

**J o u r n a l**  
für  
**d i e B a u k u n s t.**

In z w a n g l o s e n H e f t e n.

---

Herausgegeben

von

**Dr. A. L. Crelle,**

Königlich-Preussischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königl. Akademien der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

---

**Sieben und zwanzigster Band.**

In vier Heften.

Mit vier Figurentafeln.

---

B e r l i n.  
B e i G. R e i m e r.

1 8 4 9.



## Inhalt des sieben und zwanzigsten Bandes.

### E r s t e s H e f t .

1. **D**es Grafen v. Pambour „Theorie der Dampfmaschinen.“ Nach der zweiten Auflage dieses Werkes von 1844; möglichst kurz; und mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals. (Fortsetzung der Abhandlung No. 8. und 12. im 23ten, No. 3., 5. und 9. im 24ten, No. 5. und 11. im 25ten und No. 3. im 26ten Bande.) . . . . . Seite 1
2. Über die zweckmäfsigste Cultur der einheimischen Bau- und Nutzhölzer. Von Herrn *J. H. Schmidt*, Landgüter-Verwalter, jetzt in Pommern. (Fortsetzung der Abhandlung No. 4. und 11. im 26ten Bande.) . . . . . — 34
3. Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Von Herrn Regierungs- und Baurath *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg. (Fortsetzung der Abhandlung No. 2., 6. und 8. im 13ten, No. 1., 7., 8. und 12. im 14ten, No. 1., 9., 11. und 15. im 15ten, No. 10. im 16ten, No. 3., 5. und 10. im 17ten, No. 4. im 18ten, No. 2. im 20ten, No. 9. im 22ten, No. 1., 9. und 13. im 25ten und No. 2. und 12. im 26ten Bande.) — 62

### Z w e i t e s H e f t .

4. Erörterungen über das Bausystem der Thal-Überbrückung in der sächsisch-bayerischen Eisenbahn bei Werdau; so wie der gröfseren Eisenbahnbrücken überhaupt. Von Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen. . . . . — 93
5. Des Grafen v. Pambour „Theorie der Dampfmaschinen.“ Nach der zweiten Auflage dieses Werks von 1844; möglichst kurz; und mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals. (Fortsetzung der Abhandlung No. 8. und 12. im 23ten, No. 3., 5. und 9. im 24ten, No. 5. und 11. im 25ten, No. 3. im 26ten und No. 1. in diesem Bande.) . . . . . — 108
6. Über die zweckmäfsigste Cultur der einheimischen Bau- und Nutzhölzer. Von Herrn *J. H. Schmidt*, Landgüter-Verwalter, jetzt in Pommern. (Fortsetzung der Abhandlung No. 4. und 11. im 26ten und No. 2. in diesem Bande.) . — 161

## D r i t t e s H e f t.

7. Über die zweckmässigste Cultur der einheimischen Bau- und Nutzhölzer. Von Herrn *J. H. Schmidt*, Landgüter-Verwalter, jetzt in Pommern. (Schluss der Abhandlung No. 4. und 11. im 26ten und No. 2. und 6. in diesem Bande.) Seite 185
8. Wie sind Eisenbahnen sicherer zu veranschlagen und anschlagmäsig auszuführen? Von Herrn Ober-Baumeister *Engelhard* zu Cassel. . . . . — 227
9. Entwurf einer protestantischen Kirche, in welcher, mit möglichst ökonomischer Benutzung des ganzen Raums, der Geistliche bei allen Functionen von sämmtlichen Sitz- und Stehplätzen gesehen wird, und aus welcher der größesten Frequenz in wenigen Minuten der Ausgang freisteht. Von Herrn Dr. theol. *J. H. Germar* in Norder-Dithmarschen. . . . . — 233
10. Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Von Herrn Regierungs- und Baurath *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg. (Fortsetzung der Abhandlung No. 2., 6. und 8. im 13ten, No. 1., 7., 8. und 12. im 14ten, No. 1., 9., 11. und 15. im 15ten, No. 10. im 16ten, No. 3., 5. und 10. im 17ten, No. 4. im 18ten, No. 2. im 20ten, No. 9. im 22ten, No. 1., 9. und 13. im 25ten, No. 2. und 12. im 26ten und No. 3. in diesem Bande. . . . . — 244

## V i e r t e s H e f t.

11. Anhang zu des Grafen *v. Pambour* Theorie der Dampfmaschinen, Bd. 23—27. Enthaltend Zusätze zu dieser Theorie; nächst einigen Bemerkungen über dieselbe. Vom Herausgeber dieses Journals. . . . . — 275

**J o u r n a l**  
für  
**d i e B a u k u n s t.**

In z w a n g l o s e n H e f t e n.

---

Herausgegeben

v o n

**Dr. A. L. Crelle,**

Königlich-Preussischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademien der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

---

**Sieben und zwanzigster Band.**

Erstes Heft.

Mit zwei Figurentafeln.

---

B e r l i n.

B e i G. R e i m e r.

1 8 4 8.



## 1.

# Des Grafen v. Pambour „Theorie der Dampfmaschinen.“

(Nach der zweiten Auflage dieses Werks von 1844; möglichst kurz; und mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 8. und 12. im 23ten, No. 3., 5. und 9. im 24ten, No. 5. und 11. im 25ten und No. 3. im 26ten Bande.)

---

### Zwölfter Abschnitt.

Von den einfach-wirkenden Cornwallisschen Maschinen, mit hohem Druck, Absperrung und Niederschlag.

---

#### Erste Abtheilung.

Beschreibung dieser Maschinen.

---

433.

**D**iese Maschinen sind von den im vorigen Abschnitt beschriebenen *Wattschen* Maschinen nur darin verschieden, dafs man

*Erstlich*, dem Dampf im Kessel *zwei, vier bis fünf* Atmosphären wirksame Spannung giebt;

*Zweitens*, dafs die *Absperrung* im Stiefel viel eher geschieht, selbst schon wenn der Kolben erst den *zehnten* Theil seines Laufs zurückgelegt hat; was nur bei anfänglich *starker* Dampfspannung möglich ist;

*Drittens*, dafs die Nutzwirkung, z. B. das Heben des Wassers in den Pumpen, nicht beim *Hinabdrücken* des Kolbens durch den *Dampf*, sondern durch das *Hinabsinken* des *Gegengewichts* hervorgebracht wird.

434.

Man läßt hier den Dampf aus dem Kessel in den Stiefel *über* den Kolben strömen, während der Stiefelraum *unter* dem Kolben mit dem Niederschlaggefäß in Verbindung ist und folglich der Dampf *unter* dem Kolben niedergeschlagen wird. Der Dampf aus dem Kessel drückt den Kolben im Stiefel *hinab* und hebt dadurch ein *sehr beträchtliches* Gegengewicht, welches in nichts anderem besteht, als in dem Übergewicht der Last der *Pumpenstangen* am andern Ende des Wagebalkens. Bald nachdem der Kolben seinen

Niedergang angetreten hat, wird die Zuströmung des Dampfs aus dem Kessel in den Stiefel *abgeschnitten* und der Kolben setzt nun seine Bewegung nach unten nur durch den erhaltenen Stofs und durch die Wirkung der Spannung des über ihn eingelassenen, jetzt allmählig weiter sich ausdehnenden Dampfs fort. Die auf den Kolben von oben wirkende bewegende Kraft nimmt also immerfort ab, während das Gewicht des Widerstandes dasselbe bleibt. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Kolbens wird also immer schwächer, bis er zuletzt still steht. Der über den Kolben eingelassene Dampf mufs so abgemessen sein, dafs die Bewegung des Kolbens nicht eher aufhört, als bis er unten das Ende seines Laufs erreicht hat.

Dann schliesst sich die *Auslafsklappe* und die *Vertheilungsklappe* öffnet sich. Durch diese letztere vertheilt sich jetzt der Dampf in den *ganzen* Stiefel, über und unter den Kolben, so dafs der Kolben nun von oben und von unten *gleich stark* gedrückt wird. Das *Gegengewicht*, welches beim Niedergange des Kolbens gehoben wurde, gelangt demnach jetzt zu seiner vollen Wirkung, hebt den Kolben wieder in die Höhe und bringt zugleich durch sein Niedersinken die verlangte Nutzwirkung in den Pumpen hervor. Ist der Kolben nahe an das *obere* Ende seines Laufs angelangt, so schliesst sich die Vertheilungsklappe; der *über* dem Kolben befindliche Dampf wird allmählig *zusammengeprefst*, und dadurch wird der Kolben zuletzt *gehemmt*. Hierauf öffnen sich die Zulafsklappe oben und die Auslafsklappe unten durch die Wirkung des Wassersturzes (cataracte), und das vorige Kolbenspiel beginnt von Neuem.

## 435.

Auf der Tafel No. 23. findet man eine Maschine dieser Art abgebildet. Sie ist nach den Zeichnungen des Herrn *W. West* aus Saint-Blarey in Cornwallis, eines der berühmtesten Baumeister dieser Art von Maschinen, ausgeführt. Ihr Stiefel hat 77,7 Zoll Pr. im Durchmesser und der Kolbenlauf ist 139,8 Zoll Pr. lang. Die Maschine ist also eine der grössten vorhandenen. Indessen baut man jetzt noch gröfsere Maschinen. Die Kessel haben die Essen im Innern, und Kochröhren, und sind also von der Art wie Fig. 21. und 22. Taf. No. 3. sie vorstellt und wie sie im §. 132. beschrieben sind.

*C* ist der Dampfstiefel. Er steht in einer metallenen Hülle *c, c*, die einen kleinen Zwischenraum zwischen sich und dem Stiefel läfst; in welchen Raum dann Dampf aus dem Kessel dringt; und zwar mittels der Röhre *c* (Fig. 95.), welche zugleich dient, das in dem Zwischenraum etwa nieder-

geschlagene Wasser wieder in den Kessel zu führen. [„Diese Hülle muß „demnach wegen der beträchtlichen Dampfspannung sehr stark sein.“ D. H.] Außerdem ist das Ganze noch mit Filz umkleidet, oder auch mit einer hölzernen, etwas abstehenden Wand umschlossen, zwischen welcher und der metallenen Hülle gesiebte Asche sich befindet. Eben solche Umhüllungen haben die Zuleitungsröhre und die Dampfbüchse. Über der Decke des Stiefels ist eine zweite, davon abstehende Decke  $c', c'$ , und der Zwischenraum ist mit Asche, Holzsägespänen oder andern schlechten Wärmeleitern gefüllt. So ist dem Verlust an strahlenden Wärmestoff vorgebeugt. Durch die kleinen Becher  $c'', c''$  kann Öl in den Dampfstiefel gebracht werden, um den Kolben zu schmieren. Der Kolben ist mit Hanf und einem Druckringe umgeben, durch welchen sich die Verdichtung wiederherstellen läßt, wenn sie unfest geworden ist. Der Durchgang der Kolbenstange durch den Deckel ist ebenfalls mit Hanf verdichtet; nach der Beschreibung in (§. 188. bis 192.).

436.

Der Dampf strömt aus dem Kessel durch die Röhre  $s$  (Fig. 96.) dem Stiefel zu und geht zunächst durch die Stellklappe  $r$ , welche durch die Stange  $r'$  und die Kurbel  $r''$ , auf den Hebel  $b_1$  wirkend (der in Fig. 95. bedeckt ist), mehr oder weniger geöffnet werden kann. Die Stellklappe ist kegelförmig und von der Art der in (§. 206.) beschriebenen.

Durch die Stellklappe gedrungen, gelangt der Dampf in eine Büchse, welche die Klappen zum Zulassen und zum Vertheilen des Dampfs,  $a$  und  $b$  (Fig. 96.) enthält, die so eingerichtet sind, wie es (Fig. 79. Taf. No. 15.) vorstellt. Die Büchse hat drei Fächer. Das obere Fach steht mit der Stellklappe, also mit der Dampfrohre in Verbindung; das mittlere mit dem Innern des Dampfstiefels und das untere mit der Vertheilungsröhre. Die Scheidewand zwischen dem obern und dem mittlern Fach trägt die *Zulafsklappe*  $a$ , und die Wand zwischen dem mittlern und untern Fach die *Vertheilungsklappe*  $b$ , so daß das Innere des Dampfstiefels mit dem Kessel oder mit der Vertheilungsröhre in Verbindung kommt; je nachdem die eine oder die andere Klappe geöffnet ist. Das Nähere ist schon in (§. 351. etc.) beschrieben.

In Fig. 96. sieht man die Kehlklappe, die Zulafs- und die Vertheilungsklappe neben einander in  $r$ ,  $a$  und  $b$ ; in Fig. 95. nur die Vertheilungsklappe in  $b$ . Wenn dieselbe verschlossen und die Zulafsklappe offen ist, dringt der Dampf aus dem Kessel in das mittlere Fach  $d$  der Klappenbüchse und durch den obern Eingang  $D$  in den Stiefel. Ist im Gegentheil die Vertheilungsklappe

offen und die Zulafsklappe verschlossen, so strömt der Dampf durch *D* aus, durch die Röhre *B* nach unten und durch den Eingang *D'* unter den Kolben. Unter dem Stiefel sieht man in (Fig. 95.) die Auslafsklappe *e*. Ist dieselbe offen und die Vertheilungsklappe *b* verschlossen, so strömt der unter dem Kolben befindliche Dampf durch die Röhre *H'* in das Niederschlaggefäß, und der Raum unter dem Kolben wird leer.

Die drei Klappen, von welchen die Rede ist, sind *Kronklappen* (§. 165.). Sie werden eine nach der andern durch zwei *Wassersturze* geöffnet. Der eine öffnet die Zulafs- und die Auslafsklappe, wenn der Kolben nach unten sich bewegen soll; der andere öffnet die Vertheilungsklappe, wenn der Kolben aufsteigen soll. Verschlossen werden sie zur gehörigen Zeit durch das Aufstossen von Knaggen an den Kolbenstangen der Maschine auf Hebel; und zwar die Zulafs- und die Auslafsklappe beim Niedergange und die Vertheilungsklappe beim Aufsteigen des Kolbens; und zwar auf folgende Weise:

437.

Vor dem Dampfstiefel stehen zwei Ständer *N, N* Fig. 96., welche drei wagerechte Achsen oder Wellen 1, 2, 3 tragen.

*A.* Die Welle 1 dient zur Steuerung der *Zulafsklappe* und hat drei kleine Hebel (Fig. 95.). Der eine derselben wirkt durch die Stange *a'* und einen in der Figur von dem Hebel *b<sub>1</sub>* bedeckten, aber ihm ähnlichen Hebel, auf die Zulafsklappe und öffnet oder verschließt sie, je nachdem die Achse gedreht wird. Der zweite Hebel trägt an der Stange *a''* ein Gegengewicht *A''*, welches, herunterfallend, die Achse so dreht, daß die Zulafsklappe geöffnet wird. Der dritte Hebel hat eine Klaue *A*, die, von oben nach unten gedrückt, das Gegengewicht aufhebt und die Zulafsklappe verschließt. Endlich befindet sich noch an der Achse 1 ein nicht gezeichneter Kreis-Ausschnitt, dessen Wirkung aber leicht zu sehen ist. Wenn nämlich die Klaue *A* die Achse so dreht, daß das Gegengewicht *A''* gehoben wird, legt sich der Kreis-Ausschnitt unter die Klinke  $\alpha$ , und hebt sie; aber so wie der Kreis-Ausschnitt bis zu Ende unter die Klinke hingestrichen und über einen Haken an derselben hinausgekommen ist, fällt die Klinke wieder und hält den Kreis-Ausschnitt zurück, so daß nun die Achse sich nicht *zurückdrehen* kann und also die Zulafsklappe verschlossen *bleiben* muß, bis die Klinke wieder ausgehakt ist. Wird die Klinke wieder ein wenig gehoben, so wird der Kreis-Ausschnitt wieder frei; das Gegengewicht dreht ihn zurück und die Zulafsklappe öffnet sich. Man sieht einen solchen Kreis-Ausschnitt bei  $\alpha$  in (Fig. 78. Taf. No. 15.).

**B.** Die Welle 2 steuert die *Vertheilungsklappe* *b*. Sie hat ebenfalls drei kleine Hebel. Der eine wirkt durch die gebogene Stange *b'* (Fig. 95.), und durch den Hebel *b<sub>1</sub>* auf die Klappe. Der zweite, in der Figur theilweise durch die Stange *TT* bedeckte Hebel trägt ein Gegengewicht *B''*, welches, hinunterfallend, die Klappe öffnet; der dritte ist der Hebel mit dem Griffe *B*. Nach unten gedrückt, hebt er das Gegengewicht, verschließt die Klappe und hakt eine der oben gedachten ähnliche Klinke ein, die man in der Figur nicht sieht. So wie diese Klinke gehoben wird, fällt das Gegengewicht herunter und die Klappe öffnet sich. Sie verschließt sich, wenn der Hebel *B* gehoben wird.

**C.** Die Welle 3 steuert die *Auslafsklappe* *e*. Ihr erster Arm wirkt durch die Stange *e'* und den Hebel *e* auf die Klappe. Ein zweiter Arm trägt an der Stange *e''* ein Gegengewicht *E''*, welches, hinabfallend, die Klappe öffnet. Ein dritter Arm *E* verschließt die Klappe, wenn er nach unten gedrückt wird. Endlich streicht ein Kreis-Ausschnitt unter die Klinke  $\varepsilon$  hin und hält die Achse fest, so dafs das Gegengewicht sie nicht drehen kann, wenn die Klappe verschlossen ist. Dann befindet sich auch noch an der Achse 3 ein in die Stange *h'* greifender Hebel, welcher aber nicht zur Steuerung der Dampfklappen bestimmt ist, sondern, um zu gehöriger Zeit diejenige Klappe zu öffnen und zu verschließen, durch welche Wasser in das Niederschlaggefäfs gespritzt wird; wie es weiter unten wird beschrieben werden.

438.

Das Spiel der Maschine begiebt sich nun wie folgt.

Man setze, der Dampfkolben sei an der Decke des Dampfstiefels in Ruhe: so hebt der Maschinist, um das Werk in Bewegung zu setzen, die Stange des Wassersturzes (von welcher weiter unten) und löset dadurch die beiden Klinken  $\alpha$  und  $\varepsilon$ . Alsbald fallen die Gegengewichte *A''* und *E''* hinunter, die Zulafs- und die Auslafsklappe öffnen sich und der Dampf dringt aus dem Kessel in den Stiefel *über* den Kolben, während derjenige Dampf, welcher sich noch unter dem Kolben befindet, durch die Röhre *H'* nach dem Niederschlaggefäfs hin ausströmt. Der Kolben, jetzt von dem stark gespannten Dampf aus dem Kessel von oben her gedrückt und unter sich nur die schwache Spannung des fast ganz erkalteten Dampfs im Kühlfasse zur Gegenwirkung habend, beginnt demnach seinen Niedergang, und mit ihm bewegt sich auch die oben an dem großen Wagebalken befestigte Stange *TT* hinab. Hat der Kolben einen Theil seines Laufes nach unten zurückgelegt,

so stößt der doppelte Knaggen  $A'A'$  (Fig. 95. und 96.) auf den Hebel  $A$ , welcher durch das Herunterfallen des Gegengewichts  $A''$ , durch welches die Zulafsklappe war verschlossen worden, gehoben worden war. Der Knaggen drückt den Hebel  $A$  hinab, hebt dadurch das Gegengewicht  $A''$ , verschließt so die Klappe und hält den Hebel darnieder, so lange er daran hinstreicht (nemlich bis zu Ende des Niederganges des Kolbens), also auch eben so lange die Klappe verschlossen. In der Figur ist der Hebel so gezeichnet, wie er von dem Knaggen darnieder gehalten wird. Ist der Kolben beinahe unten angekommen, so trifft der (in der Figur theilweise bedeckte) Knaggen  $E'$  auf den Hebel  $E$ , welcher beim Anfange des Kolben-Niederganges durch das Hinabfallen des Gegengewichts  $E''$  gehoben worden war. Er drückt ihn hinab, hebt dadurch das Gegengewicht, verschließt so die Auslafsklappe und hakt die Klinke ein. Alsdann sind alle drei Klappen verschlossen und der Dampfkolben, nachdem die Geschwindigkeit, welche er erlangt hatte, erschöpft ist, kommt am Boden des Stiefels zum Stillstand.

In diesem Augenblick hebt die Stange des die *Vertheilungsklappe* steuernden Wassersturzes die Klinke dieser Klappe. Dadurch wird das Gegengewicht  $B''$  an der Achse 2 gelöst: es fällt hinab und die Klappe öffnet sich. Dadurch gelangt das Übergewicht der Stange der Wasserpumpe, welche die Maschine in Bewegung zu setzen bestimmt ist, zur vollen Wirkung und zieht also den Dampfkolben wieder in die Höhe. Durch den Druck der Pumpenstange werden die festen Kolben oder Stempel der Pumpen, welche *Druckpumpen* sind, nach unten getrieben und das zu hebende Wasser wird in der Steigeröhre in die Höhe geprefst. Ist der Dampfkolben der Decke des Stiefels nahe gekommen, so trifft der Knaggen  $B'$  (Fig. 95. und 96.) auf den Hebel  $B$ , welcher bei dem Öffnen der Vertheilungsklappe von dem Gegengewicht  $B''$  hinuntergezogen war. Der Knaggen hebt nun den Arm  $B$ , verschließt folglich die Klappe und hakt ihre Klinke ein: darauf setzt der Dampfkolben, vermöge der Bewegung, die er erlangt hat, noch ein wenig weiter sein Aufsteigen fort, aber der über ihm befindliche Dampf, welcher, dort eingeschlossen, von dem Kolben immer mehr zusammengedrückt wird, bringt ihn durch seine zunehmende Federkraft bald zum Stillstand. Die Maschine steht also nun wieder völlig still, und bleibt ruhig, so lange bis der für die Zulafs- und die Auslafsklappe bestimmte Wassersturz diese Klappen wieder öffnet; worauf dann ein neuer Niedergang des Kolbens erfolgt; und so weiter.

439.

Die Wirkung der Wassersturze ist schon in (§. 207 — 210.) beschrieben. Es ist also hier nur wenig hinzuzufügen. Es sind hier *zwei* Wassersturze *F* und *G* (Fig. 96.) vorhanden; der eine *F* öffnet die *Zulafs-* und *Aulafsklappen* zum *Niedergange*, der andere *G* die *Vertheilungsklappe* zum *Aufsteigen* des Kolbens. Jeder der beiden Wassersturze besteht aus einem gusseisernen Gefäß, worin sich ein kleiner Pumpenstiefel befindet, mit festem Kolben oder Stempel und zwei Klappen. Die untere Klappe *i* öffnet sich *nach innen*, so, daß sich der Pumpenstiefel mit Wasser füllt, wenn der Pumpenstempel in die Höhe steigt: die andere Klappe *i'* öffnet sich *nach außen* und läßt das Wasser aus dem Stiefel wieder heraus, wenn der Pumpenstempel niedergedrückt wird. Der Ausgang für das Wasser kann mittels der Stangen *f'*, *f''* und *g'*, *g''* nach Erfordern verengt oder erweitert werden.

Beim Niedergange des Dampfkolbens, und folglich der Stange *TT* (Fig. 96.), trifft der Knaggen *F''* an der Stange *TT* auf den langen Hebel des Wassersturzes *F*, drückt ihn nieder, rollt dadurch die Kette *i''* auf das Rädchen, welches man in der Figur sieht, und hebt das Gegengewicht *I*. Der Stempel der kleinen Wassersturzpumpe wird dadurch ebenfalls gehoben und der Stiefel der Pumpe füllt sich mit Wasser. So wie der Dampfkolben wieder aufsteigt, verläßt der Knaggen *F''* den Hebel *f* des Wassersturzes. Das Gegengewicht *I* drückt also den Pumpenstempel wiederum hinunter; aber nur langsam, weil das Wasser aus dem Stiefel hinauszupressen ist. Inzwischen ist der Dampfkolben oben angelangt und dort zum Stillstande gekommen. Er bleibt noch in Ruhe, weil die Zulafsklappe sich noch nicht öffnet. Aber nach einiger Zeit hat das Gegengewicht *I* des Wassersturzes aus dessen Stiefel so viel Wasser hinausgetrieben, daß die Stange *i'''* des Wassersturzes hoch genug hinaufgekommen ist, um die beiden Klinken  $\alpha$  und  $\varepsilon$  zu heben. Dadurch werden, wie oben beschrieben, die Zulafs- und die Auslafsklappen geöffnet, und ein neuer Kolben-Niedergang beginnt. Die Stange *i'''* hat unten einen Schlitz, damit der Hebel *f* sie nicht eher angreife, als es sein soll, und oben stößt sie ein wenig eher auf die Klinke der Auslafsklappe, ehe sie die der Einlafsklappe erreicht.

Der andere Wassersturz *G* wirkt ganz ähnlich wie der *F*, nur daß hier, in Folge der Aufwicklung der Kette auf das Rädchen, die Wassersturzpumpe durch die Wirkung des Knaggens *G'* beim *Aufsteigen* statt beim *Niedergange* der Stange *TT*, und also des Dampfkolbens, mit Wasser sich füllt.

Beim Niedergange des Dampfkolbens senkt sich der Hebel allmähig, so wie das Gegengewicht  $G''$  das Wasser aus dem Pumpenstiefel hinaustreibt. Ist der Dampfkolben am Boden des Stiefels angelangt, so hat auch das Gewicht  $G''$  den Boden erreicht und die Stange des Wassersturzes, nun wieder aufsteigend, hakt die Klinke der Vertheilungsklappe aus und bringt dadurch das Aufsteigen des Dampfkolbens hervor.

## 440.

Die Röhre  $H'$  leitet den Dampf aus dem Stiefel nach dem *Niederschlaggefäß*  $H$ . Dieses Gefäß ist luftdicht verschlossen und steht in einer mit kaltem Wasser gefüllten Kufe  $H''H''$ . Durch eine Röhre, deren Mündung man in  $h$  sieht, kann kaltes Wasser in das Kühlfafs gespritzt werden, um den aus dem Dampfstiefel anlangenden Dampf niederzuschlagen. Aber damit sich das Kühlfafs nicht in den Zwischenzeiten, während welcher die Maschine stillsteht, mit Wasser fülle, kann die Einspritzungsröhre an ihrer äußern Mündung durch eine Klappe verschlossen werden, auf welche mittels der Stange  $h'$  ein kleiner Hebel an der Welle 3 wirkt. Dadurch wird die Einspritzklappe mit der Auslafsklappe für den Dampf *zugleich* verschlossen, und auch *zugleich* wieder geöffnet, so dafs nur so lange Wasser eingespritzt wird, als Dampf zum Niederschlage herbeiströmt. Außerdem hat die Einspritzröhre einen Hahn, um die Einspritzung verstärken oder schwächen zu können; nach der Beschreibung in (§. 197.).

## 441.

Das Wasser, welches sich am Boden des Kühlfasses gesammelt hat, wird durch die *Luftpumpe*  $L$  herausgehoben. Es ist dies eine Saugpumpe, mit Klappenkolben. Beim Aufsteigen des Kolbens  $l$  wird das Wasser aus  $H$  durch die untere Klappe  $h''$  angesogen. Beim Niedergange des Kolbens dringt es durch die Klappen  $l', l'$  über den Kolben, der es dann beim Wiederaufsteigen durch die Ausgangsklappe in den Heifswasser-Behälter treibt. Alle Klappen öffnen sich so, dafs das gehobene Wasser nicht zurückdringen kann (§. 198.).

## 442.

Das *Heifswassergefäß* sieht man in  $P$ . Die Pumpe  $p$  hebt es aus demselben in den Kessel, und das überflüssige heifse Wasser fließt in  $P'$  ab. Die Heifswasserpumpe  $p$  ist eine *Druckpumpe*, mit Stempel ohne Klappen; sie saugt das Wasser beim Aufsteigen des Stempels an und preßt es beim Niedergange desselben durch die Röhre  $p''$  in den Kessel. Eine Kaltwasser-

pumpe ist hier nicht vorhanden. Die Pumpen selbst, welchen die Maschine dient, liefern das nöthige kalte Wasser. Die Kolbenstangen der Luft- und der Heißwasserpumpe werden von dem großen Wagebalken in Bewegung gesetzt und bei  $l'''$  und  $p'''$  durch feste Dillen in ihrer senkrechten Richtung erhalten.

## 443.

Auch die Dampfkolbenstange und die Steuerungsstange  $TT'$  sind an den großen Wagebalken gehängt und werden durch ein (§. 193.) beschriebenes *Vierseitgelenk* in ihrer Bahn gehalten. Dies Gelenk besteht aus vier paarweise gleich langen Stangen, welche ihre Gelenke in  $r$ ,  $r''$ ,  $s'$  und  $s''$  haben. Man ziehe durch  $r$  und  $O$  eine gerade Linie und bemerke den Punkt  $s$ , wo dieselbe die Stange  $s's''$  schneidet. Die Winkelspitze  $s'$  des Vierseits verbinde man durch die Stange  $Rs'$  mit dem festen Punkt  $R$ , der so liegt, daß  $\frac{Rs'}{Os''} = \frac{s''s}{ss'}$  ist; dann wird der Punkt  $r$ , an welchen die Dampfkolbenstange gehängt ist, nahe eine senkrechte gerade Linie beschreiben, wenn sich der Wagebalken um  $O$  auf- und abbewegt. Denn so wie das Ende  $s''$  der Linie  $s's'$  rechts und links von der Senkrechten abweicht, wird durch die feste Stange  $Rs'$  das andere Ende  $s'$  der Linie  $s's'$  entgegengesetzt links und rechts getrieben und die Abweichungen verhalten sich umgekehrt wie  $Os''$  zu  $Rs'$ : also wird der Punkt  $s$ , welcher  $s's''$  im umgekehrten Verhältniß theilt, *gar nicht* abweichen. Und da nun  $s$  *immer* in der geraden Linie  $Or$  liegt, welche Stellung auch der Wagebalken haben möge, und außerdem  $\frac{Os''}{Or''} = \frac{ss''}{rr''}$  ist, so werden die Punkte  $r$  und  $s$  ähnliche und ähnlich liegende Linien durchlaufen, und folglich  $r$  sowohl als  $s$  senkrechte gerade Linien. Da ferner mit dem ersten Vierseit ein zweites  $s's''t't'$  verbunden und die Steuerungsstange  $TT'$  in dem Punkte  $t$  angehängt ist, wo die gerade Linie  $Or$ , welche  $s$  bestimmte, die Stange  $t't'$  schneidet, so wird auch der Punkt  $t$  eine senkrechte gerade Linie beschreiben.

## 444.

Damit am Ende des Niederganges des Dampfkolbens der Kolben nicht auf den Boden des Stiefels aufstofse, wenn etwa zu viel Dampf vor der Absperrung in den Stiefel über den Kolben gelangt wäre, ist am Ende  $r''$  des großen Wagebalkens ein Querstück  $k$  befestigt, welches auf federnde Hölzer aufstößt und so den Stofs aufhält. Am andern Ende des Wagebalkens ist diese Vorkehrung nicht nöthig, weil die Pumpenstangen  $ZZ$  selbst, am Ende

ihres Niederganges auf Querhölzer stossen. Der Niedergang der Pumpenstangen erfolgt indessen immer nur langsam, weil sie gewöhnlich nur den dritten Theil des Kolbenhubes durchlaufen.

## 445.

Die Pumpen, welche die Maschine in Bewegung setzt, sind, wie schon bemerkt, *Druckpumpen*. Blofs die Pumpe am Boden der Schöpfgrube ist eine *Saugpumpe*. Diese Pumpe wirkt also beim *Niedergange* des Dampfkolbens; alle übrigen heben das Wasser bei *Aufsteigen* desselben. Man macht jetzt auch *doppelt wirkende Druckpumpen*, die das Wasser eben sowohl beim Auf- als beim Absteigen des Dampfkolbens heben. Solche Pumpen haben eine weniger weite Steigeröhre nöthig; welches bei sehr tiefen Gruben bedeutende Vortheile hat. Man findet eine solche Pumpe in Fig. 69. Taf. No. 10. vorgestellt. Beim *Niedergange* des Stempels öffnen sich die Klappen *a* und *b'*, und *a'* und *b* schliessen sich. Also steigt das Wasser durch die Saugröhre *A* in den Pumpenstiefel *über* den Kolben, während dasjenige Wasser, welches sich *unter* demselben befindet, durch die Röhre *B'* in die Hauptröhre *M* getrieben wird. Beim *Aufsteigen* des Stempels öffnen sich die Klappen *a'* und *b*, und die Klappen *a* und *b'* schliessen sich: folglich wird das *über* dem Kolben befindliche Wasser in die Röhre *M* getrieben, während durch die Saugröhre *B* Wasser aus dem Brunnen *unter* den Kolben gelangt. Die in der Figur vorgestellte Art von Klappen sind von den Herren *Harvey* und *West* angegeben. Es sind Klappen mit doppeltem Schlufs, wie die in (§. 165.) beschriebenen. Aber da die beiden Schlüsse ungleich grofs sind und also die Kraft zum Öffnen und Schliessen der Klappe nur von dem Unterschiede dieser Gröfse abhängt, so kann man diese Kraft nach Belieben verändern. Diese Klappen haben demnach den Vorzug, ohne Stofs sich zu schliessen. Aufserdem öffnen und verschliessen sie dem Wasser den Durchgang *plötzlich*; und verhindern, dafs das Wasser beim Schlufs der Klappen nicht wieder theilweise zurückdringen kann.

**Zweite Abtheilung.**Theorie der Cornwallisschen einfach-wirkenden  
Dampfmaschinen.I. *Von der Regelung der Maschine.*

446.

Wie oben beschrieben, gelangt beim *Niedergange* des Kolbens nur soviel Dampf in den Stiefel *über* den Kolben, als nöthig ist, den Kolben bis gerade nach unten zu treiben; nicht darüber hinaus; und zwar auf die Weise, daß *bis zur* Absperrung der Dampf mit seiner vollen Spannung, und *nach der* Absperrung, sich ausdehnend, mit stetig abnehmender Spannung auf den Kolben wirkt. Die dazu nöthige Regelung der Maschine findet man durch Proben. Zuerst stellt man den Knaggen, welcher die Zulafsklappe verschließt, so, daß die Absperrung auf dem voraus bestimmten Punkte des Kolbenlaufs erfolgt. Alsdann öffnet man vorsichtig die Kehlklappe, von welcher die Einströmung des Dampfs aus dem Kessel in den Stiefel abhängt. Die Maschine wird sich nun in Bewegung setzen und der Kolben hinabgedrückt werden. Erreicht er nicht ganz den Boden des Stiefels, so öffnet man die Kehlklappe etwas mehr. Stößt er auf (nemlich der Wagebalken zuletzt auf die ihn hemmenden federnden Hölzer), so muß die Kehlklappe etwas mehr verschlossen werden: so lange, bis gerade der Kolben den Boden erreicht, ohne aufzustoßen. Auch durch *Verschiebung* des Knaggens, welcher die Zulafsklappe verschließt, kann man, wie leicht zu sehen, das Gleiche erreichen; denn es wird dadurch die Zeit der Einströmung des Dampfs in den Stiefel verlängert, oder verkürzt.

Für das *Aufsteigen* des Kolbens läßt man die Vertheilungsklappe ein wenig früher oder später sich schliessen, bis der Kolben nach oben nur gerade seinen Lauf *vollendet*, ohne *anzustossen*. Man kann durch das frühere oder spätere Verschliessen der Vertheilungsklappe mehr oder weniger Dampf *über* dem Kolben sich zusammendrücken lassen; wobei aber keine Kraft verloren geht, indem der zusammengedrückte Dampf mit dem für den nächsten Niedergang des Kolbens aus dem Kessel neu anlangenden Dampf sich vereinigt, also das Seinige zum Niederdrücken des Kolbens beiträgt. Auch durch Veränderung des Gegengewichts kann man das Aufsteigen des Kolbens mäfsigen. Die Verminderung geschieht durch Gegengewichte, die einen Theil des Gewichts der Pumpenstangen aufheben. Da auch das Gewicht der Pumpenstangen ab-

nimmt, so wie die Pumpenstempel weiter in das Wasser eintauchen, so wird die Bewegung nach unten, und folglich das Aufsteigen des Kolbens (welches beides immer nur sehr langsam geschieht) sehr leicht und ohne Stofs zur Ruhe gebracht, sobald die Pumpenstangen die Knaggen erreichen, welche ihr Hinabsteigen begrenzen. Man führt auch die etwa nöthige Aufhebung eines Theils des Gewichts der Pumpenstangen zuweilen durch eine Wassersäule in einer Heberöhre aus, auf welche ein Stempel wirkt. So wie dieser hinabgedrückt wird, steigt das Wasser in dem andern Arme des Hebers in die Höhe, und der stets zunehmende Unterschied der Wasserstände in den beiden Röhren des Hebers bringt die verlangte Gegenwirkung hervor.

447.

So also läßt sich machen, dafs der Dampfkolben seinen Lauf, sowohl hinauf als hinab, ohne bedeutenden Stofs beim Ende des Auf- und Niederganges, also *ohne Verlust an lebendiger Kraft* zurücklegt. Alles was demnach in (§. 407. etc.) von den *Wattschen* einfach-wirkenden Maschinen (die den gegenwärtigen ganz ähnlich sind) gesagt worden ist, paßt daher auch hier, und die Verhältnisse zwischen den verschiedenen, auf den Kolben wirkenden Kräften lassen sich nach den gleichen Regeln finden; nemlich in Gemäßheit der Bedingungen, dafs, *Erstlich*, das Moment der bewegenden Kraft dem des Widerstandes gleich sei, sowohl beim Auf- als beim Niedergange des Kolbens, und dafs, *Zweitens* auch das nöthige Wasser zu dem im Stiefel verbrauchten Dampf dem im Kessel verdampften Wasser gleich sei. Also wiederum nach diesen beiden Grundsätzen sind auch hier die Wirkungen der Maschine und ihre Maafse zu berechnen.

## *II. Von den Wirkungen der Maschine unter den verschiedenen Umständen, und von den Bedingungen für ihre möglich-größte Wirkung.*

448.

Die vier verschiedenen Umstände, unter welchen die Maschine arbeiten kann, sind wieder die nemlichen, wie bei den einfach-wirkenden *Wattschen* Maschinen, nemlich:

*Erstlich.* Die Maschine kann mit einer *beliebigen* Ladung und Geschwindigkeit arbeiten, nachdem Absperrung, Gegengewicht und Verschluss der Vertheilungsklappe im voraus *willkürlich* bestimmt worden sind.

*Zweitens.* Ladung und Geschwindigkeit der Maschine können für eine *bestimmte* Absperrung, für ein *bestimmtes* Gegengewicht und für einen be-

*stimmten* Verschlufs der Vertheilungsklappen so zugemessen sein, dafs die Nutzwirkung die *möglich-gröfste* sei.

*Drittens.* Auch noch der Verschlufs der Vertheilungsklappe kann so geordnet sein, dafs auch in Beziehung auf sie die Wirkung die *möglich-gröfste* sei.

*Viertens,* endlich, kann auch die Absperrung oder das Gegengewicht so angenommen werden, wie es der *möglich-gröfsten* Wirkung entspricht. Diese Wirkung ist dann von allen oder unbedingt die *möglich-gröfste*.

Immer aber müssen, wie gesagt, die Momente der bewegenden Kraft und des Widerstandes und die Masse des erzeugten und des verbrauchten Dampfs einander *gleich* sein.

449.

Es sei, wie oben bei den *Wattschen* einfach-wirkenden Maschinen,  $P_1$  die noch unbekanntere mittlere Spannung des in den Stiefel gelangenden Dampfs;

$a$  die Kolbenfläche;

$\lambda$  die Länge des ganzen Kolbenlaufs;

$\lambda_1$  der Theil derselben bis zur Absperrung;

$c$  der Spielraum am Boden und Deckel des Stiefels; welchen der Kolben nicht durchläuft, der aber mit Dampf sich füllt;

$m$  und  $n$  seien, wie oben, die auf die Ausdehnung des Dampfs sich beziehenden unveränderlichen Zahlen (59. 1. u. 2.); auch sei, wie oben in (360.),

$$449. \quad \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + c} + \log \text{nat} \frac{\lambda + c}{\lambda_1 + c} = k_1.$$

*A.* Alsdann ist, zunächst *für den Niedergang des Dampfkolbens*, ganz wie in (§. 414. Form. 356.), das *Moment der bewegenden Kraft*

$$450. \quad = a k_1 (\lambda_1 + c) (n + P_1) = n \lambda a.$$

Der *Widerstand gegen den Kolben* besteht aus dem Gegengewicht  $G$ ; aus der Spannung  $p$  des unter dem Kolben unvollkommen niedergeschlagenen Dampfs; aus dem Widerstand  $\rho_1$  der Pumpe, welche das Wasser aus der Schöpfgrube in den Raum hebt, aus welchem die Druckpumpen es weiter emporschaffen, und welchen Widerstand wir, wie alles andere, auf die Einheit der Fläche und die Geschwindigkeit des Kolbens gebracht annehmen; aus der Reibung  $\varphi_1$  der leergehenden Maschine beim Niedergange des Kolbens; und endlich aus der zusätzlichen Reibung  $\delta(\rho_1 + G)$ , die von dem Gegengewicht und

der Ladung  $\varrho_1$  herkommen; unter welchem  $\varrho_1$  auch noch alle übrigen Widerstände für die Nutzwirkung mitzubegreifen sind; so dafs also das Moment des gesammten Widerstandes durch

$$451. \quad \lambda \cdot [(1 + \delta)(\varrho_1 + G) + p + \varphi_1] a$$

ausgedrückt wird. [„Nemlich durch den Widerstand  $a((1 + \delta)(\varrho_1 + G) + p + \varphi_1)$ , „multiplicirt mit der Länge  $\lambda$  des Kolbenlaufs, als der Länge des Weges, um „welche der Widerstand fortgetrieben wird.“ D. H.] Es findet also [wegen der Gleichheit der Momente der bewegenden Kraft und des Widerstandes (450. und 451.)] die Gleichung

$$452. \quad a k_1 (\lambda_1 + c) (n + P_1) - n \lambda a = a \lambda [(1 + \delta)(\varrho_1 + G) + p + \varphi_1]$$

Statt, aus welcher

$$453. \quad n + P_1 = \frac{\lambda((1 + \delta)(\varrho_1 + G) + p + \varphi_1 + n)}{k_1 (\lambda_1 + c)}$$

folgt [eben wie (362.)].

Unter  $\varphi_1$  ist nicht blofs die Reibung der Maschinentheile zu verstehen, sondern auch die noch nöthige Kraft zur Bewegung der Heifswasserpumpe und der andern zur Maschine gehörigen Pumpen, die erst in Bewegung gesetzt werden müssen, um zur Nutzwirkung zu gelangen, und die also offenbar einen Theil des zu überwindenden Widerstandes ausmachen.

**B.** Beim *Aufsteigen des Dampfkolbens* ist das Gegengewicht die *bewegende Kraft* und der *Widerstand* besteht zunächst aus der für die Druckpumpen nöthigen Kraft, welche  $\varrho_2$  bezeichnet (und zwar auf die Geschwindigkeit und Einheit der Kolbenfläche gebracht, und mit Rücksicht auf das Verhältnifs der beiden Hebelsarme des grossen Wagebalkens); sodann aus der Spannung des über dem Kolben nach dem Schlufs der Vertheilungsklappe eingesperren Dampfs, der allmählig immer stärker zusammengedrückt wird; endlich aus der Reibung  $\varphi_2$  der leergehenden Maschine beim Aufsteigen des Kolbens; wozu auch der Widerstand der Luftpumpe und der Kaltwasserpumpe und der Betrag des Aufstofsens der Pumpenstangen gehört, falls ein solches Statt findet. Eine *zusätzliche* Reibung für  $\varrho_2$  kommt nicht in Rechnung, weil die Pumpen unmittelbar durch das Gewicht der Pumpenstangen in Bewegung gesetzt werden, ohne Zuthun der Dampfmaschine.

Das Moment der Wirkung des über dem Kolben zusammengedrückten Dampfs ist zunächst, wie in (378.),

$$454. \quad = \lambda \cdot a k_2 (n + P_1) (\lambda_1 + c),$$

wo nach (377.)

$$455. \quad k_2 = \left[ (\lambda - \lambda_2 + c) \log \text{nat} \frac{\lambda - \lambda_2 + c}{c} - (\lambda_2 + c) \log \text{nat} \frac{\lambda + c}{\lambda_2 + c} \right] \frac{1}{\lambda + 2c}$$

ist. [„Nemlich das Moment ist der Widerstand  $ak_2(n + P_1)(\lambda_1 + c)$  (378.), „multiplicirt mit der Länge  $\lambda$  des Kolbenlaufs, als der Länge des Weges, durch welchen der Widerstand fortgetrieben wird; das Moment der andern Widerstände  $\varphi_2$  und  $\varrho_2$  ist  $= \lambda a(\varphi_2 + \varrho_2)$ : also ist das gesammte Moment des „Widerstandes

$$456. \quad = a\lambda[k_2(n + P_1)(\lambda_1 + c) + \varphi_2 + \varrho_2].$$

„Das Moment der *bewegenden Kraft*  $G$  dagegen ist

$$457. \quad = G\lambda a.”]$$

Setzt man daher die beiden Momente, wie es sein mufs, einander gleich, so ergibt sich

$$458. \quad k_2(n + P_1)(\lambda_1 + c) + \varphi_2 + \varrho_2 = G,$$

woraus

$$459. \quad n + P_1 = \frac{G - \varphi_2 - \varrho_2}{k_2(\lambda_1 + c)}$$

folgt. [Ganz wie (380.)]

#### 450.

Bei einigen Maschinen wird der Dampf über dem Kolben nicht blofs *nach* dem Verschluss der Vertheilungsklappe, sondern schon *vorher*, während eines Theils des Kolbenlaufs, allmählig zusammengedrückt; welches daher rührt, dafs die Vertheilungsklappe den Dampf nicht schnell genug durchläfst. Dies ist also eben so, als wenn eine *hinreichend* weite Vertheilungsklappe nicht plötzlich ganz, sondern nur allmählig geöffnet würde. Die endliche Zusammenpressung des Dampfs in den gleichen Raum, welcher der Spielraum am Deckel des Stiefels ist, und folglich auch ihre Kraft, den Kolben aufzuhalten, ist aber immer die nemliche, wie wenn die Vertheilungsklappe *plötzlich* verschlossen würde, und kommt immer eben so beim nächsten Niederdrücken des Kolbens zu Hülfe. [„Es wird demnach vorausgesetzt, dafs die Zusammenpressung des „Dampfs über dem Kolben gerade von einem solchen Belange sei, dafs der Kolben „seinen *vollen* Lauf bis zu dem Spielraum  $c$  zurücklegen könne.“ D. H.] Die Wirkung der Maschine ist also auch noch eben die, welche die Rechnung voraussetzt; blofs bezeichnet jetzt  $\lambda_2$  nicht den Theil des Kolbenlaufs, an dessen Ende die Vertheilungsklappe völlig verschlossen wird, sondern es ist in Rechnung zu bringen, dafs der Verschluss der Klappe theilweise schon vorher

erfolge. Kennt man die Spannung des Dampfs beim *Anfange* des Aufsteigens des Kolbens, und diejenige am Ende desselben, in dem Raume  $c$ , so läßt sich derjenige Theil  $\lambda_2$  des Kolbenlaufs finden, an dessen Ende die Vertheilungsklappe *plötzlich* verschlossen werden müßte, um gerade jenen beiden Spannungen gemäß zu sein. Bezeichnet nemlich  $\omega_1$  und  $\omega_2$  die Spannungen des Dampfs über dem Kolben am Anfange und am Ende des Aufsteigens desselben, und nimmt man für die kurze Zeitdauer dieser Bewegung an, daß sich die Spannungen bloß [nach dem *Mariotteschen* Gesetz] umgekehrt wie die Räume  $a(\lambda - \lambda_1 + c)$  und  $ac$  verhalten, die der Dampf einnimmt, so ist

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{a(\lambda - \lambda_2 + c)}{ac} = \frac{\lambda - \lambda_2 + c}{c};$$

woraus

$$460. \quad \lambda_2 = \lambda + c \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1}\right)$$

folgt. Man kann dann immer von den obigen Formeln Gebrauch machen, wenn man dem  $\lambda_2$  diesen Werth giebt.

## 451.

Bei Maschinen, wo man von der Zusammendrückung des Dampfs *über* dem Kolben gar nicht Gebrauch macht, um den Kolben nach seinem Aufsteigen zur Ruhe zu bringen, sondern dazu nach (§. 446.) einer *Wassersäule in einem Heber* sich bedient, oder auch den Wagebalken leicht aufstossen läßt, ist  $\lambda_2 = \lambda$  zu setzen; was nach (455.)  $k_2 = 0$  giebt.

## 452.

Bezeichnet nun weiter, wie oben,

$v$  den vom Kolben *bei seiner Nutzwirkung* in einer Minute durchlaufenen Raum und

$S$  das im Kessel in einer Minute für die Nutzwirkung verdampfte Wasser, so ist, ganz wie in (§. 416. Form. 389.),

$$461. \quad n + P_1 = \frac{m\lambda S(\lambda + 2c)}{av(\lambda_1 + c)(\lambda_2 + c)}.$$

Setzt man hierauf erst die beiden Ausdrücke (453. und 461.) von  $n + P_1$  und dann die beiden (459. und 461.) wieder gleich, so ergibt sich

$$462. \quad \frac{(1 + \delta)(\varrho_1 + G) + n + p + \varphi_1}{k_1} = \frac{mS(\lambda + 2c)}{av(\lambda_2 + c)} \quad \text{und}$$

$$463. \quad \frac{G - \varphi_2 - \varrho_2}{k_2} = \frac{mS(\lambda + 2c)}{av(\lambda_2 + c)}.$$

Setzt man hierauf

$$464. \quad \varrho_1 + \varrho_2 = r,$$

welches die Gesamtmasse des von der Maschine beim Auf- und beim Niedergange des Kolbens gehobenen Wassers ist, und

$$465. \quad G = \frac{mk_2 S(\lambda + 2c)}{av(\lambda_2 + c)} + \varphi_2 + \varrho_2 \cdot$$

aus (465.) in (462.), so erhält man

$$(1 + \delta) \left( \frac{mk_2 S(\lambda + 2c)}{av(\lambda_2 + c)} + \varphi_2 + r \right) + n + p + \varphi_1 = \frac{mk_1 S(\lambda + 2c)}{av(\lambda_2 + c)}$$

oder

$$466. \quad mS(\lambda + 2c)((1 + \delta)k_2 - k_1) + av(\lambda_2 + c)[(1 + \delta)(\varphi_2 + r) + n + p + \varphi_1] = 0,$$

und daraus

$$467. \quad v = \frac{mS(\lambda + 2c)(k_1 - (1 + \delta)k_2)}{a(\lambda_2 + c)(n + p + \varphi_1 + (1 + \delta)(\varphi_2 + r))},$$

$$468. \quad ar = \frac{mS(\lambda + 2c)(k_1 - (1 + \delta)k_2)}{v(\lambda_2 + c)(1 + \delta)} - \frac{a[n + p + \varphi_1 + (1 + \delta)\varphi_2]}{1 + \delta},$$

$$469. \quad S = \frac{av(\lambda_2 + c)[n + p + \varphi_1 + (1 + \delta)(\varphi_2 + r)]}{m(\lambda + 2c)(k_1 - (1 + \delta)k_2)}.$$

Dies sind die allgemeinen Ergebnisse für diese Art von Maschinen. Die Tafeln in (§. 426.) geben für diese Formeln die Werthe (449. und 455.) von  $k_1$  und  $k_2$  für die verschiedenen Werthe, welche  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  haben können. [„Die Formeln (467. bis 469.) sind, wie man sieht, völlig *dieselben*, wie die (395. bis 397.) für die *Wattschen* Maschinen von einfacher Wirkung.“ D. H.]

#### 453.

Da  $\lambda_2$  gewöhnlich nicht im Voraus bestimmt ist, sondern von dem *gegebenen* Gegengewicht  $G$  abhängt, so muß  $\lambda_2$  durch  $G$  ausgedrückt werden. Dies geschieht, wenn man die beiden Werthe von  $\frac{mS(\lambda + 2c)}{av(\lambda_2 + c)}$  (462. und 463.) wieder gleich setzt, welches, weil  $\varrho_2 = r - \varrho_1$  ist (464.),

$$470. \quad k_2 = \frac{k_1(G - \varphi_2 - (r - \varrho_1))}{(1 + \delta)(\varrho_1 + G) + n + p + \varphi_1}$$

gibt. Desgleichen gibt (462.) allein:

$$471. \quad \frac{\lambda_2 + c}{\lambda + 2c} = \frac{mSk_1}{av[(1 + \delta)(\varrho_1 + G) + n + p + \varphi_1]}.$$

Diese, wie bei den *Wattschen* Maschinen aufzulösenden Gleichungen geben  $\frac{\lambda_2}{\lambda}$ , wenn das Gegengewicht  $G$  und die Ladung oder die Geschwin-

digkeit der Maschine bekannt sind. Im Fall der möglich-größten Wirkung, von welcher wir sogleich sprechen werden, sind die Ladung und Geschwindigkeit der Maschine nicht im Voraus gegeben; allein dann findet sich  $\frac{\lambda_2}{\lambda}$  unmittelbar. Andernfalls kann  $\frac{\lambda_2}{\lambda}$ , wenn  $G$  gegeben ist, durch (471.) als bekannt angenommen werden.

454.

Da die Formeln für die gegenwärtige Art von Maschinen völlig dieselben sind, wie für die einfach-wirkenden *Wattschen* Maschinen, so folgt auch weiter aus denselben das Nemliche wie dort. Demnach ist

*Erstlich*, wenn  $\lambda_2$ ,  $\lambda_1$  und  $G$  bestimmt sind, für die *möglich-größte* Wirkung, ganz wie (401 und 402.):

$$472. \quad v_1 = \frac{m\lambda S(\lambda + 2c)}{a(n+P)(\lambda_1+c)(\lambda_2+c)} \quad \text{und}$$

$$473. \quad ar_1 = \frac{a(n+P)(\lambda_1+c)\left(\frac{k_1}{1+\delta}\right) - k_2}{\lambda} - \frac{a(n+p+\varphi_1+(1+\delta)\varphi_2)}{1+\delta}.$$

Diese Gleichungen dienen zugleich, wie in (§. 421.) bei den *Wattschen* Maschinen, die Reibung der leergehenden Maschine zu finden.

*Zweitens*. Für dasjenige  $\lambda_2$ , welches für ein gegebenes  $\lambda$  der *größten* Nutzwirkung entspricht, ist, wie in (410.),

$$474. \quad \log \text{nat} \frac{\lambda - \lambda_2 + c}{c} = \frac{k_1}{1+\delta} - \frac{\lambda(n+p+\varphi_1+(1+\delta)\varphi_2)}{(1+\delta)(\lambda_1+c)(n+P)}.$$

*Drittens*. Für diejenige Absperrung, welche der *unbedingt größten* Nutzwirkung zukommt, ist, wie in (416.),

$$475. \quad \frac{\lambda_1}{\lambda} = \frac{n+p+\varphi_1+(1+\delta)\varphi_2}{n+P},$$

und das dieser Nutzwirkung entsprechende *Gegengewicht* findet sich aus (453.), wenn man dort, wie es für diese Wirkung nach (§. 420.) sein muß,  $P_1 = P$  setzt. Die Gleichung (453.) giebt alsdann

$$476. \quad (n+P)k_1(\lambda_1+c) = \lambda[(1+\delta)(\varrho_1+G) + n+p+\varphi_1],$$

also ist für die *unbedingt-größte* Nutzwirkung

$$477. \quad G = \frac{(n+P)k_1(\lambda_1+c) - \lambda(n+p+\varphi_1)}{\lambda(1+\delta)} - \varrho_1.$$

455.

Hier wird das vortheilhafteste Gegengewicht in (477.) durch  $\lambda_1$  bestimmt; statt wie bei den *Wattschen* Maschinen in (§. 422.) durch  $\lambda_2$ . Dies kommt

daher, dafs bei den *Cornwallisschen* Maschinen der Dampf nicht auf den veränderlichen Widerstand wirkt [nicht das *Wasser* in den Pumpen hebt, sondern nur die *Pumpenstungen*], so dafs in dem Fall der möglich-gröfsten Wirkung, für welche  $P_1 = P$  ist (§. 420.), und in der Gleichung (453.) nur  $G$  und  $\lambda_1$  unbestimmt sind, während bei den einfach-wirkenden *Wattschen* Maschinen der Kolben *ohne* die Belastung aufsteigt; so dafs dann die Gleichung (459.), welche nur  $G$  und  $\lambda_2$  enthält, zur Bestimmung einer dieser Gröfsen durch die andere dient. Ähnliches werden wir bei den Luftdruck- (atmosphärischen) Maschinen sehen, die in einem ähnlichen Falle sich befinden, wie die *Cornwallisschen* Maschinen.

[„Die Bemerkungen in (§. 424.) finden auch hier Anwendung.“ D. H.]  
456.

Geben die obigen Formeln für das Gegengewicht, für die Geschwindigkeit und für die Absperrung Maafse, welche nicht wohl für die Ausübung passend sind, so mufs man sich ihnen nur zu *nähern* suchen. Auch ist Alles, was sonst oben bei den einfach-wirkenden *Wattschen* Maschinen bemerkt wurde, hier ebenfalls zu berücksichtigen.

457.

Wegen der Wirkung der *Wassersturze* (cataractes), die bei der Rechnung nicht berücksichtigt zu sein scheinen, die aber bei den *Cornwallisschen* Maschinen allgemein üblich sind, ist noch eine Erläuterung nöthig. Wir haben schon im 3. Abschnitt VIII. erinnert, dafs die unmittelbare Wirkung eines Wassersturzes, gleich jeder andern Vorrichtung, welche den *Verbrauch* von Dampf vermindert, auch darin besteht, eben so die Masse des *erzeugten* Dampfs zu beschränken; denn der Maschinist wird immer sorgen und das Feuer so einrichten, dafs nicht mehr Dampf entwickelt werde, als verbraucht wird, weil sonst das Überflüssige unnütz durch die Sicherheitsklappe würde entweichen müssen. Des Wassersturzes wegen wird also auch weniger Dampf *erzeugt*; und ist das Maafs der Dampf-Entwicklung einmal geregelt, so wird die Wirkung des Dampfs im Stiefel gerade die sein, welche die Formeln ausdrücken. Beobachtet man also an einer Maschine die Verdampfung  $S$  im Kessel (sei ein Wassersturz wirksam oder nicht) und setzt den beobachteten Werth von  $S$  in die Formeln, so werden dieselben immer die Wirkung der Maschine angeben. Es wird sich Dies an den Versuchen zeigen, welche wir an einer Maschine von *Oldford* in London angestellt haben und von welchen wir weiter unten berichten werden. Diese Maschine hatte Wassersturze.

[ 3 \* ]

**Dritte Abtheilung.**

Practische Formeln für einfach-wirkende Cornwallische Maschinen; mit einem Beispiel.

458.

Es kommt wieder nur auf die Werthe der unveränderlichen Zahlen in den Formeln an.

**A.** Da der Dampf bei diesen Maschinen niedergeschlagen wird, so ist zunächst gemäfs (59. 1.)

$$478. \quad m = 4212576 \quad \text{und} \quad n = 257.$$

**B.** Die Spannung des Dampfs im Kessel wechselt hier von 40, 50 bis 80 Pfund auf den Quadratzoll, und es mufs also jedesmal **P** unmittelbar gemessen werden.

**C.** Eben so mufs die Spannung **p** des niedergeschlagenen Dampfs mit dem *Wattschen* Werkzeuge jedesmal gemessen werden. Da die Bauart dieser Maschinen sehr vervollkommenet ist und kaltes Wasser zum Niederschlagen des Dampfs von den Pumpen, welche die Maschine in Bewegung setzt, im Überflufs herbeigeführt wird, so ist **p** hier viel geringer als bei den meisten andern Dampfmaschinen. Da ferner die Durchgangs-Öffnungen vom Stiefel nach dem Kühlfafs hier sehr weit sind und die Kronklappen sie immer auf einmal *ganz* öffnen, so kann immer nur eine geringe Verschiedenheit der Spannung des Dampfs im Niederschlaggefäfs und im Stiefel unter dem Kolben Statt finden. Hat man nicht **p** unmittelbar gemessen, so kann man füglich

479.  $p = 0,77.144 = 111$  Pfd. auf den Quadratfufs (Pr.) annehmen.

**D.** Auch die *Reibung* ist in diesen Maschinen geringer als gewöhnlich. Die Wirkungen der Maschinen in den Bergwerken von Cornwallis werden von einer besonders dazu beauftragten Commission von Ingenieurs aufgezeichnet und monatlich bekannt gemacht. Dies hat einen besondern Wetteifer unter den Maschinen-Baumeistern erregt und hat grofse Vervollkommnungen der Maschinen zur Folge gehabt. Es ist den Ingenieurs gelungen, nicht allein einen sehr vollständigen Niederschlag des Dampfs zu erzielen, sondern auch die Reibung noch unter der der *Wattschen* Maschinen zu verringern. Nach den Versuchen des Herrn *Wicksteed*, von welchen wir unten näher sprechen werden, betrug die Reibung einer leergehenden, gut gebauten *Cornwallischen* Maschine, mit einem Stiefel von  $6\frac{1}{2}$  F. Pr. im Durchmesser, beim *Aufsteigen* des Kolbens

nur 0,191 und beim *Niedergange* desselben nur 0,348 Pfd. auf den Pr. Quadratzoll Kolbenfläche; womit zugleich die Luftpumpe und die Kaltwasserpumpe in Bewegung gesetzt wurde. Auch war darunter noch der Widerstand des Wassers in der Steigeröhre der großen Pumpen und ihrer Kolben mitbegriffen. Ohne diese Widerstände betrug also die Reibung noch weniger. In Ermangelung von Messungen für die Absonderung setzen wir aber die obigen Zahlen unverändert, und bemerken nur, daß sie auch die Reibung in den großen Pumpen mit in sich begreifen. Es wäre also auf solche Weise

$$480. \quad \varphi_1 = 0,348 \cdot 144 = 50,1 \text{ Pfd.} \quad \text{und} \quad \varphi_2 = 0,191 \cdot 144 = 27,5 \text{ Pfd.}$$

Da sich nun bei den *Wattschen* Maschinen ergeben hat, daß die Reibung im umgekehrten Verhältniß des Durchmessers des Stiefels zunimmt und die obigen Werthe von  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  für einen Stiefel von  $6\frac{1}{2}$  F. Durchmesser gelten, so ist für einen andern Durchmesser von  $d$  Fufs,

$$481. \quad \varphi_1 = \frac{50,1 \cdot 6\frac{1}{2}}{d} = \frac{326}{d} \quad \text{und} \quad \varphi_2 = \frac{27,5 \cdot 6\frac{1}{2}}{d} = \frac{180}{d}$$

zu setzen; worunter nun die Reibung in den großen Pumpen mitbegriffen ist.

*E.* Die zusätzliche, durch  $\delta$  bezeichnete, auf die Ladung der Maschine sich beziehende Reibung muß nothwendig in demselben Verhältniß geringer sein, wie die der leergehenden Maschine, weil sie gleichmäfsig von der Bauart der Maschine abhängt. Weiter oben haben wir gesehen, daß  $\varphi$ , sowohl für Hochdruckmaschinen, als für Dampfmaschinen und für *Wattsche* Maschinen, im Durchschnitt  $= \frac{296}{d}$  (z. B. in 435.) und dann  $\delta = 0,14$  zu setzen sei (436.). Hier in (481.) beträgt der Durchschnitt nur  $\frac{253}{d}$ , und zieht man, näherungsweise, noch zwei Fünftheil davon für die Schöpfpumpen ab, so bleibt nur  $\frac{150}{d}$ , also nur *halb* so viel als für *Wattsche* Maschinen. Man wird, bis auf nähere Ermittlungen,

$$482. \quad \delta = 0,07$$

setzen können.

#### 459.

Mit der *Verdampfung* endlich verhält es sich bei den *Cornwallischen* Maschinen ebenfalls anders. Da sich hier die Durchgänge für den Dampf sehr plötzlich öffnen und der Raum für den Dampf im Kessel wegen der Esse im Innern desselben nur klein ist, so ist zwar kein Zweifel, daß viel Wasser vom Dampf mit fortgerissen wird, aber, in den Stiefel gelangt, verhält es sich damit eigen-

thümlich. Da nemlich die Absperrung im Stiefel beträchtlich ist und die Wärme des Dampfs mit seiner Ausdehnung abnimmt, so wird hier der Dampf bei seiner Ausdehnung bis zu Ende des Kolbenlaufs beträchtlich kalt. Dagegen wird aber auch wieder der Stiefel sehr stark erwärmt: theils durch den Dampf, welcher den Zwischenraum zwischen seinen Wänden und der ihn umgebenden Hülle ausfüllt, theils sogar zuweilen noch durch ein, besonders unter dem Stiefel angezündetes Feuer. So wird dann der im Stiefel sich ausdehnende Dampf von neuem wieder erwärmt, in dem Maafs, wie es mit dem Stiefel selbst geschieht, und nach Verhältnifs der Absperrung und der Langsamkeit des Kolbenlaufs. Durch diese Wieder-Erwärmung erwächst der Maschine mit hoher Dampfspannung, starker Absperrung und langsamer Bewegung des Kolbens ein neuer Vortheil. Denn das aus dem Kessel mit fortgerissene Wasser wird im Stiefel selbst mehr oder weniger verdampft; und dies vergrößert die Nutzwirkung. Nach Umständen kann das in den Stiefel gelangte Wasser zum Theil oder ganz verdampft werden, oder der Dampf im Stiefel überhaupt kann sogar noch durch die ihm dort zugeführte Wärme eine gröfsere Spannung und folglich eine gröfsere Kraft bekommen. Der letzte Fall ist besonders günstig; in der Regel aber wird wenigstens anzunehmen sein, dafs das in den Stiefel gedrungene Wasser völlig in Dampf verwandelt werde, wenn auch sonst der Wärmegrad des Dampfs, welcher sich ausgedehnt hat, nicht erhöht wird. Untersucht man die Linien, welche der *Wattsche* Spannungsmesser gezogen hat, nimmt auf die für jeden Kolbensschlag im Kessel verdampfte Wassermenge Rücksicht, bemerkt darauf den Raum, welchen der daraus erzeugte Dampf in dem Augenblick des Verschlusses der Kehlklappe im Stiefel einnimmt, und sieht endlich auf die Spannung, welche der Spannungsmesser für eben diesen Augenblick anzeigt, so findet sich zunächst, dafs der Raum, welchen der Dampf im Stiefel einnimmt, kleiner ist, als der, welchen der aus der *gänzlichen* Verdampfung des Wassers entstehende Dampf für die an ihm beobachtete Wärme nöthig haben würde. Im ersten Augenblick also ist nicht alles aus dem Kessel gezogene Wasser in Dampf verwandelt worden, sondern ein Theil davon befindet sich, mit dem Dampf gemischt, noch in flüssigem Zustande. Vergleicht man aber hierauf ferner die Räume, welche nach und nach der Dampf im Stiefel einnimmt, so wie er sich ausdehnt, mit denen, welche der gänzlichen Verdampfung des Wassers entsprechen, und zwar für die Wärmegrade, welche der Spannungsmesser anzeigt, so findet sich, dafs diese Räume allmählig einander näher kommen und am Ende des Kolbenlaufs gewöhnlich

nur noch sehr wenig verschieden sind. Es läßt sich aus diesen Vergleichungen, die wir den Practikern empfehlen, schliessen, dafs in der That in den *Cornwallisschen* einfach-wirkenden Maschinen das aus dem Kessel mit fortgerissene Wasser im Stiefel während des Kolbenlaufs wirklich in Dampf verwandelt und also nutzbar wird; wenn auch nicht immer durch die Erwärmung des Stiefels der darin gebildete Dampf eine noch stärkere Spannung bekommt.

Wir setzen daher die *wirksame* Verdampfung hier bei dieser Maschine der *gesamten* Verdampfung *gleich* und also

$$483. \quad S_1 = S.$$

Sollte gar der Dampf im Stiefel durch die dortige Erwärmung in diesem oder jenem Falle *dieselbe* Wärme erlangen, welche er im Kessel hat, so würde in den Formeln nach (§. 100.)

$$484. \quad n = 0$$

zu setzen sein; denn wenn der Dampf bei seiner Ausdehnung *nicht* an Wärme verliert, so folgt seine Spannung blofs dem *Mariotteschen* Gesetz. Doch ist dieser Fall nicht für den gewöhnlichen anzunehmen.

#### 460.

Setzt man nun die obigen Zahlenwerthe in die gefundenen Formeln, so gehen sie in folgende über.

Practische Formeln zur Berechnung einfach-wirkender *Cornwallisscher* Maschinen.

*A. Für eine beliebige Ladung, Geschwindigkeit und Absperrung, für einen beliebigen Verschluss der Vertheilungsklappe, so wie für ein beliebiges Gegengewicht.*

[In Preussischem Maafs und Gewicht.]

$$485. \quad v = 4212576 \cdot \frac{S(\lambda + 2c)(k_1 - (1 + \delta)k_2)}{a[\lambda_2 + c][257 + p + \varphi_1 + (1 + \delta)(\varphi_2 + r)]} \quad (467.) \quad \text{F. Kolbenlauf in 1 Minute.}$$

$$486. \quad ar = 4212576 \cdot \frac{S(\lambda + 2c)(k_1 - (1 + \delta)k_2)}{v(\lambda_2 + c)(1 + \delta)} - \frac{a(257 + p + \varphi_1 + (1 + \delta)\varphi_2)}{1 + \delta} \quad (468.)$$

Pfund Kraft des Kolbens.

$$487. \quad S = \frac{av(\lambda_2 + c)[257 + p + \varphi_1 + (1 + \delta)(\varphi_2 + r)]}{4212576(\lambda + 2c)(k_1 - (1 + \delta)k_2)} \quad (469.) \quad \text{Cub. F. in der Minute verdampftes Wasser.}$$

[„Die übrigen Ausdrücke der Nutzwirkung *avr* in Pferdekraften etc. „finden sich wie oben bei den andern Maschinen.“ D. H.]

**B. Für die möglich-größte Nutzwirkung, bei einem beliebigen Schluß der Vertheilungsklappe, beliebiger Absperrung und beliebigem Gegengewicht.**

$$488. \quad v_1 = 4212576 \cdot \frac{\lambda S(\lambda+2c)}{a(257+P)(\lambda_1+c)(\lambda_2+c)} \quad (472.) \text{ F. Kolbenlauf in 1 Minute.}$$

$$489. \quad ar_1 = \frac{a(257+P)(\lambda_1+c)(k_1-(1+\delta)k_2)}{\lambda(1+\delta)} - \frac{a(257+p+\varphi_1+(1+\delta)\varphi_2)}{1+\delta} \quad (473.)$$

Pfund Kraft des Kolbens.

$$490. \quad S = \frac{av_1(257+P)\lambda_1+c)(\lambda_2+c)}{4212576\lambda(\lambda+2c)} \quad (\text{aus 488.}) \text{ Cub. F. in der Minute verdampftes Wasser.}$$

**C. Für denjenigen Verschluss der Vertheilungsklappe, der mit beliebiger Absperrung und beliebigem Gegengewicht die möglich-größte Nutzwirkung hervorbringt, ist**

$$491. \quad \log \frac{\lambda-\lambda_2+c}{c} = \frac{k_1}{1+\delta} - \frac{\lambda}{(1+\delta)(\lambda_1+c)} \cdot \frac{257+p+\varphi_1+(1+\delta)\varphi_2}{257+P} \quad (474.)$$

**D. Für die vortheilhafteste Absperrung und für das vortheilhafteste Gegengewicht, also für die unbedingt-größte Nutzwirkung ist**

$$492. \quad \frac{\lambda_1}{\lambda} = \frac{257+p+\varphi_1+(1+\delta)\varphi_2}{257+P} \quad (475.) \text{ und}$$

$$493. \quad G = \frac{(257+P)k_1(\lambda_1+c) - \lambda(257+p+\varphi_1)}{\lambda(1+\delta)} - \varrho_1.$$

461.

Wir wollen nun diese Formeln auf eine Maschine anwenden, die kürzlich unter der Leitung des Herrn *Wicksteed* zu London für die Oldford- oder die östlichen Wasserkünste der Stadt erbaut worden ist, und mit welcher dieser geschickte Baumeister fünf verschiedene Versuche angestellt hat, die durch ihre Sorgfalt und lange Dauer lobenswerth sind. Er hat dieselben in einer Schrift: „An experimental inquiry concerning the Cornish- and Boulton- and Watt-pumping engines. Weale London 1841.“ bekannt gemacht.

Die Maschine hatte folgende Maafse (auf Preussische gebracht):

a. Der Durchmesser des Stiefels war 6,48 Fufs. Die Kolbenfläche betrug nach Abzug der Kolbenstange  $a = 32,875$  Q. F.

b. Der Kolbenlauf war  $\lambda = 9,71$  Fufs.

c. Die Absperrung betrug

$$\frac{\text{beim 1}^{\text{ten}}, \quad 2^{\text{ten}}, \quad 3^{\text{ten}}, \quad 4^{\text{ten}} \quad \text{und 5}^{\text{ten}} \text{ Versuch,}}{\lambda_1 = 0,603, \quad 0,477, \quad 0,397, \quad 0,352 \quad \text{und} \quad 0,313 \lambda.}$$

- d. Die Länge des Kolbenlaufs bis zum Verschluss der Vertheilungsklappe war  $\lambda_2 = 0,985 \lambda$ .
- e. Der gesammte Druck des Dampfs im Kessel betrug  
 beim 1<sup>ten</sup>, 2<sup>ten</sup>, 3<sup>ten</sup>, 4<sup>ten</sup> und 5<sup>ten</sup> Versuch  
 $P = 4500, 5128, 6310, 6754$  und  $7641$  Pfund auf den Quadratfuß.
- f. Die Spannung des Dampfs im Niederschlaggefäß und unter dem Kolben war  
 $p = 108$  Pfd. auf den Quadratfuß.
- g. Das verdampfte Wasser wurde gewogen und ist danach in Cubikfusen für die Minute berechnet. Die Versuche währten  
 der 1<sup>te</sup>, 2<sup>te</sup>, 3<sup>te</sup>, 4<sup>te</sup> und 5<sup>te</sup> Versuch  
 $96, 144, 168, 154,25$  und  $117,6$  Stunden.  
 Ein Theil des verdampften Wassers wurde in dem Raume zwischen den Wänden und der Hülle des Stiefels niedergeschlagen, kommt aber nicht in Betracht, weil es in den Kessel zurückgelangte. Die Verdampfung betrug  
 beim 1<sup>ten</sup>, 2<sup>ten</sup>, 3<sup>ten</sup>, 4<sup>ten</sup>, 5<sup>ten</sup> Versuch  
 $S = 0,66651, 0,69911, 0,57202, 0,56341, 0,56017$  C. F. in der Minute.
- h. An Kohlen bester Art aus *Wallis* waren 1 Pfund auf 9,493 Pfund verdampften Wassers nöthig [also nahe an 7 Pfd. auf den Cubikfuß Wasser]. Dies macht  
 beim 1<sup>ten</sup>, 2<sup>ten</sup>, 3<sup>ten</sup>, 4<sup>ten</sup>, 5<sup>ten</sup> Versuch  
 $N = 4,637, 4,864, 3,979, 3,920, 3,897$  Pfund Kohlen in der Minute.
- i. Die Belastung der *Hebepumpe* beim *Niedergange* des Kolbens, welche Pumpe das Wasser aus der Schöpfgrube in die Kufe der Druckpumpe hebt, betrug  $\varphi_1 = 121,3$  Pfd. auf den Quadratfuß Kolbenfläche. Sie ist, gleich der folgenden, in der Voraussetzung berechnet, daß die Pumpen sich *ganz* mit Wasser füllen; was sich auch, da sie *Harvey-* und *West-*sche Klappen hat, wirklich fand.
- k. Die Belastung der *Druckpumpen* beim *Aufsteigen* des Kolbens betrug  $\varphi_2 = 1517,6$  Pfd. auf den Quadratfuß Kolbenfläche; also ist, mit Hinzurechnung des obigen  $\varphi_1$ ,  $r = 1638,9$  Pfd. auf den Q. F. Kolbenfläche zu setzen.
- l. Das Übergewicht am andern Ende des Wagebalkens betrug  
 $G = 1631,1$  Pfd. auf den Quadratfuß Kolbenfläche.
- m. Die Reibung der leergehenden Maschine, ohne die Kraft zur Bewegung der Maschinenpumpen, betrug 0,19 Pfd. auf den Q. Zoll Kolbenfläche. Dazu 0,001 Pfd. für die Heißwasserpumpe, giebt 0,191 Pfd. für  $\varphi_2$  beim

*Aufsteigen* des Kolbens. Beim *Niedergange* kommt noch für die Kaltwasserpumpe 0,038 Pfd. und für die Luftpumpe 0,120 Pfd. hinzu. Dies giebt 0,348 Pfd. für  $\varphi_1$ , so dafs man

$\varphi_1 = 50,1$  und  $\varphi_2 = 27,5$  auf den Q. F. Kolbenfläche setzen kann, mit Inbegriff der Reibungen und des Widerstandes des Wassers in der Druckpumpe.

Zu (*d.*) ist noch zu bemerken, dafs die Zusammendrückung des Dampfs über dem Kolben nicht sogleich nach dem Schlusse der Vertheilungsklappe erfolgte. Sie fand schon allmähig während des Kolbenlaufs Statt. Da aber die Wirkung der Zusammenpressung am Schlusse des Kolbenlaufs immer *die* ist, den Kolben zum Stillstand zu bringen und eine gewisse Dampfmasse bleibt, welche wieder bei dem folgenden Kolbenlauf nutzbar wird, so haben wir, zufolge Dessen, was in (§. 450.) gesagt ist, den *plötzlichen* Verschluss der Vertheilungsklappe angenommen, um den in die Formeln zu setzenden Werth von  $\lambda_2$  zu finden. Nach der Zusammendrückung in dem Spielraum an der Decke des Stiefels, der den 20ten Theil des Kolbenlaufs beträgt, hatte der Dampf hier bei dieser Maschine 8,9 Pfd. und beim Anfange des Aufsteigens, also *vor* der Zusammendrückung, 6,9 Pfd. Spannung auf den Quadratzoll. Setzt man nun näherungsweise, dafs die Spannung des Dampfs umgekehrt sich verhalte wie der Raum, den er ausfüllt, so hätte der Spielraum, um *ohne* Zusammendrückung die nemliche Wirkung hervorzubringen, statt  $0,05\lambda$ , gleich  $0,05 \cdot \frac{8,9\lambda}{6,8} = 0,065$  sein müssen. Auf diese Länge  $\lambda - \lambda_2 + c$  hätte also der Dampf abgeschnitten werden müssen. Dies giebt, da  $c = 0,05\lambda$  ist,  $\lambda - 0,065\lambda + 0,05\lambda = 0,985\lambda$ ; und dies ist der oben in (*d.*) angenommene Werth von  $\lambda_2$ .

Zu (*m.*) ist zu bemerken, dafs Herr *Wicksteed*, um die Reibung der leergehenden Maschine zu finden, gerade das Übergewicht an dem Wagebalken auf der dem Stiefel entgegengesetzten Seite in Rechnung gebracht hat. Und da dieses Übergewicht allein es ist, welches den Kolben nach oben treibt, während er die in der Druckpumpe enthaltene Wassersäule, so wie das Wasser in der Heifswasserpumpe hebt, so hat er das Gewicht dieser Wassersäulen von dem Übergewicht abgezogen; den Rest hat er für einen näherungsweise Werth der Reibung genommen. Auf diese Weise hat er 0,206 Pfd. Reibung auf den Quadratzoll Pr. Kolbenfläche gefunden: aber offenbar ist dies zu viel. Denn das Übergewicht des Gegengewichts hebt nicht blofs das Wasser in den Pumpen, sondern drückt auch noch am Ende des Kolbenlaufs den Dampf,

der sich über dem Kolben befindet, zusammen und bringt ihn von 6,9 Pfd. auf 8,9 Pfd. Spannung auf den Quadratzoll. Betrachtet man diese Wirkung als erst *nach* dem Schlufs der Vertheilungsklappe hervorgebracht, so giebt sie einen mittlern Widerstand von  $\frac{1}{2}(8,9 - 6,9) = 1$  Pfd. Spannung auf den Q. Z., der auf den 0,015<sup>ten</sup> *Theil* des Kolbenlaufs überwunden wird, und das ist so viel als 0,015 Pfd. für den *ganzen* Kolbenlauf. Zieht man dies von den obigen 0,206 Pfd. ab, so bleiben nur 0,191 Pfd.; wie in (*m.*) angenommen. Übrigens ist unter diesem Widerstande auch noch der des Wassers und der Stempel in den Pumpen mitbegriffen. Da wir indessen keinen Maafsstab haben, um diese Widerstände *besonders* zu schätzen, so deuten wir sie blofs an und bemerken, dafs auf diese Weise dafür nichts weiter von der Nutzwirkung abzuziehen ist.

462.

**A.** Setzt man nun die Zahlen von (§. 461.) in die obigen Formeln (§. 460.) und vergleicht die Ergebnisse mit denen, welche Herr *Wicksteed* durch die *Versuche* erhielt, so ergibt sich Folgendes.

	Dauer der Versuche. Stunden.	Absperrung $\frac{\lambda_1}{\lambda}$ .	Geschwindigkeit nach der Erfahrung. Fufs Pr. in 1 Minute.	Geschwindigkeit nach der Rechnung. Fufs Pr. in 1 Minute.	
494. {	1 <sup>ter</sup> Versuch . . . . .	96 . . . . .	0,603 . . . . .	58,61 . . . . .	56,90
	2 <sup>ter</sup> - - - . . . . .	144 . . . . .	0,477 . . . . .	71,86 . . . . .	67,90
	3 <sup>ter</sup> - - - . . . . .	168 . . . . .	0,397 . . . . .	61,13 . . . . .	60,48
	4 <sup>ter</sup> - - - . . . . .	154,25 . . . . .	0,352 . . . . .	62,37 . . . . .	63,14
	5 <sup>ter</sup> - - - . . . . .	117,6 . . . . .	0,313 . . . . .	67,85 . . . . .	65,88

Es zeigt sich hier, obgleich die Absperrung bei den sehr lange fortgesetzten Versuchen bedeutend verschieden war, eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse der Erfahrung und der Rechnung.

**B.** Nimmt man ferner verschiedene andere Absperrungen an, und für jede das nach der Theorie *vortheilhafteste* Gegengewicht, so wie das *vortheilhafteste* Maafs für den Verschluss der Vertheilungsklappe, und dann für das verdampfte Wasser und den Verbrauch an Brennstoff ein Mittel dessen, was bei den Versuchen Statt fand, nemlich  $S = 0,61225$  Cub. F. und  $N = 4,259$  Pfd. Pr. Kohlen in der Minute, so wie  $P = 144.48,396 = 6969$  Pfd. Pr. für die gesammte Dampfspannung im Kessel auf den Quadrarfufs, so erhält man Folgendes.

		Für die unbedingt größte Wirkung.					
495.	1.	$\frac{\lambda_1}{\lambda} =$	0,30	...	0,20	...	0,10.
	2.	$\frac{G}{144} =$	30,60	...	24,45	...	16,26 Pfd. Pr. Gegengewicht auf den Quadratzoll Kolbenfläche.
	3.	$\frac{\lambda_2}{\lambda} =$	0,78	...	0,71	...	0,62 vorteilhafteste Absperrung der Vertheilungsklappe.
	4.	$v_1 =$	37,11	...	56,75	...	107,29 F. Pr. vorteilhaftester Kolbenlauf in 1 Minute.
	5.	$ar_1 =$	127413	...	95897	...	58936 Pfd. Pr. Kraft des Kolbens.
	6.	$\frac{r_1}{144} =$	26,90	...	20,26	...	12,44 Pfd. Pr. Widerstand von 1 Q. Z. Kolbenfläche.
	7.	$S =$	0,61225	...	0,61225	...	0,61225 Cub. F. Pr. in 1 Minute verdampften Wassers.
	8.	$W_1 = ar_1 v_1 =$	4728296	...	5442154	...	6323243 Nutzwirkung in 1 Minute.
	9.	$\frac{W_1}{\varepsilon} =$	152	...	175	...	204 Pferdekräfte.
	10.	$\frac{W}{N} =$	1110189	...	1277801	...	1484678 Nutzwirkung von 1 Pfd. Kohlen.
	11.	$\frac{W}{S} =$	7722819	...	8888777	...	10327877 Nutzwirkung von 1 C. F. verdampften Wassers.
	12.	$Q = \frac{\varepsilon N}{ar_1 v_1} =$	0,028	...	0,025	...	0,022 Pfd. Brennstoff für 1 Pferdekraft.
	13.	$O = \frac{\varepsilon S}{ar_1 v_1} =$	0,00403	...	0,00349	...	0,00300 C. F. Wasser für 1 Pferdekraft.
	14.	$\frac{ar_1 v_1}{\varepsilon N} =$	35,69	...	41,09	...	47,90 Pferdekräfte für 1 Pfd. Brennstoff.
	15.	$\frac{ar_2 v}{\varepsilon S} =$	248	...	286	...	333 Pferdekräfte von 1 C. F. verdampften Wassers.

C. Bei dem 5<sup>ten</sup> Versuch war die Geschwindigkeit des Kolbens  $v = 67,85$  F. in der Minute; die Absperrung war  $\frac{\lambda_1}{\lambda} = 0,313$ ; das Gegengewicht betrug nach (§. 461. l.)  $\frac{1631,1}{144} = 11,327$  Pfd. und die Ladung nach (§. 461. k.)  $\frac{1638,9}{144} = 11,381$  Pfd. Pr. auf den Quadratzoll Kolbenfläche; was eine Nutzwirkung von  $arv = 3656000$  giebt.

Will man bei der Absperrung  $\frac{\lambda_1}{\lambda} = 0,30$  stehen bleiben, damit die Bewegung nicht zu ungleichförmig werde, und giebt dann der Maschine nach

(495. 2.) ein Gegengewicht von 30,60 Pfd. und nach (495. 6.) eine Ladung von 26,90 Pfd. auf den Quadratzoll, so läßt sich zufolge (495. 8.) eine Nutzwirkung von 4728296 erlangen.

Will man dagegen eine Absperrung von 0,20 zulassen, aber ungefähr die gleiche Geschwindigkeit wie bei dem Versuch beibehalten, so kann man nach (495. 2. 6. und 8.) mit einem Gegengewicht von 24,45 Pfd. und einer Ladung von 20,26 Pfd. auf den Quadratzoll eine Nutzwirkung von 5442154 erlangen.

Endlich läßt sich durch eine Absperrung von 0,10 nach (485. 2. 6. und 8.), mit einem Gegengewicht von 16,26 und einer Ladung von 12,44 Pfd. auf den Quadratzoll eine Nutzwirkung von 6323243 erreichen.

Hieraus sieht man, welcher Gebrauch sich von den Formeln machen läßt. Es lassen sich daraus die vortheilhaftesten Anordnungen abnehmen, und behält man diejenigen bei, welche am ausführbarsten sind, oder welche am besten für das jedesmalige Bedürfnis passen, so hat man das Mittel, der möglichsten Nutzwirkung, so weit es thunlich ist, sich zu nähern.

#### Vierte Abtheilung.

Gründe, aus welchen die Cornwallisschen Maschinen von einfacher Wirkung vortheilhafter sind als alle andern.

---

#### 463.

Die große Wirkung dieser Maschinen ist fast von allen Schriftstellern, welche davon gesprochen haben, als theoretisch *unmöglich*, in Zweifel gezogen worden, und noch im Jahre 1838 hat sich darüber zu London zwischen den Ingenieuren, welche die Wirkung an Ort und Stelle *gemessen* hatten und zwischen denen, welche darauf beharrten in der Art der Messung Fehler zu suchen, ein Streit erhoben. Späterhin hat man zwar die Messungs-Ergebnisse nicht mehr bezweifeln können, aber nun hat ein Englischer Ingenieur die Ursach der großen Wirkung noch in etwas andern als in der *Spannung* des Dampfs, nemlich in einem *Stofse* gesucht, welchen der Dampf, wenn er in den Stiefel eindringt, auf den Kolben ausübe. Da indessen, wie wir sahen, die Ergebnisse der Formeln, welche sich aus den nemlichen Grundsätzen ergeben, die für andere Maschinen gelten, mit der Erfahrung gut übereinstimmen, so scheint es uns nöthig, die *wahren* Ursachen, aus welchen die *Cornwallisschen* Maschinen vortheilhafter wirken als andere, besonders auseinanderzusetzen.

## 464.

Nach dem 5<sup>ten</sup> Versuch mit der Maschine zu *Oldford* gaben nach (§. 461. c. und h.), mit 0,313 Absperrung, 3,897 Pfund Kohlen in der Minute, wie in (§. 462. C.) berechnet, eine Nutzwirkung von 3656000. Dieses beträgt auf einen Englischen Scheffel Kohlen, welcher 91 Pfd. Pr. wiegt, eine Nutzwirkung von 85 325 668 Pfd. Pr. in der Minute 1 F. hoch gehoben, und, wie Rechnung und Erfahrung bewiesen, kann durch eine stärkere Absperrung eine noch gröfsere Nutzwirkung erzielt werden. Durch die besten *Wattschen* Maschinen dagegen läfst sich mit einem Englischen Scheffel oder 91 Pfd. Kohlen nur eine Nutzwirkung von etwa 26 300 000 Pfd. Pr. 1 F. hoch gehoben erzielen. Die *Cornwallisschen* Maschinen leisten also *bei weitem* mehr als die *Wattschen*. Die Ursachen davon liegen

- a) In der wirksameren Einrichtung der Esse;
- b) In der vortheilhafteren Einrichtung der Pumpen und
- c) In der Maschine selbst.

## 465.

*Erstlich.* Was zuerst die Esse betrifft, so hat *Watt* seinen Versuchen zufolge angenommen, dafs in den für seine Maschinen üblichen Kesseln von der *Frachtwagenform*, um 1 Cub. F. Pr. Wasser zu verdampfen, 8,87 Cub. F. Kohlen von der besten Art nöthig sind und dafs nur in einzelnen Fällen 7,65 Pfd. ausreichen. In den Kesseln der *Cornwallisschen* Maschinen, *mit der Esse im Innern*, sind nur 7,13 und selbst zuweilen nur 6,34 Pfd. nöthig; was schon einen wesentlichen Unterschied macht.

*Zweitens* sind die Pumpen, welche von den *Wattschen* und andern Maschinen in Bewegung gesetzt werden, *Saugpumpen* mit *Klappen*: bei den *Cornwallisschen* Maschinen dagegen sind die Pumpen, weil sie beim *Niedergange* des Gegengewichts wirken, sämmtlich, mit Ausnahme der Vorschöpfpumpe unten in der Schöpfgrube, *Druckpumpen*, mit *festen Stempeln*, die, wie bekannt, weniger Reibung haben, weil die Klappen nicht da und die Kolben nicht verliedert sind. Auch geht in diesen Pumpen weniger Wasser verloren, da jeder Verlust sogleich sichtbar wird und, wenn man ihn bemerkt, nur die Schrauben der Verdichtung angezogen werden dürfen; auch kein Wasser wieder durch die Klappen *zurückfliefsen* kann; wodurch denn also die Nutzwirkung ebenfalls vergrößert wird.

*Drittens.* Die Stiefel der *Cornwallisschen* Maschinen sind von einer zweiten metallischen Hülle mit Zwischenraum umgeben, in welchen Raum Dampf

aus dem Kessel strömt; und um die metallene Hülle ist noch eine zweite von Holz, mit Zwischenraum, der mit gesiebter Asche gefüllt ist; zuweilen wird auch noch unter dem Stiefel und den Dampfbüchsen ein besonderes Feuer angezündet. Ähnliches findet sich zwar auch bei den gröfsern *Wattschen* Maschinen, aber da bei diesen der Dampf im Kessel nur etwa 103 Centigr., bei den *Cornwallisschen* Maschinen hingegen wegen des hohen Drucks 140 Centigr. Wärme und darüber hat, so ist bei den *Wattschen* Maschinen jene Anordnung viel weniger *wirksam*, als bei den Maschinen von *Cornwallis*. Nun wird bei allen Dampfmaschinen eine namhafte Menge Wasser vom Dampf aus dem Kessel mit fortgerissen: dieses Wasser wird bei den *Cornwallisschen* Maschinen während des Kolbenlaufs im Stiefel verdampft und trägt also ebenfalls zur Nutzwirkung bei, während bei den *Wattschen* Maschinen der Stiefel dazu nicht heifs genug ist, folglich dort ein Theil des erwärmten Wassers verloren geht. Ausserdem wird bei den *Wattschen* Maschinen das zwischen dem Stiefel und seiner Hülle niedergeschlagene Wasser durch eine besondere Röhre *nach aussen* abgeleitet; was ein Verlust von etwa 2 pro cent der gesammten Verdampfung zur Folge hat, während bei den *Cornwallisschen* Maschinen jenes Wasser in den Kessel zurückgeschafft wird.

*Viertens*. Die Reibung der leergehenden Maschine und die von der Ladung herkommende zusätzliche Reibung beträgt, wie weiter oben bemerkt, bei den *Cornwallisschen* Maschinen der Erfahrung nach nur etwa *halb so viel*, als bei doppelt-wirkenden *Wattschen* Maschinen mit Stiefeln von gleichem Durchmesser; was ebenfalls ein Vorzug jener ist. Sodann haben die *Cornwallisschen* Maschinen keine besondere Kaltwasserpumpe, weil ihnen die grossen Pumpen, die sie treiben, das nöthige kalte Wasser im Überflufs liefern; und statt kegelförmiger Klappen haben sie Kronklappen, welche sich mit viel geringerer Kraft öffnen lassen.

*Fünftens* wird in dem Niederschlaggefäfs einer *Cornwallisschen* Maschine der Dampf viel vollkommner niedergeschlagen, als in dem Kühlgefäfs einer *Wattschen* Maschine: denn jenen wird das kalte Wasser zum Niederschlage des Dampfs in Menge zugeführt, während für Maschinen in Fabriken noch eine besondere Kraft nöthig ist, um das kalte Wasser herbeizuschaffen; welche Kraft bedeutend sein kann, wenn das Wasser aus einer grossen Tiefe heraufgeschöpft werden mufs.

Sodann öffnen sich die Kronklappen für den Austritt des Dampfes aus dem Stiefel sehr plötzlich und weit; was, zusammen mit dem Umstande, dafs

der Kolben nur langsam sich bewegt, dem Niederschlage mehr *Zeit* verschafft. Bei den doppelt-wirkenden *Wattschen* Maschinen öffnen die Schiebeklappen die Ausströmungs-Öffnung nur allmählig und der Kolben bewegt sich schneller und ohne Ruhezeiten. So geschieht es, dafs bei den *Cornwallisschen* Maschinen, wo auch die Luftpumpe kräftig wirkt, die Spannung des niedergeschlagenen Dampfs im Stiefel sich fast mit der im Kühlfafs ins Gleichgewicht setzt, während sie bei den *Wattschen* Maschinen wohl noch 4 Pfd. auf den Quadratzoll beträgt, obgleich sie im Niederschlaggefäfs bis auf  $1\frac{1}{4}$  Pfd. gesunken ist.

*Sechstens.* Besonders sind die *Cornwallisschen* Maschinen durch die starke Spannung des Dampfs in ihren Kesseln vor den *Wattschen* Maschinen mit nur schwacher Spannung im Vortheil. In der oben gedachten Maschine mit 78zölligem Stiefel betrug die mittlere Reibung, zusammen mit dem Gegen-druck des niedergeschlagenen Dampfs auf den Kolben, nur 0,915 Pfd. auf den Quadratzoll Pr. der Kolbenfläche, also von den 11,29 Pfd. Druck der Nutzlast, der noch viel stärker hätte sein können, etwa nur den *12ten Theil*. In einer *Wattschen* Maschine dagegen, von gleicher Gröfse, belaufen sich jene beiden Widerstände, wie oben bemerkt, bis auf 4,4 Pfd. auf den Quadratzoll, während für eine Dampfspannung im Kessel von 16,9 Pfd., die Nutzlast nur etwa 8,2 Pfd. auf den Q. Z. ist, so dafs also hier die Widerstände, statt des *12ten Theils*, die *Hälfte* der Nutzwirkung wegnehmen. Diesen Vorzug haben *alle* Hochdruckmaschinen vor den Maschinen mit niedrigem Druck.

*Siebentes* endlich ist es ganz vorzüglich die *Absperrung*, welche die Wirkung der *Cornwallisschen* Maschinen erhöht, und der Nutzen derselben ist um so gröfser, je weiter sie getrieben wird. Die doppelt-wirkenden *Wattschen* Maschinen, welche uns hier zur Vergleichung dienen, haben *gar keine* Absperrung. In den einfach-wirkenden sperrt man den Stiefel auf etwa *zwei Drittheil* des Kolbenlaufs ab, und da erhebt sich auch sogleich die Nutzwirkung von 1 Scheffel oder 91 Pfd. Kohlen zuweilen schon bis auf 37 588 400 Pfd. Pr. in der Minute 1 F. hoch gehoben. In den *Cornwallisschen* Maschinen geschieht die Absperrung schon auf den *fünften, sechsten* und selbst *zehnten* Theil des Kolbenlaufs; wovon dann der Nutzen noch viel bedeutender ist.

Bei den *Cornwallisschen* Maschinen dringt der Dampf beim *Anfange* der Bewegung des Kolbens mit einer Kraft in den Stiefel, welche vermöge seiner hohen Spannung bei weitem *stärker* ist, als der Widerstand des Gegengewichts. Und da nun nur die *mittlere* Kraft des Dampfs dem Gegengewicht gleich sein mufs, so ist am *Ende* des Kolbenlaufs die Dampfspannung

viel *schwächer* als der Widerstand des Kolbens. So also geht in diesen Maschinen durch den nur noch mit geringer Spannung entweichenden Dampf nur wenig Kraft und folglich nur wenig Brennstoff verloren: viel weniger, als wenn, ohne Absperrung, der Dampf mit seiner vollen Spannung entweiche. Man verkennt die Wirkung der Absperrung, wenn man sich darüber wundert, daß am Ende des Kolbenlaufs der Dampf im Stiefel bei weitem nicht mehr so viel Spannung hat, als nöthig ist, das Gegengewicht zu heben, so daß der Kolben von selbst seinen Rückweg antreten kann, ehe noch die Vertheilungsklappe geöffnet ist. So auch geschieht es mit Unrecht, wenn man, nächst dem, daß man die Reibung viel zu hoch anschlägt, die Dampfspannung in den *Cornwallis*-schen Maschinen für zu gering hält, ihre Last fortzutreiben, und einen *Stofs* annimmt, der, vom Dampf im Anfange des Kolbenlaufs auf den Kolben ausgeübt, denselben forttreibe. [„Zwar ist es freilich kein eigentlicher *Stofs*, „der den Kolben fortreibt, insofern man unter *Stofs* eine Kraft zu verstehen „hat, die augenblicklich, nachdem sie ihre Wirkung that, wieder aufhört; „denn die starke Dampfspannung, die auf den Kolben im Anfange seiner Bewegung wirkt, hört hier nicht augenblicklich wieder auf, sondern dauert bis „zur Absperrung fort: indessen ist es gleichwohl, ähnlich wie beim *Stofs*, das „*Beharrungsvermögen* der Masse, vermöge dessen der Kolben bis ans Ende „seines Laufs gelangt; und so wird allerdings, *ähnlich* wie durch einen *Stofs*, „der Kolben gleichsam fortgeschleudert. Wir werden darauf bei den unten „folgenden zusätzlichen Bemerkungen des weitern zurückkommen.“ D. H.]

466.

Zu den Vervollkommnungen der *Cornwallis*-schen Maschinen ist man *allmählig* gelangt; und zwar vorzüglich durch den oben erwähnten Gebrauch in den Bergwerken dieser Gegend, daß ein Verein von Ingenieuren die Wirkungen der Maschinen beobachtet und die Ergebnisse davon monatlich bekannt macht. Dadurch ist ein solcher Wetteifer entstanden, daß man von 1811 bis 1840 die Wirkung eines Scheffels Kohlen von 91 Pfd. von 18½ bis zu 75 und selbst bis zu 117 Millionen Pfund, in der Minute 1 Fuß hoch gehoben, gebracht hat. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Beträgen der Wirkung rührt hier insbesondere von dem Grade der *Absperrung* des Dampfs her, welchen die Umstände gestatten; denn eine starke *Absperrung* ist nur zulässig, wenn die zu hebende Last noch nicht sehr groß, oder das Bergwerk noch nicht sehr tief ist. [„Nemlich insofern sich die Spannung „des Dampfs im Kessel nicht für die stärkere Absperrung erhöhen läßt.“ D. H.]

(Die Fortsetzung folgt.)

## 2.

## Über die zweckmäfsigste Cultur der einheimischen Bau- und Nutzhölzer.

(Von J. H. Schmidt, Landgüter-Verwalter, jetzt in Pommern.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 4. und 11. im 26. Bande.)

### 18. Der Maulbeerbaum. *Morus*.

**D**erselbe hat sich aus Italien und dem südlichen Frankreich, wohin er aus seinem Stammlande Persien und China gelangt war, nach Deutschland verbreitet und wird jetzt, seit der Seidenbau bei uns wieder einen neuen Aufschwung erlangte, zwar schon häufig angebaut, jedoch immer noch nicht in dem Maafse, wie es für die Seidenzucht und für andere gewerbliche Zwecke nützlich und nöthig wäre. Man hat häufig gesagt, der Maulbeerbaum komme nur in südlicheren Gegenden fort und eigne sich also nicht für das nördliche Deutschland. Es liessen sich indessen die auffallendsten Beweise des Gegentheils aufstellen. Der Verfasser hat sogar in den Ostseeegenden und im nördlichen Preussen die schönsten, gröfsten Maulbeerbäume, ja selbst in sehr gutem Stande sich befindende Plantagen davon angetroffen; leider aber auch an einem Orte vor einigen Jahren es mit angesehen, dafs man die gröfsten, vorzüglichsten Bäume vernichtete, während für die Anzucht junger Bäume nichts geschah. Der grofse Werth und Nutzen des Baumes scheint bei uns noch nicht hinreichend anerkannt zu werden, wenn gleich einige ausgezeichnete Männer, wie z. B. der verewigte Herr *v. Türk*, um den Anbau und die zweckmäfsige Cultur des Baumes sich sehr verdient gemacht haben.

Der Maulbeerbaum nimmt mit einem mittelmäfsigen, ja schotterigen Grunde vorlieb; einige Arten widerstehen einem bedeutenden Grade von Kälte, und das Aufziehen desselben hat, unter gehöriger Beobachtung einiger Vorichtsmaafsregeln, keine grofsen Schwierigkeiten. Ein etwas besserer, lockerer, nicht zu feuchter Boden und eine gegen den Anfall heftiger Winde geschützte Lage befördert noch dessen Gedeihen. Und nicht allein wegen seiner angenehmen, säuerlich-süfsen, erquickenden Früchte (besonders von schwarzen