

Werk

Titel: Henry Rossiter Worthington. Skizze eines Ingenieurlebens

Autor: Förster, Otto H.

Jahr: 1909

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?513009817_0001 | log7

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Henry Rossiter Worthington.

Skizze eines Ingenieurlebens

von

Otto H. Mueller, London.

Kurzlebig ist unsere Zeit und sind unsere Maschinen. Rastloser Fortschritt, getragen von gewaltigen Kapitalmächten, stürzt heute in den Abgrund der Vergessenheit, was vielleicht noch vor einem Jahre als höchste Stufe technischen Wissens und Könnens gepriesen wurde. Und mit den Werken verschwinden auch ihre Schöpfer. Erst in neuester Zeit haben dankenswerte Bestrebungen eingegriffen zu sammeln, zu ordnen und zu erhalten, was vor uns geschaffen wurde, um so den Unterbau unserer gegenwärtigen Entwicklungsstufe und seine Verzweigungen freizulegen. Doch so sehr uns die großen Werke der Kunst und Technik, die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung oder die Ergebnisse der Weltgeschichte zu fesseln vermögen, unwiderstehlich gedrängt, wendet sich unser Geist den Menschen zu, die sie geschaffen, entdeckt, bewirkt haben. Wir suchen ihre Herkunft und Schicksale zu ergründen, ihrer Geistesarbeit nachzuspüren, ihr Charakterbild auszugestalten, ihre Stellung in der Kulturgeschichte zu bestimmen.

Und so zog es auch mich, das Lebensbild eines Mannes, mit dessen Schöpfungen ich durch meinen Beruf bekannt geworden bin, wenigstens skizzenhaft zu entwerfen, eines Ingenieurs, der tüchtig und rechtschaffen die Aufgabe durchführte, die Zeit und Umstände ihm zugewiesen hatten, und der, durch hohe Eigenschaften des Geistes und Gemüts ausgezeichnet, für alle Zeiten ein Vorbild überzeugungstreuer Ingenieurbetätigung bleiben wird¹⁾.

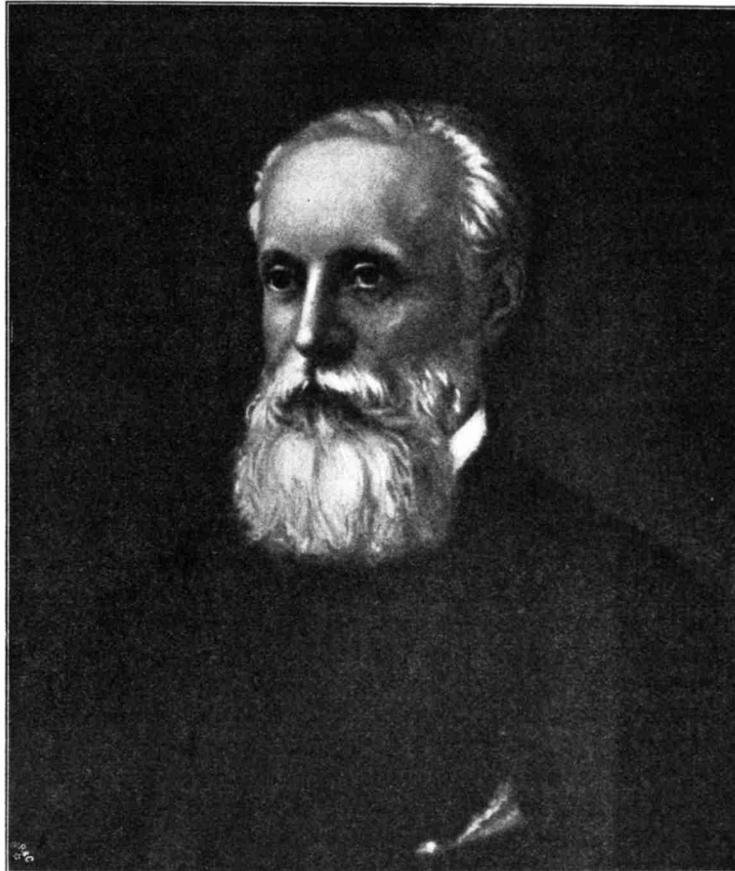
Henry Rossiter Worthington, geboren am 17. Dezember 1817 in New York, entstammte einem altenglischen Geschlecht, das in Worthington in England ansässig war und von dem ein gewisser Sir Nicholas in der Schlacht von Naseby für König Karl I. gekämpft hatte. Einige Jahre nach dieser Schlacht, 1649, wanderte ein Teil der Familie nach Amerika aus.

Worthington genoß die einfache Mittelschulbildung, die seine Vaterstadt zu jener Zeit ihren Bürgern bieten konnte, eine Hochschule in unserem Sinne hat er

¹⁾ An schriftlichen Unterlagen stand mir nur ein kurzer Nachruf in einer amerikanischen Fachzeitschrift zur Verfügung, ferner zerstreute Mitteilungen von Herrn Frank Jenkins, einer von Worthingtons Ingenieuren, der lange mit ihm gearbeitet hatte, und ein Brief von Worthington an Charles Emery über die Entstehungsgeschichte seiner Maschine, den restlichen Stoff gaben mir ein Gespräch mit Worthingtons Sohn, Herrn C. C. Worthington und Herrn Jenkins im Jahre 1904 gelegentlich einer Reise nach New York, sowie ein Zusammentreffen 1907 mit Herrn William Perry, ehemaligem Geschäftsteilhaber von Henry R. Worthington. Diesen drei Herren sei hiermit bestens gedankt.

nicht besucht, soll aber ein hervorragendes Interesse an Geschichte, Literatur und Mathematik bekundet haben.

Von Bedeutung für seine Zukunft wurde Worthingtons Betätigung an einer technischen Aufgabe von großer wirtschaftlicher Tragweite. Sie fällt ungefähr in sein einundzwanzigstes Lebensjahr und läßt bereits die Klarheit seiner Auffassung, die Festigkeit seiner Entschlüsse und die Ausdauer in deren Durchführung voll erkennen. Sein Vater, Asa Worthington, besaß eine Mühle, Hope-Mill genannt,



Henry Rossiter Worthington, geb. 1817, gest. 1880.

die in der Front Street, New York, belegen war und zu der das Getreide in Booten auf dem Erie-Kanal gelangte, die durch Pferde gezogen wurden und noch heute so befördert werden. Um den Verkehr zu verbessern, hatte die Regierung des Staates New York einen Preis von 10 000 Dollar auf Kanalboote mit eigener Antriebskraft ausgeschrieben, wobei unter andern die Bedingung gestellt war, daß durch die Tätigkeit der Antriebsvorrichtung die Ufer des Kanals nicht angegriffen werden durften, d. h. daß der Wellenschlag möglichst vermieden werden mußte. Der junge Worthington trat unter die Preisbewerber und baute, von seinem Vater unterstützt, ein Boot mit einem Schraubenpropeller, das aber wegen des Umherspritzens bei Leerfahrt aufgegeben wurde. An dessen Stelle fertigte er ein zweites

Boot mit zwei verhältnismäßig sehr schmalen Schaufelrädern, die knapp hinter der Bugspitze des sehr scharf gebauten Schiffskörpers angebracht waren. Damit das von den Schaufeln nach rückwärts geworfene Wasser nicht direkt gegen die schräg verlaufenden Schiffswände geworfen werde, waren die Schaufeln entsprechend schief gestellt. Fig. 1 und 2 zeigt eine Skizze des Bootes nach dem noch vorhandenen Holzmodell, über die Anordnung und Einzelheiten der Maschine und des Kessels ist mir nichts bekannt geworden. Bei den Probefahrten mit diesem Boot kam Worthington mit Ericsson in Berührung, der eben England verlassen hatte, nachdem er kurz vorher die Schiffsschraube erfunden und erprobt hatte, von der Worthington wohl Kenntnis erhalten haben mußte, sonst hätte er sie kaum bei seinem ersten Boot verwendet. Auch Ericsson soll unter den Preisbewerbern gewesen sein und nahm natürlich an Worthingtons eigenartigem Schiffsantrieb das größte Interesse; es wird berichtet, daß bei einer der Fahrten, als Worthington ausgestiegen war, um sich nach Hause zu begeben, Ericsson auf dem Schiff zurückblieb, mit dem er, als er Worthington außer Sicht glaubte, Rückwärtsversuche vornahm.

Die Kanalgesellschaft, welche auch die Pferdeschiffahrt betrieb, bekämpfte alle Neuerungen mit äußerster Heftigkeit, genau wie es 15 Jahre vorher in England bei der Bahn Manchester-Liverpool der Fall gewesen war, nur verfügte sie über einen noch größeren politischen Einfluß. Worthington stieß daher auf die größten Hindernisse, die sogar in Tötlichkeiten ausarteten, so daß ihm nichts übrig blieb, als eine Kolonne von Raufbolden auf dem Schiff mitzuführen, die die

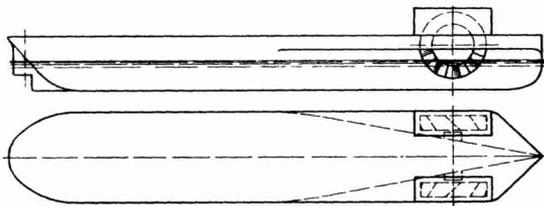


Fig. 1 und 2. Kanalboot von Worthington.

Kämpfe mit den Schleusenmeistern und anderen Beamten der Kanalgesellschaft ausfocht. In einem Winter aber fror der Kanal vorzeitig zu, während die Schiffahrt sich noch im vollsten Gang befand, was natürlich für die Verfrachter einen großen pekuniären Schaden bedeutete. Worthington befand sich damals mit seinem Boot zufällig am oberen Ende, in Buffalo, und war der einzige, der den Kanal abwärts fahren konnte, wobei ihm seine Schaufelräder das Eis aufsägten. Dies benutzend, folgte ihm die ganze Flotte der Pferdeboote bis nach New York, und die Regierung belohnte ihn hierfür mit einer Medaille; die Preiserteilung hatte die Kanalgesellschaft zu hintertreiben gewußt.

Die Versuche mit diesem Schiff waren es, die Worthington in seine künftige Laufbahn drängten. Bei allen Schleusen hatte es nämlich immer den Pferdebooten den Vorrang zu lassen und mußte auf diese Weise viele Stunden stilliegen. Da die Speisepumpen an die Hauptmaschine gehängt waren, so konnte während dieser Zeit der Kessel nicht gespeist werden, und das brachte Worthington auf die Konstruktion der ersten direkt wirkenden Speisepumpe, als deren Erfinder ausschließlich er zu betrachten ist, denn Cameron, dessen Pumpen allgemein als die ältesten derartigen angesehen werden, holte seine Konstruktion aus Worthingtons Werkstatt, in der er angestellt gewesen war. Die Pumpe wurde am 7. September 1841 in Amerika patentiert, und Fig. 3 gibt ein Bild davon, das keiner näheren Erklärung bedarf. Die Abbildung ist interessant, weil sie auch eine selbsttätige Speisevorrichtung enthält. Von dieser sagt Worthington später, daß

sie so vorzüglich den Wasserstand auf gleicher Höhe hielt, daß die Wärter alles Bewußtsein einer Gefahr und Verantwortlichkeit verloren. Dies erschien ihm so bedenklich, daß er fortan alle Vorrichtungen dieser Art verpönte.

Worthington fing nun die Fabrikation dieser Dampfmaschine an und richtete sich, abermals von seinem Vater unterstützt, in Williamsburg, das heute durch eine berühmte Brücke mit New York verbunden ist, eine Werkstatt ein, die er anfangs allein betrieb, einige Jahre später unter der Firma Worthington & Baker mit William H. Baker. Dieser stammte aus Neu-England und soll ein vorzüglicher Mechaniker von zwar geringer Schulbildung, aber mit offenem Geist und richtigem Urteil begabt gewesen sein. Das Verhältnis zwischen beiden war ein außerordentlich freundschaftliches, doch starb Baker, der ein kränklicher Mann war, schon 1854. Die Spezialmaschinen, die nach und nach zur Herstellung der

Pumpen benötigt wurden, baute Worthington sich alle selbst und nach seinen eigenen Entwürfen, unter anderen auch die erste Horizontal-Bohrmaschine,

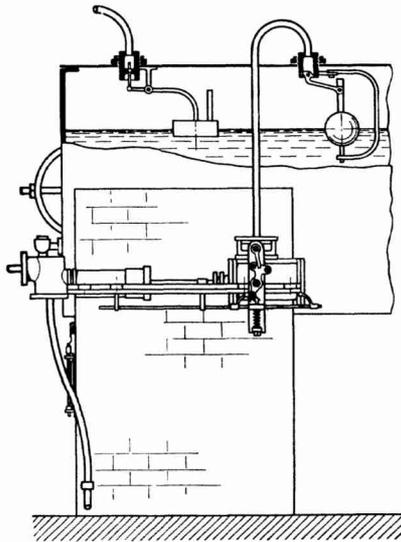


Fig. 3. Erste Dampfmaschine Worthingtons 1841.

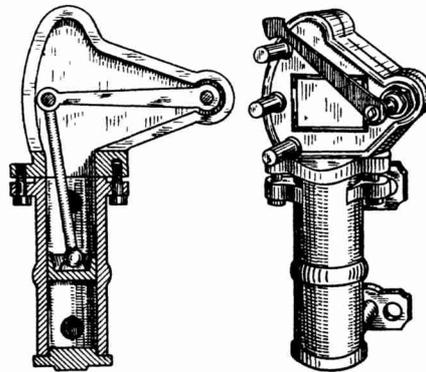


Fig. 4 und 5. Wasserstandszeiger.

zur Zeit, als er etwa 25 Mann beschäftigte. Auch eine Betriebsmaschine machte er sich, „Single exhaust engine“ genannt, die seinerzeit großes Interesse erweckte. Es war eine Maschine mit stehendem Dampfzylinder von 14 Zoll (356 mm) Durchmesser mit Differentialkolben. Der Verdränger, der oben war, hatte 7 Zoll (178 mm) Durchmesser und der Dampf trat zuerst in den Ringraum der Deckelseite, dann unter den Kolben, um schließlich auszupuffen, übte also Verbundwirkung aus. Das Dichthalten der großen Stopfbüchse auf der Hochdruckseite machte Schwierigkeiten, bis Worthington auf Metallpackung verfiel. Diese wandte er zuerst in der Form von konischen Segmenten aus Weißmetall an, die sich aber festbremsten und die Maschine mit einem Ruck zum Stillstand brachten. Schließlich schabte er das Weißmetall in dünne Streifen, die zu Zöpfen geflochten, ringweise eingelegt wurden. Diese Packung bewährte sich vorzüglich durch mehrere Monate, bis zum Abbruch der Maschine 1854, in welchem Jahre die alte Werkstatt aufgegeben wurde.

Unter die Vorrichtungen, die Worthington in dieser seiner ersten Fabrik baute, gehört auch ein Apparat zur Erkennung des Wasserstandes in Dampfkesseln, von ihm „Percussion Gauge“ genannt. Er wurde 1847 patentiert und ist

in Fig. 4 u. 5 abgebildet¹⁾). Veranlassung zu dieser Konstruktion gab das häufige Platzen der damals noch ganz neuen und minderwertigen Glasröhren, wahrscheinlich begünstigt durch die getrennte Befestigung der Hahnköpfe auf dem Kesselboden und die bei Röhrenkesseln so heftige Schaumbildung. In einem $3\frac{1}{2}$ Zoll weiten und 18 Zoll langen, durch $\frac{3}{4}$ -zöllige Stutzen mit der Kesselplatte verbundenen Zylinder befindet sich ein sehr leicht gehaltener und schlotterig eingesetzter Kolben, durch einen Hebel von außen bewegbar. Um sich von der Höhe des Wasserspiegels zu überzeugen, hob man den Hebel in die Höhe und stieß ihn alsdann rasch hinunter, wobei er plötzlich stecken blieb, wenn er das Wasser berührte. Mehrere Hundert solcher Wasserstandsanzeiger wurden angefertigt, was wohl als Beweis für deren Zweckmäßigkeit gelten kann.

Gegen 1850 befaßte sich Worthington auch mit der Konstruktion eines Wassermessers, dessen Notwendigkeit er erkannt hatte. Sein Apparat bestand aus einem beiderseits geschlossenen Zylinder, der in Quersapfen gelagert war und einen Kolben von großem Gewicht enthielt. Die Quersapfen waren, wie später beim Schmidtschen Wassermesser, hohl, durch sie ging der Ein- und Auslaß; sie waren als Umsteuerschieber ausgebildet. Der Zylinder lag schräg, das durchfließende Wasser trieb den Kolben an das hochstehende Ende, und wenn er in eine gewisse Lage kurz vor dem Hubende gekommen war, so kippte der Zylinder um, wodurch die Umsteuerung bewirkt wurde, ähnlich wie später beim Kennedy-Wassermesser, und das Spiel wiederholte sich von neuem. Bequem war, daß man den Apparat stets arbeiten sehen und hören konnte, und heute findet man selbsttätige Wasserabscheider auf ganz demselben Gedanken beruhend im Handel (Bungy's steam trap). Worthington machte damit nur Versuche, die Konstruktion befriedigte ihn nicht, und er verließ sie zugunsten seines Duplex-Wassermessers.

Die Hauptsache blieb natürlich die Herstellung seiner neuen Speisepumpe, die sich aber durchaus nicht leicht einführen wollte, denn zu jenen Zeiten bildeten die sorgfältige Ausgestaltung der Konstruktion und die feine Werkstättenarbeit, die angewandt werden mußten, um den Erfolg der Maschine sicher zu stellen, schier unüberwindliche Hindernisse. Es war zu befürchten, daß man bei den kleinsten Anständen die Pumpe verwerfen und auf die alten Speisevorrichtungen zurückgreifen würde, zumal kein Betrieb mit Dampfspeisung eingerichtet war; diese war nur ein Anhängsel. Aufmunterung fand Worthington von keiner Seite, wie er später in einem Briefe auseinandersetzt, den er 1876 an Charles E. Emery, Vorsitzenden der Kommission für Hydraulik bei der Philadelphia Weltausstellung, richtete. Dieser Brief, von dem ich im folgenden vieles entnehme, war eine Antwort auf eine Umfrage über die Entwicklung der Betriebe der einzelnen Aussteller und bildet eine der wertvollsten Urkunden der Geschichte des Pumpenbaues. Worthington erwähnt darin, daß selbst eine damals so anerkannte Autorität, wie James P. Allaire, eine Meinung äußerte, die ihn fast zur Verzweiflung brachte, denn Allaire sagte, er hielte es für seine Pflicht, Worthington darauf aufmerksam zu machen, daß er eine Maschine zu bauen versuche, für die kein Bedürfnis vorhanden sei, denn die Pumpen seien gerade derjenige Teil einer jeden Maschinenanlage, zu Schiff sowohl wie zu Lande, der am wenigsten verbesserungsfähig sei. Und Alfred Stillmann, von den Novelty Works, mit dem Worthington gut befreundet war, sagte ihm einst nach langer und ernsthafter Betrachtung seiner

¹⁾ Nach einer Mitteilung von Peter van Brock im „Power“ 1905.

Schieberkonstruktion: „Das ist alles ganz schön und wohl durchdacht, aber wenn Sie Ihre Maschine einführen wollen, so müssen Sie vor allen Dingen danach streben, daß, wer den Schieberkasten öffnet, etwas zu sehen bekommt, was er schon von früher her kennt.“ Diese Äußerung regte Worthington zu weiterem Nachdenken an und wurde damit zum Ausgangspunkt einer wichtigen Neuerung, die später besprochen werden wird.

In welcher Weise Worthington seine Pumpe weiter ausbildete, soll hier nur durch Kennzeichnung der wesentlichen Verbesserungen angedeutet werden. Die größte Veränderung machte natürlich die Steuerung durch, denn von dieser hing der sichere Gang hauptsächlich ab, und die Aufgabe bestand darin, den Schieber mit Sicherheit in die volle Gegenstellung zu bringen, bevor das Massenmoment des Gestänges aufgezehrt war. Anfangs wurden hierzu Federn verwendet, sehr bald aber Hilfskolben in allen denkbaren Ausführungen und damit war die Maschine

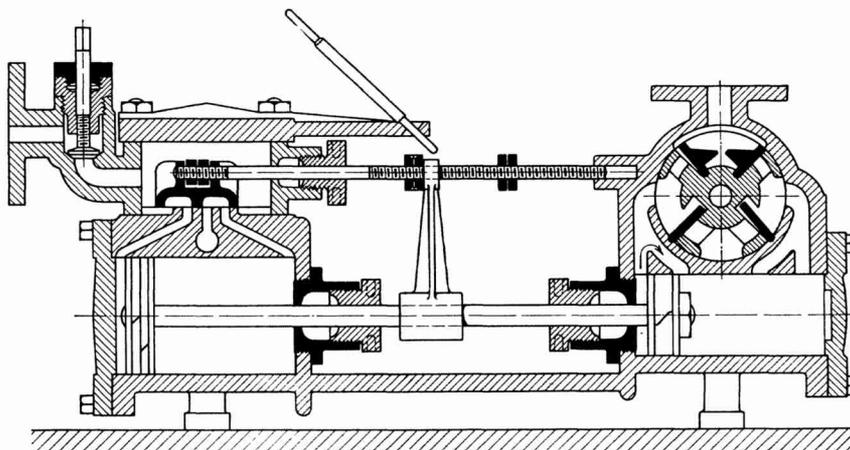


Fig. 6. Worthington-Pumpe der 40er Jahre.

geschaffen, die heute mit ganz geringen Abweichungen noch von vielen Fabriken in den Handel gebracht wird. Worthington ging aber weiter und machte, um die Hilfskolben zu verkleinern, schon um die Mitte der vierziger Jahre entlastete Flachschieber, als deren endgültige Form er einen Kolben ausführte, der sich in einem nach außen offenem Zylinder senkrecht zur Schieberlaufrichtung bewegte und durch eine gelenkige Stange mit dem Schieber verbunden war.

Eine wichtige und den Erfolg der Maschine entscheidende Neuerung, die sogenannte „Relief Valve Motion“, ließ er sich am 3. April 1849 patentieren. Sie bestand darin, daß der Wasserkolben, wie Fig. 6 zeigt, gegen das Ende des Hubes einen Kanal überfuhr, der beide Kolbenseiten miteinander verband, so daß die Förderung aufhörte und der nun entlastete Kolben einen frischen Impuls empfing, der die Umsteuerung mit unfehlbarer Sicherheit bewirkte und zugleich den Ventilen Zeit zum ruhigen Schließen gab¹⁾.

Die letzte Änderung, d. h. gründlichste Vereinfachung, erfuhr die Steuerung mit der Erfindung der Duplexpumpe, bei der das Massenmoment für die Umsteuerung nicht mehr in Frage kam.

¹⁾ Merkwürdig ist, daß auf genau die gleiche Erfindung 1904 zwei Engländern das D. R. P. 153374 erteilt wurde.

Anscheinend geringfügig, tatsächlich aber von maßgebender Bedeutung für alle Systeme von Kolbenpumpen war die bauliche Veränderung, die Worthington verhältnismäßig bald an dem Pumpenteil seiner Maschine vornahm. In den ersten Jahren baute er Pumpen mit Scheibenkolben und mit Klappen, die alle vier in einem herausnehmbaren Zylinder untergebracht waren, Fig. 6, eine Bauart, die noch heute bei Feuerspritzen üblich ist. An ihre Stelle setzte er die Pumpe, die in den Fig. 7 bis 9 abgebildet und von der er nicht wieder abgewichen ist. Die erste derartige Maschine wurde im Jahre 1850 auf dem Dampfer „Washington“ als Feuerlöschpumpe, zum Deckwaschen und als Reservespeisepumpe (Kesseldruck 1,75 kg/qm) eingebaut, und die Bauart wurde unter dem Namen der „Washingtonpumpe“ bald sehr beliebt. Ihre Kennzeichen sind der lange, in einem Ringe packungslos laufende Tauchkolben (in diesem Falle mit zwei Reihen Löchern versehen, die demselben Zweck dienen, wie die Kanäle der Fig. 6) und die Gruppenventile. Die Pumpe auf dem „Washington“ (Dampfzylinder 406 mm Durchmesser, Pumpenkolben 266 mm Durchmesser, Hub 230 mm) hatte deren $4 \times 9 = 36$, in Form von runden Gummischieben, die ersten ihrer Art, 76 mm Durchmesser bei 13 mm

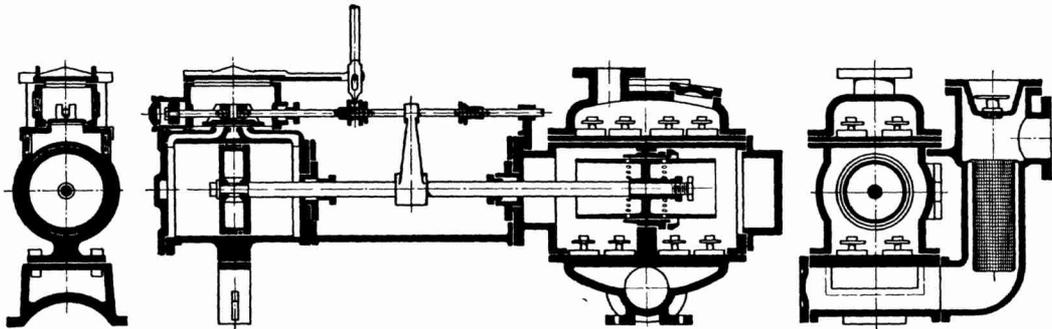


Fig. 7 bis 9. Worthington-Pumpe 1850.

Stärke und nur 7 mm Hub, jedes Ventil deckte eine Anzahl von halbzölligen Löchern in der gemeinsamen Sitzplatte. Als Vorteile der neuen Bauart erwähnt Worthington selbst: Die großen Flächen, die für die Unterbringung der Ventile zur Verfügung stehen, die großen Räume auf beiden Seiten und unter dem Kolben zur Absetzung fester Beimengungen, das selbsttätige Abstreifen von Sand und Schmutz vom Kolben bei seiner Bewegung in der Büchse, die leichte und rasche Auswechslung des Kolbens, den gleichmäßigen Widerstand des Kolbens (besonders wichtig bei Maschinen ohne Schwungmassen), die geraden und weiten Wasserwege, die vorzügliche Zugänglichkeit der Ventile, die seiherartige Wirkung der zahlreichen Ventil-sitzöffnungen, den ruhigen Ventilschluß und die Unmöglichkeit größerer, plötzlicher Funktionsstörungen. Worthington erschien diese Konstruktion so selbstverständlich, daß er sie nicht einmal patentieren ließ; Jahrzehnte bedurfte es, bis nach mannigfachen Irrwegen die Pumpenkonstrukteure allgemein zu der gleichen Einsicht gelangten. Nur die Schiffsmaschinisten hatten sogleich den Vorteil erkannt und ersetzten die großen armierten Scharnierklappen ihrer Luftpumpen, die auf jeder Reise entzwei gegangen waren, durch Gruppenventile aus Gummi, was sich bis heute erhalten hat.

Der Erfolg der Pumpe auf dem „Washington“ brachte zunächst die Kundschaft der damals bedeutendsten Fabrik in New York, der Novelty Works, mit

sich, mit deren Leiter, Horatio Allen, Worthington gut befreundet war; durch diesen gelangten sie auf die Schiffe der Collins Line. Diese Schiffe waren, nebenbei bemerkt, die ersten, welche mit vertikalem Bug und rundem Stern und sehr

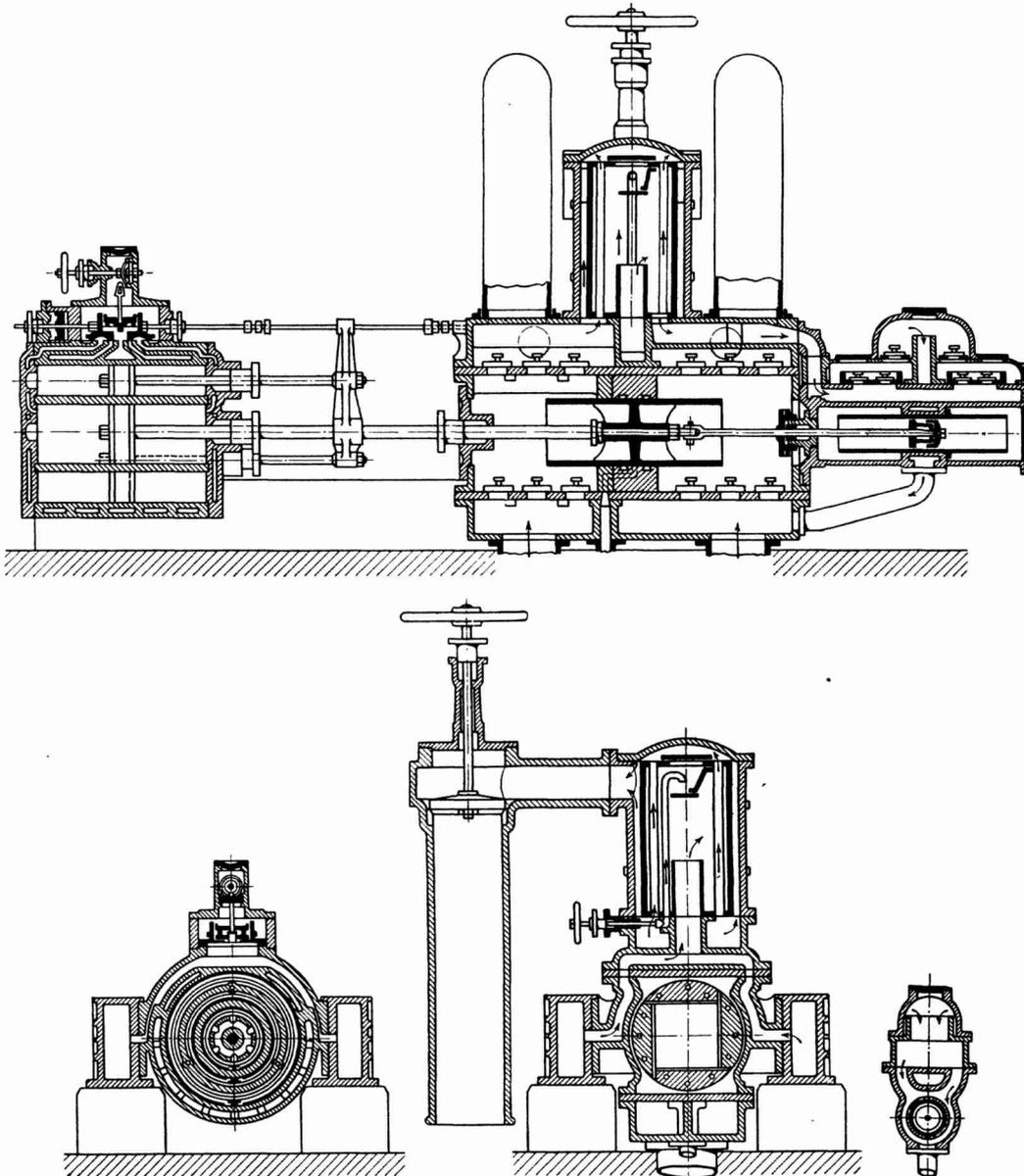


Fig. 10 bis 13. Worthingtons erste Wasserwerkspumpmaschine 1854.

wenig Segelfläche ausgeführt wurden. Ihre Form wurde anfangs viel bespöttelt, aber bald nachgebaut und blieb seither kennzeichnend für alle Dampfer.

1850 wurde auch das große steinerne Trockendock im Brooklyn Navy Yard erbaut, bei dem der Grund so soll Schwimmsand und Quellen war, daß alle möglichen dort versuchten Pumpen zugrunde gingen. Zuletzt verfiel man auf die

„Washington“-Pumpe, bei der wenigstens die Kolben und Ventile rasch ausgetauscht werden konnten, und mit ihrer Hilfe war es möglich, die Arbeiten glatt zu Ende zu führen.

Bei dieser Gelegenheit wurde Worthington mit dem Zivilingenieur und Bauunternehmer James O. Morse bekannt, der ihm 1854 die erste Wasserwerkspumpmaschine bestellte, und zwar für die Stadt Savannah. Dieses Wasserwerk scheint eines der ersten gewesen zu sein, bei denen ein verhältnismäßig kleiner Behälter, den Nachtbedarf reichlich deckend, in der Nähe der Pumpstation aufgestellt war, und Worthington, der sich stets eingehend für die Betriebe interessierte, denen seine Maschinen entsprechen sollten, wurde ein warmer Anhänger dieses Systems gegenüber demjenigen der unmittelbaren Versorgung ohne Behälter und dem mit großem Vorratsbehälter und verteidigte es später wiederholt in Rede und Schrift. Fig. 10 bis 13 zeigen die Maschinen, die er lieferte. Der Hochdruckzylinder von 305 mm Durchmesser war konzentrisch in den Niederdruckzylinder von 635 mm Durchmesser eingebaut, der Hub betrug 610 mm. Der Wasserkolben würde heut großes Kopfschütteln erregen, er war, um ihn nachstellen zu können, quadratisch, mit 356 mm Seitenmaß ausgeführt. Die Nachstellbarkeit erwies sich als ganz überflüssig, dagegen machte der Kolben große Anstände dadurch, daß die flachen, unversteiften Seitenwände sich unter dem Druckwechsel ausbauchten und einbogen, wenn die Querwand im Verlauf der Bewegung die Büchsenkanten überschritten hatte. Zum Glück war es leicht, diesen Kolben gegen einen zylindrischen auszutauschen, was dann auch bald geschah.

Davon abgesehen ist aber die Maschine in vieler Beziehung bemerkenswert. Man beachte die Schieberentlastung, die Zylinderheizung, die richtige Anordnung der Windkessel, den Kondensator und die Luftpumpe. Pumpe und Zylinder sind durch in der Horizontal-Mittelebene angeordnete Gußbalken verbunden, die als Exhaustrohre ausgenutzt sind. Der Dampf gelangt aus diesen in einen im Druckraum gelegenen Oberflächenkondensator, der mit Hilfseinspritzung versehen ist. Das Kondensat wird mit dem übrig gebliebenen Dampf-Luftgemisch von der Luftpumpe abgezogen, die beides in den Saugraum der Hauptpumpe befördert, wodurch die Luftpumpenarbeit außerordentlich verringert wird. Die Luftpumpe selbst hatte bereits obenliegende Saugventile und so weite Querschnitte, daß der Wasserspiegel sich nur wenig hob und senkte und so den Kolben stets voll mit Wasser bedeckt ließ, so daß es auf dessen Dichtheit nicht viel ankam. Diese Luftpumpe ist noch heute kaum verbesserungsfähig und war seinerzeit die einzige wagerechte Anordnung überhaupt, die eine gute Luftleere erzielen konnte.

Bezüglich der Kondensation ist noch nachzutragen, daß Worthington schon 1850 eine Dampfpumpe nach Oatlands, L. I., zur Verwendung in einem tiefen Brunnen geliefert hatte, bei der er wohl als erster den Auspuff in die Saugleitung führte, wodurch eine mäßige Luftleere entstand, die außerordentlich günstig auf den Dampfverbrauch zurückwirkte. Er hat diese Anordnung in der Folge wiederholt ausgeführt und empfohlen.

Eine genau gleiche Maschine lieferte Worthington 1856 für die Stadt Cambridge, Mass., der ein Jahr darauf eine weitere folgte. Die vertragliche Leistung betrug 300 000 U. S. Gallonen auf 100 Fuß Höhe, also nur etwa 14 PS in gehobenem Wasser, die Anzahl der Doppelhübe in der Minute war $14\frac{1}{2}$. Die Cambridger Maschine wurde wiederholt von verschiedenen Kommissionen geprüft, die einen Verbrauch von rund $13\frac{1}{2}$ kg Speisewasser auf die Stunden-Pferdestärke in ge-

hobenem Wasser gemessen, feststellten. Nach einem Bericht von James P. Kirkwood, der 1860 die hervorragendsten Wasserwerke in den Vereinigten Staaten besuchte, die teils mit Cornwaller, teils mit Schwungrad-Pumpmaschinen ausgerüstet waren, alle von bedeutend größerer Leistung, waren die Cambridger Maschinen Worthingtons die sparsamsten im Dampfverbrauch.

Mit der Maschine für Savannah war zwar die Bahn für Wasserwerkslieferungen gebrochen, nach denen Worthingtons höchster Ehrgeiz strebte, doch war er weit davon entfernt, sie als befriedigende Lösung der Aufgabe zu betrachten: Wasser auf hohen Druck und lange Strecken mit der nötigen Sicherheit zu fördern. Diese letztere lag ihm besonders am Herzen, nicht nur, weil es sich um Gemeinwesen handelte, sondern weil die amerikanischen Städte größtenteils „Direct Service“ anwandten, d. h. ohne Behälter arbeiteten und bei den Holzbauten Feuersbrünste häufig vorkamen, wobei mit erhöhtem Druck gearbeitet wurde und die Maschinen hergeben mußten, was nur möglich war. Ein Bruch im kritischen Moment war da von den furchtbarsten Folgen, natürlich auch für den Lieferanten. Solche Bedingungen zu erfüllen, waren die damaligen Maschinen sehr wenig geeignet, und es wurde an ihnen so viel herumgedoktort, daß es schon sprichwörtlich geworden war, von einer Wasserwerksmaschine würde nie ein zweites gleiches Exemplar gebaut. Es waren dies meist Cornwaller Maschinen, doch hatte bereits die Schwungradmaschine sich Eingang verschafft, allerdings in den abenteuerlichsten Formen und mit so kläglichem Erfolg, daß einige davon wieder durch Cornwaller Maschinen ersetzt worden waren, was den Nimbus der letzteren gewaltig erhöhte.

Diese waren vom Bergbau übernommen worden, wo sie Wunder gewirkt hatten. Die schweren Gestänge, bis manchmal 600 m reichend, waren hier ein natürlicher Bestandteil ihres Mechanismus, sie ermöglichten hohe Expansion des Dampfes und waren allein genügend, um beim Niedergang die Förderung zu bewirken. Da ihr Gewicht sich auf zahlreiche Pumpensätze verteilte, so hatte der Bruch oder das Hängenbleiben eines einzelnen Ventiles keine verheerenden Folgen. Zutage gefördert, lief das Wasser frei ab, gleichmäßige Lieferung und lange Rohrstränge kamen nicht in Frage. Für Wasserwerkszwecke hatte man das Gestänge durch ein ungeheures Gewicht ersetzt, das erst in die Höhe geschleudert wurde und dann beim Niedergang auf einer einzelnen Pumpe ruhte. Kam bei dieser etwas in Unordnung, so gab es einen Krach, oft genug von Zerstörung der Hauptbestandteile begleitet. Zur Ausgleichung der Lieferung in der Druckleitung brachte man als ebenso teures wie plumpes und unzureichendes Mittel ein Standrohr an. Daß eine solche Maschine samt ihren riesigen Fundamenten auch übermäßig teuer war, versteht sich von selbst, hatte doch die Maschine in Fowey Consols einen Dampfzylinder von 80 Zoll (2050 mm) Durchmesser bei 10¹/₂ Fuß (3200 mm) Hub, um damit nur 62 PS zu leisten.

Bei den ersten Schwungradpumpmaschinen war es auffallend, daß deren Erbauer alle die Dampfsparsamkeit als wichtigsten Punkt im Auge behielten, um nur ja der Cornwaller Maschine beizukommen, obgleich bei den damaligen geringen Leistungen es leicht gewesen wäre, die kapitalisierten Unterschiede der Betriebskosten durch Verminderung des Anlagekapitals hereinzuholen, wenn man nur die so sehr nötige Betriebssicherheit haben konnte. In der Konstruktion wurde alles versucht, um die direkte Verbindung zwischen Dampfzylinder und Pumpe zu vermeiden: war doch die Schwungradmaschine entstanden, um von der Welle aus Kraft abzugeben, und das hielt man auch beim Pumpenbetrieb für selbstverständ-

lich. Unter die hervorragendsten Erstlinge dieser Maschinengattung in Amerika gehört eine 1856 in den Hartford Wasserwerken aufgestellte Maschine von Dickerson & Sickles. Es war eine einzylindrige Balanziermaschine mit Expansionssteuerung, Absperrung bei $\frac{1}{12}$ des Hubes. Ein Zahnrad auf der Welle trieb rechts und links zwei andere Zahnräder an, auf deren Wellen je zwei, also im ganzen vier doppelte Nocken saßen. Jeder Nocken bewegte durch Kunstwinkel zwei Pumpenkolben (zusammen acht), die einer im anderen und beide in einem Zylinder saßen. Die Kolben arbeiteten mit kurzen Beschleunigungs- und Verzögerungsperioden und waren entsprechend versetzt, so daß die resultierende Bewegung sehr gleichmäßig war. Die sorgfältig ausgeglichene Kolbenbewegung wurde leider vollkommen aufgehoben durch die Unregelmäßigkeit in der Drehbewegung als Folge der hohen Dampfexpansion, und die Druckschwankungen in der Leitung waren ganz bedeutend. Wegen der ungünstigen Kraftübertragung waren natürlich auch die Reibungsverluste beträchtlich, und der Dampfverbrauch war hoch.

Eine ähnliche Maschine, 1857 in Detroit aufgestellt, führte zu einem für die Erbauer ruinösen Prozeß und wurde sehr bald wieder abgerissen. Um dieselbe Zeit experimentierte man in Brooklyn mit einer Maschine, die ein Mittelding zwischen Cornwallier und Schwungradmaschine sein sollte und mit einem schwingenden Quadranten eines Schwungrades ausgestattet war¹⁾.

Später erbaute Corliss eine Maschine für die Wasserwerke in Providence mit fünf Dampfzylindern und ebensoviel Pumpen in einen Kreis gestellt. So schön und interessant im einzelnen die Maschine war, so brauchte sie doch wegen der großen Abkühlflächen viel Dampf. Erst 1872 kam in Philadelphia die erste Pumpmaschine mit Kurbelbetrieb nach der inzwischen in England berühmt gewordenen Bauart von James Simpson & Co., Pimlico, mit Differentialpumpen zur Aufstellung²⁾.

Die Schwungradmaschine zu vervollkommen, hielt Worthington für nicht aussichtsvoll genug wegen der ihr anhaftenden raschen Kolbenumkehr und des damit notwendig verbundenen Ventilschlages. Er blieb daher bei der Maschine mit freiem Hub, legte sie aber wagerecht, machte sie doppelwirkend, schaltete die Massen gänzlich aus und unterteilte die Ventile. Diese durchgreifenden Verbesserungen sind in der Maschine für Savannah verkörpert, nach deren Prinzip noch heute alle weit stärkeren Simplex-Speisepumpen der großen Dampfer mit vollkommener Betriebssicherheit arbeiten. Aber für größere Leistungen suchte Worthington unablässig nach einer noch stätigeren Fortbewegung der Wassersäulen

¹⁾ Noch heute spukt diese Idee in manchen Köpfen (Heißler u. a.). Dabei kommt natürlich nichts anderes heraus, als im Prinzip eine Kurbelmaschine ohne Schwungrad, und folglich sehr ruckweisen Bewegungen. Ein Mittelding zwischen einer Maschine mit freiem Hub und begrenztem Hub gibt es eben nicht. Eher kann noch die Kleysche Wasserhaltungsmaschine, die man seinerzeit in Westfalen viel anwandte, als Kombination beider gelten; diese war eine Hubmaschine mit Umkehr-Schwungrad, aber so eingerichtet, daß bei Erreichung des vollen Kurbelhubs das Schwungrad sich weiter drehte und die Maschine nun als Kurbelmaschine lief, s. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschinen, Bd. II, S. 293 u. f.

²⁾ Nebenbei sei hier erwähnt, daß nach einer Angabe von Worthington an Emery bereits 1847 gesteuerte Ventile (arbitrary motion to the valves of the pump), und zwar von Erastus W. Smith, Direktor der Allaire Works in New York, an einer Pumpmaschine für New Orleans angewendet wurden, die sich gut bewährt haben sollen. Das war aber sicher eine Cornwall-Maschine, und aus der Notiz geht nicht hervor, ob es Hubventile oder Flachschieber (Gitterschieber) waren. Letzteres ist wahrscheinlicher. Die Bewegung geschah natürlich während der Pausen, wenn also die Schieber bzw. Ventile entlastet waren.

und einer unfehlbaren Umsteuerung. Den Anstoß zur nächsten und für ihn endgültigen Verbesserung gab ein Besuch des Leiters der Brooklyner Wasserwerke, James P. Kirkwood, in seiner Fabrik im Frühjahr 1857. Brooklyn war mittlerweile Worthingtons Heimatstadt geworden, denn er hatte nach Bakers Tode unter der Firma Henry R. Worthington, Hydraulic Works, 1854 eine neue Fabrik in der Van Brunt Street daselbst eröffnet, mit Verkaufsbureau in Nr. 28 Broadway, New York. Kirkwood, der nach Feierabend gekommen war, hatte nur seinen späteren kaufmännischen Partner, Herrn Perry, angetroffen und ihm auseinandergesetzt, daß er gerne eine Worthingtonsche Maschine anschaffen möchte, obgleich mit dem Unternehmer bereits Cornwaller Maschinen abgeschlossen waren. Worthington, davon verständigt und höchst begierig, seine Kunst an einer Maschine von außergewöhnlichen Abmessungen und so nahe bei seiner Fabrik zu erproben, ging sofort zu Werke und ersann mit seinem Werkstättenleiter Hine, ebenfalls später Teilhaber im Geschäft, alle möglichen Arten der Wasserbewegung. Das Ergebnis war die kreuzweise Verbindung zweier seiner gewöhnlichen Pumpen, derartig, daß die Dampfzylinder sich gegenseitig steuerten und die Pumpen parallel arbeiteten, im Prinzip also die Duplexpumpe. Der Versuch wurde gleich gemacht, ganz im geheimen, und das Ergebnis war glänzend. Die Pumpen arbeiteten unhörbar, der Leitungsdruck zeigte kaum die leisesten Schwankungen, das Wasser floß in gleichmäßigem Strom aus der Leitung, alles ohne Windkessel, die Steuerung vertrug die größten Eingriffe, ohne zu versagen. Das war, was Worthington so lange erstrebt hatte, und er reichte sein Angebot mit dem Antrage ein, die Maschine innerhalb eines Jahres zurückzunehmen, wenn sie sich in bezug auf Betriebssicherheit und Dampfverbrauch den besten der Vereinigten Staaten nicht ebenbürtig erweisen sollte. Aber er sollte eine arge Enttäuschung erleben. Die Unternehmer hatten natürlich viel mehr an der Cornwaller Maschine zu verdienen, sie verschleppten die Angelegenheit, bis die noch verbliebene Zeit so kurz geworden war, daß Worthington nicht mehr liefern zu können erklärte, und so wurde nichts aus der Sache. Die Cornwaller Maschinen waren zwar ein Mißerfolg ohnegleichen und wurden wiederholt umgebaut, aber das war doch ein schwacher Trost. Auch später gelang es ihm nicht, von der Stadt Brooklyn Aufträge von Pumpmaschinen zu erhalten, erst nach seinem Tode wurden solche bestellt und seitdem keine anderen.

Worthington wartete geduldig auf die nächste Gelegenheit, die sich erst 1863 bot, in welchem Jahre er eine Maschine für 19 000 cbm täglicher Leistung unter gleich schweren Bedingungen an die Stadt Charlestown, Mass., in Auftrag bekam; sie bestand vortrefflich. Eine gleiche Maschine für dasselbe Werk folgte vier Jahre später und eine für 30 000 cbm im Jahre 1872. Als erste Ausführung der neuen Bauart überhaupt gelangte eine kleine Duplexpumpe im September 1857 im St. Nicholas Hotel in New York zur Aufstellung, wo mit Rücksicht auf die Hotelgäste die Bedingung gestellt worden war, daß die Pumpe keinerlei Stöße verursachen dürfte. Ihr vorzügliches ruhiges Arbeiten veranlaßte das Fifth Avenue Hotel in New York und das Continental Hotel in Philadelphia alsbald zu Bestellungen, denen weitere in anderen Gasthöfen folgten. Der durchschlagende Erfolg dieser und weiterer Lieferungen veranlaßte Worthington nunmehr, seine ganze Fabrikation auf Duplexpumpen einzurichten, denen sich bald die Duplex-Wassermesser beigesellten¹⁾.

¹⁾ Hier sei nochmals ausdrücklich erwähnt, daß Worthington mit der Duplexpumpe vornehmlich zweierlei erstrebte: die volle Gleichmäßigkeit der Lieferung in langen Leitungen

Bevor noch die erste Duplex-Wasserwerkmaschine zur Ausführung kam, ergab sich Gelegenheit zu einer eigenartigen und bedeutungsvollen Anwendung ihres Prinzips. 1862, während des Bürgerkrieges, hatte die Regierung bei W. H. Webb ein Rammschiff, den „Dunderberg“ bestellt, das in den Aetna Iron-Works gebaut wurde. Es hatte 113 m Länge bei 22 m Breite im Hauptspant, 6,4 m Tiefgang bei einem Deplazement von 8000 Tonnen und war aus Holz mit 3 bis 4 $\frac{1}{2}$ zölliger Bepattung. Die Geschwindigkeit sollte 15 Knoten betragen, die Schraube wurde von einer horizontalen 4000 PS-Maschine von 2,54 m Dampfzylinderdurchmesser und 1,13 m Hub angetrieben. Während des Baues stiegen Bedenken auf, die Kondensatorpumpen von der Hauptmaschine anzutreiben, und auf Empfehlung von Erastus W. Smith wandte man sich an Worthington, dessen „Washingtonpumpen“ ihm in Marinekreisen einen guten Ruf verschafft hatten. Dieser erklärte sich bereit, unabhängige Pumpen zu liefern und führte, den bösen Prophezeiungen angesehener Fachleute zum Trotz, eine Duplexmaschine von 915 mm Dampfzylindern, 760 mm Luftpumpen, gleich großen Kühlwasserpumpen und 1220 mm Hub aus, also von recht beträchtlichen Abmessungen. Man erwartete, daß die Maschine, da sie doch keine Schwungmassen hatte, den ungleichen Widerstand der Luftpumpe nicht überwinden, d. h. im Anfang des Hubes durchgehen, später stecken bleiben und nicht umsteuern würde. Worthington half sich sehr einfach: er versah die Luftpumpen mit metallenen Kolbenschiebern, die von den Dampfschieberstangen angetrieben wurden und also nach Vollendung des Saughubes Luft und Wasser in die Pumpe zurückströmen ließen. Dadurch wurde das Luftpumpendiagramm — allerdings unter Vermehrung der Betriebsarbeit, aber für den Auspuffdampf hatte man ja Verwendung — zum Rechteck, und die Maschine arbeitete tadellos. Ein neues Feld war erfolgreich erschlossen worden und sicherte der Fabrik Aufträge für unabsehbare Zeit.

Der „Dunderberg“ kam, nebenbei bemerkt, nie ins Gefecht, denn die Bauzeit erstreckte sich so lang, daß der Krieg, dank Ericssons Monitoren, inzwischen zu Ende gegangen war. Das Schiff wurde bald darauf von der französischen Regierung angekauft.

In seinem Brief an Emery 1876 konnte Worthington auf bereits 87 Duplex-Pumpmaschinen, die in über 50 städtischen Wasserwerken arbeiteten und eine Gesamtlieferung von über einer Million Kubikmeter täglich vertraten, hinweisen und hervorheben, daß kein einziger Fall bekannt geworden war, in welchem durch Bruch oder Versagen seiner Maschinen ein Unfall oder eine Stockung in der Wasserlieferung eingetreten wären; ja noch mehr, er konnte beweisen, daß man in keinem Werke, in dem seine Maschinen arbeiteten, für den weiteren Ausbau andere Maschinen als seine angeschafft hatte. Mit Recht bezeichnete er sich als der Urheber einer wichtigen, gründlichen und nachhaltigen Umgestaltung der Maschinen, welche Gemeinwesen mit Wasser zu versorgen haben, und die Erfolge derselben als einen Teil des Fortschrittes Amerikas auf einem der wichtigsten Gebiete den Ingenieurkunst. Durch Verleihung einer Auszeichnung erkannten die Preisrichter der Ausstellung in Philadelphia diese Auffassung als berechtigt an.

und die sichere Umsteuerung. Was diese anbelangt, so war das Bedürfnis nicht so dringend, die „Relief Motion“ erfüllte bereits alle billigen Anforderungen. Daß mit der Simplex-Maschine bei großen und gut angeordneten Windkesseln auch lange Leitungen betriebssicher beherrscht werden konnten, hatte die Savannah-Maschine bewiesen. Wo die Rohrleitungen klein und kurz sind, wie z. B. bei Speisepumpen, hat sich die Simplexpumpe neben allen anderen Systemen erhalten, dank ihrer Einfachheit und dem Umstande, daß sie immer mit vollem Hube läuft.

Die Duplexmaschine hat unter Henry R. Worthington nicht mehr viel Veränderung erfahren¹⁾. Die Dampfzylinder baute er bei allen größeren Maschinen in Verbundanordnung, mit Dampfheizung an Mänteln und Böden, auch im Aufnehmer, als Schieber verwendete er durchweg obenliegende Flachschieber mit Kolbenentlastung, die Kondensation war in allen Fällen an die Maschine gehängt und meist unterhalb derselben angeordnet. In seinem Streben nach Vereinfachung baute er etwa 15 Verbundmaschinen mit nur je einem Hoch- und einem Niederdruckzylinder nebeneinander liegend und mit Aufnehmer dazwischen. Hier blieb aber die Schwierigkeit, die Arbeit ganz gleichmäßig auf beide Zylinder zu verteilen, was wegen der genau gleichen Arbeitsverteilung in den Pumpen unbedingt erforderlich war. Diese Bauart, die Worthington längere Zeit hartnäckig betrieb, wurde später gänzlich aufgegeben, nachdem die Erfahrung gezeigt hatte, daß die vierzylindrige Anordnung nicht die geringsten Anstände ergab.

Die Zahl der Wasserwerksmaschinen nach dem Duplexprinzip erreichte bis zu Worthingtons Tod 1880 135; darunter als eine der letzten eine Entwässerungsmaschine für Boston von 190 000 cbm täglicher Leistung. Die größten Triumphe sollten aber bald nachher kommen, als die großen Öltransportleitungen gebaut wurden.

Für die Aufgabe, Öl ohne Anwendung von Windkesseln auf Hunderte von Meilen und unter mehr als 100 at Druck mit Sicherheit zu fördern, eignete sich diese Maschine wie keine andere und bewährte sich glänzend.

Die Erbauer von Kurbelmaschinen waren aber nicht müßig geblieben, und zur Zeit der Philadelphiaer Weltausstellung waren schon einige recht gelungene Ausführungen in Betrieb, von denen zwei, eine in Lowell, Mass., und eine andere von E. D. Leavitt in Lynn, Mass., um etwa 20 vH günstiger im Dampfverbrauch arbeiteten, als Worthingtons Maschinen. Er gab dies ohne weiteres zu, fühlte sich aber nicht veranlaßt, seine Maschinen in ökonomischer Richtung weiter auszugestalten, obgleich ihm sicher bekannt war, daß die Anfügung eines weiteren Zylinderpaares den Unterschied sofort ausgeglichen hätte. Worthington hielt nicht viel von der Jagd nach der „Duty“, ihm galt die vollkommenste Anpassung der Maschine an ihren besonderen Zweck als der wichtigste Grundsatz, er untersuchte in jedem einzelnen Falle genau, bis zu welchem Grade der Dampfverbrauch sich mit den übrigen Bedingungen vereinbaren ließ und entschied sehr häufig zugunsten einer einfachen, weniger sparsamen Ausführung. Um zu beweisen, daß seine Maschine, wie sie war, noch immer den Schwungradmaschinen überlegen sei, stellte er Emery gegenüber eine Vergleichsberechnung auf, in der er unter anderem folgendes ausführte:

„Blicken wir auf die Tatsachen, so finden wir, daß, aus verschiedenen Gründen, kein wohleingerichtetes Wasserwerk mehr als etwa 40 vH der Leistungsfähigkeit seiner Pumpenmaschinen in Anspruch nimmt; werden diese überschritten, so stellt man eine weitere Maschine auf. Dies in Betracht gezogen, darf die Kohlenersparnis beispielsweise nicht auf fünf Millionen Gallonen im Tage, sondern muß auf eine Leistung von vielleicht nur einer Million steigend bis etwa zwei Millionen bezogen werden. Diese etwas ungewöhnliche Ansicht wird ausnahmslos durch die Betriebserhebungen bestätigt.“

Ferner mit Bezug auf die Zinsbelastung des in Wasserwerksmaschinen angelegten Kapitals:

¹⁾ Über die Geschichte der Duplexpumpe und ihrer weiteren Entwicklung s. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin 1908, Bd. II, S. 340 bis 355.

„Angenommen, Sie wollten eine Pumpmaschine für Ihren eigenen Gebrauch aufstellen und wenden sich an einen Geldgeber um eine Anleihe. Er fragt Sie nach der Sicherstellung, und Sie bieten ihm dafür die Maschine nebst zugehörigem Dampfkessel. Er fragt Sie weiter, ob Sie die Instandhaltung derselben tragen würden und Sie antworten ihm, daß er selbst für die Kosten derselben aufzukommen hätte. Dann möchte er wissen, ob Sie für Unfälle oder Brüche an Maschine und Kessel haften und Sie sagen: ‚Nein‘. Er fragt ferner, wie lange Sie wohl das Geld brauchen würden und Sie antworten, so lange als die Maschine Ihnen gute Dienste leiste. Daraufhin fragt er wieder, ob nach Ablauf dieser Zeit er sich von dem, was von Maschine und Kessel übrig sei, bezahlt zu machen hätte und Sie antworten: ‚Ja‘. Auf seine weitere Frage, ob die Maschinenanlage, während sie noch in gut brauchbarem Zustand ist, nicht durch andere vollkommenere überholt werden könnte, die ihren Verkaufswert herabsetzen würden, antworten Sie, daß das allerdings möglich sei. Endlich fragt er, ob diese Möglichkeit in 10 oder 15 Jahren eintreten könnte und Sie erwidern, daß dies nicht ausgeschlossen sei. Diesen Fragen und Antworten gegenüber wird es keiner großen finanziellen Geübtheit bedürfen, um auszusprechen, daß gegen 6 vH das Geld nicht zu haben sein wird, trotzdem ich schon erlebt habe, daß mit diesem Satze gerechnet worden ist.“

Durch weitere Betrachtung gelangt nun Worthington zu einem Satz von 13 vH, einschließlich der Abschreibung und Instandhaltung und beweist mit Leichtigkeit, daß bei Wasserwerksmaschinen von 250 PS kontraktlicher Leistung und bei dem außerordentlich hohen Dampfpreise von etwa 3,4 M für 1000 kg, mit dem damals gerechnet werden mußte, eine Dampfersparnis von etwa 30 vH nötig wird, um einen Kostenunterschied in der Maschinen- und Kesselanlage von 20 vH auszugleichen. Diesen Unterschied konnte er mit seinen Maschinen, die kaum die Hälfte der damaligen Kurbelmaschinen wogen und zudem unvergleichlich viel einfacher waren, leicht einhalten und hatte noch die wesentliche Ersparnis an Fundament- und Gebäudekosten zu seinen Gunsten.

Die hier mitgeteilten Rechnungsgrundlagen Worthingtons sind heute ebenso richtig, wie damals, wofür als Beweis gelten kann, daß beide Maschinengattungen, die in der Zwischenzeit doch noch wesentlich ausgestaltet worden sind, abzutreten gezwungen waren, und ich bin überzeugt, daß Worthington in seinem ausgeprägten Streben nach Anpassung, Einfachheit und Betriebssicherheit sich dieser Pumpe frühzeitig zugewandt hätte, wenn zu seinen Lebzeiten die Lebensbedingungen für sie vorhanden gewesen wären. Die Außerachtlassung jener wichtigen Gesichtspunkte kann leider immer wieder bei öffentlichen Ausschreibungen beobachtet werden, wo die Strafgeder für Verbrauchsüberschreitungen fast ausnahmslos auf dauernden Vollbetrieb von Anbeginn an bezogen werden.

Die Abschreibungen betreffend hat die Erfahrung bereits gezeigt, daß selbst 2 vH auf die Rohrleitungen von Wasserwerken zu viel ist, denn es liegen nun schon Hunderte von Kilometern mehr als 50 Jahre alter Wasserleitungsrohre im Boden, deren Lebensende noch gar nicht abzusehen ist. Im Gegensatz dazu sind viele Pumpstationen, die man auf 30 bis 40 Jahre berechnete, lange vor Ablauf dieser Zeit abgebrochen worden, nicht der Maschinen halber, sondern weil der Wasserzulauf versiegte oder man den hygienischen Anforderungen nicht mehr entsprach, oder weil sonstige, beim Entwurf nicht vorhergesehene Ereignisse eine Verlegung nötig erscheinen ließen. Anders beim Rohrnetz, wo keine Gefahr wegen Ver-

drängung durch etwas besseres besteht, wo auch Ergänzungen und Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Hilfsstränge leicht möglich sind.

Worthington wird von seinen Zeitgenossen als „a bright and active man“ geschildert, „who had the power of rapid concentration of his mind to any business that came before him.“ Gewandt in der Handhabung aller Werkzeuge war er auch ein geschickter Zeichner, und seine Hände waren so gleichmäßig geübt, daß er gleichzeitig mit der rechten und linken Hand seinen Namen so auf einen Bogen schreiben konnte, daß beim Zusammenfallen die Unterschriften sich genau deckten, ein Scherz, den er gerne vorführte. Seine Umgangsformen werden als außerordentlich gewinnend bezeichnet, und als Erzähler soll er seinesgleichen nicht gehabt haben. Er hatte eine eigene Gabe, seine Beweisgründe überzeugend vorzubringen, wobei ihm eine seltene und bei seiner Vorbildung um so staunenswertere Meisterschaft der Sprache zur Seite stand, die auch in dem fließenden, vornehmen und humoristischen Stil seiner Briefe und Schriften zum Ausdruck kommt. Vornehm wie seine Ausdrucksweise, war seine ganze Denkungsart und seine äußere Erscheinung.

Obgleich geistig allen seinen Mitarbeitern überlegen, war ihm Rechthaberei vollständig fremd, und jedem Vorschlag lieh er sein Ohr. Verträglich und wohlwollend erwarb er sich die Zuneigung seiner Angestellten, von denen eine große Anzahl zeitlebens in seinen Diensten blieb. Für die Interessen des Ingenieurstandes hatte er ein warmes Herz, und was George Stephenson für die britische „Institution of Mechanical Engineers“ gewesen war, wurde er für die „American Society of Mechanical Engineers“: deren Begründer und erster Vorsitzender.

Worthingtons Privatleben war bescheiden und mäßig, selbst nachdem er zu reichen Mitteln und hohem persönlichen Ansehen gelangt war. Gesellig und ein Freund guter Pferde, übte er doch keinen besonderen Sport aus und widmete seine Mußbestunden meist der Literatur. Er verheiratete sich 1845 mit der Tochter eines Commodore Newton, und seine Ehe war äußerst glücklich und mit zwei Söhnen und zwei Töchtern gesegnet. Am 7. Dezember 1880 raffte ihn eine Blinddarmentzündung dahin.

Worthingtons Wirksamkeit als Ingenieur kennzeichnet sich durch ein äußerst maßvolles und zielbewußtes Vorwärtsschreiten, dem er wie alle zu großer Bedeutung gelangten Pioniere der Technik, seine nachhaltigen Erfolge zu danken hatte. In seinen Entwürfen und Erfindungen gibt es nichts Sprunghaftes, nichts Abenteuerliches; mit gegebenen Verhältnissen rechnend, faßte er nur wirkliche Notwendigkeiten ins Auge und bemühte sich, naheliegende Übelstände gründlich und auf absehbare Zeit zu beseitigen. Ein großer Ingenieur, war Worthington erst in zweiter Linie Erfinder, unbefangen und frei von Eitelkeit prüfte er sorgfältig die Gedanken, die ihm in reicher Fülle und seltener Ursprünglichkeit flossen, bis er gefunden hatte, was ihm das Rechte schien. Hatte er es, so wich er als tüchtiger Fabrikant ohne zwingende Not nicht mehr davon ab und sorgte für die beste und zweckmäßigste Ausführung. Deckungspatente auf unverwendete Entwürfe nahm er nicht. Sein ganzes Wesen war so reell, daß er das Interesse seiner Kunden über sein eigenes stellte und wiederholt Aufträge ablehnte, die ihm nicht im Interesse des Kunden zu liegen schienen. Seine Zahlungen erledigte er mit einer sprichwörtlich gewordenen Pünktlichkeit. Jeder Reklame abhold, betrieb er kaum die gewöhnlichsten Geschäftsanzeigen, und selbst in seinen Katalogen duldete er nicht die leisesten Übertreibungen. Diese großen menschlichen Eigenschaften

sind leider Mängel vom Standpunkte des modernen Geschäftsmannes, namentlich des amerikanischen, und das mag wohl der Grund sein, daß Worthingtons Landsleute ihm kein langes Gedächtnis bewahrt haben. Er hinterließ seine Fabrik mit etwa 250 Arbeitern besetzt und in einer Leistungsfähigkeit von etwa 100 Pumpmaschinen jährlich. Seinen Nachfolgern wurde es nicht schwer, hieraus in kurzer Zeit ein Weltgeschäft zu machen. Worthington war solcher geschäftlicher Ehrgeiz fremd, und wie man auch darüber denken mag, wir Ingenieure können es begreifen, und vielen von uns wird darum Worthingtons Gestalt nur um so sympathischer erscheinen.
