Bohrmaschinen. Da sich die Führungshülse auf dem Gestell in jede Lage bringen läßt, so kann mit diesem Apparate auch in jeder Richtung gebohrt werden. Derselbe soll sich in der Praxis bereits bewährt haben, doch liegen zuverlässige Angaben hierüber nicht vor.

⁸⁴⁾ Stapff; a. a. O. S. 46. Mit Abbildg.

⁸⁵⁾ Stapff; a. a. O. S. 47. [Mit Abbildg. — Dingler's polytechn. Journ. 1851. IV. Bd. 122. S. 95. Mit Abbildg.

⁸⁶⁾ A. Habets. Notes sur les machines à abattre la houille. Revue univ. d. mines. 1861. Serie I. Bd. 9. S. 282. Mit Abbildg. — Stapff; a. a. O. S. 49. Mit Abbildg.

⁸⁷⁾ Die Sprengtechnik von Mahler u. Eschenbach. Wien 1881. S. 107. Mit Abbildg.