

Menschen, aber doch rücksichtslos. Da galt es nun, Werkzeuge entsprechend kräftig auszuführen. So entstand Pflug und Egge. Ersterer dem Spaten, letztere dem Rechen ähnlich. Führung, Ein- und Ausschaltung lag in der Hand des Menschen. Auch zur Fortbewegung der Lasten dienten Zug- und Tragtiere. Anfangs wurden die Schlitten, dann die Wagen verwendet.

Um die Fernwirkung der Waffen zu erhöhen, war auch eine ausgedehntere Führung des Geschosses notwendig. Bogen und Pfeil einerseits, Blasrohr andererseits waren ihre nächsten Vertreter. Durch die wirkende Kraft des Bogens wird dem Pfeil die Schwungkraft erteilt, die ihn befähigt, in das Ziel einzudringen. Es lässt sich annehmen, dass eine lange Zeit verstrichen ist, ehe Bogen und Pfeil ausgebildet waren. Aber der Schritt musste vom Standpunkte der Getriebelehre erfolgen. Das Werkzeug erhält eine von menschlicher Körperbewegung unabhängige Führung. Bogen und Pfeil sind als Einrichtung zu bezeichnen.

Der Bau der Wohnungen, die Herstellung der Wagen, die Ausrüstung der Zug- und Tragtiere, der Bau der Schiffe erforderten ein reiches Mass von menschlicher Erfindungskraft und Arbeit. Nicht mehr einzelne, besonders Begabte konnten da genügen, jeder musste herangezogen werden können. Dem Tiere aber fielen die schwersten Arbeiten zu, wie das Heben und Fortschaffen der Lasten.

Unter den wichtigsten Arbeiten sind hier das Sägen, Bohren und Drehen zu nennen. Die Sägezähne bildeten Feuersteinsplitter, welche in Holz oder Knochenblätter eingesetzt waren. Das Bohren erfolgte durch Hin- und Herdrehen einer Holzwellen, in die ein Steinplitter als Schneidmesser eingesetzt war. Die Welle trug eine Rolle, die mit Eindrechung in der Schnur lag, deren Enden von einem Mann hin- und hergezogen wurde, während ein zweiter Mann mit einem Holze den Bohrer in das Loch drückte, welches dem Bohrer dann als Führung diente. Was fehlte hier noch, um zur heutigen Bohrmaschine zu gelangen!

In der folgenden Bronze- und Eisenzeit blieben die Verhältnisse fast dieselben. Die Werkzeuge wirkten vorteilhafter, sowohl die des Friedens, als die des Krieges, aber der Anteil des Menschen bei der Betätigung der Werkzeuge verringerte sich wenig.

Betrachten wir so eine Drehvorrichtung, mit der etwa 3000 vor Christi Geburt die Steingefässe gedreht wurden, die in den Museen heute noch unsere Bewunderung erregen. Zwischen zwei in ein Brett eingeschlagene Spitzen ist die Spindel gelagert, wenn Cylinder zu drehen sind, oder in eine Spitze und ein vier-eckiges Lager, in dem der Spindelhalbs liegt.

In ein viereckiges Lager? Ja, die Zapfen wurden früher nicht in Holzcyllindern, sondern in Holzvierecken eingebettet. Ich glaube, heute noch gibt es Turmuhrerbauer, welche so die Zapfen lagern. Heute noch!

Der Arbeiter sass auf dem Fussboden — die Drehbank war auch auf demselben befestigt — und ein Gehilfe drehte die Spindel mittels Schnur, an deren Enden er zog, hin und zurück. Hierbei wurden die dünnen Steinschalen gedreht.

Diesen Drehbetrieb (Wirtelbetrieb) benutzt noch heute der römische Drechsler, jedoch mit der Abänderung, dass er mit einem Fusse einen Tritt niederdrückt, von welchem eine Schnur über die Spindelrolle zu der an der Zimmerdecke befestigten Holzfeder emporfährt, welche letztere die Schnur heraufzieht und damit den Tritt hebt (damit die Spindel in entgegengesetzter Richtung drehend).

In Karlstein wurden 1873 die Drehbänke und Schneidmaschinen so betrieben. Dem entspricht im Prinzip auch die in der Uhrmacherei der ganzen Welt üblich gewesene Drehbogenarbeit. Bei dieser Betriebsart hat der Körper für gleichmässigen Antrieb, sowie für die betreffende Arbeit eigenste Geschwindigkeit zu sorgen, was ein hohes Mass von Uebung voraussetzt. Der menschliche Körper stellte einen grossen Teil der Getriebe, welche bei der Arbeit in Tätigkeit tritt.

Man kann nicht sagen, dass das Altertum in der Ausbildung von Maschinen und Schaffung von Getrieben fruchtbar gewesen wäre, darauf deutet schon hin, dass einzelne keineswegs allgemeine Bedeutung erlangten, wie die maschinellen Anordnungen der Wasseruhr des Ctesibus von Alexandrien und die Sphäre des Posidonius, welche heute nur als interessante, geistreiche

Lösungen der betreffenden Probleme betrachtet werden; dagegen sind die Erfindungen von Schraube und Rad durch Archimedes von Syrakus von höchster Wichtigkeit. Allgemeine Anerkennung wird ihnen im Schrifttum ihrer Zeit.

Man hatte es aber auch gar nicht nötig, die Maschine weiterzubilden. Nur „Not lebrt erfinden“, und die bestand hier nicht. Aus jeder eroberten Stadt wurden tausende arbeitskräftiger Bewohner fortgeschleppt, nachdem sie Sklavenhändler um billiges Geld erworben, die sie in die verschiedenen Werkstätten und an Private abgaben. Was brauchte man da noch leblose Maschinen, wenn man eine so vollkommene, wie den Menschen besass? Einrichtungen wurden jedenfalls schon in grosser Zahl benutzt, um die gleichmässige und genaue Arbeit und ein grösseres Massenergebnis zu erzielen.

Man sollte denken, dass die Wasserräder, welche man schon kannte, Anlass zu mancher Einrichtung gegeben hätten. Jene dienten aber, wenn sie in den Industriemittelpunkten sich befanden, vorerst jenen Betrieben, welche an sich viel Wasser brauchten. Tuchmacherei, Gerberei u. s. w. Von eigentlichen Maschinen, soweit sie nicht zu Hebezwecken dienten, ist nur eine Walkerpresse bekannt geworden, welche ein Wandgemälde in Pompeji darstellt.

Diese Verhältnisse blieben auch durch das Mittelalter, wo ja der Gewerfleiss besonders in den Städten blühte. Andere Betriebskräfte, als die der Menschen, waren dort in bedeutenderem Masse nicht vorhanden. Da leisteten findig durchdachte Einrichtungen genug.

Wer Gelegenheit hat, die Nürnberger Einrichtungen kennen zu lernen, welche unglaubliche Mengen von Erzeugnissen liefern, der begreift, dass man eigentliche Maschinen nicht brauchte. Erstere lassen sich ausserordentlich billig herstellen, was bei der Maschine nicht der Fall ist. Ich denke noch der wunderbar einfachen Anordnungen, welche der ehemalige Nürnberger Obermeister Paul Hellmuth schuf, mit deren Hilfe die neuere Karlsteiner Metalluhren-Industrie begründet wurde.

Ein höherer Beamter (Ingenieur), welcher die von mir geleitete Anstalt inspizierte und dem ich solche Einrichtungen zeigte, zweifelte, dass man „mit so etwas“ überhaupt arbeiten könne. Als er aber dann die Einrichtungen in Tätigkeit sah, bewunderte er die scharfsinnige Durchführung der ihnen zu Grunde liegenden Ideen. Dabei machten dieselben keineswegs einen vertrauen-erweckenden Eindruck, aber man konnte mit ihnen Vorzügliches leisten, und darauf kam es an.

Ein Umschwung der gewerblichen Arbeitsweise trat erst ein, als die Dampfkraft allgemeine Anwendung fand. Die Motoren oder Kraftmaschinen lieferten beliebig grosse Betriebskraft. Der Kostenpreis der Menschenkraft sank auf Bruchteile eines Pfennigs herab.

Die Arbeitsleistung eines Menschen wird zu  $\frac{1}{8}$  Pferdekraft gerechnet. Wenn die Maschinen-Pferdekraftstunde 2 Pfg. kostet, die Menschenkraft  $\frac{1}{8} \times 2 = \frac{1}{4}$  Pfg., welche Prämien sah da der Erfinder vor seinem geistigen Auge, welche Gewinne lockten ihn, seine ganze Kraft in den Dienst der maschinellen Ausführung der bis jetzt von der Hand hervorgebrachten Gegenstände zu stellen.

Das Kapital warf sich mit Ungestüm auf das neue Gebiet.

Das Verkehrswesen nahm einen riesigen Aufschwung. Der Anteil der menschlichen Arbeit auf diesem Gebiete wurde immer geringer. Dagegen wuchs seine Betätigung bei Ueberwachung und Sicherung des Verkehrs, so dass man sagen kann, dass in dieser Richtung sich ihm ein gewaltiges Arbeitsfeld eröffnet hat.

Die Werkzeugmaschinen, welche zur Herstellung maschineller Einrichtungen dienten, waren zunächst noch auf die ausgiebige Mitarbeit der Menschen angewiesen. Sie bedurften zu häufiger Verstellung, Aenderung des Werkzeuges u. s. w. des zu bearbeitenden Gegenstandes, als dass die Maschine Mensch nicht überall hätte eingreifen müssen. Da, wo immer die gleiche Arbeit zu leisten war, strebte der Maschinenbau, auch unabhängig vom Menschen wirkende Maschinen, also selbsttätig oder automatische herzustellen.

Die Maschinen der Weberei, Spinnerei, Papierfabrikation, die Mahlmaschinen u. a. können lange Zeit Gleichartiges herstellen.