

**Zeitschrift:** Schweizerische Polytechnische Zeitschrift  
**Band:** 13 (1868)  
**Heft:** 4  
  
**Rubrik:** Mechanisch-technische Mittheilungen

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Mechanisch-technische Mittheilungen.

### Die mechanische Planimetrie, ihre geschichtliche, theoretische und praktische Bedeutung. \*)

Von Ernst Fischer, Ingenieur und Professor.

(Schluss.)

#### § 6.

Die Aenderungen im Bau der Linearplanimeter durch Christoph Trunk, Ingenieur in Eisenach.

Wesentliche Verdienste um die Einführung und feinere Vervollkommenung der Linearplanimeter hat sich Herr Ingenieur Trunk in Eisenach, Leiter der dortigen Planimeterfabrik erworben; zudem hat sich Herr Trunk die Mühe genommen, in seinem Werke\*\*) die Theorie des Instrumentes in so elementarer Form zu geben, dass Jeder der einen Trunk'schen Planimeter gebrauchen will, in den Stand gesetzt ist, in das Wesen des Instrumentes gründlich einzudringen.\*\*\*) Trunks Planimeter ist auf Taf. 15, Fig. 1, dargestellt, diese und die übrigen hieher

\*) Wir bringen dieses Mal auf Taf. 14, Fig. 1, die in Heft 2, S. 39 in der Note unter dem Text versprochene axonometrische Darstellung des Oppikofer'schen Planimeters in  $\frac{1}{2}$  der wirl. Grösse, welche im Verein mit den Fig. 16 und 17 auf Taf. 6 desselben Heftes zu gebrauchen ist.  $k$  ist der Kegel von polirtem Stahl, die Laufrolle ist durch das vertikale Zifferblatt  $z$  verdeckt, indem Punktationen vermieden wurden, da diese, ohne die Figur zu sehr zu compliciren, doch nicht mit Consequenz hätten durchgeführt werden können. Das Brett  $BB$ , auf welchem der ganze Apparat ruht, ist bei  $aa$  abgebrochen, weil sonst der Figurentafel zu viel Raum dadurch weggenommen worden wäre. — Nachdem wir in jüngster Zeit Gelegenheit hatten, das Oppikofer'sche Instrument, vom Mechanikus Pfäffli ausgeführt, auf dem Bureau der Baudirektion in Bern einzusehen, können wir nur unsere Bewunderung über die vorzügliche Arbeit aussprechen.

\*\*) Chr. Trunk, die Planimeter, deren Theorie, Praxis und Geschichte etc. Halle, 1865.

\*\*\*) Zeugniß. Dem Herrn Christoph Trunk zu Eisenach bezeugen wir hiedurch, dass der von demselben construirte, durch Urkunde vom 10. Dezember 1856 patentirte Planimeter, wie solcher in der Fabrik zu Eisenach unter des Genannten Leitung gefertigt wird, bei den Grossherzoglichen Vermessungs- und Kataster- (Steuer-Revisions-) Behörden in Anwendung ist und gern und mit Vortheil gebraucht wird, weil derselbe in hohem Grade rasch und präcis arbeitet, bei geeigneter Anwendung und guter Führung insbesondere durch Gleichmässigkeit, Sicherheit und Zeitkürze seiner Nettoberechnung der kartirten Flächen sich in anerkennenswerther Weise auszeichnet.

Der Herr p. p. Trunk hat in hier gehaltenen Vorträgen die interessante Theorie des Instrumentes lediglich mit Hülfe der Elemente der Geometrie und ebenen Trigonometrie dergestalt zu klarem Verständniß gebracht, dass man das mechanische Princip, auf dem der Gang der Maschine beruht, anschaulich erkennen, die Bewegungen der Maschine rechnerisch verfolgen, zugleich aber auch die Ueberzeugung gewinnen konnte, es werde jeder Geometer auch ohne Kenntniß des höheren Calcüls diese Theorie leicht erlernen und darin eben so wohl wie über den Gang und die Führung des Instrumentes geprüft werden können.

Wir nehmen hiernach an, dass durch die Verbreitung des Gebrauchs des Trunk'schen Planimeters dem Vermessungs- und Katasterwesen eine

Polyt. Zeitschrift. Bd. XIII.

Bezug habenden Figuren sind, da uns ein solches Instrument nicht zu Gebote stand, mit nur kleinen Abänderungen dem Trunk'schen Werke entnommen.  $G$  ist der metallene durchbrochene Grundrahmen mit 3 Füßen, von denen in der Figur nur zwei sichtbar sind; der dritte befindet sich in der Mitte der hintern Seite des Grundrahmens. Die auf der vorderen Seite befindliche Schiene  $ff$  hat eine Nuth  $gg$ , deren Wände convex gerundet oder stumpfwinklig eckig sind, siehe die Figuren 2 und 3, Taf. 14. Die hintere Schiene  $ss$  ist eben; beide Schienen  $ff$ ,  $ss$  müssen absolut geradlinig und parallel sein. Der Grundrahmen  $G$  kann nach Bedürfniss, jedoch in gegebenen Grenzen, kürzer oder länger angefertigt werden; er ist so stark, als es das Gewicht der darauf ruhenden Maschinentheile bedingt, zudem ist eine gewisse Schwere dieses Grundrahmens erforderlich, damit der Apparat während des Gebrauchs seinen Standpunkt behauptet.

Ueber dem Grundrahmen befinden sich die Gestelle  $P$  und  $P_1$ , das Gestelle  $P$  hat drei Räder  $A$ ,  $A_1$  und  $A_2$ , das letztere Rad  $A_2$  ist nur in Fig. 2 sichtbar. Die Räder  $A$  und  $A_1$  laufen mit ihren scharfkantig (Fig. 2, Taf. 14) oder abgerundet (Fig. 3, Taf. 14) gebildeten Umfängen in der Nuth  $gg$  und geben dadurch dem Gestelle  $P$  bei seiner Bewegung geradlinige Führung. Uebrigens kann auch die Nuth in die Räder und zwar in den angegebenen Formen eingedreht werden, alsdann ist die Schiene in den angegebenen Formen erhaben, siehe die Figuren 4, 5 und 6, Taf. 14, welche die Profile der Schienen und Räder darstellen. Das hintere in Fig. 2, Taf. 15, sichtbare Rad  $A_2$  ist an seinem Rande flach gewölbt, wie dieses aus Fig. 7, Taf. 15 zu ersehen ist. Die Achsen der Räder haben entweder an ihren Enden gewölbte Vertiefungen, womit sie auf den conischen Stahlspitzen, in denen die Schrauben  $k$  endigen, laufen, oder es ist das Umgekehrte der Fall: Die Axen endigen in Spitzen und die abgeflachten Schraubenenden sind vertieft. Die Muttern der Schrauben  $k$  sind in die Füße des Gestelles  $P$  eingeschnitten und werden von den seitlichen Druckschrauben  $k_1$  festgestellt. Das

wesentliche Förderung seiner Messungs- und Rechnungsergebnisse, den betheiligten Beamten aber, insonderheit auch denjenigen Beamten, welche die Arbeiten der Geometer zu revidiren haben und denjenigen Geometern, welche in Angelegenheit der Grundstücks-Zusammenlegung arbeiten, bedeutende Erleichterung und Zeitersparniß in ihren Arbeiten gebracht werde, und stellen dieses Zeugniß um so bereitwilliger aus als es dazu benutzt werden soll, die gedachte Erfindung gemeinnütziger zu machen.

Weimar, 10. Februar 1864.

Grossherzogliches Staatsministerium,  
Departement der Finanzen.

(L. S.)

K. Bergfeld.



Gestelle  $P_1$  hat ebenfalls drei Räder  $B$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ , in Fig. 1, Taf. 15 ist nur  $B_2$ , hingegen in Fig. 3 sind auch  $B$  und  $B_1$  sichtbar; auf diesen Rädern läuft der Schieber  $E$  (welcher in Fig. 8, Taf. 14, eigens herausgezeichnet ist), mit seinen Schienen  $f_1f_1$  und  $s_1s_1$  und zwar greifen die Räder  $B$  und  $B_1$  ebenso in die Nuth  $g_1$  der Schiene  $f_1f_1$ , wie die Räder  $A$ ,  $A_1$  des Gestelles  $P$  in die Nuth  $g$  der Schiene  $ff$ ; die Schiene  $s_1s_1$  ist eben und gleitet auf dem Rade  $B_2$ , das am Rande ebenso abgerundet ist wie das Rad  $A_2$  des Gestelles  $P$ ; wenn man die Figuren 2, 3, 4, 5, 6 und 7 Taf. 14 umkehrt, so gelten sie für den vorliegenden Fall, die Schienen liegen über den Rädern und es gilt die beigelegte Bezeichnung mit  $B$ ,  $B_1$  und  $B_2$ .

Der vordere Theil des Schiebers  $E$  kann so wie es in Fig. 8, Taf. 14 durch die ausgezogenen Linien angegeben ist, gestaltet sein, für diese Form spricht die Leichtigkeit; für die grössere Steifheit und einen sicherern Gang des Planimeters spricht hingegen jene Form, welche entsteht, so bald noch der in Fig. 8 durch punktirte Linien angegebene Arm hinzukommt.

Das Gestell  $P_1$  wird auf das Gestell  $P$  befestigt, jedoch so, dass es sich um das Centrum  $C_0$  (Fig. 2, Taf. 15) drehen lässt. Diese Befestigung von  $P_1$  auf  $P$  geschieht mit Hülfe der hohlen conischen Säule  $Q$ , die in Fig. 4, Taf. 15, zum Theil aufgeschnitten dargestellt ist und welche mit ihrem starken ringförmigen unteren Ende in die kreisrunden Oeffnungen von  $P_1$  und  $P$  eingesteckt wird; von unten wird ein Ring  $H$  vorgelegt, mittelst dreier Schrauben gegen die Säule  $Q$  angezogen und so das Zusammenhalten der beiden Maschinentheile  $P$  und  $P_1$  erreicht. Ein Keil und die beiden Druckschrauben  $j_1$ ,  $j_1$  des Maschinentheiles  $P_1$  drücken auf die Säule  $Q$ , so dass, wenn diese gedreht wird, sich mit ihr das Gestell  $P_1$  im Gestelle  $P$  dreht. Zur Sicherung gegen Schlottern drücken auf den ringförmigen Zapfen der Säule  $Q$  die beiden Druckschraubchen  $\eta\eta$ , welche Druckplättchen  $\delta\delta$  (siehe Figur 2, Taf. 15) haben. Innerhalb des Hohlraumes der Säule  $Q$  dreht sich die Welle  $\Phi$  (Fig. 4, Taf. 15) der aus Schiefer oder matt geschliffenem Glase gefertigten Drehscheibe  $S$ . Diese Welle, welche senkrecht in der Maschine steht, berührt die inneren Wände der Säule nicht, wohl aber ist sie im oberen Ende der Säule durch den Keil  $\lambda$ , auf welchen die mit einer Schraube spannbare Feder  $\mu$  drückt und durch die beiden Schraubchen  $\delta\delta$  gehalten. Die Muttern der Schraubchen  $\delta\delta$  sind zweitheilig wie Zapfenlager und werden mittelst anderer Schrauben zusammengepresst. Zwischen den drei Berührungspunkten des Keils  $\lambda$  und der Schraubchen  $\delta\delta$  dreht sich die senkrechte Welle  $\Phi$ , an deren unterem Ende die Trommel  $T$ , Fig. 5, Taf. 15, welche von Stahl ist, angeschoben und mittelst einer Schraube von unten her so befestigt ist, dass jede Drehbewegung der Trommel  $T$  auch von der Welle  $\Phi$  mitgemacht werden muss. Das untere Ende dieser Welle steht in einem conischen Lager, das in eine Schraube gebohrt ist; diese Schraube, welche man höher oder tiefer stellen kann, befindet sich in dem Bügel  $R_0$  (Fig. 6, Taf. 15), welcher an  $P_1$  befestigt ist und welcher am zweckmässigsten auf der linken Seite einen Arm von der durch die punktirten Linien angegebenen

Form hat. Oben auf der Welle  $\Phi$  ist eine metallene Scheibe oder besser ein metallener sternförmiger Scheibenträger  $D$  (Fig. 6) angebracht. Auf die Scheibe wird die Drehscheibe  $S$  geschraubt, es sind in Fig. 6 die Oeffnungen 1, 2, 3 für die Befestigungsschrauben angegeben. Wendet man einen sternförmigen Scheibenträger  $D$  an, so wird die Drehscheibe  $S$  bloss aufgelegt, so dass man dieselbe behufs Ueberziehens mit präparirter Thierhaut oder behufs Transportes des Instrumentes abnehmen kann. Bei allen diesen Anordnungen ist darauf zu sehen, dass die Scheibe  $S$  parallel zum Geleise  $g_1g_1$  des Schiebers  $E$  und parallel zu der Ebene liegt, worin sich das Geleise  $gg$  des des Grundrahmens  $g$  befindet.

Mittelst der Drehung, welche  $P_1$  auf  $P$  um  $C_0$  hat, kann man bewirken, dass die durch das Geleise  $g_1g_1$  bestimmte Bewegungsrichtung des Schiebers  $E$  gegen die durch das Geleise  $gg$  bestimmte Bewegungsrichtung der Gestelle  $P$  und  $P_1$  in einem rechten oder jeden anderen Winkel eingestellt werden kann. Das Gestell  $J$  mit  $O$ , Fig. 7, Taf. 15, wird auf irgend eine Stelle des Schlitzes  $d$  im Schieber  $E$  aufgestellt und angeschraubt. Dieses Gestell dreht sich um  $d$ , kann aber auch von  $d$  in dem gezeichneten Schlitz seitwärts verschoben werden. An dem eben genannten Gestelle  $JO$  sind die Arme  $N$ ,  $N$  mit ihrem Verbindungsstück  $hh$ , Fig. 8 und 1, Taf. 15, so angebracht, dass sie sich um  $mm$  drehen. Mittelst der Schraube  $\pi$  (Fig. 1) können die Arme  $N$ ,  $N$  gehoben und gesenkt werden. Bei  $n$ ,  $n$  wird das Zifferblatt mit dem Gehäuse des Zählerwerks (bestehend aus einer Anzahl Getrieben und Zahnrädern) und mit dem Rahmen  $Y$ ,  $Y$  (Fig. 1, Taf. 15 und Fig. 9, Taf. 14), worin an der Welle  $w$ ,  $w$  das Laufrädchen  $R$  und vor dem Zifferblatte der Hauptzeiger umläuft, mittelst der Schrauben  $nk$ ,  $nk$  (Fig. 8, Taf. 15) so gehalten, dass sich das Gehäuse mit dem Rahmen  $Y$ ,  $Y$  um die Spitzen bei  $n$ ,  $n$  drehen kann. Werden nun mittelst der Schraube  $\pi$  die Arme  $N$ ,  $N$  gehoben oder gesenkt, so wird auch das Zählerwerksgehäuse gehoben oder gesenkt. Durch diese Einrichtung wird die Welle  $w$ ,  $w$  parallel zur Ebene der Scheibe  $S$  gestellt.

Das Rädchen  $R$  wird durch seine eigene Schwere, und durch die Schwere der Welle  $w$ , sowie durch das Gewichtchen  $\psi$  (Fig. 10, Taf. 14) welches aus mehreren Scheibchen von je 1 Quentchen besteht, die auf den Stift  $\psi_1$  aufgesteckt werden, stets auf die Scheibe  $S$  aufgedrückt, weil sich der Rahmen  $Y$ ,  $Y$  mit dem Zählerwerksgehäuse um die Spitzen bei  $n$ ,  $n$  dreht. Der Rahmen  $yy$  wird durch eine mittelst zweier Schrauben  $v$ ,  $v_1$  spannbare Feder  $\phi$  vom Zapfen der Welle  $w$  abbalancirt und dann erst mit etwa 3 bis 5 Quentchen belastet. Das Instrument gestattet demnach der Axe des Rädchens folgende Lagen und Bewegungen:

- 1) der Schieber  $E$  und die Axe  $w$  des Rädchens  $R$  liegen rechtwinklig gegen die Schienen der Grundplatte  $g$ , parallel welchen die Abscissenaxe der zu messenden Figur gedacht wird; die Axe des Rädchens liegt dabei parallel zur Richtung des Schiebers  $E$  und zwar so, dass das Rädchen auf einem Durchmesser der Scheibe  $S$ , d. i. in der Richtung der Ordinatenaxe, verschoben wird;

- 2) der Schieber *E* hat eine geneigte Lage gegen die Ordinatenaxe, dabei ist aber die Axe *w* des Rädchens parallel zur Richtung des Schiebers, und das Rädchen wird in der Richtung eines Scheibendurchmessers verschoben;
- 3) die sub 1 gegebenen Stellungen sind dieselben, nur wird das Rädchen in der Richtung einer Sehne verschoben;
- 4) bei Beibehaltung der sub 2 gegebenen Stellungen, Verschiebung des Rädchens nach einer Sehne;
- 5), 6), 7) u. 8) in den vorgenannten 4 Fällen kann endlich noch die Axe des Rädchens geneigt gegen die Richtung des Schiebers liegen.

Diese 8 Fälle enthalten alle möglichen Lagen des Schiebers *E* und der Welle *w* des Rädchens; das Instrument ist bei jeder dieser Lagen zur Flächenrechnung gebrauchbar, es ändert aber die Flächenangaben je nach diesen Lagen quantitativ; § 18 bis 26 des Trunk'schen Werkes geben hierüber genügende Aufschlüsse. —

Um die Drehung von *P*<sub>1</sub> auf *P* bis in die feinsten Nüancen in die Gewalt desjenigen zu bringen, welcher mit dem Instrumente Messungen vornimmt, ist an *P* das Bogenstück *A*, dessen Rand für Schraubeneingriff gezahnt ist, angebracht. Am Gestelle *P*<sub>1</sub> befindet sich die mit *Σ* bezeichnete Schraube ohne Ende, welche von Stahl und hart ist und dicht in dem Rande von *A* liegt. Die Schraubenwelle dreht sich seitlich im Maschinentheile *P*<sub>1</sub> in einem Kugelgelenke und wird mittelst des randerirten Kopfes *Ω* gedreht. Der Endzapfen dieser Schraube ruht in einem Lager *ξ* (Fig. 6, Taf. 15) gegen welches eine starke Feder *σ* drückt, die mittelst einer Druckschraube *ζ* gespannt werden kann. Um die Grösse der Stellung abzulesen, ist auf *A* oder besser vorn auf dem Wagengestelle *P* ein Gradbogen mit Theilung und an *P*<sub>1</sub> ein Zeiger *ξ* (Fig. 3, Taf. 15) angebracht.

Die Axe *w* des Rädchens *R* wird aus Triebstahl angefertigt, damit sie leicht und dennoch steif ist. Auf ihrem vorderen Zapfen, welcher im Zifferblatte lagert, ist der Hauptzeiger angesteckt; der hintere Zapfen der Axe *w* ist cylindrisch und hat einen knopfartigen Kragen und läuft in einem Lager *p* von Stahlblech (Fig. 9, Taf. 14). Dieses Lager ist in Fig. 11, Taf. 14 etwas grösser dargestellt. Der knopfartige Kragen wird zwischen dem Stahlblech und einer Mikrometerschraube *q* eingelegt; das Lager mit dieser Mikrometerschraube ist auf der Mitte des hinteren Querriegels des Rahmens *y y* angeschraubt und in der Richtung der Welle *w* verschiebbar. Unter dem Lager *p* ist ein Stift eingeschoben, welcher das Herausfallen des Wellenzapfens verhindert, wenn der Rahmen *y y* gehoben wird.

Das Rädchen *R* wird aus Stahl gefertigt, hat einen sphäroidischen Umfang und auf diesem feine Schliffstriche in der Richtung der Welle *w*. Es läuft auf einem aus präparirter Thierhaut gefertigten Scheibenüberzug.

Der Draht, welcher um die Trommel *T* (Fig. 5, Taf. 15) geschlagen wird, um dadurch bei Verschiebung des Gestelles *P* die Scheibe *S* in drehende Bewegung zu bringen, ist auf das Metallstück *u* (Fig. 1, Taf. 15) festgeklemt,

geht über die Rolle *i*, dann um die Trommel *T*, ferner über die Rolle *t* auf die Feder *l* von Stahl, woran er befestigt ist. Die Feder *l*, welche sich in einem Charnier in dem an *g* angeschraubten Maschinentheile *E*<sub>0</sub> dreht, wird mittelst einer Schraube *a* gespannt und mittelst einer zweiten Schraube *a*<sub>1</sub> festgestellt. Man hat hiedurch ein leichtes Mittel, um dem Drahte die nöthige Spannung zu geben. Die Feder *e* muss so stark sein, dass sie der Bewegung des Gestelles *P* nicht folgt; sie gibt das Mittel, dass der Draht, wenn er sich während der Arbeit ein wenig dehnt, in Spannung erhalten wird. Der Draht besteht aus federhartem Stahl, damit er sich durch das abwechselnde Biegen nicht streckt, liegt mit drei schraubenförmigen Windungen auf der Trommel und wird nach Massgabe der Schraubenwindungen gegen den Horizont geneigt gelegt. Dadurch bleiben die Drahtwindungen während der Drehung geordnet. Die Schiefstellung erfolgt mittelst Drehung der schraubenförmigen Ständer *i* und *t*. Die Füsse *C*, *C*<sub>1</sub> dieser Ständer sind verschiebbar und werden nach den neben ihnen angebrachten Scalen gleichweit von der Nuth *g g* gestellt, bis der Draht tangential an der Trommel und parallel zu *g g* liegt. Dieser Parallelismus wird mit Hilfe der eben genannten Scalen regulirt.

Zur Abwiegung der Spannung des Drathes dient der Apparat *A a* mit Wagschale oder Gewicht. Er dient auch als Griff zum Heben des Planimeters. An der entgegengesetzten rechten Seite des Planimeters wird ein zweiter Griff angebracht.

Die Räder und Getriebe des Zählerwerkes sind so eingerichtet, dass sie 4 Zeiger bewegen, von denen der grosse die Einer und Zehner, der andere die Hunderte, der dritte die Tausende, der vierte die Zehntausende anzeigt. Liest man von den Zifferblättern ab die Zahlen

6	am	Zifferblatt	der	Zehntausende,
8	»	»	»	Tausende,
4	»	»	»	Hunderte und
33	»	»	»	Zehner und Einer,

so enthält die gemessene Fläche 68433 Quadratruthen. Die Bruchtheile einer Quadratruthen werden, so weit sie nicht in der Theilung ausgedrückt sind, abgeschätzt, Zehntel schätzen sich leicht ab, da jeder Ruthenthail in der Theilung halbirt wird.

Alle Zeiger drehen sich beim Gang des Instrumentes nach ein und derselben Richtung, also alle entweder vorwärts oder alle rückwärts. Jeder der Zeiger besteht aus zwei federnden Hälften, und hat in der Mitte eine Oeffnung, die auf den Zapfen der Zeigerwelle passt. Wenn man die Zeiger auf die Wellenzapfen steckt, so klemmen sie sich zwar fest, bleiben jedoch drehbar, was nöthig ist, wenn man sie beim Beginn der Messung auf Null stellen will.

Das Planglas *W* (Fig. 1, Taf. 15) mit seinem kleinen in die untere Ebene des Glases eingeschliffenen Punkte, der von einem ebenfalls eingeschliffenen Ringchen umgeben ist, ersetzt den Fahrstift, wie schon beim Hansen'schen Instrumente angegeben. Punkt und Ringchen sind geschwärzt. Das Planglas *W* liegt in einem Rahmen *V*, welcher mit Griffen versehen ist. Unter dem Rahmen ist dünnes Papier geleimt, so dass der Führungspunkt nur um

die Dicke dieses Papieres über der Zeichnung liegt. Der Rahmen  $V$  dreht sich zwischen 2 Spitzen  $bb$  (Fig. 1, Taf. 15) in einem Bügel  $U$ , der sich um einen Zapfen  $Z$  drehen kann. Das Lagerstück  $T_0$  des Bügelzapfens ist abermals zwischen zwei Spitzen  $xx$  drehbar und der Halter  $S_0$  dieser zwei Spitzen  $xx$  ist an den Schieber  $E$  angeschraubt. Das Stück  $S_0$  kann seitlich, das Stück  $M$  aber um sein Centrum gedreht werden. Es kann das Stück  $S_0$  auch höher und tiefer gestellt werden. Alle diese Theile des Führapparates werden so regulirt, dass kein Wanken oder Schlottern statt hat. Durch die Einrichtung, dass sich der Rahmen mit Planglas zwischen den Spitzen  $bb$ ,  $xx$  und um den Zapfen  $Z$  drehen kann, ist Gelegenheit gegeben, dass der Rahmen mit Planglas Unebenheiten in der Zeichnungsebene nachgeben kann und Hindernisse in der Führung nicht eintreten.

Auf dem Rahmen des Planglases steht senkrecht in die Höhe eine lange Schraube  $y$  mit zwei Muttern. Auf diese Schraube wird eine Loupe  $K$  gesteckt und mittelst der Mutter in der dem Focus zugehörigen Entfernung vom Planglase, festgeklemmt. Die Loupe ist so gross, dass man gleichzeitig mit beiden Augen hindurch sehen kann. Dadurch werden die Augen mehr geschont, als wenn man nur ein Auge braucht. Regulirt man das Instrument nach der Normalfigur\*), so kann man auch eine kleine sehr scharfe Loupe brauchen, wozu dann ein kleinerer Träger dient.

Auf die lange Schraube  $y$  wird auch der halbkreisförmige Bügel  $k_2$  (Fig. 9, Taf. 15) aufgesteckt und ebenso wie die Loupe, mittelst zweier Schraubenmutter zwischen Loupe und Planglas festgeschraubt. Die Stellung des Bügels ist so, dass die Oeffnung des Halbkreises dem Führer des Instrumentes zugewendet ist. An den beiden Enden des Halbkreises befinden sich die Klemmfedern  $a$ ,  $a$ . Zwischen den Federn und Enden des Bügels ist ein schwarzes Pferdehaar  $b$  eingeklemmt und straff angezogen. Das Haar wird als Richtschnur gebraucht, um mit Zeitersparniss gewisse Linien der zu umfahrenden Figuren in die Nulllinie\*\*) zu legen.

Der Schieber  $E$  wird vermöge der Druckrollen  $w$ ,  $w_1$ ,  $w_2$ , von denen die beiden ersteren in Fig. 3, die letztere in Figur 1 und 10, Taf. 15, zu ersehen sind, auf die Räder  $B$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  angedrückt. Mittelst der Schrauben  $e$  (Fig. 3) und  $e_1$  (Fig. 10) sowie der Federn  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon_1$  lassen sich die Druckrollen mehr oder weniger je nach Bedürfniss andrücken. Die Schrauben  $o$  (Fig. 3) und  $o_1$  (Fig. 1 und 10) halten die Träger der Federn an den Ständern  $F_0$ ,  $F_0$  fest. Auf die Druckrolle  $w$  drückt ein Gewicht  $T$ , das in Fig. 11, Taf. 15 besonders gezeichnet, in Fig. 3 aber von seinem

Arme abgebrochen gedacht ist. Dieses Gewicht  $T$  erhält auch die Maschine im Gleichgewicht, und seine horizontale Lage wird mittelst der Schraube  $r$  (Fig. 3) regulirt. Um die Vor- und Rückverschiebung des Schiebers  $E$  nach Verhältniss des Durchmessers der Scheibe zu begrenzen, sind die Pufferschrauben  $f$ ,  $f_1$  (Fig. 8, Taf. 14) vorhanden, welche am Ende der Bewegung an die Säule  $Q$  anstossen.

Das Instrument ist aus feinem bronzirten Gusseisen gefertigt, weil dieses sich weniger biegt und leichter ist, als Messing und weil zu grosse Schwere und Elastizität des Instrumentes zu vermeiden sind.

Durch verschiedene Hilfsapparate zur Hauptmaschine werden grössere Präcision und Zeitersparniss gewonnen. Von diesen Hilfsapparaten erwähnen wir einige der wichtigsten:

- 1) Einige Wellen  $w$  mit Rädchen  $R$  von verschiedener Grösse, die für verschiedene Massstäbe, z. B. den  $\frac{1}{1000}$ ,  $\frac{1}{2000}$ ,  $\frac{1}{4000}$  theiligen Massstab berechnet sind.
- 2) ein Parallelmass um den Parallelismus der Schienen zu prüfen und den Parallelismus der Scheibe  $S$  und der Welle  $w$  herstellen zu können; dasselbe besteht aus einem glatten stählernen Stabe, welcher auf einem metallenen Fusse steht, auf dem Stabe lässt sich eine federnde Hülse, woran sich in einem Charniere ein als Zeiger dienender zugespitzter wagrechter Arm befindet, auf und nieder schieben;
- 3) ein Haken zum Aufziehen des Drathes;
- 4) ein Sehtrichter, dessen Okularöffnung 1" Durchmesser hat und 5" über der zu umfahrenden Normalfigur liegt. Durch Verrückung des Auges beim Führen schwankt der auf der Glasplatte befindliche Führungspunkt von den Grenzen der Normalfigur ab und die Führung wird fehlerhaft; um dieses zu verhindern, setzt man den Sehtrichter auf die Loupe\*);
- 5) ein Tisch mit Brücke, worauf man den Planimeter stellt (Trunk, § 43);
- 6) ein Apparat mit Gewicht zum Drathspannen (Trunk, § 42);
- 7) eine Schleifmaschine um den Rädchen Schliffstriche zu geben, welche parallel mit der Achse der Welle  $w$  laufen;
- 8) einige Gewichtchen zum Spannen der Feder an der Säule  $Q$ ;
- 9) ein Winkel zur Richtung der Welle des Rädchens in verschiedene Lagen (Trunk, § 50, Nr. XVI.);
- 10) ein Zeichenapparat; — will man auf die Scheibe  $S$  Papierscheiben auflegen und statt des Rädchens  $R$  einen Bleistift anbringen, um Studien über die Curven anzustellen, welche bei der Bewegung des Führers auf die Scheibe gezeichnet werden, so hebt man aus dem Gestelle  $NN$  (Fig. 1, Taf. 15 und Fig. 9, Taf. 14) das Zifferblatt mit dem Rahmen  $yy$  aus und stellt zwischen die Spitzen bei  $n$ ,  $n$  den Zeichenapparat, eine Art Träger mit Charnier und Zirkel, ein (Trunk, § 46);

\*) Die Normalfigur dient zu Probemessungen, ihre Grösse ist mittelst Zirkel und genauem Massstab sorgfältig festgestellt. Man gibt der Normalfigur die Form eines Quadrates von wenigstens 1600 □° im zweitausendtheiligen Massstabe; man reisst sie auf feines, steifes, trockenes Papier, besser auf Metall auf.

\*\*) Unter der Nulllinie versteht Herr Trunk jene Gerade, welche der Fahrstift parallel zu dem aufgespannten Drathe beschreibt, sobald das Rädchen im Mittelpunkt der Scheibe, im Nullpunkte, steht und man den Führer bewegt, ohne den Schieber  $E$  nach seiner Längsrichtung zu verrücken.

\*) Näheres hierüber im Trunk'schen Werke: § 49, Nr. XIV.

- 11) einige Scheiben mit präparierten Bezügen;
- 12) calibrierte Stahldrähte;
- 13) Schleifmittel mit Schleifkolben zum Schleifen der Scheibenbezüge; etc. etc.

Die Preise der Planimeterfabrik zu Eisenach sind folgende:

- 80 Rthlr. — Gr. ein Trunk'scher Planimeter mit Zubehör: an einem Laufrädchen auf stählerner Welle, an Schlüsseln, Knebeln, Schraubenziehern, Hacken zum Drathaufziehen, Winkel zum Richten der Welle des Rädchens, Parallelmass, Apparaten und Pulvern zum Schleifen der Scheibe  $S$ , 6 Stücken calibrierten Drathes, 2 Gewichtchen zum Abwiegen der Spannung der Feder  $u$  an der hohlen Welle  $Q$ , lakirtem Etui mit innerer Einrichtung, Schloss und Griff. \*)
- Die Hilfsapparate haben folgende Preise:
- 3 Rthlr. — Gr. ein Laufrädchen von Gussstahl mit stählerner canelirter Welle. \*\*)
- 1 Rthlr. 10 Gr. ein Tragring zur kleinen scharfen Loupe.
- 1 Rthlr. 10 Gr. eine kleine scharfe Loupe mit 2 Linsen.
- Rthlr. 15 Gr. ein Sehtrichter.
- 1 Rthlr. 10 Gr. ein Apparat mit Gewicht zum Drathspannen.
- 1 Rthlr. 15 Gr. ein Apparat um Curven auf die Scheibe  $S$  zeichnen zu können.
- Rthlr. 15 Gr. eine Zeichenscheibe von geschliffenem mattem Glase.
- 3 Rthlr. — Gr. ein Schleifapparat zum Schleifen des Laufrädchens.
- Rthlr. 20 Gr. eine Vorrichtung zum Reguliren und Abwiegen der Schwere der Schieberbewegung.
- 1 Rthlr. 10 Gr. ein grosser Pappkasten zum Bedecken des aufgestellten Planimeters.
- Rthlr. 20 Gr. Riegel und Schloss dazu. Lakirte Beschwerer der Karten, von Blei mit Messinggriff, und zu
- Rthlr. 15 Gr. ein kleinerer (circa 1 Pfund schwer).
- Rthlr. 25 Gr. ein grösserer (circa 2 Pfund schwer).
- 1 Rthlr. — Gr. ein noch grösserer (circa 3 Pfund schwer).
- 8 Rthlr. — Gr. ein dreibeiniger, 3' langer, 2' breiter getäfelter Tisch mit Stellschrauben an den Füßen.
- 1 Rthlr. — Gr. jeder laufende Fuss Länge dieses Tisches mehr. \*\*\*)
- 4 Rthlr. 20 Gr. eine lakirte Brücke von Holz mit Boden von Eisen und hölzernen Stellschrauben  $2\frac{1}{2}'$  lang,  $10''$  breit.

\*) Beim Bestellen eines Planimeters oder eines einzelnen Rädchens ist auf einem dünnen Messingblechstreifen die Länge von 10 Ruthen des verjüngten Massstabes, nach welchem die Maschine arbeiten soll, einzusenden.

\*\*) Es ist dieser Preis besonders angesetzt, da sich Planimeterbesitzer Rädchen für verschiedene verjüngte z. B.  $\frac{1}{1000}$  oder  $\frac{1}{2000}$  etc. theilige Massstäbe zu bestellen pflegen.

\*\*\*) 6' Länge ist das Maximum.

1 Rthlr. 15 Gr. jeder laufende Fuss Länge dieser Brücke mehr. \*)

Die Fabrik liefert alle Maschinentheile einzeln für feste Preise, wenn die abgenützten oder zerbrochenen Theile eingesendet werden.

Herr Ingenieur Trunk hat sich bereit erklärt, legitimirten Beauftragten von Staatsregierungen die Handhabung, Justirung und Führung seines Planimeters unentgeltlich praktisch zu zeigen.

Wir wünschen durch die Aufnahme der vorstehenden Notizen zur verdienten Verbreitung des Trunk'schen Planimeters beigetragen zu haben.

## § 7.

### Ueber Trunk's theoretische Untersuchungen.

Denkt man sich ein Rechteck, dessen Inhalt einer ganzen Zahl entspricht, in  $n$  verticale Streifen zerlegt, von denen jeder an Inhalt der Flächeneinheit gleichkommt, so drückt die Anzahl  $n$  der Grundlinien dieser Streifen auch den Flächeninhalt des Rechtecks aus. Hierauf beruht nicht nur der Oldendorp'sche, sondern auch der Oppikofer'sche Planimeter u. z. ergibt sich diess für den letzteren durch die Verwandlung der geradlinigen Grundlinien der Flächeneinheiten in Kreisbögen. \*\*)

Die Rechtecke in Fig. 12, Taf. 14, stellen Flächeneinheiten vor. Die Basis  $a_1 d_1 = g$  kann man in einen Kreisbogen  $a_1 m_1$  verwandeln. Bezeichnen wir die Höhe eines der Rechtecke mit  $r$  und ist  $\varphi$  der Winkel, welcher dem Bogen  $a_1 m_1$  vom Radius  $r$  entspricht, so ist

$$\text{arc. } a_1 m_1 = \frac{2r\varphi\pi}{360^\circ}.$$

nimmt man aber den vollen Winkel als Einheit an, so steht

$$\text{arc. } a_1 m_1 = 2r\varphi\pi.$$

Stellen wir nun im Punkte  $c$  eine Welle vom Radius  $r$  so auf, dass sie sich um  $c$  drehen kann, und wickeln wir um diese Welle einen Faden, so wird, wenn wir diesen von  $a_1$  in der Richtung der Tangente  $a_1 d_1$  bis nach  $d_1$  ziehen. der Bogen  $2r\varphi\pi = g$  von der Welle abgewickelt. Die auf  $g$  stehende Flächeneinheit  $gr$  ist dann, wenn man sich den Bogen  $2r\varphi\pi$  rektificirt denkt:

$$gr = 2r^2\varphi\pi.$$

Denkt man sich endlich an der Welle in radialer Richtung einen Stab  $ca_n$  befestigt, an welchem ein Bleistift verschiebbar angebracht ist, so beschreibt dieser Stift im Punkte  $a_1$  befestigt mit dem Radius  $r$ , bei einer Drehung  $\varphi$  der Welle, den Bogen  $2r\varphi\pi = g$ , wodurch eine Flächeneinheit  $gr = 2r^2\varphi\pi$  repräsentirt wird; bei der gleichen Drehung, also um den Winkel  $\varphi$ , beschreibt der Stift, wenn er in  $a_2, a_3$  u. s. w. befindlich ist, mit den Radien  $2r, 3r$  u. s. w. die Bögen  $2 \cdot 2r^2\varphi\pi, 3 \cdot 2r^2\varphi\pi$  u. s. w. wodurch die Flächeneinheiten  $2 \cdot gr = 2 \cdot 2r^2\varphi\pi, 3 \cdot gr = 3 \cdot 2r^2\varphi\pi$  u. s. w. repräsentirt werden, welche den Rechtecken

\*) 9' Länge ist das Maximum. Wer Brücken von über  $5\frac{1}{2}'$  Länge gebraucht, muss 2 Seitentische, auf denen die Brücke ruht, und dazwischen einen Tisch, auf welchem die grosse Karte liegt, anwenden.

\*\*) Trunk, § 2.

$a_2 b_1, a_3 b_1$  u. s. w. entsprechen. Drehen wir die Welle um einen Winkel  $3\varphi$  und halten wir dabei den Stift in  $a_1$ , so schreibt der Stift  $2r \cdot 3\varphi \cdot \pi = 3 \cdot 2r\varphi\pi$ , welche Basis der Fläche  $3 \cdot 2r^2\varphi\pi = 3 \text{ gr}$  oder dem Rechtecke  $a_1 b_3$  entspricht u. s. w.

Stellen wir den Stift in die Mitte zwischen  $c$  und  $a_1$  ein und wickeln von der Welle die Fadenlänge  $g$ , welche dem Drehwinkel  $\varphi$  entspricht, ab, so schreibt der Stift den Bogen  $2 \cdot \frac{r}{2} \cdot \varphi\pi = \frac{1}{2} 2r\varphi\pi$ , was einer halben Grundlinie entspricht, es wird aber auch durch

$$\frac{1}{2} \cdot 2r^2\varphi\pi \text{ die Hälfte der Flächeneinheit ausgedrückt.}$$

Dasselbe Verhältniss tritt ein, wenn man den Stift nach  $a_1$  steckt und die Hälfte von  $a_1 d_1$  abwickelt, und es ist leicht einzusehen, dass das eben Vorgetragene auch auf jede Bruchzahl von  $r$  und  $\varphi$ , so wie für  $r = 0$  oder  $\varphi = 0$ , oder für  $r = 0$  und  $\varphi = 0$  Anwendung hat.

Eine Maschine zur Berechnung rechteckiger Flächen auf die eben angedeutete Art ist in Fig. 13, Taf. 14, dargestellt. Dieselbe besteht aus der Grundplatte  $G$ , auf welcher der Schieber  $P$  befindlich ist, dieser trägt die Welle  $T$  vom Halbmesser  $ca_1 = r$ , auf welcher die Scheibe  $S$  befestigt ist; um die Welle  $T$  ist ein Faden geschlungen, welcher tangential zur Welle und parallel zur Bewegungsrichtung des Schiebers  $P$  liegt und in den Rändern  $x, x$  seinen Halt hat. Senkrecht zur ersten Bewegungsrichtung ist die des zweiten Schiebers  $E$ , welcher einen Führstift  $F$  und durch die Säule  $D$  mit dem Arm  $H$  den die Scheibe mit seiner Spitze berührenden Zeichenstift trägt.

Es ist nun klar, dass bei der oben besprochenen Bewegung des Führstiftes, durch den Zeichenstift die entsprechenden Bogen auf der Scheibe beschrieben werden und es ist nur noch ein Mittel nöthig, die Kreisbogen, welche die Maschine producirt, auf mechanischem Wege zu messen. Dieses Mittel ist das Laufrädchen  $R$ , in Fig. 14, Taf. 14, welcher Apparat aus dem vorhergehenden durch Entfernung des Armes  $H$  mit dem Schreibstift und Substitution des Rähmchens  $N$  mit den Säulen  $D_1 D_2$ , der Welle  $w$  mit dem Rädchen  $R$  und mit Zeiger und Zifferblatt, entsteht. Das Laufrädchen  $R$  vertritt nun die Stelle des Schreibstiftes und ist mit seinem Zeiger der Zähler der den Flächeneinheiten zugehörigen Grundlinien und somit auch der Zähler der Flächeneinheiten selbst.

Die vorbeschriebenen Zusammenstellungen genügen zum Verständniss der Haupttheile der Linearplanimeter.

Von den im Trunk'schen Werke angestellten Betrachtungen wollen wir nur noch die folgende hier mit aufnehmen, indem wir im Uebrigen auf das genannte Werk selbst verweisen.

Es sei in Fig. 15, Taf. 14, der grosse Kreisbogen der Scheibe  $S$  angehörig, der kleine Kreisbogen der Welle oder Trommel  $T$ ,  $xx$  sei der aufgespannte und um die Trommel geschlungene Faden; die Linie  $yy_0$  stelle den Schieber  $E$  dar und die Linie  $xx_0$  deute die Hauptrichtung der Grundplatte  $G$  an. Die Rechtecke  $mn_1, mn_6, m_2 n, mn_7$ , deren Seiten den beiden Hauptbewegungsrich-

ungen parallel sind, sollen gemessen werden, dabei sei  $cA = r = mm_1 = m_1 m_2 = m_2 p$  und

$$mn = \text{arc. } Ab = 2r\varphi\pi.$$

Stellt man den Führstift in  $m$  ein und das Rädchen in  $c$  und beschreibt  $m m_1$ , so geht das Rädchen ohne Drehung nach  $A$ , und der Zeiger bleibt auf  $0$ ; von  $m_1$  nach  $n_1$  gibt der Zeiger 1 an, weil  $1 \cdot 2r\varphi\pi$  abgelaufen ist; von  $n_1$  nach  $n$  bleibt der Zeiger auf 1 stehen, ebenso bei der Bewegung von  $n$  nach  $m$ , weil hiebei das Rädchen auf  $c$  steht und sich folglich nicht dreht.

Bei der Umfahrung des Rechtecks  $mm_1 n_1 n$ , dessen Inhalt 1 durch den Zeiger angegeben wurde, ist das Rädchen von  $c$  nach  $A$ , von  $A$  über den Bogen  $Ab$  nach  $b$  und von hier nach  $c$  zurückgegangen und hat also mit seinem Berührungspunkte den Sektor  $cAb$  beschrieben. Diese Erscheinung hat Manchen zu dem unrichtigen Schlusse verleitet, als berechne das Instrument diejenigen Sektorenflächen, welche beim Umfahren der zu messenden Figuren in der Scheibenebene sich bilden; die Fläche des Sektors ist aber  $r^2\varphi\pi$ , während die des Rechtecks  $2 \cdot r^2\varphi\pi$ , also doppelt so gross ist. Denken wir uns aber über dem Bogen  $Ab = 2r\varphi\pi$  einen senkrechten Cylinder von der Höhe  $r$  aufgestellt, so ist dessen Oberfläche  $= 2 \cdot r^2\pi$ , gleich dem Inhalte des Rechtecks. Nennen wir daher die Bögen, welche das Rädchen auf der Scheibenebene mit seinem Berührungspunkte beschreibt, die Lauflinien, so können wir, da alle Grundlinien der Flächeneinheiten auf der Scheibe in Bogeneinheiten verwandelt werden, uns jede Fläche, die wir umfahren, in einen Cylindermantel verwandelt denken, dessen Leitlinie die Lauflinie, und dessen vertikale Erzeugende  $= r$  ist.

Bei Umfahrung des Rechtecks  $mn_6$  findet man leicht, dass der Zeiger sich auf 3 stellt. Das Rechteck ist hier wieder doppelt so gross, wie der zugehörige Sektor vom Radius  $r$  und dem Centriwinkel  $3\varphi$ . Für das Rechteck  $m_2 n$  tritt der Fall ein, dass der Inhalt des Rechtecks dem des Sektors vom Radius  $2r$  und dem Centriwinkel  $\varphi$  gleich wird; ebenso bei Umfahrung der Fläche  $mn_7$ .

Umfährt man das Rechteck  $m_2 q$ , so zeigt der Zeiger wieder richtig 3 an; in diesem Falle ist die Fläche des Sektors vom Radius  $3r$  und dem Centriwinkel  $\varphi = (3r)^2\varphi\pi = 9r^2\varphi\pi$ , hingegen die Fläche des Rechtecks  $= 3r \cdot 2r\varphi\pi = 6r^2\varphi\pi$ , das Rechteck ist hier also kleiner als der Sektor, abermals ein Beleg, dass die vom Berührungspunkte des Rädchens gebildeten Sektorenflächen mit den umfahrenen Flächen weder der Form, noch stets der Grösse nach gleich sind, gleichwohl aber das Instrument die Grösse der umfahrenen Flächen richtig anzeigt.

Wenn man die Gerade  $m_2 q$ , welche gegen die Nulllinie geneigt ist, befährt, so wird, wenn  $F$  in  $m_2$  und das Rädchen in  $A_1$  die Bewegung beginnen, in  $A_1$  ein sehr kleines Stück des Bogens  $A_1 b_1$  und wenn  $F$  in  $q$  und das Rädchen in  $b_2$  die Bewegung enden, so würde zum Schluss ein sehr kleines Stück des Bogens  $A_2 b_2$  in  $b_2$  beschrieben. Bei der ganzen Bewegung über  $m_2 q$  dreht sich die Trommel um  $\varphi$ , es wird die Fadenlänge  $2r\varphi\pi$  abgewickelt und das Rädchen berührt den Bogen  $Ad b_2$  welcher einer



Spirallinie angehört, deren Radienvectoren bei gleich grossen Winkelbewegungen, die einem gleichmässigen Zunehmen der zur Nulllinie senkrechten Ordinaten der Geraden  $m_2 q$  entsprechen, gleich viel wachsen. Bei dem beschriebenen Vorgange geschieht nun zweierlei:

- 1) das Rädchen wird in der Richtung seiner Axe um die Länge  $m_2 p$  verrückt,
- 2) die Axe des Rädchens macht eine Winkelbewegung  $\varphi$ ; die Ordinaten von  $m_2 q$  und also auch die Radienvectoren der Spirale bilden eine arithmetische Reihe, deren Mittelglied

$$\frac{c A_1 + c b_2}{2} = \frac{2r + 3r}{2} = 2,5 r = c A_0 \text{ ist.}$$

Würden wir  $F$  in  $m_0$  einsetzen und nach  $n_0$  führen, so würde in der Scheibe der Bogen  $A_0 b_0 = 2,5 \cdot 2r\varphi\pi$  unter dem Rädchen hinlaufen und es würde durch  $arc. 2,5 \cdot 2r\varphi\pi$  die Fläche  $r \cdot 2,5 \cdot 2r\varphi\pi = 2,5 \cdot 2r^2\varphi\pi = 2 \cdot 2r^2\varphi\pi + 0,5 \cdot 2r^2\varphi\pi$  angezeigt. Das Rechteck  $m_2 n_0$  ist  $= \frac{1}{2}$  Rechteck  $m_2 q =$  Dreieck  $m_2 n_2 q$ ; es ist daher das Rechteck  $m n_0 =$  Rechteck  $m n_2 +$  Rechteck  $m_2 n_0 =$  Rechteck  $m n_2 +$  Dreieck  $m_2 n_2 q = 2 \cdot 2r^2\varphi\pi + 0,5 \cdot 2r^2\varphi\pi$ .

Aus dem Vorgetragenen ergibt sich, dass das Rädchen aus der mit den Radienvectoren beschriebenen Spirale alle peripherischen (kreisförmigen) Längentheile der Curve extrahirt, und die in der Curve enthaltenen radialen Längentheile negirt. Der Schreibstift aber zeichnet beiderlei Längentheile, nämlich die radialen und die peripherischen, extrahirt also nicht so, wie das Rädchen thut, die peripherischen Längentheile aus der Curve. Die spiralförmigen Curvenlängen sind der Anzahl der Grundlinieneinheiten nicht proportional, weil sie auch radiale Längentheile in sich enthalten. Sondert man diese aus der Länge der Curve aus, so bleiben die peripherischen Längentheile übrig. Diese extrahirt aber das Rädchen und zählt sie mit seinem Zeiger am Zifferblatt. Bei Anwendung des höheren Calcüls bleibt die wesentlichste Eigenschaft des Rädchens, dass es peripherische Längentheile der Laufflinie extrahirt, verschwiegen, und deshalb gibt der höhere Calcül nicht die gehörige anschauliche Klarheit über die Verrichtung des Instrumentes.

Diese Aktion des Extrahirens der kreisförmigen Längentheile aus den Curven ist das Piquanteste am Instrument, und hinsichtlich der Genauigkeit, womit es geschieht, bewundernswürdig.

Da eine krumme Linie so angesehen werden kann als bestehe sie aus einer unendlich grossen Anzahl sehr kleiner gerader, bezüglich geneigter Linien, so gilt das Gesetz, wonach der Planimeter geneigte Linien beherrscht, auch für jeden Punkt einer krummen Linie und somit für die krummen Linien selbst. Allein man kann dem Planimeter, wenn er von Curven begrenzte Flächen misst, welche Curven nach einem bekannten Gesetze construirt sind, nur mit Hilfe des höheren Calcüls nachrechnen.

Wo man aber keine regelmässigen Curven hat, z. B. bei Krümmungen von Flüssen, bei Instrumenten, welche ihre Angaben in Curven machen, ist die mittlere Ordinate (der Radius des mittleren Kreishogens  $A_0 b_0$  in obigem Bei-

spiele) selbst mit Hilfe des höhern Calcüls nicht zu ermitteln. Mit Hilfe des Planimeters kann man aber dennoch die umschriebene Fläche messen. Dividirt man die vom Planimeter angegebene Flächengrösse durch die geradlinige Basis der Fläche, so erhält man eine mittlere Höhe (den mittleren Radius) und diese ist ein proportionaler Ausdruck der in der Beobachtungszeit vorhanden gewesenen Kraft oder Wärme etc.

### III. Die Polarplanimeter oder die Planimeter, welche sich auf Polareordinaten gründen.

#### § 8.

#### Der Polarplanimeter von Professor Amsler in Schaffhausen.\*)

Die Polarplanimeter unterscheiden sich von den bereits abgehandelten Instrumenten dadurch, dass sie sich beim Gebrauche um einen festen Punkt, den Pol, drehen; der Erfinder dieser Instrumente ist Herr Professor Amsler-Laffon am Gymnasium in Schaffhausen, und es wurde seine Erfindung im August 1855 vom Ministerium de l'Agriculture, du commerce et des travaux publics in Paris patentirt. Die Jury der schweizerischen Industrieausstellung vom Jahr 1857 hat der Erfindung dieser Instrumente die höchste Anerkennung durch Ertheilung der goldenen Medaille zuerkannt. Auf der Pariser Ausstellung von 1867 stellte Herr Amsler-Laffon einen Planimeter und einen Integrator aus. Dem schweiz. Berichte\*\*) entnehmen wir Folgendes: «Seit der letzten Ausstellung wurden in der Fabrikation und Adjustirung der Planimeter wesentliche Fortschritte gemacht, wodurch eine grössere Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Instrumentes erzielt wurde. So einfach der Planimeter ist, so erfordert seine Anfertigung doch in mehrfacher Beziehung eine minutiöse Sorgfalt, und erst vieljährige Uebung lehrt alle die kleinen Schwierigkeiten beseitigen. Mehrere Staaten haben das-

\*) Wir führen hier gleich die wichtigste Litteratur über diesen Gegenstand an:

Schweiz. polyt. Zeitschrift. 1856. Bd. I., S. 31.

Amsler, „Ueber die mechanische Bestimmung des Flächeninh. eb. Fig.“ Schaffh. 1856.

Dingler, polytechn. Journ. Bd. 140. S. 27 und 321. 1856.

Ibid., Bd. 141, S. 29, 326 und 330. 1856. (Streit zwischen Amsler und Decher).

Hannover, Architect. Vereinsblatt. Bd. 7, S. 290.

Cosmos, Revue encyclopédique, t. VIII. Febr. 1856, S. 213.

Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich, 1. und 2. Heft, 1856.

Trunk, die Planimeter etc. 1865. § 67.

Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde; Hunäus, die geometrischen Instrumente; Hunäus, praktische Geometrie u. a. a. O.

Cherest, Ueber Amsler's Polarplanimeter, Civ.-Ing. Neue Folge. Bd. XII., Heft 2, S. 47.

Junge, Eine Versuchsreihe mit dem Amsler'schen Polarplanimeter, Ibid. S. 63.

Brehmiker, Theorie des Amsler'schen Polarplanimeters. Berlin, 1863.

Em. Schinz, Ueber Amsler's Planimeter, Bern. Mitth. 1857.

F. H. Reitz, Theorie des Amsler'schen Planimeters. Hamburg. 1868.

\*\*) Berichte üb. d. Betheiligung der Schweiz an der internat. Ausstellung von 1867. Bern, 1868. S. 45.

selbe offiziell beim Kataster eingeführt (Preussen, Italien). Von den verschiedenen zur Ausstellung gebrachten Formen des Planimeters ist eine neu und speziell dazu bestimmt, die mittleren Ordinaten der Diagramme ohne Rechnung zu finden, welche mittelst dem Watt'schen Indikator, Dynamometern und andern selbstregistrirenden Instrumenten erhalten werden. (Man stellt das Instrument auf die Länge des zu berechnenden Diagrammes ein und umfährt die Figur mit dem Fahrstift, die Ablesung an der Zählrolle gibt unmittelbar die mittlere Breite oder Ordinate des Diagrammes an.) In Deutschland und namentlich in Frankreich sind bereits eine grössere Anzahl solcher Instrumente in Gebrauch.

Der Integrator, auf dem nämlichen Principe beruhend, wie das Planimeter, wird in ähnlicher Weise angewendet, wie dasselbe, erfüllt aber einen allgemeinen Zweck. Das Instrument ist mit einem Fahrstift und drei Laufrollen versehen. Umfährt man mit dem Fahrstift eine Figur, so erhält man aus den Ablesungen an den 3 Laufrollen den Flächeninhalt, das statische Moment und das Trägheitsmoment der Figur, letztere beide bezogen auf eine beliebig gewählte Axe. (Die hiezu nöthigen Rechnungen sind zwei Multiplicationen und eine Addition.)

Da bei Berechnung der relativen Festigkeit von Balken diese drei Elemente ermittelt werden müssen, so kann das Instrument hierbei mit grossem Vortheil benützt werden, namentlich dann, wenn complicirte Querschnitte das gewöhnliche Verfahren mühsam machen.

Auch in der Ballistik könnte das Instrument vortheilhaft zum Studium der Geschossformen benutzt werden.

Es wurde dem Aussteller und Erfinder Herrn Amsler eine Silbermedaille zu Theil.»

Modificationen erhielt die Amsler'sche Erfindung durch Bouniakovsky in Petersburg und Decher in Augsburg. Bemerkenswerth ist die Mittheilung, welche Bauernfeind\*) macht. Derselbe sah nämlich im Jahre 1856 in der Werkstätte des polytechn. Instituts in Wien ein mit dem Amsler'schen bis auf eine Kleinigkeit übereinstimmendes Polarplanimeter, welches nach den im Jahre vorher gemachten Angaben des Bergmeisters Schmid in Loeben von Starke verfertigt war. Sorgfältige Nachforschungen stellten heraus, dass hier zwei Personen gleichzeitig eine und dieselbe Idee und Form eines Instrumentes erfunden haben, ähnlich wie es sich mit dem Hermann'schen und dem Oppikofer'schen Planimeter verhält.

#### Beschreibung des Polarplanimeters.

Das Instrument ist in Fig. 1, Taf. 16, abgebildet und hat 4 Hauptbestandtheile: Das Gestell *H*, die prismatischen Arme *A* und *B* und die stählerne Laufrolle *D*. Der obere Theil des Gestelles *H* ist hohl und hat auf einer Seite 4 federnde Schlitzte, durch ihn geht der ebenfalls hohle Arm *A* verschiebbar; auf der den Schlitzten entgegengesetzten Seite des Armes *A* sind vertikale Striche und daneben Masseinheiten verschiedener Länder aufgeschrieben, auf

der oberen Fläche dieses Armes stehen correspondirend mit den Masseinheiten gewisse Zahlen, Constante, von denen wir weiter unten reden werden; je nachdem die Angabe des Instrumentes für das eine oder andere Mass sein soll, muss der Arm *A* so verschoben werden, bis die kleine Hülse bei *R* mit ihrem vorderen Rande an dem betreffenden vertikalen Striche steht; um diese Einstellung mit aller Schärfe vornehmen zu können, ist die kleine Hülse durch eine feingeschnittene Schraube, welche durch Drehen bei *N* bewegt wird, verschiebbar und wird nach erfolgter Einstellung durch das Druckschraubchen bei *R*, welches auf eine kleine Feder wirkt, auf dem Arme *A* festgestellt. Am Ende des Armes *A* befindet sich der Fahrstift *F*.

Der Arm *B* trägt bei *C* eine kleine vertikale Axe, um die er sehr leicht beweglich ist, da dieselbe mit feinen Stahlspitzen im Gestelle sich dreht. Das obere Lager dieser Axe bildet ein Stahlstückchen, welches in dem messingenen Gestelle eingelassen ist, das untere Lager dagegen ist ein Stahlcylinder, welcher behufs Regulirung der leichteren oder strengeren Bewegung des Armes *c* auf- und abwärts fein bewegt werden kann: letztere Bewegung wird durch zwei Stahlschraubchen (Fig. 2, Taf. 16), von denen das eine hebt oder senkt, das andere dann drückt, besorgt; geht nämlich der Arm *B* zu leicht, so lüftet man das Schraubchen *s*, welches den Cylinder *d* festhält, und zieht das Schraubchen *s*<sup>1</sup>, welches mit seinem Kopf auf den Cylinder drückt, an; man bewirkt somit eine Annäherung der beiden Lager der kleinen Axe *a*. Am anderen Ende *E* des Armes *B* befindet sich eine durch ein Druckschraubchen festgehaltene feine Nadel, welche den Pol des Instrumentes repräsentirt und beim Gebrauche in das Papier festgesteckt wird; um den Pol noch gehörig feststehend zu machen, wird ein Gewicht über dem Pole aufgesteckt.

Die Rolle *D* steht in fester Verbindung mit der horizontalen Axe bei *G*, welche wieder in feinen Spitzen endigend, ihre Lager im Gestelle *H* hat. Beide Lager sind Stahlcylinder und es kann deren Entfernung von einander, zur Regulirung des sanften Ganges der Rolle auf folgende Weise verändert werden: Sollen die beiden Lager einander genähert werden, d. h. ist der Gang der Rolle zu leicht, so lüftet man die zwei Schraubchen *t* und *u* (Fig. 2, Taf. 16), welche von unten auf die Stahlcylinder drücken; auf der Seite bei *D* befindet sich ein Schraubchen *r*, das einen hervortretenden Rand hat, mit welchem es in einen Ausschnitt des Stahlcylinders greift, zieht man also *r* an, so wird auf den Stahlcylinder gedrückt, und die beiden Lager nähern sich; lüftet man dagegen *r*, so wird der Stahlcylinder etwas angezogen und die beiden Lager entfernen sich von einander.

Der versilberte Umfang der Rolle ist in 100 Theile getheilt und am Gestelle *H* ist ein Nonius angebracht, von welchen 10 Theile 9 Theilen des Rollenumfanges entsprechen, sohin die Angabe des Nonius der 10. Theil eines Rollenumfangtheiles.

Die Axe der Rolle hat eine Schraube ohne Ende, diese bewegt mittelst eines kleinen Triebes die senkrechte Axe der bei *G* sichtbaren kleinen Scheibe, welche in 10

\*) Elemente der Vermessungskunde, II. Aufl., S. 530, Anmerkung.

Theile getheilt ist und die ganzen Umdrehungen der Rolle zählt; der kleine rechtwinklige Träger der Scheibenaxe ist am Gestelle *H* angeschraubt und an seinem oberen Ende in gleicher Höhe mit der Scheibe, mit einem als Zeiger dienenden Striche versehen.

So, wie das Instrument hier beschrieben wurde, wird es, manchmal mit noch kleinen Modificationen, von Kirchhofer-Amsler in Schaffhausen oder von Goldschmid in Zürich für 50 Fr. geliefert, ein Preis, welcher es ermöglicht, das Instrument auf allen technischen Bureau's und Schulen, oder wo sonst viele Flächen zu berechnen sind, einzuführen.

Die in den Fig. 3, 4, 5 und 6, Taf. 16, dargestellte Form des Polarplanimeters ist die, wie sie Ertl & Sohn in München, sehr schön gearbeitet, zu 23 fl liefern. Der eine Arm (*B*) ist hier nicht verschieblich; das Institut liefert das Instrument für einen beliebigen Massstab, wie man es eben bestellen will. Zweckmässig ist hier die Construction des Gestelles *A*, da dieses symmetrisch zur Mittellinie des Armes *B* angeordnet ist. In Fig. 5 ist die innere Ansicht und in Fig. 6 der Querschnitt der Laufrolle dargestellt. *H* ist eine federnde Hülse, welche, wenn man das Instrument nicht gebraucht, über den Fahrstift geschoben wird. In Fig. 4 sind die Projectionen des Armes *C* und des Gewichtes *G* weggelassen. Weiter braucht über dieses Instrument, nachdem das vorhergehende ausführlich beschrieben wurde, hier wohl nichts mehr bemerkt zu werden, zumal die Figuren genau und in wirklicher Grösse dargestellt sind.

In Fig. 7, Taf. 16, ist noch ein von Amsler construirtes Polarplanimeter in wirklicher Grösse dargestellt. Der Stab *A* desselben hat ebenfalls eine unveränderliche Länge, so dass man also die Flächeninhalte immer in derselben Mass-einheit ausgedrückt erhält.

Gebrauch des Polarplanimeters. Um mittelst des Polarplanimeters den Flächeninhalt einer Figur zu bestimmen, verfährt man wie folgt: Nachdem man den einen Arm auf jenen Strich eingestellt hat, welcher dem Masse entspricht, in welchem man den Inhalt ausgedrückt haben will, wird der Pol festgesteckt, dann markirt man sich einen beliebigen Punkt auf dem Umfange der Figur und setzt in diesem den Fahrstift ein, alsdann wird der Stand der Rolle notirt; nun umfährt man die Figur von links nach rechts und, zu dem markirten Punkte zurückgekehrt, notirt man sich wieder den Stand der Rolle; die Differenz der beiden Ablesungen gibt, wenn der Pol ausserhalb der Figur stand, den gewünschten Inhalt; war die Figur hingegen so gross, dass man den Pol innerhalb derselben aufstellen musste, so ist zur eben genannten Differenz noch die oben erwähnte, bei dem betreffenden Striche angeschriebene Constante zu addiren.

Theorie des Polarplanimeters. Wir wählen hier die von Reitz\*) angegebene Theorie, da sie uns als eine der schönsten und zugleich einfachsten erscheint:

\*) F. H. Reitz, Theorie des Amsler'schen Planimeters. Hamburg, 1868, bei Hermann Grüning.

Der Wetli-Hansen'sche Planimeter bildet mechanisch das Integral der Fläche für rechtwinklige Coordinaten,  $\int y dx$ , oder die Summe der unendlich kleinen Rechtecke, deren Breite  $dx$  und deren Höhe  $y$  ist, in die sich die Fläche zerlegen lässt, dividirt durch eine constante Grösse. Der Amsler'sche Planimeter dagegen bildet mechanisch das Integral der Fläche für Polarcoordinaten,  $\int \frac{1}{2} r^2 d\varphi$ , oder die Summe der unendlich kleinen Dreiecke, deren Höhe  $r$  und deren Grundlinie  $r d\varphi$  ist, dividirt durch die Fahrarm-länge. Wenn der Pol innerhalb der Figur liegt, ist die Constante zu addiren.

Die Flächenangabe wird bei dem Amsler'schen Planimeter durch die oben angegebene Differenz, d. i. durch den Weg eines Punktes des Umfanges der Laufrolle gemacht. Es handelt sich also darum, einen Ausdruck für diese Länge zu finden.

Die Verbindungslinie zwischen Pol und Fahrstift werde Radiusvector genannt. Die Bewegung der Laufrolle wird dann erstlich durch die Verlängerung und Verkürzung und zweitens durch die Drehung des Radiusvector bewirkt; andere Ursachen, welche eine Drehung der Rolle bewirken könnten, sind nicht vorhanden.

1) Was erstlich die für sich zu betrachtenden, bezüglich durch die Verlängerung und Verkürzung des Radiusvector verursachten Bewegungen eines Punktes des Umfanges der Laufrolle betrifft, so finden dieselben in gleichem Maasse, aber in entgegengesetztem Sinne statt, ihre algebraische Summe ist daher = Null, wenn der Fahrstift wieder an seinem Ausgangspunkt angelangt ist, da sich der Radiusvector nach Umfahrung der Figur natürlich gerade so viel verlängert wie verkürzt hat, oder die Summe der unendlich kleinen Bewegungen des Fahrstiftes vom Pole ab ist gleich der Summe der unendlich kleinen Bewegungen nach dem Pole hin, mithin die Summe der dadurch bewirkten Bewegungen der Rolle gleich aber entgegengesetzt.

Die Verlängerung und Verkürzung des Radiusvector ist demnach ohne Einfluss auf die Angabe des Instrumentes.

2) Wenn sich zweitens der Radiusvector  $r$  und (mit Bezug auf Fig. 8, Taf. 16) also auch  $r_1$  um den unendlich kleinen Winkel  $d\varphi$  dreht, so bewegt sich der Punkt des Umfanges der Laufrolle, welcher auf der Ebene der Figur aufliegt, um  $ps = r_1 d\varphi$ , die Rolle dreht sich aber nur um  $pt$ , da nur der Theil der Bewegung in der Richtung der Rollenebene eine Drehung der Rolle bewirkt, der Theil der Bewegung in der Richtung der Rollenaxe aber durch Gleiten zurückgelegt wird.

Es ist aber:

$$pt = r_1 d\varphi \cos. \beta$$

welcher Werth sich leicht durch die Polarmlänge  $b$ , die Fahrarmlänge  $l$ , die Rollenarmlänge  $d$  und den Radiusvector ausdrücken lässt; es ist nämlich:

$$r_1 \cos. \beta = \frac{b^2 + l^2 + 2dl}{2l} - \frac{r^2}{2l}$$

und somit:

$$pt = \frac{b^2 + l^2 + 2dl}{2l} d\varphi - \frac{r^2}{2l} d\varphi.$$



Das Integral hievon muss nach dem Vorhergehenden die Angabe des Planimeters für die Fläche sein. Um die Grenzen für das bestimmte Integral zu bestimmen, muss man zwei Fälle unterscheiden, erstlich wenn sich der Pol ausserhalb der Figur befindet, und zweitens wenn er sich innerhalb der Figur befindet. Im ersteren Falle muss von  $O$  bis  $+\varphi$  und von  $O$  bis  $-\varphi$  integrirt werden. Bei der Umfahrung von der Rechten zur Linken geht der Fahrstift durch  $a_1, a_2$  und  $a_3$ , und dann über  $a_4, a_5$  nach  $a$  zurück; hiedurch wird mechanisch die Fläche  $P a a_5 a_4 a_3$  von der Fläche  $P a a_1 a_2 a_3$  abgezogen, da die Rolle während des Weges  $a_3 a_4 a_5 a$  rückgängig geht. Man erhält also die Differenz der genannten Flächen, die Fläche  $a a_1 a_2 a_3 a_4 a_5$ , welche man bestimmen will. Diess ist unter I. im Fol-

genden der Kürze wegen durch  $\int_{+\varphi}^{-\varphi}$  ausgedrückt.

Ist zweitens der Pol innerhalb der Figur, so ist zwischen  $0$  und  $2\pi$  zu integriren, da der Radiusvector eine volle Umdrehung macht. Man hat also durch Integration obiger Gleichung:

#### I. Wenn der Pol ausserhalb der Figur.

Weg eines Punktes der Laufrolle (Differenz der Ablesungen) nach der Umfahrung der Figur . . . . } =

$$= \int_{+\varphi}^{-\varphi} \frac{b^2 + l^2 + 2dl}{2l} d\varphi - \int_{+\varphi}^{-\varphi} \frac{r^2}{2l} d\varphi, \text{ diess ist, da das erste}$$

Integral Null gibt:

$$= \frac{1}{l} \int_{+\varphi}^{-\varphi} \frac{1}{2} r^2 d\varphi, \text{ also wie zu beweisen}$$

war, gleich dem Inhalt (durch Polarcoordinaten ausgedrückt) dividirt durch die Fahrarmlänge.

#### II. Wenn der Pol innerhalb der Figur.

Weg eines Punktes der Laufrolle (Differenz der Ablesungen) nach der Umfahrung der Figur . . . . } =

$$= \int_0^{2\pi} \frac{b^2 + l^2 + 2dl}{2l} d\varphi - \int_0^{2\pi} \frac{r^2}{2l} d\varphi$$

$$= \frac{(b^2 + l^2 + 2dl)\pi}{l} - \frac{1}{l} \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} r^2 d\varphi,$$

also wie zu beweisen war, gleich dem Inhalt (durch Polarcoordinaten ausgedrückt) dividirt durch Fahrarmlänge plus einer Constanten.

Nennt man nun den Weg eines Punktes des Umfanges der Laufrolle, nach Umfahrung der Figur,  $a$  und den Inhalt  $J$ , so ist nach den Gleichungen I und II:

Wenn der Pol ausserhalb der Figur befindlich:

$$a = \frac{J}{l} \text{ oder } J = al.$$

Wenn der Pol innerhalb der Figur befindlich:

$$a = \text{Constans} - \frac{J}{l} \text{ oder } J = -al + \text{Constans}.$$

Der Inhalt ist also das Product aus dem Weg eines Punktes des Umfanges der Laufrolle mal der Fahrarmlänge, wenn der Pol ausserhalb der Figur befindlich. Wenn der Pol innerhalb der Figur liegt, muss eine constante Fläche addirt werden.

Da es sich im praktischen Gebrauche nur um Verhältnisszahlen handelt, braucht man natürlich die Dimensionen des Instrumentes nicht zu kennen, und bestimmt den Werth seiner Angaben durch Versuche.

Die Constante wird bekanntlich durch einen Kreis repräsentirt (siehe Fig. 9, Taf. 16), der vom Fahrstift beschrieben wird, wenn der Pol im Mittelpunkt dieses Kreises befindlich und die Rolle so liegt, dass sie sich bei der Umdrehung nicht dreht, die Rollenebene mithin durch den Pol geht, und findet sich entsprechend dieser Bestimmung wie oben durch Integration gefunden.

Es geht auch aus obigen Formeln I. und II. hervor, dass die Entfernung der Rolle vom Drehpunkt ( $d$ ) und die Polarmlänge ( $b$ ) nur auf die Constante von Einfluss, für die Richtigkeit der Angaben des Instrumentes aber ohne Einfluss ist, da  $d$  und  $b$  nur im Werthe für die Constante vorkommen. Es wird aber vorausgesetzt, dass die Rollenaxe dem Fahrarm parallel ist, eine nothwendige Bedingung für die Richtigkeit der Angaben des Instrumentes.

Noch eine andere Form des Instrumentes. Die wissenschaftlich interessante Idee Amsler's, Oppikofer's Kegel und Wetli's Scheibe, durch eine Halbkugel zu ersetzen, darf hier nicht unerwähnt bleiben, da hiedurch eine eigenthümliche Form des Planimeters, wenn auch von wenig praktischer Bedeutung, entsteht: Eine mit Axe versehene Halbkugel  $K$ , Fig. 10, Taf. 16, rollt auf einer Bahn, und wird durch einen Wagen  $W$  gerade geführt. Mit dem Wagen ist ein Stab  $CF$  verbunden, welcher sich um eine vertikale, verlängert durch den Kugelmittelpunkt gehende Axe  $C$  drehen kann. Der Stab trägt bei  $F$  einen Fahrstift, bei  $C$  eine auf der Kugelfläche laufende Rolle  $D$ , deren Axe parallel zu  $CF$  ist, und deren Mittelebene erweitert durch den Kugelmittelpunkt geht. — Umschreibt der Fahrstift  $F$  eine geschlossene Figur, so ist deren Inhalt proportional dem von der Rolle  $D$  abgewickelten Bogen.

Aus mündlichen Mittheilungen des Herrn Prof. Amsler entnehmen wir übrigens, dass derselbe schon die mannigfaltigsten Formen für seine Planimeter erdacht hat; bei der grossen Einfachheit, Billigkeit und Zweckmässigkeit der bis jetzt gebräuchlichen Formen ist aber wohl kaum ein Bedürfniss nach anderen Formen vorhanden, wie auch wohl schwerlich noch einfachere Formen zu erdenken sein mögen.

Der Flächenreduktor und der Integrator. Mit der ersten Benennung bezeichnet Amsler sein sehr einfach ausgedachtes Instrument, welches dazu dient, eine Zeichnung in einen andern Massstab zu übertragen, in der

Art aber, dass die Copie dem Original nicht ähnlich ist, sondern dass nur die einander entsprechenden Flächen proportional sind.

Mit dem Namen Integrator bezeichnet Amsler ein Instrument, wie er es, siehe den Anfang des § 8 dieser Abhandlung, auf der Ausstellung von 1867 hatte, und welches die Werthe der Integrale

$$J = \int y \, dx, \quad S = \frac{1}{2} \int y^2 dx \quad \text{und} \quad T = \frac{1}{3} \int y^3 dx,$$

bezogen auf den Umfang einer beliebigen ebenen Figur und auf ein beliebiges Coordinatensystem, durch blosses Umfahren angibt. Der Integrator bestimmt also den Flächeninhalt, das statische Moment und das Trägheitsmoment einer ebenen Figur.

Ueber den Flächenreduktor und Integrator findet man an der betreffenden Stelle der Amsler'schen Schrift\*) noch Näheres.

Anwendung des Amsler'schen Planimeters. Unter allen Planimetern ist wohl bis jetzt dem Amsler'schen die ausgedehnteste Anwendung zu Theil geworden. So finden wir, dass dem Amsler'schen Instrumente bei der Arealbestimmung von Russland (1856—58)\*\*) der Vorzug vor andern Instrumenten gegeben wurde. Schweizer sagt in der citirten Schrift, dass der Hansen'sche Planimeter, welcher ihm von Seiten der Akademie zur Verfügung gestellt wurde, allerdings sehr gute Resultate gebe, allein mehrere Uebelstände habe, die dessen Gebrauch umständlich machten. Der Mechanismus des Instrumentes ist zu complicirt; die Bewegung des Stiftes genau längs den Conturen einer Figur, war nur mit Mühe zu bewerkstelligen; der Stift beschrieb eher kleine Zickzäcke. Trotz des grossen Volumens des Instrumentes können verhältnissmässig nur kleinere Figuren auf einmal umfahren werden, so dass man bei beständiger Anwendung des Hansen'schen Instrumentes oft gezwungen gewesen wäre, Gouvernementskreise in noch mehr Stücke zu zerlegen, als schon durch das Vorkommen der einzelnen Theile der Kreise auf verschiedenen Blättern an und

für sich vorhanden waren. Und diess ist ein bedeutender Nachtheil und verlängert die Arbeit; denn der Zeitaufwand bei der Ermittlung eines Areals vermittelt eines Planimeters ist beinahe proportional der Anzahl der umfahrenen Stücke, wenn diese an Grösse nicht bedeutend von einander verschieden sind. — Weit vortheilhafter waren die vortrefflichen Polarplanimeter von Amsler, welche auf Bestellung im August 1856 in Moskau anlangten. Die Untersuchung dieser Instrumente fiel sehr zu deren Gunsten aus. Die Einfachheit des Instrumentes, die Leichtigkeit der Behandlung, das Compensiren bei dem Vermögen, grosse Stücke auf einmal zu bestimmen, sind Vorzüge, die, neben der erreichbaren Genauigkeit, bei keinem der übrigen Planimeter so vereinigt sind und die Arbeit ungemein erleichtern. Dazu kommt noch, dass das Instrument bei sorgfältiger Behandlung weder einer nochmaligen Adjustirung, noch irgend welcher Renovirung bedarf, indem nur von Zeit zu Zeit ein Tröpfchen Oel nothwendig ist, um die Bewegung der Laufrolle leicht zu erhalten. Während der ganzen Arbeit wurde beinahe immer ein und dasselbe Instrument gebraucht, und bewährte sich glänzend als ein vorzügliches. Im Uebrigen verweisen wir auf die citirte Schrift Schweizer's. — Bei der Bestimmung des Flächeninhaltes der einzelnen Bestandtheile des Grossherzogthums Mecklenburg-Schwerin wurde die Operation des Messens die bei der überaus grossen Menge der einzeln zu messenden, durchweg sehr unregelmässig begrenzten Flächen, nach der gewöhnlichen Messungsmethode sehr viel Zeit gekostet haben würde, vermittelt des Polarplanimeters von Amsler, mit ausserordentlichem Gewinn an Zeit, ja auch mit Gewinn an Genauigkeit, ausgeführt.)\*

Aus unserer eigenen Praxis können wir erwähnen, dass bei der Projectirung der bayer. Eisenbahnlinien Weiden-Bayreuth und Weiden-Eger das Amsler'sche Polarplanimeter zur Inhaltsbestimmung aller Auf- und Abtragsprofile, wobei folgendes lithographirte Formular gebräuchlich war, mit sehr vielem Vortheile und Zeitgewinn angewendet wurde.

Flächenberechnung mit dem Polarplanimeter von Amsler.

Prof. Nr.	Abgelesen.	Auftrag.	Abtrag.	Prof. Nr.	Abgelesen.	Auftrag.	Abtrag.	Prof. Nr.	Abgelesen.	Auftrag.	Abtrag.

\*) Amsler, Ueb. d. mech. Best. d. Flächeninh. etc. etc. Schaffhausen, bei A. Beck & Sohn, 1856. S. 29—45.

\*\*) Areal-Bestimmung des Kaiserreichs Russland, mit Ausnahme

von Finnland und Polen, von G. Schweizer. (Aus dem Bulletin hist.-phil., T. XVI., Nr. 24—27, 30—36.) St. Petersburg, 1859.

\*) Vergl. Beiträge zur Statistik Mecklenburgs. Bd. I., Heft 2 Schwerin, Bärensprung's Hofbuchdruckerei, 1859. S. 117.

## § 9.

## Der Planimeter von Bouniakowsky in Petersburg.\*)

Wegen der Aehnlichkeit der Grundgestalt seines Instrumentes mit einem Pantographen, wird dasselbe von dem Erfinder *planimètre-pantographe* genannt. Ueber Construction und Theorie dieses Instrumentes entnehmen wir der Decher'schen Mittheilung Folgendes: Vier gleich lange steife Lineale werden zu einem Rhombus  $ABCD$  (Fig. 11, Taf. 16) so verbunden, dass sie sich in ihren Ecken um senkrechte Axen drehen können; wird  $C$  festgesteckt, so ist es möglich, mit  $A$  die Grenzen einer Figur zu umfahren und es wird dann die Diagonale  $CA$  in jeder Lage den Fahrstrahl eines Polarcordinatensystems vorstellen, dessen Pol in  $C$  und dessen Axe noch zu wählen ist. Die 3 gleich langen, ebenfalls steifen Lineale  $CE$ ,  $FE$  und  $GE$  haben die Drehaxe  $E$  gemein, das Lineal  $CE$  dreht sich um  $C$  und die Punkte  $F$  und  $E$  gleiten auf den Linealen  $CD$  und  $CB$ . Ist mit diesem System nun der vertikale Kreis  $aa$  derart verbunden, dass seine Axe immer in  $CA$  und seine Ebene immer in  $FG$  liegt, so wird dieser Kreis sich drehen, wenn  $CA$  seine Richtung ändert, dagegen sich nicht drehen, sobald  $A$  sich in der Richtung von  $CA$  bewegt. Um den Kreis  $aa$  in dieser Lage zu erhalten, ist die Schiene  $FG$ , welche die Axe des Rädchens  $aa$  trägt durch ein unveränderliches gleichschenkliges Dreieck  $bcd$  mit einem prismatischen Schieber  $cf$  verbunden, welcher auf  $FG$  senkrecht steht und in einem Schlitz des Lineales  $CE$  gleiten kann. Hat  $A$  den Umfang der Figur  $AMNA$  oder  $APRQA$  umfahren, so wird der entsprechende Drehwinkel des Kreises dem Inhalte der umschriebenen Figur proportional.

Es sei  $AB = BC = l$ ,

$CE = FE = GE = a$ ,

$CH = h$ ,  $CA = r$ , der Halbmesser des Kreises  $aa$  sei  $\rho$ .

Winkel  $ECB = ECD = \lambda$ ,

der Winkel des Fahrstrahls  $CA$  mit der Axe  $CX = w$ ,

der Drehwinkel des Kreises welcher der Aenderung  $\Delta w$  des Winkels  $w$  entspricht  $= \Delta \varphi$ ,

so hat man für ein constantes  $r$  und  $h$

$$\rho \Delta \varphi = h \Delta w \quad \dots \dots \dots 1)$$

Nun  $CG = 2a \cos \lambda$ , somit  $CH = h = 2a \cos^2 \lambda$

da nun  $CA = r = 2l \cos \lambda$ , so wird  $\cos \lambda = \frac{r}{2l}$

und schliesslich  $h = \frac{1}{2} a \frac{r^2}{l^2}$ , was in 1) gesetzt:

$$\Delta \varphi = \frac{a}{\rho l^2} \cdot \frac{1}{2} r^2 \Delta w$$

ergibt. Es ist demnach, da  $a$ ,  $\rho$  und  $l$  constante Grössen sind, der Drehwinkel  $\Delta \varphi$  der Fläche des Kreissectors vom Radius  $r$  und mit dem Centriwinkel  $\Delta w$  proportional.

\*) Bull. physico-math. de l'Acad. de St. Petersburg, T. XIV, No. 10, 1855, und hienach:

G. Decher in Dingl. Journ. 1856. Bd. 140. S. 27.  
Trunk, § 69.

Ist ferner  $r$  veränderlich, so hat man  $\varphi$  und  $r$  als Functionen von  $w$  zu betrachten und erhält aus der letzten Gleichung:

$$\frac{d\varphi}{dw} = \frac{a}{\rho l^2} \cdot \frac{1}{2} r^2, \text{ woraus für die}$$

Figur  $AMNA$

$$\varphi_1 - \varphi_0 = \frac{a}{\rho l^2} \int_0^{2\pi} dw \cdot \frac{1}{2} r^2 \text{ folgt, wenn}$$

$r = f(w)$  die Gleichung der Curve  $AMNA$  und  $\varphi_0$  und  $\varphi_1$  die Ablesungen am Kreise  $aa$  am Anfang und Ende der Bewegung des Punktes  $A$  bezeichnen. Folgt dagegen  $A$  der Curve  $PRQ$ , so dreht sich der Kreis von  $P$  über  $R$  bis  $Q$  vorwärts um den Winkel

$$\Delta_1 \varphi = \frac{a}{\rho l^2} \int_{w_0}^{w_1} dw_1 \cdot \frac{1}{2} r_1^2, \text{ wenn } w_1 \text{ und } w_0$$

die Winkel  $XCQ$  und  $XCP$  der von  $C$  aus an die Curve gezogenen Tangenten mit der Axe  $CX$  bezeichnen und  $r_1 = f_1(w)$  die Gleichung der Curve  $PRQ$  vorstellt; und wenn  $A$  die Curve  $QAP$  beschreibt, deren Gleichung  $r_2 = f_2(w)$  sei, so dreht sich der Kreis  $aa$  um den Winkel

$$\Delta_2 \varphi = \frac{a}{\rho l^2} \int_{w_0}^{w_1} dw \cdot \frac{1}{2} r_2^2 \text{ rückwärts; man}$$

hat daher, wenn  $A$  wieder in  $P$  angekommen ist, als Drehungswinkel des Kreises:

$$\varphi_1 - \varphi_0 = \Delta_1 \varphi - \Delta_2 \varphi = \frac{a}{\rho l^2} \int_{w_0}^{w_1} dw \cdot \frac{1}{2} (r_1^2 - r_2^2).$$

Es ist demnach in allen Fällen:

$$\varphi_1 - \varphi_0 = \frac{a}{\rho l^2} J, \quad J = \frac{l^2}{a} \rho \varphi,$$

wenn  $J$  den Inhalt der von  $A$  umfahrenen Figur und  $\varphi$  den Drehungswinkel  $\varphi_1 - \varphi_0$  des Kreises bezeichnet, u. z. auf denjenigen Winkel als Einheit bezogen, dessen entsprechender Bogen seinen Halbmesser gleich ist, so dass  $\rho \varphi$  die Länge des von dem Kreise  $aa$  abgewälzten Bogens misst.

Aus dieser Formel geht hervor, dass  $\varphi$  für ein gegebenes  $J$  und  $l$  um so grösser wird, je kleiner man  $\varphi$  im Verhältnisse zu  $a$  macht, da dieses in seiner Grösse auf  $\frac{1}{2} l$  beschränkt ist.

Bouniakowsky zeigte der Akademie zwei von Albrecht und Koulakow in Petersburg nach seiner Angabe verfertigte Instrumente vor. Es war  $l = 6''$  engl.,  $\rho = 1''$ ,  $a = \frac{3}{4} \pi$  oder  $2,356''$ , und die Drehung des Kreises wurde unmittelbar an diesem selbst mittelst eines Nonius abgelesen, welcher  $\frac{1}{100}$  des Kreisumfangs noch in 12 Theile theilt, also  $\frac{1}{1200}$  des Umfangs angibt. Drückt man daher  $\varphi$  in  $n$  solcher Theile aus, so hat man

$\varphi = \frac{\pi}{600} n$ : für die Planimeter von Bounikovsky ist demnach allgemein

$$J = \frac{4 \cdot 36}{3 \pi} \cdot \frac{\pi}{600} n = \frac{8}{100} n \square'', \text{ und ent-}$$

spricht ein solcher Theil einer Fläche von  $\frac{8}{100} \square''$  oder  $11,52 \square dd''$ , was unsern Anforderungen an ein solches Instrument kaum genügen dürfte.

Die Decher'sche Abhandlung schliesst mit der Bemerkung, dass aus der citirten Beschreibung und Zeichnung eine besondere Fürsorge zur Verhütung der vielen möglichen todten Bewegungen nicht zu entnehmen sei, namentlich scheine nicht dafür gesorgt zu sein, dass das Rädchen mit seiner Unterlage in genügender Berührung bleibt; überhaupt würde die praktische Durchführung eines solchen Instrumentes, so einfach auch das Princip ist, wegen der vielen gleitenden und drehenden Bewegungen viele Schwierigkeiten darbieten, wenn dasselbe auf die möglichste Genauigkeit Anspruch machen und den heutigen Anforderungen genügen sollte; zudem würde ein Instrument (das von Albrecht ausgeführte soll freilich nur 30 Silberrubel kosten) nicht sehr billig zu stehen kommen.

#### § 10.

Der Planimeter von Prof. G. Decher in Augsburg. \*)

Die Theorie des Planimeters von Bounikovsky führt sehr leicht auf eine Modification desselben, aus welcher ein Instrument hervorzugehen scheint, das allen Anforderungen in Betreff der Zuverlässigkeit und Einfachheit der Ausführung genügen dürfte. Aus der in § 9 gegebenen Theorie folgt:

1) Dass das Verhältniss der Winkel  $\Delta\varphi$  und  $\Delta w$ , um welche sich das Rädchen in Bezug auf seine Axe und der Fahrstrahl in Bezug auf den Pol, gleichzeitig drehen, dem Quadrat des Fahrstrahls proportional sein muss, so dass man hat:

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta w} = kr^2;$$

2) Dass der Winkel  $\Delta\varphi$  dem Abstand  $h$  proportional ist, wenn die verlängerte Axe des Rädchens durch den Pol geht, also diejenige Lage hat, welche die grösstmögliche Zuverlässigkeit auf eine richtige Drehung des Rädchens gewährt, oder dass für diesen Fall:

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta w} = \frac{h}{\rho} \text{ wird;}$$

3) dass in dem veränderlichen Rhombus  $ABCD$  (Fig. 12, Taf. 16) zwischen den Seiten  $AD$  und  $DC$  von constanter Länge  $l$ , der veränderlichen Diagonale, welche den Fahrstrahl  $r$  vorstellt und dem Winkel  $DCA = \lambda$ , die Beziehung besteht:

$$r = 2l \cos \lambda.$$

Daraus folgt weiter, dass der Abstand  $h$  dem Quadrat des Fahrstrahls  $r$ , und wenn dieser durch die Diagonale eines Rhombus gebildet wird, dem Quadrat von  $\cos \lambda$  proportional sein muss, so dass man hat

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta w} = \frac{h}{\rho} = N \cos^2 \lambda \text{ wenn } N \text{ eine constante}$$

Verhältnisszahl bedeutet. Diese Bedingung wird aber erfüllt, wenn man von irgend einem Punkte  $F$  der Diagonale eine Senkrechte  $FH$  auf  $CD$  fällt, die Axe des Rädchens in  $CD$  liegend und längs  $CD$  verschiebbar annimmt und die Ebene des Rädchens mit der Senkrechten  $FH$  zusammenfallen lässt, so dass  $H$  sein Mittelpunkt und  $CH = h$  wird. Denn man hat offenbar  $CH = CF \cdot \cos \lambda = CE \cdot \cos^2 \lambda$ ; macht man also  $CE = a$ , so wird

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta w} = \frac{a}{\rho} \cos^2 \lambda = \frac{a}{4\rho l^2} r^2, \text{ und man hat dem-}$$

nach für den Inhalt einer Figur, welche mit  $A$  umfahren wurde und für welche sich während dieser Umfahrung das Rädchen um  $\varphi$  gedreht hat:

$$J = \frac{2l^2}{a} \varphi.$$

sowohl wenn der Pol innerhalb, als wenn er ausserhalb der Figur liegt.

Nach diesem Principe kommt es also hauptsächlich darauf an, das Rädchen in der Ebene der Senkrechten  $FH$  zu erhalten und das einfachste Mittel dazu dürfte darin bestehen, durch den Punkt  $F$  die zu  $AB$  parallele Schiene  $JK$  zu legen, in  $J$  und  $K$  mit  $AD$  und  $BC$  beweglich zu verbinden, an ihr in  $F$  den Arm  $FH$  senkrecht zu befestigen und durch diesen das Rädchen längs  $DC$  verschieben zu lassen. Denn es ist leicht zu sehen, dass  $F$  auf der  $JK$  immer in der Diagonale liegen, dass also auch das Rädchen immer seine richtige Stellung haben wird. Es wird dadurch übrigens die Seite  $AB$  des Rhombus entbehrlich, und wenn man  $F$  in der Mitte von  $AC$  annimmt, wodurch  $A = l$  und  $J = 2l\varphi$  wird, was für die praktische Ausführung offenbar der entsprechendste Fall ist, so reducirt sich das Instrument auf die in Fig. 13, Taf. 16, dargestellte einfache Form.

Es mag noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass der Arm  $FH$  immer auf  $DC$  senkrecht steht, dass also in  $H$  keine drehende Bewegung stattfindet, und daher die Träger für die Axe des Rädchens  $aa$  an zwei übereinanderliegende sich senkrecht kreuzende prismatische Schieber befestigt werden können, von denen der eine in einem Schlitz der Schiene  $CD$ , der andere in einem Schlitz des Armes  $FH$  gleitet. Dieser Arm darf nur etwas länger als  $FD$  oder  $\frac{1}{2}l$  sein, und für die Länge seines Schlitzes genügt  $\frac{1}{4}l$ , da  $AD$  und  $DC$  niemals in eine Gerade fallen, und  $A$  und  $C$  höchstens bis auf  $\frac{1}{2}l$  genähert werden können.

Die Bewegung dieses doppelten Prismas ist ganz der Natur des Instrumentes entsprechend, sanft und ruhig und leicht vor jeder todten Bewegung sicher zu stellen, was von dem System der gleichen Arme  $CE$ ,  $EG$ ,  $EF$ , Fig. 11, mit der Verbindungsschiene  $FG$  nicht gesagt werden kann: man überzeugt sich ferner leicht, dass das Decher'sche Instrument, Fig. 13, drei drehende und drei gleitende Bewegungen weniger besitzt, als das Bouniakovsky'sche, Fig. 11, bei welchem in den Punkten  $F$  und  $G$  allein schon

\*) Decher, in Dingl. Journ. 1856. Bd. 140, S. 39.

je eine drehende und zwei gleitende Bewegungen statt haben. —

Wenn Herr Prof. Decher zugibt, dass sein Instrument gegen das Amsler'sche hinsichtlich der Einfachheit freilich noch zurück steht, indem es zwei drehende und zwei gleitende Bewegungen mehr besitzt, als dieses, und in der Construction noch mehreren Bedingungen unterworfen ist, so ist doch mit Sicherheit anzunehmen, dass der Decher'sche Planimeter vor allen bekannten Instrumenten die grösste Genauigkeit gewähren wird. — Die genauen Constructionszeichnungen dieses Instrumentes, für deren Mittheilung wir dem Herrn Prof. Decher schon in der Einleitung unsern Dank ausgesprochen haben, sind auf Taf. 17 dargestellt, der uns hier gestattete Raum erlaubt es jedoch nicht, auf deren Beschreibung näher einzugehen, vielleicht ist es uns einmal an einer andern Stelle vergönnt, darauf zurückzukommen. — Sollten Mechaniker Lust haben, sich an diesem Instrumente zu versuchen, so sind wir gerne geneigt, noch nähere Auskünfte zu geben. Herr Prof. Decher hat übrigens schon 1855 einen auf Polarcoordinaten gegründeten Planimeter erdacht und dessen Theorie und Construction\*) veröffentlicht, da nun Herr Prof. Amsler seinen Planimeter erst 1856 veröffentlicht hat, so ist anzunehmen, dass Herr Prof. Decher zuerst auf die Idee gekommen ist, hier Polarcoordinaten anzuwenden.

#### IV. Die Planimeter von J. Gierer\*\*) und Füchtbauer in Fürth und Keller in Rom.

##### § 11.

Gierer ist durch die Bauernfeind'sche Abhandlung mit den Planimetern bekannt geworden und zwar gab ihm der dortselbst erwähnte Ringmesser von Westfeld\*\*\*) Veranlassung zur Construction eines Instrumentes, das die Flächen nach Elementen von Kreisausschnitten misst.

Nimmt man einen Punkt  $a$  an, der an eine Linie  $ab$  so gebunden ist, dass er sich zwar an derselben verschieben, aber nie von ihr entfernen lässt, während diese Linie sich um einen andern Punkt  $b$  so drehen lässt, dass sie eine Ebene beschreibt, so lässt sich der Punkt  $a$  über jeden Punkt in dieser Ebene bringen und folglich auch über jeden Punkt des Umlanges einer Figur, welche in dieser Ebene gezeichnet ist, wie Fig. 1, Taf. 18, zeigt. Man kann also, während sich die Linie  $ab$  um  $b$  dreht, mit dem Punkt  $a$  jede Figur umfahren, die in der Ebene liegt, welche  $ab$  beschreibt.

Nimmt man auch einen Kreis  $r$  an, welcher an irgend einer Stelle der Linie  $ab$  so angebracht ist, dass die benannte Linie senkrecht und durch den Mittelpunkt des Kreises geht, so kann derselbe als Rädchen und die Linie als dessen Axe gedacht werden, so dass, wenn der Punkt  $a$  um ein Element des Umlanges der Fig. 1 herumbewegt

wird, der Kreis auf einer, zu der von der Linie  $ab$  erzeugten parallelen Ebene rollen kann und dadurch einen Bogen abwickelt, dessen Länge als Quadratinhalt des Kreisausschnittelementes angenommen werden kann, welchen das Bogenelement, das der Punkt  $a$  umfahren hat und dessen Mittelpunkt  $b$  bestimmen. Denn wäre z. B. das Rädchen in  $r$ , so würde es, wenn  $a$  auf dem Kreishogenelement  $aa_1$  fortbewegt wird, den Bogen  $rr_1$  beschreiben und diese Länge kann durch eine Zahl ausgedrückt werden, welche dem Inhalt des kleinen Kreisausschnittes  $aa_1b$ , nach dem Massstabe, in welchem die Figur aufgetragen ist, entspricht.

Wenn aber das Bogenstück, welches das Rädchen bei Ueberfahung irgend eines Bogenelementes mit dem Punkte  $a$  abwickelt, als Mass des zu diesem Bogenelemente gehörigen Ausschnittes angenommen ist, so wird nothwendig, dass das Rädchen immer auf seiner Axe so verschoben wird, dass, wenn der Punkt  $a$  ein anderes Bogenelement überfährt, das Rädchen einen Bogen abwickelt, welcher sich zu dem ersten Bogenstücke verhält wie der Inhalt des ersten Ausschnittelementes zum Inhalte des zweiten Ausschnittelementes. Wird daher  $a$  von  $a_1$  nach  $a_2$  fortbewegt, so muss das Rädchen durch irgend eine Vorrichtung so weit nachgezogen werden, bis

$br_1 : br_2 = \widehat{ba_1^2} : \widehat{ba_2^2}$ , bei dieser Bewegung in der Axenrichtung dreht sich das Rädchen natürlich nicht. Geht  $a$  von  $a_2$  nach  $a_3$ , so beschreibt das Rädchen den Bogen  $r_2r_3$  welcher sich zu  $rr_1$  verhält, wie der Inhalt von  $a_2a_3b$  zu dem Inhalte von  $aa_1b$ .

Auf dieser Betrachtung beruht das Gierer'sche Instrument, zu dessen Grundform, da es sich um einen Punkt drehen muss eine Drehscheibe gewählt wurde, auf deren ringförmiger Grundplatte  $n$  (Fig. 2 und 3, Taf. 18) alle andern Theile herumgeführt werden.

Der Ring  $a$  wird um die zu messende Figur gelegt, auf dem conisch abgeschrägten Rande dieses Ringes laufen die drei abgestumpften Kegel  $b$ , welche mit dem Kegelrande des Ringes die gemeinschaftliche Spitze  $y$  haben. Zwei der kegelförmigen Rollen  $b$  laufen in je 2 Spitzen, welche durch den zweiten Ring  $c$  gehen und ihn tragen, die dritte Rolle  $b$  geht nur in einer Spitze auf der äusseren Seite und hat auf der innern Seite einen Hals, welcher von einem Lager  $c$  umfasst wird und in diesem läuft. Aus einem Stücke mit der Rolle  $b$  und ihrem Halse ist ein Kegel  $f$ , welcher mit  $b$  die Drehungsaxe gemein und dessen obere Mantellinie eine horizontale Lage hat. Die Spitze dieses Kegels  $f$  liegt in  $S$ .

An dem Ring  $c$  sind zwei Ansätze  $g$ , an welchen zwei horizontale Schienen  $h$  befestigt sind, deren Oeffnung mitten über dem Mittelpunkte des Ringes  $a$  und deren obere Flächen in der Höhe der oberen Mantellinie von  $f$  sich befinden. Auf den Schienen  $h$  laufen zwei Wagen  $i$  und  $k$  und zwar  $k$  innerhalb der Räder von  $i$ . Die Schienen  $h$  sind dort, wo der Kegel  $f$  sich befindet, durch eine Kröpfung weiter auseinander gelegt, um dem Kegel  $f$  Platz zu lassen.

Der Wagen  $i$  besteht aus 2 schmalen tiefliegenden

\*) Dingl. Journ. Bd. 136, S. 163 ff.

\*\*) Programm der königl. Gewerb- und Handelsschule zu Fürth, 1853/54.

\*\*\*) § 2 unserer Abhandlung, sub 2, c. schweiz. polytechn. Zeitschr., Jahrg. 68, S. 35.

Seitenwänden, welche durch 3 Querriegel mit einander verbunden sind und hat zwei walzenförmige Räder, von denen jedes in zwei Spitzen läuft, welche durch die bei den Rädern erhöhten Seitenwände gehen. Dieser Wagen trägt die senkrechte Stange *m*, an welcher die Loupe *n* angebracht ist; endlich hat dieser Wagen noch ein paar gegenüberstehende Schrauben in seinen Wänden, welche zwischen ihren Spitzen eine Schiebstange *l* fassen. Ausser der Loupenhülse hat die Stange *m* noch oben eine Hülse mit kreisförmiger Oeffnung und unten eine Hülse mit Plan-glas in das ein sehr kleiner Kreis gravirt ist. Die Mittelpunkte dieser drei Bestandtheile müssen genau in einer einzigen Vertikalen liegen.

Der Wagen *k* besteht ebenfalls aus zwei Seitenwänden, welche über den tiefer liegenden Theilen der Seitenwände des ersten Wagens sich befinden, er hat zwei Querriegel, zwei Räder und eine Triebstange. Ausserdem befinden sich noch zwei Schrauben in seinen Wänden, deren gegenüberstehende Spitzen einen Rahmen *o* an seinem einen Ende fassen, so dass dieser zwischen denselben beweglich ist.

In letzterem Rahmen *o* ist der ganze Zählapparat angebracht. Das Querstück am äusseren Ende dieses Rahmens hat nämlich in seiner Mitte eine Schraube mit Spitze, ebenso das Querstück in der Mitte des Rahmens; diese beiden Spitzen fassen die Welle *p*, auf welcher die Zählrolle *g*, die auf ihrer innern Seite einen cylindrischen Ring hat und auf dem Kegel *f* ruht, aufgesteckt ist. Auf dem Rahmen *o* stehen zwei kleine Lager für die Welle des Zahnradchens *r*, das durch eine an *p* befindliche Schraube ohne Ende bewegt wird. Die beiden Lager sind durch einen horizontalen Querriegel mit einander verbunden, in dessen Mitte der Zeiger *z* zur Ablesung auf dem Ringe der Zählrolle *g* befestigt ist. Rückwärts ist an dem Rahmen *o* noch eine Stange über dem Wagen *k* angebracht, welche zur Aufnahme eines Gegengewichtes dient, das an derselben je nach Bedarf verschoben werden kann.

Die Wagen *i* und *k* sind unter sich durch die Schieb-stangen *ll* verbunden, indem durch deren obere Enden Schrauben mit Spitzen gehen, welche die Rolle *t* fassen, die auf der zungenförmigen Curve, nach welcher der Träger *u* oben begrenzt ist, aufliegt. — Durch einen Knopf *v* wird der Apparat in Bewegung gesetzt. Unten an dem Knopfe ist ein Stift mit einer Rolle befestigt, der durch den Träger *g* geht und sich in ihm drehen lässt, ähnlich ist an dem entgegengesetzten Träger *g* eine Rolle angebracht; um beide Rollen wird eine Schnur oder ein feiner Drath geschlagen und an den in den Mitten der schmälere Seiten des Rahmens *w* angebrachten zwei Schrauben befestigt. Der Rahmen *w* spielt in den zugespitzten Schraubenköpfen der die Schieb-stangen *ll* oben verbindenden Schrauben.

Eine Kreisfläche von 25 Tagwerk bayr., nach 2500thl. Massstabe, entspricht dem punktirten Kreis, welcher zunächst dem Mittelpunkte von Fig. 3, Taf. 18, liegt. Wenn nun das Radchen, das wir in Fig. 1 in *r* uns denken, bei jedem Tagwerk, welches es ausmisst, einmal umlaufen sollte, so müsste es, wenn es einen Kreis von 25 Tgw.

Inh. messen sollte, einen 25 mal kleineren Radius haben als *br*, und für jeden Kreis, welchen das Radchen messen sollte, der von 25 Tgw. bis 0 Tgw. denkbar ist, müsste es um so viel an *b* näher gebracht sein, als die Tagwerkzahl, welche man messen sollte, kleiner ist als 25 Tgw. Man würde also die ganze Ebene, welche die Linie *br* beschreibt, wenn sie um *b* horizontal gedreht würde, zur Bahn des Zahnradchens nothwendig haben, was aber bei einem derartigen Instrumente wie es Fig. 2 und 3 zeigen, nicht angeht, weil das ganze Feld, welches gemessen werden kann, durch die Sehvorrichtung in senkrechter Richtung zugänglich sein muss.

Unbeschadet aller Verhältnisse, welche sich aus Fig. 1 ergeben haben, wird das durch folgende Einrichtung erzielt. Es läuft ausserhalb dem messbaren Felde ein Kegel um, welcher auf seiner oberen horizontalen Mantellinie die Zählrolle trägt und rollen lässt. Macht man die Zählrolle *q* so gross, dass sich ihr Radius, zum Radius der Basis des Kegels *f* verhält, wie die Zahl der Umläufe des Kegels *f* zur Tagwerkzahl des grössten zu messenden Kreises, so treten zwischen den verschiedenen Stellungen, welche die Zählrolle *q* auf dem Mantel von *f* einnimmt und den Umläufen des Kegels *f* in diesen Stellungen die nämlichen Verhältnisse ein, wie mit den Stellungen von *r* auf *br* und den Umläufen von *r* in Fig. 1. Die Zählrolle *q* wurde im Durchmesser 2" gemacht, um 100 Thl., welche auf den Reif der Rolle aufgetragen werden, so gross machen zu können, dass man die Zahlen von 1 bis 100 eintragen und leicht ablesen kann. Die Basis von *f* hat 4",6 Durchmesser und der grösste zu messende Kreis hält 25 Tagw., folglich ist die Zahl der Umläufe von *f*

$$= \frac{d \cdot 25}{D} = \frac{2 \cdot 25}{4,6} = 10,86.$$

Denkt man sich *b* so gross, dass seine Basis 1" Durchmesser hätte, so müsste *b*, wenn er ganz herumgerollt wird, auf einem Kreise laufen, welcher 10",86 Durchmesser hätte, weil er sich in diesem Falle so viel mal um sich selber drehen muss, als oben Umläufe berechnet wurden, was schon aus den in der Einleitungsfigur 1 gegebenen Sätzen hervorgeht.

$\frac{1}{100}$  des Zählrollenumfanges gibt eine Decimale an, so oft es seinen ganzen Umfang abgewickelt hat, so geht auch seine Axe *p* um sich selbst und mit ihr auch die darauf befindliche Schraube, welche in das Zahnradchen *r* eingreift und dieses immer um einen Zahn um seine Axe dreht. Wird nun *r* mit 25 Zähnen versehen, so dient es als Zifferblatt für die Tagwerkzahl, welche *q* abwickelt; *r* hat zu diesem Zwecke auf jeder Seite einen in 25 Theile getheilten Ring, auf denen mittelst des geschweiften Zeigers *z*, siehe Fig. 3, abgelesen wird.

Wenn der Apparat so gestellt ist, wie in der Zeichnung, dass die Curvenrolle *t* in der Ruhe, am äussersten Ende der Curve, das Diopter über einem Punkte des grössten Kreises, welcher gemessen werden kann und *q* auf dem grössten Kreise von *f* steht, dann stehen die zwei Wagen *i* und *k* mit ihren bei *m* liegenden Rädern am wenigsten entfernt von einander, mit den beiden andern



Rädern hingegen am weitesten von einander. Diese Entfernung kann auf folgende Weise ausgemittelt werden:

Wir wissen bereits, dass der grösste zu messende Kreis bei der Anordnung des Instrumentes 25 Tgw. erhalten hat. Denkt man sich den Halbmesser dieses Kreises in 5 gleiche Theile getheilt, und durch jeden Theilpunkt einen Kreis gezogen, so wird der dem Mittelpunkte zunächst liegende Kreis 1, der nächste 4, der dritte 9, der vierte 16 und der fünfte 25 Tgw. enthalten. Denkt man sich dann die Mantellinie von  $f$  in 25 Theile getheilt und die entsprechenden Parallelkreise alle gezogen, so sind deren Umfänge in dem Verhältnisse der Quadrate jener 5 Kreise.

Würde nun das Diopter auf dem Kreise herumgeführt, so müsste nach vollendetem Umfahren der Zählapparat 1 Tagwerk angeben und die Zählrolle müsste auf dem Kreise 1 des Kegels stehen; bei Umfahrung des zweiten Kreises hat die Zählrolle den Kreis 4 des Kegels begangen, beim dritten Kreise den 9. Kegelkreis u. s. w.

Da nun aber das hier angegebene Fortschreiten des Diopters oder Führers auf einem Radius des grössten messbaren Kreises ein gleichmässiges ist, während die Zählrolle in den progressiven Verhältnissen wie 0, 1, 4, 16, 25 fortschreitet, so kommen die Räder des äussern und des innern Wagens während des Ganges mehr oder weniger näher zusammen.

Untersucht man dieses, so findet man, dass, wenn der Führer von  $o$  nach 1 geht, die Zählrolle nur durch einen der 25 Theile der Mantellinie von  $f$ , folglich langsamer geht. Geht der Führer von 1 nach 2, so rückt die Rolle von 1 nach 4 der Mantellinie, also immer noch langsamer als der Führer, weil 3 von den 25 Theilen noch nicht so gross sind als einer von den 5 Theilen. Geht der Führer durch die übrigen 3 Theile, so geht er langsamer als die Rolle, und zwar im Ganzen so viel, als 21 Theile der Mantellinie grösser sind als 3 Theile des Radius des grössten messbaren Kreises. Es ist also diese Differenz die Entfernung, welche die äusseren Räder der beiden Wagen in der gezeichneten Stellung des Instrumentes haben müssen, wenn sie in ihrem Gange sich nicht hinderlich sein sollen.

Um die Leitcurve auf  $u$  zu construiren, wurde durch die unteren Drehpunkte der Stangen  $ll$  eine Linie gezogen und alsdann wurden von dem Punkte 5 am Wagen  $i$  die zuerst genannten 5 Theile und von dem Punkte 25<sub>1</sub> am Wagen  $k$  die 25 Theile der Mantellinie nach rechts aufgetragen; nun sind aus den 6 Punktepaaren: 00<sub>1</sub>, 11<sub>1</sub>, 22<sub>1</sub>, 33<sub>1</sub>, 44<sub>1</sub>, und 55<sub>1</sub> mit der Länge der Stangen  $ll$  Kreisbögen beschrieben, deren Durchschnitte 0<sub>11</sub>, 1<sub>11</sub>, 2<sub>11</sub>, 3<sub>11</sub>, 4<sub>11</sub> und 5<sub>11</sub> die Leitcurve für das Centrum der Rolle  $c$  bestimmten, wonach auch die Curve für den Umfang dieser Rolle bekannt war.

Durch die Leitcurve wurde es möglich, den beiden Wagen  $i$  und  $k$ , also auch dem damit verbundenen Führer  $m$  und der Rolle  $q$ , immer den gehörigen Abstand anzuweisen.

Beim Gebrauche ist das Instrument so auf die Zeichnung zu stellen, dass sein Mittelpunkt mit dem der zu

messenden Figur annähernd zusammenfällt. Dann wird die Marke des Führers auf einen angemerkten Punkt der Figur eingestellt,  $v$  auf die linke Seite und die beiden Theilstriche der Zifferscheiben, welche auf der einen zwischen 1 und 25, auf der andern zwischen 1 und 100 sind, unter die geraden Linien des Zeigers  $z$  gebracht, welche über den Zifferscheiben liegen. Dreht man nun den obern Ring  $c$  mittelst des Knopfes  $v$  langsam in der Richtung des Pfeiles, Fig. 3, und auch den Knopf so, dass die Marke des Führers immer genau über den Umfang der Figur fort geht, welches man durch die Loupe zu beobachten hat, so gibt nach vollendeter einmaliger Umfahrung das Zählerwerk den gewünschten Inhalt in Tagwerken und Dezimalen an.

Die Fig. 2 und 3 sind in  $\frac{1}{2}$  der wirklichen Grösse dargestellt. Ob Herr Gierer seinen Planimeter praktisch ausführen liess, ist uns nicht bekannt geworden.

Von Füchtbauer in Fürth und Keller in Rom sind ebenfalls, wie an verschiedenen Orten mitgetheilt ist, Planimeterconstructionen versucht worden, — wie weit diese Versuche aber gelungen sind, ist uns unbewusst, da die Genannten von ihren Ideen bis jetzt noch Nichts der Oeffentlichkeit übergeben haben. So viel kann hier bemerkt werden, dass die Gierer'sche Construction wahrscheinlich in Gemeinschaft mit Füchtbauer entstanden ist, wenigstens wurde uns Aehnliches von Hrn. Prof. Amsler der mit Füchtbauer in Correspondenz stand, brieflich mitgetheilt. Der Füchtbauer'sche Planimeter wäre sohin mit dem Gierer'schen gleichbedeutend.

## V. Die Genauigkeit der Planimeterangaben.

### § 12.

Wir ziehen hier nur die bedeutenderen Planimeter-Constructionen in Betracht und abstrahiren daher ganz von den in § 2 unserer Abhandlung erwähnten Instrumenten. Ueber die Genauigkeit der Planimeterangaben liegen mehrere Untersuchungen vor, wir erwähnen die von Stampfer, Bauernfeind, Cherest und Junge.

Was zunächst den Oppikofer'schen Planimeter betrifft, so wurde derselbe, von Ernst in vervollkommneter Gestalt ausgeführt, im Frühjahr 1834 theils den Professoren Studer, Trechsel und Vollmar in Bern, theils der Akademie der Wissenschaften in Paris vorgelegt,\*) und von beiden Seiten sehr günstig beurtheilt. Die erst erwähnten Experten fanden, dass »das von Oppikofer erfundene Instrument die Oberfläche gezeichneter Pläne mit einer Genauigkeit bestimmt, die  $\frac{1}{1500}$  erreicht, und welche durch das gewöhnliche Verfahren mit Zirkel und Rechnung schwerlich übertroffen wird,« — sie fanden ferner, dass es die Flächen in einer 20 Mal geringern Zeit messe, als die gewöhnlichen Verfahren. In ähnlicher Weise erstatteten Navier und Puissant der Akademie

\*) Vergl. R. Wolf, in den Bern. Mittheil. 1851. S. 145—151.

in Paris Bericht, und der Schluss ihres von der Akademie gut geheissenen Rapports lautete: »En résumé, ce planimètre, dont la construction est très soignée, et qui doit recevoir de nouveaux perfectionnements de la part de ses auteurs, ainsi que l'un d'eux le fait espérer, nous a paru, dès à présent être un des plus ingénieux et des plus utiles instruments dont la géométrie pratique se soit enrichie depuis longtemps; aussi croyons nous devoir proposer à l'Académie de lui accorder son approbation.«

Ueber Wetli's Planimeter gibt Stampfer\*) an, dass bei dem in seinen Bewegungen gehörig fehlerfreien Apparate die Genauigkeit so gross ist, dass diese durch die gewöhnlichen Rechnungsmethoden gar nicht controllirt werden kann, weil dieselben grösseren Fehlern unterworfen sind. Diese Schärfe der Genauigkeit bezieht sich begreiflich nur auf jene Figur, deren Umfangslinie der Fahrstift wirklich beschreibt. Um nun dieselbe nachweisen zu können, ist dem Planimeter eine Messingplatte beigegeben, auf welcher Kreise und Rechtecke durch starke und tiefe Linien eingeschnitten sind, in denen die Spitze des Fahrstiftes mit grosser Sicherheit herumgeführt werden kann. Diese Figuren wurden zugleich unter den Mikroskopen des Comparators abgemessen, wodurch sich ihr wahrer Flächeninhalt ergibt, der für die Angaben des Apparates als Controlle dient. Stampfer führt einige Versuchsreihen an, aus denen für die Angaben des Instrumentes eine Genauigkeit von nahe  $\frac{1}{4000}$  der ganzen Fläche folgt. Bei unregelmässig begrenzten Figuren fand Stampfer eine Genauigkeit von  $\frac{1}{1100}$ .

In ähnlicher Weise stellte Bauernfeind\*\*) mit dem Hansen'schen Planimeter Versuche an und fand aus 6 Versuchsreihen mit den verschiedensten Figuren folgendes allgemeine Resultat:

Die Genauigkeit ist bei kleinen Flächen etwas geringer als bei grösseren, und man kann Flächen von mehr als 2 Quadratzoll Inhalt auf  $\frac{1}{1000}$ , zwischen 2 und 1 Quadratzoll auf  $\frac{1}{700}$ , und unter 1 Quadratzoll auf  $\frac{1}{500}$  ihrer Fläche richtig bestimmen.

Ueber die Genauigkeit des Amsler'schen Polarplanimeters gibt Bauernfeind\*\*\*) an, dass er zwar im Herbst 1855 mit einem solchen Instrumente einige Versuche gemacht und die gemessenen Flächen bis auf  $\frac{1}{3}$  Procent ihres Inhaltes genau erhalten habe, dass er aber aus diesen Ergebnissen kein definitives Urtheil ableiten wolle.

Amsler †) führt an: Man betrachtete die Instrumente als fertig, sobald sie die wirklich umfahrene Fläche bis auf

$\frac{1}{1000}$  genau angaben. Dass aber eine bedeutend grössere Genauigkeit erreichbar wäre, zeigt schon die Vergleichung des Polarplanimeters mit dem Wetli'schen Planimeter, indem bei jenem mehrere Fehlerquellen gänzlich wegfallen, welche das letztere Instrument besitzt, wie z. B. die vielen Leitrollen, die horizontale Scheibe, der elastische Draht, jede Art von Biegung durch Druck; es folgt aber auch aus der grossen Uebereinstimmung, welche man bei wiederholten Messungen der nämlichen Figur erhält.

Unteressen haben wir über die Leistungen des Polarplanimeters von Amsler gründliche Mittheilungen erhalten. So gibt Schweizer\*), Direktor der Sternwarte in Moskau, die Genauigkeit dieses Instrument zu mindestens  $\frac{1}{1000}$  der gemessenen Fläche an. Von 64 Versuchen war der Fehler 49 Mal kleiner als  $\frac{1}{1000}$ , 13 Mal gleich  $\frac{1}{1000}$ , 1 Mal

$\frac{1}{620}$  und 1 Mal  $\frac{1}{727}$  des wahren Inhalts. Schweizer sagt noch: »Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung überraschend, ja grösser, als man sie nach den Angaben des Herrn Amsler erwarten sollte. Derselbe theilte mir nämlich mit, dass seine Instrumente das Areal einer mässig grossen Figur bis auf  $\frac{1}{500}$  genau ergeben müssen. Wie ich vermuthete, ist diese von einem einmaligen Umfahren zu verstehen: Und da wir es zur Sicherheit vorzogen, die Operation mehrmals zu machen, so erreichten wir auch eine grössere Genauigkeit.«

Junge in Freiberg\*\*) und Cherest in Mühlhausen\*\*\*) haben ebenfalls Versuchsreihen mit dem Amsler'schen Planimeter angestellt. Nach Junge stimmen die gewonnenen Resultate mit der Angabe Amsler's wonach der relative Fehler nicht über  $\frac{1}{1000}$  betragen soll, sehr gut überein. Cherest machte seine Versuche an Kreisen von 0,1 Meter Durchmesser, dabei gab er dem Pole verschiedene Stellungen sowohl innerhalb als ausserhalb der Figur; aus 50 Versuchen ergab sich hiebei der mittlere Fehler zu  $\frac{1}{3000}$  des wahren Flächeninhaltes.

#### Beobachtungen über das Schwinden des Eisengusses.

Von C. Hess.

Als einen der wichtigsten Faktoren, auf welchen bei Anfertigung der Modelle für Gussgegenstände Rücksicht genommen werden muss, ist das Schwinden des geschmolzenen Metalles während der Abkühlung zu betrachten.

Diese Zusammenziehung oder das Schwinden ist aber die nothwendige Folge der Eigenschaft der Metalle, sich auszudehnen durch die Einwirkung der Wärme. Wie

\*) Dingl. Journ. Bd. 116, S. 430.

\*\*) Bauernfeind, die Planimeter etc. S. 37.

\*\*\*) Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde, II. Aufl., 1862. S. 542.

†) Amsler, die mech. Bestimmung des Flächeninhaltes etc. Schaffhausen, 1856. S. 67.

Polyt. Zeitschrift. Bd. XIII.

\*) Schweizer, Arealbestimmung von Russland, Petersburg, 1859, bei Eggers & Comp. S. 17 ff.

\*\*) Civilingenieur. XII. Bd., S. 63 ff.

\*\*\*) Ibid. und Bull. d. la soc. industrielle de Mulhouse, Mai 1863 und Juni 1865.



aber in der Praxis das Mass der Ausdehnung bei den verschiedenen Wärmegraden sich nicht als gleichgrosz erweist, so gilt dies in umgekehrtem Falle auch von der Zusammenziehung für die verschiedenen Grade der Abkühlung. In beiden Fällen ist das Mass, sei es der Ausdehnung oder Zusammenziehung, verschieden nach den Temperaturen.

Eigenthümlich aber ist, dass die Zusammenziehung des Gusseisens, wenn es die Temperatur des Schmelzpunktes noch hat, eine sehr bemerkbare ist; eine Erscheinung, deren Vorhandensein unbestritten aus der Nothwendigkeit hervorgeht, nachgiessen zu müssen, obgleich die Formen mit flüssigem Metall bereits gefüllt sind; bei Gussstücken von grossem Gewicht muss dieses Nachgiessen während mehrern Stunden sogar wiederholt geschehen, will man nicht riskiren, dass der Guss von schlechter Massenbeschaffenheit wird, d. h. dass er wohl die äussere Gestalt der Form hat, seine innere Masse aber voller Blasenräume ist. Ein gegossener Eisenblock von  $1\frac{3}{4}$  Kubikfuss verlangt durchschnittlich einen Nachguss von 7 Pfund oder 26 Kubikzoll Masse.

Allerdings scheint die Thatsache, dass die erstarrte krystallinische Eisenmasse äusserlich genau die Gestalt der Form, innerlich aber eine Menge Blasen zeigt, darauf hinzudeuten, dass der Guss beim Uebergang in den erstarrten Zustand sich eher ausdehnt als zusammenzieht; dieser Annahme wird jedoch dadurch die Spitze abgebrochen, dass die Formen, wenn Ausdehnung wirklich stattfände, dann nothwendig zerspringen müssten, was aber bekanntlich nicht der Fall ist. Die Entstehung der Blasenräume im Innern der Eisenmasse erklärt sich durch die ungleiche und rasche Abkühlung derselben, wie erstere bei nicht vollständig gefüllten Formen unausbleiblich ist.

Während für andere geschmolzene Metalle je ein bestimmter Temperaturgrad besteht, bei welchem sie aus dem flüssigem Zustand herauskrystallisiren, so findet ein solcher beim Gusseisen sich nicht; vielmehr ist der Temperaturgrad, bei welchem der Guss aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, ein sehr variabler, er ist verschieden nach der Stärke des Gussstückes, nach der Lage der Form, nach dem Material, aus welchen sie dargestellt ist, nach der Qualität des Gusseisens u. s. w.

Nachstehende Resultate praktisch ausgeführter Versuche mögen dem Modelleur möglichst annähernde Nachweise über die Zusammenziehungsverhältnisse des Eisengusses während der Abkühlung an die Hand geben.

Wir bedienten uns der einfachsten und der Beobachtung am leichtesten zugänglichen Gussform, der offenen Sandplatte; sie erstarrte nach dem Guss sehr bald, da die Hitze ungehindert und schnell aus der Gussmasse entweichen konnte. Man sollte nun glauben, dass das Schwinden derselben proportional der zunehmenden Abkühlung stattfinden müsste; allein dies war nicht der Fall; vielmehr beobachtete man während der ersten zehn Minuten, binnen welcher Zeit die Temperatur des Gusses bis auf den Schmelzpunkt des Kupfers herabsank, eine kaum nennenswerthe Zusammenziehung, die sogar im Verlauf der darauf folgenden 20 Minuten, wobei die Temperatur des

Gusses weiter bis auf  $1200^{\circ}$  F. zurückging, nicht erheblich zunahm. Aber bei dieser Temperatur stand sogar die Zusammenziehung still, ja sie ging in die entgegengesetzte Molekularbewegung, in die Ausdehnung über, und zwar in so energischer Weise, dass sie erst bei einer weiteren Abkühlung bis zu  $800^{\circ}$  F. wieder in den Zustand der Zusammenziehung zurückging. Erst von diesem Temperaturgrad an war nun die Zusammenziehung der Gussmasse eine allmälliche, ununterbrochene.

Die frisch gegossene Platte war 14 Fuss lang und  $1\frac{1}{4}$  Zoll dick; bis zu  $1200^{\circ}$  F. abgekühlt, hatte sie an ihre Länge nur  $\frac{3}{16}$  Zoll eingebüsst, dagegen wieder um  $\frac{1}{8}$  de verlorenen Dimensionen zugenommen, als sie die Temperatur von  $800^{\circ}$  F. erreichte. Nunmehr, zwei Stunden nach dem Guss, war die Zusammenziehung der Eisenmasse bis zu ihrer vollständigen Erkaltung, wie bereit oben angedeutet, eine stetig zunehmende und zwar in der ersten Stunde um  $\frac{5}{8}$  Zoll bei ca.  $700^{\circ}$ , in der zweiten um  $\frac{7}{8}$  Zoll bei ca.  $600^{\circ}$ , in der dritten um  $1\frac{1}{16}$  Zoll bei ca.  $500^{\circ}$  und nach Verlauf von 9 Stunden um  $1\frac{11}{16}$  Zoll bei ca.  $130^{\circ}$  Hitze. Nach vollständiger Abkühlung zeigte die Platte noch eine fernerweite Zusammenziehung von  $1\frac{3}{4}$  Zoll.

Es muss bemerkt werden, dass die geringe Zusammenziehung, welche die Platte trotz des Verlustes von  $200^{\circ}$  Hitzgraden zeigte, möglicher Weise durch die einander entgegenwirkenden Kräfte, durch die ausdehnende Kraft der Krystallisation und durch die zusammenziehende der Abkühlung verursacht wurde. Das Mass des Schwindens wird hauptsächlich durch die Dicke des Gusses bedingt so dass zwei Gussstücke aus einem und demselben Material in ebendemselben Grade verschiedene Zusammenziehungen zeigten, als ihre Dicke verschieden war. So ergab z. B. eine Stange Gusseisen von 1 Zoll Dicke und 3 Fuss Länge  $\frac{1}{10}$  Zoll pr. Fuss Zusammenziehung, während ein Eisenblock, von derselben Eisenqualität und unter derselben Temperatur gegossen, aber von 1 Fuss Höhe und Breite und 2 Fuss Länge so gut wie gar keine Zusammenziehung nach der Abkühlung zeigte und mithin die Dimensionen der Gussform vollkommen ausfüllte. Die Messungen wurden in beiden Fällen mit der grössten Genauigkeit ausgeführt, und ergab sich hierbei die interessante Thatsache, dass zum Nachgiessen beim Guss des Blockes genau so viel Metall gebraucht wurde, als  $\frac{1}{10}$  Zoll pr. Längenfuss der Stange betrug. Bei allen Blockgüssen vorausgesetzt, dass das Nachgiessen nicht versäumt wird, ist die Zusammenziehung eine nur sehr geringe.

Bei dem Guss eines Maschinentheiles von  $2\frac{1}{4}$  Zoll Dicke, 2 Fuss Höhe und 7 Fuss Länge variirte die Zusammenziehung von  $\frac{1}{17}$  bis  $\frac{1}{23}$  Zoll pr. Längenfuss; nach den anderen Dimensionen war so gut wie keine Zusammenziehung bemerkbar, welche Erscheinung jedenfalls in dem sorgfältigen Nachgiessen ihre Ursache hatte.

(III. Gew.-Ztg.)

**Camozzi's und Schlösser's patentirte, selbstthätig wirkende Metall-Dichtung.**

Taf. 19, Fig. 1 — 3.

*A* ist die Dichtungshülse aus spezieller Komposition gegossen; der obere Theil derselben ist conisch geformt, und greift, wie aus der Fig. 1 ersichtlich, in den conisch ausgedrehten Büchsendeckel; der untere Theil ist nahezu cylindrisch, hat aber wiederum einen conisch geformten Theil bei *D* und reicht nach unten noch in den ringförmigen Raum der Büchse, in welchem gewöhnlich der Büchsenring sitzt, der aber hier hinwegfällt. Die Dichtungshülse besteht aus zwei Schalen (Fig. 1, 2 und 3), welche genau in einander sich fügen nach gezeichnetem Schnitte. *B* ist die Metallhülse, hier von Messing oder Eisenblech gedacht; dieselbe nimmt die Dichtungshülse in sich auf und ist unten umgebogen. Auf dieser Hülse befindet sich eine ringförmige Scheibe *C*; der von der Scheibe und der Hülse so gebildete ringförmige Raum *D* ist mit Komposition ebenfalls ausgefüllt, um einen weiteren Verschluss oder Dichtung zwischen Hülse und Büchsenwand zu bewerkstelligen. Ferner ist *E* die Feder aus Stahl, welche bis auf eine Linie zusammengepresst wird; diese Feder trägt die Metallhülse und die conische Dichtungshülse und hat das fortwährende Bestreben, die Letztere in den Deckel zu pressen. *F* ist der Stopfbüchsendeckel; derselbe trägt in seinem oberen Theile ein Oelgefäß, welches einen Hanfzopf aufnimmt, der die Stange umgibt. Dieser Hanfzopf dient eben nur dazu, die Kolbenstange fett zu erhalten. Man schüttet nur soviel Oel auf, als nothwendig ist, um den Hanfzopf stets getränkt zu erhalten. Der untere Theil des Deckels hat nach aussen einen ringförmigen Ansatz und der Deckel wird soweit eingeschraubt, dass der ringförmige Ansatz fest auf der Büchse aufsitzt, worauf dann die Fuge *G* noch mit Mennig zu verkitten ist. In dieser Stellung ist die Feder *E* bis auf eine Linie zusammengepresst. Wenn nun der Dampf, Wasser oder das Gas gegen die Dichtung drückt, so wird die conische Dichtungshülse in den Deckel gepresst, wobei die Ränder des Konus sich an die Stange andrücken, um so einen sicheren Verschluss, oder besser gesagt, eine vollständige Dichtung bewirken.

Betrachten wir nun die Einwirkung der sich bewegendenden Kolbenstange auf die Metall-Dichtung.

Beim Hingange des Kolbens wird die Dichtungshülse durch diese Bewegung in den Deckel gedrückt, wobei Feder- und Cylinderdruck mitwirken; die conische Spitze muss also die Stange umfassen; die Weichheit des Metalles lässt jedoch kein Angreifen der Stange zu. Beim Zurückgehen des Kolbens wirken Feder- und Cylinderdruck der Bewegung der Wange entgegen, während der Dichtungs-Konus gegen seine Metallhülse gepresst wird. Somit wird ausser dem Verschlusse oben am Deckel auch in gleicher unterhalb erzeugt. Diese beiden Drücke vertheilen sich nun auf die ganze Hülse und bewirken sicheren gleichförmigen Verschluss auf der ganzen Länge der Hülse. Jedes Entweichen von Dampf, Wasser oder Gas ist also zwischen Stange und Hülse unmöglich, von an-

derer Seite bewirkt der Dichtungsring *D* einen vollständigen Abschluss zwischen der Metallhülse *B* und der Büchsenwand, indem die Feder auf die Scheibe *C* drückt, und diese den ringförmigen Raum *D* aus einander zu treiben sucht. Endlich gibt die Fuge *G* nochmals einen vollständigen dichten Abschluss nach Aussen.

Wenn nun nach einiger Zeit der Konus sich an seiner Spitze abnützt, so würde oberhalb eine undichte Stelle entstehen; hier tritt nun die Wirkung der Feder *E* ein, welche sich in diesem Falle um ein Gewisses öffnet, indem sie den Konus tiefer in den Deckel zu drücken sucht, und dadurch einen neuen Verschluss herbeiführt.

Man sieht also, dass die metallische Dichtung einen selbstthätig wirkenden Verschluss erzeugt, welches keine der bis jetzt erfundenen Dichtungen erzielt. (Ill. Gew.-Ztg.)

**Notizen über den Betrieb der Röhrengiesserei in der Eisenhütte zu Frouard bei Nancy.**

Von Petzold.

In der Eisenhütte zu Frouard bei Nancy ist die Giesserei der Röhren ganz neu eingerichtet. Es wird zwar ein Theil der Vorrichtungen, die der Trockenapparate, nicht gezeigt, weil dies Patent einer Gesellschaft in Fourchambault im Département de la Nièvre ist, doch konnten über die Einrichtungen und das Arbeitsverfahren folgende Beobachtungen gemacht werden.

Um einen durch Maschinenkraft beweglichen Krahn stehen senkrecht in einer halbkreisförmigen, gemauerten Dammgrube die Röhrenformkästen, so dass der Krahn genau die Mitte der Kästen beherrscht. Diese Kästen bestehen aus zwei halbrunden, gehobelten und durch Splinte zusammengehaltenen Theilen. An ihrem unteren Ende befindet sich eine Klappe, welche theils dazu dient, dass die Kästen an ihrem Ende verschlossen werden, theils auch dazu, dass die Modelle und Kerne genau in die Mitte gestellt werden und eine Abweichung nach der Seite nicht möglich ist. Es ist deshalb in der Mitte der Klappe eine conische Oeffnung eingedreht, in welche die Marken des Modelles, sowie die der Kernspindeln, welche ebenfalls abgedreht sind, genau sich einsetzen.

In dem Kasten sind kleine Löcher zur Ableitung der Gase, und zu jeder Röhrensorte sind besondere Kästen vorhanden, so dass nie mehr als 1½ bis 2 Zoll Spielraum zwischen Modell und Wand ist, also nur eine geringe Masseschicht eingestampft zu werden braucht.

In einen dieser senkrecht stehenden Kästen wird das Rohrmodell, welches ganz von Eisen, glatt gedreht und oben durch eine Oese mit dem Krahn verbunden ist, eingesenkt und setzt sich unten in die conische Kernmarke fest ein. Oben sichert man es gegen das Verstampfen durch Steifen. Ist das Modell gerichtet, so stampfen zwei Mann mit langen schmalen Stampfern Masse um das Modell, bis der Kasten bis an den Muff voll ist. Dann wird das Modell der Muffe auf das Rohrstück aufgeschoben und das Rohr bis über die obere Kernmarke fertig gestampft und die Eingüsse geschnitten.

Das Rohrmodell wird nun einmal um seine Axe gedreht und dann langsam mit dem Krahn herausgezogen. Hierdurch erhält man die Röhren ohne jede Nath, da die Kastentheile nicht aus einander genommen zu werden brauchen; darauf wird die Form mit einem Pinsel eingeschwärzt. Sobald diese Arbeit vollendet ist, wird heisse Luft durch das Rohr gelassen, bis dasselbe trocken ist, Es dauert diese Trockenperiode bei einem engen, etwa 3- bis 4zölligen Rohr eine Stunde und das Einstampfen und Schwärzen etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde, so dass nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden eine Form fertig ist.

In die trockne Form setzt man ebenfalls mit dem Krahn den sorgfältig gedrehten Lehmkern ein, derselbe hat genau dieselbe gedrehte Kernmarke wie das Modell, so dass er unten sich ganz fest einsetzt, und oben gibt ihm die genau gedrehte Kernmarke, welche die Muffenstärke hat, die nöthige Sicherheit gegen das Verschieben. Die Form wird dann sofort abgegossen, und sobald das Eisen starr ist, die Klappe am Boden geöffnet, die Splinte werden gelockert, mit dem Krahn Spindel und Rohr auf ein Mal heraus gezogen und die Masse durch den Boden entfernt, dann schliesst man die Klappe und zieht die Splinte fest, worauf der Kasten zur Aufnahme einer neuen Form wieder bereit ist. Die Vorrichtung zum Trocknen scheint ein einfacher Ofen zu sein, in länglicher Form wie die Dammgrube, in welchem Schieber oder Klappen angebracht sind, durch deren Oeffnung oder Schliessung die Verbindung mit der Form hergestellt wird. Es war nicht erwärmte Luft, welche die Form trocknet, sondern Verbrennungsprodukte, wie der blaue Rauch und der Geruch erkennen liessen. Auf diese Weise kann man in zwei Stunden ein Rohr einstampfen, trocknen und giessen, und in einem Arbeitstage wenigstens fünf Stück erzeugen, während bei der jetzt üblichen Methode alle zwei Tage ein Rohr eingeformt werden kann, da der Kasten, der heute eingeformt wird, erst den nächsten Tag trocken ist und abgegossen werden kann, so dass man, um jeden Tag fünf Röhren einer Sorte zu machen, zehn Kästen bedarf, was ein unverhältnissmässiges Inventarium ist.

Der Vortheil dieser Methode ist daher sehr bedeutend. Man erreicht nicht nur genauen Guss dadurch, dass stehend geformt und gegossen wird, sondern man erspart an Zeit, Raum und Inventarium. Während in Gleiwitz drei Mann im Tage etwa zehn Kästen für 9 Fuss lange Röhren einstampfen und giessen, sind dort allerdings sieben Mann erforderlich, die aber 20 Röhren von bester Qualität liefern. Um diese 20 Röhren in Gleiwitz zu giessen, müssen 20 Kästen aufgestellt werden, welche einen bedeutenden Raum absorbiren; dort sind vier Kästen erforderlich, die, da sie senkrecht stehen, nicht den zehnten Theil des Raumes einnehmen, so dass in dem in Gleiwitz belegten Raum bequem 40 Kästen stehen können, die wiederum eine Produktion von 200 Röhren zulassen. In demselben Raume kann also zehn Mal mehr geleistet werden. Ebenso sind nicht so viel Darrkammern nothwendig, da nur die Kerne, nicht mehr die Kästen in denselben getrocknet werden.

In den Trockenöfen kann man jedenfalls das schlechteste Brennmaterial verwerten, so dass auch dabei eine Ersparniss erzielt wird. Bei sehr weiten Röhren hat der Verfasser diese Methode jedoch nicht anwenden sehen.

(Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen.)

### Prüfung von Blechen und Façoneisen.

Der französische Minister der Marine und der Colonien hat durch ein Circular die Classification, Prüfung und Verwendung von Handelssorten des Schmiedeeisens systematisch vorgeschrieben. Obschon das Circular zunächst nur für Marinezwecke bestimmt war, so theilen wir es doch seines allgemeinen Interesses wegen mit.

#### Bleche.

Man unterscheidet in Frankreich vier Qualitäten von Blechen, welche allerdings nicht in allen Werken genau übereinstimmenden Charakter tragen, aber doch allgemein bekannt in ihrer Reihenfolge nicht missverstanden werden können und für alle gewöhnlichen Constructionszwecke genügen. Das Marinement adoptirt diese Eintheilung und schreibt ihre Verwendung vor, wie folgt:

1) Geringe Bleche (tôles communes, Handelsbezeichnung: tôles communes améliorées) für Kamine, Schanzbekleidungen, Kucheneinrichtungen, Verdecke, Schuppen, kleine Blechwaaren.

2) Ordinäre Bleche (tôles ordinaires, im Handel fers forts) für Rumpfverkleidungen, Kesselwände, Zwischenwände im Raume.

3) Gute Bleche (tôles supérieurs, im Handel fers forts supérieurs) für Vorderseiten und Böden der Kessel, Aschenbehälter, Dampfdome, Speigatts.

4) Feine Bleche (Holzkohlenbleche, tôles fines, Handelsbezeichnung: tôles forgées, tôles au bois) für Kopfplatten der Dampfkessel, Heizräume, Feuerbüchsen, Rauchkammern und Rauchröhren.

Bei der Prüfung aller Bleche sollen sowohl kalte als warme Proben angestellt werden.

Warme Proben. Aus einer nach Gutdünken aus jeder Lieferung genommenen Platte wird ein Stück von geeigneter Grösse abgeschnitten und mit gehöriger Sorgfalt in gekrümmte Form gebracht. Bei »geringen Blechen« soll dies ein Cylinder sein, dessen Höhe und innerer Durchmesser der 25fachen Blechdicke gleichkommt. Bei »ordinären Blechen« verlangt man ein Kugelsegment mit ringsum laufendem platten Rande in der frühern Ebene des Bleches, dessen innere Sehne 30 Mal, dessen innere Pfeilhöhe fünf Mal so gross als die Blechdicke ist. Der Rand soll die 7fache Blechdicke zur Breite haben, und mit der Haube durch eine Umbiegung zusammenhängen, deren Radius der Blechdicke gleichkommt. Bei »guten Blechen« wird ebenfalls eine solche Kugelhaube hergestellt, deren Pfeil jedoch der 10fachen Blechdicke gleichkommen muss. Alle diese Proben dürfen weder Risse noch Abblätterungen zeigen und werden aus allen Blechen verschiedener Dicke mit beliebigen Stücken angestellt, sowie nach Gutdünken der Uebernahmscommission wiederholt.

**Kalte Proben.** Diese Proben sollen den Bruchmodul und die Elasticität der Bleche sowohl in der Walzrichtung als im rechten Winkel dagegen bestimmen. Sie erfolgen mit Streifen, welche man aus einer gewissen Zahl von Platten in jeder Lieferung nach Gutdünken auswählt, so dass aus jeder Platte ebenso viel Streifen in der Walzrichtung, wie senkrecht dagegen, geschnitten werden. Die Breite der Streifen soll 30<sup>mm</sup> betragen, ausnahmsweise für dünne Bleche (unter 2<sup>mm</sup> Metalldicke) nur 20<sup>mm</sup>. Die Länge der dem Zerreißen auszusetzenden Partie aus den Probestreifen betrage stets 20 Centimeter. Die Probe selbst geschieht durch directe Belastung oder durch Hebelwerke, mit allmähig bis zum Bruche steigenden Zugkräften. Die anfängliche Zugkraft wird auf 25 Kilogramm per Quadratmillimeter eingerichtet und hält fünf Minuten an. Steigerungen treten sodann in gleichen Zwischenräumen von beiläufig je einer Minute ein, und zwar nach dem Massstabe von je 1/4 Kilogr. per Quadratmillimeter Querschnitt, so genau wie es die disponiblen Gewichte gestatten. Man beobachtet für jede Zugkraft das Mass der Verlängerung und schliesslich die Grösse der Bruchbelastung, und stellt mindestens fünf Proben im Sinne der Walzrichtung und fünf andere rechtwinklig dagegen an. Bei derjenigen Gruppe, welche den geringsten Widerstand ergeben hat, müssen gewisse Grenzen erreicht werden, um das Blech als annehmbar zu constatiren.

Bei geringen Blechen verlangt man eine durchschnittliche Bruchgrenze von mindestens 28 Kilogr. und dabei eine Verlängerung von mindestens 3 1/2 Proz.; und bei keiner einzelnen Probe weniger als 25 Kilogr. und 2 1/2 Procent.

Bei ordinären Blechen sollen die Durchschnittszahlen 31 Kilogr. und 5 Proz., alle Einzelproben mindestens 28 Kilogr. und 4 Proz. betragen.

Bei guten Blechen endlich werden gefordert im Mittel 32 Kilogr. und 7 Proz. und an keinem einzelnen Stück unter 29 Kilogr. und 5 1/2 Proz.

Für die »feinen Bleche« werden keine Vorschriften ertheilt, weil dieselben an die Arsenalen aus dem kaiserlichen Eisenwerke von La Chaussade geliefert werden.

#### Winkleisen.

Man benutzt in Zukunft für die Marine zwei Sorten:

1) Ordinäre Winkleisen (en fer corroyé) für die Schiffsschale.

2) Gute Winkleisen (en fer fort supérieur) für die Kessel.

Auch hier werden warme und kalte Proben an beliebigen Exemplaren aus jeder Lieferung angestellt.

**Warme Proben.** Aus einem Abschnitte Winkel-eisen von passender Länge soll eine cylindrische Manchette gebogen werden, der Art, dass der eine Schenkel die Cylinderfläche, der andere eine Ebene senkrecht zur Cylinderaxe bildet. Der innere Durchmesser des Cylinders betrage bei Sorte 1) die 5fache, bei Sorte 2) die 2 1/2-fache Breite des eben gebliebenen Schenkels.

Ein anderer Abschnitt aus einem anderen Stabe genommen, soll geöffnet werden, bis der Winkel zwischen

den beiden Schenkelebenen bei Sorte 1) 135°, bei Sorte 2) 180° beträgt, d. h. bei letzterer, bis beide Schenkel in eine Ebene ausgestreckt liegen. Ein dritter Abschnitt wird geschlossen, bis der Winkel zwischen den beiden Schenkelebenen bei Sorte 1) 45°, bei Sorte 2) 0° beträgt, d. h. bei letzterer, bis beide Schenkel vollständig zusammengeklappt sind. Bei allen diesen Operationen sollen keine Abschieferungen, Risse, Rchweissnähte sichtbar werden.

Ferner muss die Ueberzeugung gewonnen werden, dass die Winkleisen sich gut schweifen lassen.

**Kalte Proben.** Diese werden ebenso wie bei den Blechen angestellt, mit Streifen, welche man an beliebigen Stellen aus beliebigen Stücken einer Lieferung geschnitten, Streifen von 20 Centimeter disponibler Länge für die Versuche, 30<sup>mm</sup> Breite (20<sup>mm</sup> für dünnere Winkleisen unter 5<sup>mm</sup> Metalldicke), und von einer Dicke gleich der mittleren Schenkeldicke. Die anfängliche Zugkraft soll für beide Qualitäten Winkleisen, resp. 30 und 32 Kilogr. per Quadratmillimeter betragen und 5 Minuten anhalten. Kein Probestück darf bei dieser Zugkraft reißen, oder sich um weniger als 6 Proz., resp. 9 Proz., verlängern. Die Durchschnittsresultate an der Bruchgrenze sollen mindestens betragen: bei den ordinären Winkleisen 34 Kilogr. und 9 Proz.; bei den guten Winkleisen 35 Kilogr. und 12 Procent.

#### T-Eisen und I-Eisen.

Man verwendet eine geringe Sorte (qualité commune) für Baulichkeiten, und eine ordinäre Sorte (qualité ordinaire) für Fahrzeuge. Beide Sorten werden im kalten Zustande, aber nur die bessere, auch in der Hitze untersucht.

**Warme Proben der »guten« Sorte.** Das Ende eines beliebig gewählten T-Eisen wird derartig gebogen, dass der Steg in seiner Ebene bleibt, der Fusschenkel aber einen Viertelscylinder mit einem Halbmesser gleich der 5fachen Steghöhe bildet. Bei dem I-Eisen wird zunächst im kalten Zustande das Ende eines Barrens durchgemeißelt, so dass der Schnitt die Höhe des Steges halbiert, auf eine Länge vom Ende aus gemessen, gleich der 3fachen Profilhöhe. Am Schlusse dieses Schnittes wird ein Loch gebohrt, damit derselbe nicht weiter reißen kann. Nach erfolgter Erhitzung werden sodann die beiden Hälften aus einander gezwängt, bis der Abstand zwischen ihren beiden Enden der Profilhöhe des I-Eisens gleichkommt. Natürlich dürfen bei allen diesen Proben keinerlei Trennungen in der Eisenmasse erscheinen.

**Kalte Proben.** Hierzu werden Streifen verwendet, aus beliebigen Stellen der T- und I-Eisen im Sinne der Walzrichtung geschnitten, von denselben Dimensionen, wie sie bei der Prüfung der Bleche angegeben worden. Die Versuche auf Zugfestigkeit erfolgen in oben beschriebener Weise an mindestens sechs Exemplaren aus jeder Lieferung. An der »geringen Sorte« soll die Anfangsbelastung 28 Kilogr. per Quadratmillimeter betragen, ohne das Stück zum Zerreißen zu bringen, vielmehr dasselbe um mindestens 3 1/2 Proz. verlängern. Der Durchschnittswerth an der Bruchgrenze muss mindestens 32 Kilogr. und 6 Proz. betragen. An der »ordinären Sorte« beginnt

man mit 30 Kilogr., wobei die Zähigkeit des Eisens sich auf 6 Proz. Verlängerung bewähren muss, und schliesst mit einer Bruchgrenze von mindestens 34 Kilogr. und 9 Proz. Verlängerung.

(Zeitschr. d. Ver. d. Ing.)

### Waygood's direct wirkende Dampfpumpe.

Taf. 19, Fig. 4—7.

An dieser Dampfpumpe gibt es weder Kurbel noch Schwungrad, noch Schieber, und die Zu- und Abführung des Dampfes erfolgt durch ein Paar doppelt conische Ventile, die in den Dampfkolben eingesetzt sind. Der Kolben selbst ist fest und wird von zwei hohlen Stangen gehalten, während der Cylinder sich an ihm auf und nieder schiebt. Der Pumpencylinder liegt in gemeinschaftlicher Axe mit dem Dampfzylinder unter demselben und die Pumpenkolbenstange besteht aus einem Stück mit dem Dampfzylinder, wodurch die Wirkung eine möglichst directe und die Zahl der Theile auf das möglichst geringe Mass beschränkt wird.

Der Kolben hat zwei Kammern, von denen jede mit einer hohlen Stange in Verbindung steht. Eine dieser Stangen dient als Dampfrohr, die andere als Ausblaserohr, und daher wird, so lange die Pumpe im Betriebe ist, die eine Kammer beständig mit Dampf gefüllt, während die andere mit dem Ausblaserohr communicirt. Die Construction des Kolbens zeigen Fig. 6 und 7 in vergrössertem Massstabe. Der Kolben ist mit zwei doppelt conischen Ventilen versehen, von denen das eine *C* in der Dampfkammer, das andere *D* in der Ausblasekammer sich befindet. Die Wirkung dieser Ventile ist folgende: Wenn der Cylinder sich niederwärts bewegt, so nehmen die Theile die Lage an, welche Fig. 6 darstellt; der frische Dampf tritt in den unteren Cylinderraum und aus dem oberen entweicht der verbrauchte Dampf. Kommt der Cylinder am unteren Ende seines Hubes an, so kommt sein Deckel mit dem oberen Ende des Bolzens *f*, welcher durch das Dampfventil *C* hindurch geht, in Berührung und schiebt unter der Einwirkung einer Schraubenfeder das Ventil von dem oberen gegen den unteren Sitz. Ist die Verschiebung einmal erfolgt, so wird das Ventil durch den Dampfdruck in seiner Lage erhalten. Der Dampf wird nun in den oberen Cylinderraum eingeführt und der Cylinder bewegt sich demgemäss von nun an nach oben. Das Dampfventil hat übrigens eine solche Gestalt, dass es bei seinem Uebergange aus einer Lage in die andere, von dem oberen Sitze nach dem unteren und umgekehrt, den Zutritt des Dampfes zur Dampfkammer absperirt. Das Ausblaseventil *D* wird blos durch die Differenz des Druckes gegen die beiden Kolbenflächen in Bewegung gesetzt. Tritt der Dampf oben ein, so wird das Ventil niedergedrückt und der unterhalb des Kolbens befindliche Dampf kann in das Ausblaserohr austreten. Die Lage, welche die Theile annehmen, wenn sich der Cylinder nach oben bewegt, ist in Fig. 5 dargestellt.

Die beschriebenen Dampfpumpen machen gewöhnlich 75 Spiele in der Minute, können aber bis zu 350 Spiele

machen. Wegen der Wirkung des Wassers in die Pumpe ist die kleinere Geschwindigkeit zu empfehlen. Aufgestellt sind solche Pumpen im königl. Arsenal zu Woolwich und in der Schneidemühle Belvedere; an beiden Orten sollen sie befriedigend arbeiten.

(Durch P. C. B.)

### Coles' Bohrratsche.

Taf. 19, Fig. 8.

Bei dieser Ratsche ist das Sperrzeug zur Bewegung des Bohrers durch eine Stahlfeder ersetzt, welche den zur Aufnahme des Bohrers dienenden Bundring wie ein Bremsband umfasst. Das eine Ende der Feder ist an einem Stift befestigt, welcher in eine feste Wange eingelassen ist; an dieser Wange befindet sich ausserdem noch ein Bolzen, welcher dem Hebel als Drehaxe dient. Von dem erwähnten Stift aus ist die Feder um den Bundring des Bohrers herum geführt und dann mit ihrem andern Ende in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise am Hebel befestigt. Wenn nun nach der einen Richtung hin ein Druck auf den Hebel ausgeübt wird, so umfasst die Feder den Bundring so scharf, dass sie die Bewegung des Hebels auf ihn fortpflanzt.

(Durch P. C. B.)

### Aubert's Blechscheere.

Mitgetheilt von E. Hoyer.

Taf. 19, Fig. 9—11.

Bei den gewöhnlichen Hand- und Stock-Blechscheeren ist das Ausführen langer gerader Schnitte bekanntlich mit Schwierigkeiten verknüpft, weil beim Vorschieben des Bleches nach jedem Schnitte, die getrennten Blechtheile sich nicht ohne Weiteres in der Richtung der Scheeren schneiden bewegen können, sondern entweder nach oben oder unten, oder nach den Seiten abgelenkt werden müssen.

Dieser Nachtheil ist begründet durch die Lage des Drehbolzens, indem dieser in der Achse des Werkzeugs und in der Verlängerung der Schneiden liegt.

Aubert hat der Scheere eine Einrichtung gegeben und ein Patent darauf genommen, welche diesen Uebelstand vollständig beseitigt, indem man beliebig lange Schnitte in Blech mit dieser Scheere ohne irgend welches Hinderniss ausführen kann.

In Fig. 9 bis 11 ist dieselbe in  $\frac{1}{3}$  wahrer Grösse abgebildet, und zwar stellt Fig. 9 die Oberansicht, Fig. 10 die Seitenansicht und Fig. 11 einen Durchschnitt durch den Drehbolzen dar.

Die Scheere besteht wie gewöhnlich aus den zwei auf einander liegenden, und um den Drehbolzen *E* sich bewegenden Theilen *A* und *B* mit den Stangen *a* und *b*. Die Schneide *fg* des Blattes *A* liegt nicht, wie das sonst üblich, in oder fast in der Werkzeugsachse, sondern stark geneigt dagegen, so dass man gezwungen ist, die Scheerenstangen in die Höhe zu richten. Hierdurch wird erreicht, dass beim Oeffnen der Scheere die Hand nicht auf



das Blech kommt. In der Verlängerung dieser Schneide ist in dem Blatte *A* eine Furche *d* eingearbeitet, von solcher Tiefe, dass der Boden der Furche mit der unteren Fläche des Blattes, oder besser mit der Schneidenlinie *fg* in einer Ebene liegt. Beide fallen daher in die Trennungsebene des Bleches und dieses kann demnach ungehindert durch die Furche aus dem Bereich der Scheere gebracht werden.

An der Stelle, wo das Blatt *A* die Furche *d* besitzt, ist natürlich eine Verdickung erforderlich, weil die Furche selbst, wegen ihrer Tiefe, das Scheerblatt abtrennen würde. Diese Verdickung *C* selbst hat einen ovalen Querschnitt und wird gleichzeitig benutzt, um auch dem anderen Blechtheile ein Vorschieben ohne Hinderung zu gestatten. Man lässt nämlich die Verdickung nur soweit vortreten, dass ihre Begrenzungslinie (die in Fig. 9 punktirt angegeben) nicht über die verlängert gedachte Linie der Schneide des zweiten Blattes *B* vorsteht, und damit dies in allen Lagen der Scheerblätter zu einander stattfindet, hat man eben die Verdickung im Querschnitt abgerundet.

Damit der Oeffnungswinkel stets der gleiche bleibt, (was aus bekannten Gründen nothwendig erachtet werden muss), ist das zweite Scheerblatt *eg* nach einer krummen Linie zugeschliffen.

Endlich sind noch zwei Punkte bei dieser Scheere nicht ohne Bedeutung. Erstlich sind bei allen Aubert'schen Scheeren, die länger als 20 Centimeter sind, die Schneiden aus besonderen Stahlstücken hergestellt und aufgeschraubt, wie aus der vorliegenden Zeichnung zu erkennen ist und zweitens befindet sich an derselben eine Vorrichtung zum Abkneipen von Draht. Diese besteht in zwei Vorsprüngen, die bei *mn* je an einem Scheerblatte sitzen, sich beim Oeffnen und Schliessen der Scheeren von einander entfernen und nähern und vermöge ihrer scharfen Ränder einen eingelegten Draht mit grosser Leichtigkeit abscheeren. Bei den grösseren Scheeren sind auch diese Schneiden aus besonderen Stahlstücken gearbeitet und angeschraubt. Man kann bequem damit Eisendraht von 5 Millimeter abkneipen, was mit einer gewöhnlichen Kneipzange schon Schwierigkeiten macht. Die Preise dieses sehr empfehlenswerthen Werkzeugs sind bei einer Länge von

6,	7,	8,	9,	12 Zoll
1 $\frac{1}{3}$ ,	1 $\frac{5}{8}$ ,	1 $\frac{5}{6}$ ,	2 $\frac{1}{3}$ ,	5 Thlr.

(M. d. Hannov. G.-Ver.)

#### Vorrichtung zum Ausdrehen von Kugellagern.

Von E. Blum.

Taf. 19, Fig. 12—15.

Fig. 12 und 13 stellen eine Vorrichtung zum Drehen der Lagerschalen für Kugelpapfen dar, die von Hrn. Ingenieur Dorn construiert und in der Spandauer Artilleriewerkstätte mit Erfolg angewendet worden ist. Der ganze Apparat wird in den Support der betreffenden Drehbank auf gleiche Weise eingespannt, wie dies gewöhnlich mit dem Drehstahl zu geschehen pflegt. Die Wirkungsweise

ist folgende: Wird die Welle *b* durch Drehen von Hand in Bewegung gesetzt, so wird von ihr aus mittels der conischen Räder *c* und *d* der mit dem letzteren Rade verbundene Stahl *f* der Art bewegt, dass er einen Kreis um den Mittelpunkt *a* beschreibt. Indem sich aber ferner die zu bearbeitende Schale in Kreisen dreht, deren Ebenen normal zu der Ebene des vorbenannten Kreises stehen, so beschreibt die Stahlspitze gegen die Lagerschale eine Kugel, arbeitet also aus dieser das verlangte Profil aus.)\*

Da jedoch die unmittelbare Drehung der Welle *b* eine zu rasche Bewegung des Stahles *f* erzeugen würde, so findet erst eine Uebersetzung mittels der Schraube *g* und des Schneckenrades *l* statt. Damit ferner nach erfolgtem Ausdrehen der Lagerschale das Zurückdrehen des Stahles schneller erfolgen kann, greift in die Axe der Schraube *g* ein Haken *h*, der, wenn er aufgehoben wird, eine Verschiebung von *g* gestattet. Dadurch wird die Schraube ausser Eingriff mit dem Schneckenrad gesetzt und der Haken *h* kann sich in den Einschnitt *i* legen. Das Zurückdrehen des Stahles geschieht in Folge dessen unmittelbar an dem Knopf *k*.

Das Rad *d* braucht nur auf einem Theile des Umfanges verzahnt zu sein, da die Stahlspitze nur den vierten Theil eines Kreises zurückzulegen hat. Durch Verschiebung des Stahles können grössere und kleinere Kugeln ausgedreht werden, jedoch ist die kleinste Kugel diejenige, deren Durchmesser dem äusseren Durchmesser des Rades *d* entspricht. Es müssen daher für weit aus einander liegende Kugelgrössen solche Apparate in verschiedenen Grössen vorhanden sein.

(Berlin. Verh.)

#### Referat über Wagner's Schrift: „die Spinnbarkeit der Schafwolle.“

In den wenigen einleitenden Worten, die der Verfasser seiner Abhandlung vorausschickt, weist er vor Allem auf den Uebelstand hin, dass gerade im Fache der Wollspinnerei die Praxis in der Regel auf der jeweiligen Erfahrung einzelner zufällig massgebender Leute basire, und dass eben desshalb dieselbe von der Anschauungsweise und Erkenntnisstufe derartiger Personen, als von sogenannten Männern vom Fach abhängig sei. Es mangle im Allgemeinen und im Besonderen an wissenschaftlich festgestellten und bekannten Elementargrundsätzen für die Praxis der Wollspinnerei. Einen Beitrag aber zur Beseitigung dieses Mangels zu bieten, den Herren Fachgenossen zu zeigen, ein wie grosses Feld dem Fortschritt noch offen stehe, die unzeitgemässe Geheimnisskrämerei, wo sie noch besteht, durch das Licht der Aufklärung verscheuchen zu helfen: dies sei, hebt der Verfasser hervor, der leitende Gedanke gewesen, den er bei Verabfassung seines Werkchens vor Augen gehabt habe.

\*) Allgemein beschreibt die Stahlspitze die Figur eines cylindrischen Ringes gegen das Werkstück; diese Figur geht aber in eine Kugel über, sobald der Mittelpunkt *a* in die Rotationsaxe des Werkstücks fällt. Auf die genaue Einstellung des Punktes *a* muss deshalb sorgfältig geachtet werden.

Als Hauptsache stellt er auf, dass man durch Forschungen, Beobachtungen und Versuche sich einer vollständigen Kenntniss der verschiedenen zur Verspinnbarkeit des Wollhaares beitragenden Eigenschaften desselben immer mehr und mehr nähern müsse und wie dieses Streben im Verein mit den Fortschritten der Technik schon bis jetzt zu schätzbaren Resultaten geführt habe, so würde dies für die Zukunft in noch höherem Grade zu erwarten sein. Vor 50 bis 60 Jahren habe wollenes Garn (einfach) von 30,000 Meter per Kilo zu den Seltenheiten gehört, und nur erst seit einigen Jahrzehnten habe man gelernt, aus so feinem Garn Gewebe darzustellen; heut zu Tage hingegen fabrizire man Garn von 60,000 Meter per Kilo und noch feinere und zwar von schönerer und haltbarer Qualität als jenes und fabrizire daraus die feinsten Stoffe mit der grössten Korrektheit und Sicherheit. Sei man nur erst durch gründliche und umfassende Kenntniss des Wollfadens, sowohl im Zustand der Natur, wie nach seiner vorbereitenden Behandlung für die Spinnerei, auf den Kulminationspunkt der Spinnbarkeit der verschiedenen Wollsorten angelangt, habe man diesen Kulminationspunkt erkannt und theoretisch festgestellt, dann werde es auch in praktischer Beziehung nicht an den zweckdienlichen Maschinen fehlen, mittelst deren man im Stande sei, das höchstmögliche feine Gespinnst zu erzeugen.

Es geht nun der Verfasser zur Beschreibung der einzelnen Eigenschaften der Schafwolle, gleichviel ob sie nur als Merkmale oder als wirkliche Factoren, nach denen sich jeweilig die Spinnbarkeit gewisser Sorten annähernd berechnen lässt, zu betrachten sind, über, und stellt sie unter folgende Rubriken zusammen:

- 1) Die Form des Haares (der Bau des Stapels).
- 2) Die Dimensionen desselben.
- 3) Die Elastizität und deren Merkmale.  
(Weichheit, Tragkraft und Dehnbarkeit des Haares.)
- 4) Die spezifische Leichtigkeit der betreffenden Wollgattung.  
(Eine Folge der eben genannten Eigenschaft.)
- 5) Die Krumpfkraft in Verbindung mit der Filzfähigkeit der betreffenden Sorte.

Was zunächst die Rubriken 1 und 2 anlangt, so enthalten sie nicht nur für den Spinner, sondern für jeden Industriellen Mittheilung von Interesse; wir lassen sie deshalb ihrem Wortlaut nach hier folgen.

#### Die Form des Wollhaares.

»Die mikroskopische Untersuchung eines gerade gestreckten Wollhaares ergibt, dass dasselbe ein mit Schuppen bedeckter Cylinder, also ein für sich abgeschlossener Körper ist, der aus zwei Hauptsubstanzen besteht, nämlich dem Mark des Haares und der Hornsubstanz, welche letztere sich aus dem Mark des Haares derart entwickelt, dass sie sich dem Auge in Form von Schuppen darstellt.

Man kann mit unbewaffnetem Auge allerdings diese Formen nicht wahrnehmen, wohl aber macht sich deren Vorhandensein bemerklich, wenn man ein gerade gestrecktes Wollhaar in der Richtung von der Haarwurzel nach dem Haaresende durch die Finger zieht und dann diese

Manipulation in entgegengesetzter Weise versucht. Im ersten Falle wird das in den Fingerspitzen verursachte Gefühl ein zarteres sein, ja es wird sich das Haar sehr glatt anfühlen, während man im zweiten Fall eine gegen-theilige Empfindung haben wird; letztere deutet demnach das Vorhandensein der Schuppen an, die sich auf der Haaresoberfläche zeigen. Die Schuppen und ihre Auszackungen sind bei verschiedenen Wollgattungen oft sogar bei gleicher Feinheit verschieden, in Form sowohl, als auch in ihren Wirkungen. Je weniger spröde diese Schuppen sich anfühlen, desto bessere Eigenschaften hat das Haar auch sonst. Von grösserer Wichtigkeit jedoch ist die Beschaffenheit der Quelle dieser Schuppen, nämlich die Dünnflüssigkeit und der qualitative Gehalt des Markes, das sich in der Haarröhre befindet. Kennt man auch keine direkten analytischen Vergleichen des Markgehaltes verschiedener Wollen, so lässt sich das Vorhandensein und der Gehalt des Markes an gewissen Erscheinungen und Merkmalen erkennen, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Lässt man ein gerade gestrecktes Wollhaar in seine natürliche Form wieder zurückgehen, so erscheint dasselbe als eine krumme Linie, in der sich gleichförmige, meistens gleichgrosse Bogen (Kräuselungen genannt) regelmässig folgen; diese Kräuselungsbogen, welche das Wollhaar beschreibt, sind das augenscheinliche Merkmal der Contractionskraft desselben, wie andererseits die Schuppen das Aneinanderkletten und Aneinanderfügen der einzelnen Haare zum Stapel veranlassen, sofern dazu eine entsprechend dichtbesetzte Kräuselung tritt.

Je feiner ein Wollhaar ist, desto mehr Kräuselungsbögen kann dasselbe auf seine vollkommene Länge sowohl, als auch auf eine bestimmte Länge haben. Man kann auf einen Centimeter Stapelhöhe bis zu 25, auf die ganze Haareslänge über 50 solcher Kräuselungsbogen abzählen, wie es auch Wollsorten gibt, wo die Kräuselungen ganz verschwinden.

#### Die Dimensionen des Wollhaares.

Bei gesunden, vollkommenen (treuen) Wollhaaren schwanken die Dimensionen zwischen 44 und 300 Millimetres in der ausgestreckten Länge, sowie  $\frac{1}{85}$  und  $\frac{1}{13}$  Millimetre in der Dicke. Kürzere sowohl, als auch längere Wollhaare, ebenso dünnere und dickere Haare können bei Erörterung der Spinnbarkeit treuer, gesunder, vollkommen ausgebildeter Wollsorten nicht berücksichtigt werden. Doch sei erwähnt, dass es Wollen gibt, welche sogar dünner als  $\frac{1}{100}$  Millimetre und solche, welche dicker als  $\frac{1}{13}$  Millimetre sind, ebenso können auch die Dimensionen in der Länge geringer oder bedeutender sein, als angegeben ist. Uebrigens kommen diese Abweichungen mehr in abnormalem Zustand oder in Nebensorten vor. Das Minimum der spinnbaren Länge ist bei feinsten Wollen zu etwa 4, bei grösster zu ungefähr 40 Millimetres anzunehmen.

Hat man auch schon mehrfach versucht, eine allgemein gültige Norm zum Bestimmen der Feinheit, beziehungsweise des Spinnbarkeitsgrades, der verschiedenen Wollen aufzustellen, so ist es bisher noch nicht gelungen, eine

allgemeine acceptable Form dafür aufzufinden. Lokales Angebot oder Vorhandensein einerseits und Nachfrage oder Bedürfniss andererseits veranlassen Veränderungen. Abweichungen von den je angenommenen Regeln, je nachdem man mehr ein weiches vollhaariges Produkt oder mehr eine dünne, glatte, weniger weiche, aber zähere Waare verlangt.

Das Zugrundelegen einer gewissen Anzahl Kräuselungsbogen auf ein bestimmtes Mass der Stapelhöhe ist insofern weder für Bestimmung von Feinheit, noch für Spinnbarkeit des betreffenden Haares massgebend, als es feine Wolle gibt, welche kaum angedeutete Kräuselungsbogen haben. Misst man derartige Wollen auf ein bestimmtes Mass der Stapelhöhe ab, so findet man, dass sie weniger Kräuselungsbogen auf dieselbe Höhe haben, als andere gleichfeine mit derselben Kräuselungsbogenanzahl auf die gleiche Haarlänge. Die Anzahl Kräuselungsbogen auf die ganze Länge (also nicht Höhe des Stapels) eines Wollhaares abgezählt, ist demnach der Richtigkeit näher.

Neben der relativen Höhe und Dichtheit der Kräuselungsbogen, ihrer Anzahl auf die ganze Haarlänge, neben dem kleinen Durchmesser des Haarröhrchens (des Haarcylinders), und der relativ in Rücksicht auf den kleinen Haaredurchmesser bedeutenden Länge einer Wollsorte, kommt nun bei Bestimmung der Spinnbarkeit derselben insbesondere ihre Elastizität in Betracht.

In dem hierauf folgenden Abschnitt gibt nun der Verfasser zunächst eine Erläuterung des Begriffes »Elastizität des Wollhaares« und schliesst daran die Bemerkung, dass diese Eigenschaft bei feineren Wollen in höherem Grade als bei groben gefunden werde. Die hierdurch bedingte grössere Spinnbarkeit der ersteren Wollen verursache aber namentlich beim Streichprozess erhebliche Schwierigkeiten und wie einerseits die Verspinnung derartiger Wollen zu hochfeinen Fäden die schonendste Behandlung erfordere, so mache doch andererseits die zu spinnende hochfeine Qualität auch wieder eine haarscharfe Behandlung solcher Wollen zur Aufgabe, wenn das Mögliche, soweit die Natur des Haares es zulässt, erreicht werden solle. Hierzu fehle aber den Spinnern nicht selten die Geschicklichkeit und den aufgestellten Streichmaschinen die erforderliche Vollkommenheit der Construction.

Als spezielle Merkmale der Elastizität der Wollhaare werden die Weichheit, Tragkraft und Dehnbarkeit bezeichnet. Die Weichheit äussert sich nach Angabe des Verfassers nicht nur in dem eigenthümlichen Angriff des Wollhaares zwischen den Fingern, sondern mehr noch darin, dass man das Zusammendrücken der Wolle nur allmählig mit Erfolg und schliesslich mit bedeutender Verminderung der ursprünglichen Dimensionen zu Stande bringen kann, dergleichen auch darin, dass wenn dieselbe Probe von dem Drucke befreit ist, sie nun allmählig zu ihrem früheren Volumen wieder anschwillt. Wollen sind um so weicher, je dünner die Haarwände, von je weniger hornartiger Beschaffenheit sie sind, je gehaltvoller und dünnflüssiger das Mark ist; eine solche Wolle, wenn

Polyt. Zeitschrift. Bd. XIII.

auch die Haare von bedeutenderem Umfange sind, fühlt sich sowohl im Rohstoff, wie auch im Fabrikat bedeutend weicher und sanfter an, als es bei marklosen Wollen oder solchen mit harzigem Marke und erhärteten Haarwänden, selbst bei kleinerem Durchmesser des Haares der Fall ist. Hieraus ergibt sich, dass man unter Umständen auch aus einer dickeren und insofern weniger feinen Wolle eine werthvollere Waare darstellen kann, als aus einer feinen aber marklosen, von welcher Beschaffenheit in hervorragendem Grade nicht selten gewisse Kapwollen sind.

An diese Auseinandersetzungen schliessen sich weiter recht praktische Erörterungen über die Tragkraft, Dehnbarkeit und spezifische Schwere der Wollen an, worauf dann eine ausführlichere Besprechung zweier sehr wichtigen fernerweiteren Eigenschaften derselben, nämlich der Krumpfkraft und Filzfähigkeit folgt.

Nachdem der Verfasser in diesem Abschnitt zunächst gezeigt, wie man auch an bereits getragenen wollenen Kleidungsstücken zu erkennen vermöge, in welchem Grade das Rohmaterial die genannten Eigenschaften besessen habe, geht er weiter und zwar auf den Nachweis über, wie der Grad der Filzfähigkeit einer Wolle sich bemessen lässt, nämlich nach der Festigkeit, mit welcher sich die Haare, selbst in kleinerer Anzahl auf den Durchschnitt des Fadens abgezählt, an einander anschliessen, woraus er dann die an sich richtige Folgerung zieht, dass aus solcher Wolle ein festerer Faden gesponnen werden kann, als aus solcher, deren Haare diese Eigenschaft in gleich hohem Grade nicht besitzt, die also minder filzfähig ist. Als sehr filzfähige Wollen bezeichnet er die von jüngeren Thieren mit lebhaftem Stoffwechsel und hoher Blutwärme, und die von veredelten, gut gepflegten und gut gefütterten Rassen; die Haarröhrchen sind dünnwandig, weich anfühlig und das Mark dünnflüssig und gut geartet.

Indess — fährt der Verfasser fort — kann das Filzen der Wolle schon auf dem Körper des Schafes selbst vorkommen, sodann bei der Fabrikwasche oder durch die Behandlung in der Färberei.

Diejenigen Körpertheile des Schafes, welche bei erhöhter Schweissentwicklung gleichzeitig den Wechselwirkungen der Temperatur und dabei noch der Reibung preisgegeben sind, werden stets eine angefilzte Wolle liefern. Es ist dies bei den Kopfharen des Schafes am besten bemerkbar, noch mehr aber macht sich das Filzen bei solchen Thieren bemerklich, die in Folge unrichtiger Behandlung und dadurch provozirter Krankheit allmählig einen Pelz bekommen, der zu einem Ganzen zusammengefilzt ist. Derartige Wolle ist dann auch brüchig, mürbe, kraftlos, entbehrt der Elastizität, der spezifischen Leichtigkeit und ziemlich aller andern guten, zur Spinnbarkeit nöthigen und wünschenswerthen Eigenschaften. Diese Art von Verfilzung der Wolle ist übrigens sofort erkennbar. Schwieriger zu erkennen ist die alterirte Filzfähigkeit einer Wolle in Folge unrichtiger Behandlung in der Fabrikwasche oder Färberei. Hat das Filzen durch derartige Misshandlung einen namhaften Grad erreicht, so fühlt sich die betreffende Wolle härter an, auch ist deren ursprüngliche Stapelform weniger mehr zu erkennen, als bei richtig



behandelter Wolle. Während eine solche keinen Ton in Folge des Auseinanderziehens wahrnehmen lässt, ist bei angefilzter Wolle stets ein gewisses Rauschen, das die Erhärtung der Hornsubstanz wohl veranlassen mag, zu vernehmen. Der Leichtsinne, mit dem man in einem grossen Theil der Fabrikationsbezirke über diesen Mangel weggeht, ja das Versäumen genauer Beobachtung und Behandlung, gerade bei zarten, leichter alterirbaren Wollsorten ist die Ursache, warum man die schönsten und geeignetsten Wollen, so oft und so viel sie verarbeitet werden, doch nicht auf die höchst mögliche Feinheit im Faden bringt und ebenso wenig zu wirklich feinen Fabrikaten umzuwandeln versteht, wie es in den wenigen Etablissements gelingt, die, ihren Leistungen nach zu schliessen, von scharfblickenden, geschickteren, ja mit ausgebildeterem Tastsinn begabten Leuten geleitet und bedient sind. Daher kann auch überall da, wo man die qualitative Tüchtigkeit seiner technischen Kräfte in dieser Richtung schätzt und werth hält, erkennt, benützt, bezahlt und zu konserviren weiss, ein qualitativ besseres und schöneres, ja ein zweckentsprechendes und vollkommenes Produkt erzielt werden, ohne dass man theurere oder bessere Einrichtungen, als die Konkurrenz besitzt, nöthig hat.

Schliesslich bemerkt noch der Verfasser, dass Wolle, deren Filzfähigkeit auf die oben erwähnte Weise alterirt worden ist, sich leichter streichen, ja zu einem recht glatten Faden sich verspinnen lässt, wenn sie nur gut geöffnet worden ist. Doch, sagt er weiter, würde es ganz falsch sein, wollte man daraus schliessen, dass diese wenig mehr filzfähige Wolle einen bedeutenderen Spinnbarkeitsgrad hätte, als eine vollkommen gesunde Wolle; denn wenn auch erstere im hervorragenden Grade die Fähigkeit besitze, sich zu verfilzen, da die schuppenartigen Auszackungen, die auf ihren Haaren vorhanden sind, dies befördern, so fehle doch den Haaren die innere Befähigung, um auch fest an und auf einander zu halten, eine Eigenschaft, die ihren Grund in dem elektrischen Verhalten der Haare habe, und das man nur bei gesunden Wollen antreffe.

Auf diese Betrachtungen folgt die Bemerkung, dass bis jetzt durch die Theorie noch kein sicherer Anhaltspunkt behufs der Feststellung des Filzfähigkeitsgrades einer Wolle gewonnen sei, dass der Filzfähigkeitsgrad, mit der Dehnbarkeit und der Struktur der Kräuselungsbogen Hand in Hand gehe, und dass man demgemäss von der Struktur der letzteren auf die Filzfähigkeit einer Wolle nur einen Schluss machen könne, vorausgesetzt, dass es sich um Wollsorten von ausgewachsenen Schafen handle. Bei Wollen von Lämmern und Jährlingen sei vorzugsweise die Dehnbarkeit des Haares in Betracht zu ziehen, da die Entwicklung der Kräuselungsbogen noch nicht hinreichend vorgeschritten sei. In einer sich hieran anreihenden Tabelle finden sich die unter den Bezeichnungen, Feinste, Hochfein, Fein, Mittelfein, Mittel, Geringmittel, Gering, Grob, Gröbste bekannten Wollen nach ihren hauptsächlichsten Eigenschaften klassifizirt, mit Ausschluss der Wollen von tadelhafter Struktur; dann stellt der Verfasser einige aus seinen Beobachtungen und Erfahrungen sich

folgernde theoretische Sätze bezüglich der Darstellung von gesponnenen Wollfaden auf, fügt erläuternde praktische Beispiele bei und schliesst sein Werkchen mit einer tabellarischen Aufstellung der Resultate, die sich aus der gewonnenen Theorie und Praxis ableiten. —

Es sei hiedurch den betreffenden Industriellen die kleine Schrift zur Beachtung angelegentlich empfohlen.

(Illust. G. Z.)

### Mittheilungen über die Lamb'sche Strick-Maschine.

Von J. C. Ackermann.

Die vor einigen Jahren von Georg Crespel zu Bocken-heim bei Frankfurt a. M. erfundene Strickmaschine arbeitete mit 84 Nadeln, welche in einer Scheibe nach innen im Kreise steckten und sich durch Drehen der Scheibe öffneten, um die Maschen aufzunehmen und wieder fallen zu lassen. Sie hat, wiewohl ihre sinnreiche Konstruktion einfach genug war, dennoch keinen durchgreifenden Erfolg gehabt. Die hierauf folgende Strickmaschine von Dalton in Amerika war ebenfalls ein Rundstuhl, nur mit dem Unterschiede, dass hier die fertige Arbeit über die Maschine hinweg ging, während bei der Crespel'schen Maschine die Arbeit in der Mitte derselben nach unten gezogen wurde. Ebenso waren auch die Nadeln anders konstruirt, indem sie einen einfachen Haken bildeten, welcher seltener einer Reparatur unterlag, als die Crespel'schen Häkchen mit ihren beweglichen, löffelförmlichen Klappen.

Wie es scheint, scheiterte die Verbreitung beider Maschinen weniger an den ihnen noch anhaftenden Mängeln hinsichtlich des enger und weiter Strickens, d. h. mit verschiedener Maschenzahl, als an dem gänzlichen Mangel an mechanischer Kenntniss in der Behandlung derselben; da hier ebenso, wie bei der Nähmaschine das Nähen, nicht sowohl das Stricken, als vielmehr das Wissen und Ergründen eines Fehlers an der Maschine die Hauptsache ist.

Die Lamb'sche Strickmaschine nun, welche erst in neuerer Zeit in den technischen Artikeln der Tagespresse erwähnt wurde, ist einfacher konstruirt als die vorbenannten; doch wird ihre Leistungsfähigkeit übertrieben, denn die damit in einem Tage zu strickenden 36 Paar Strümpfe (wie in der kolportirten Reklame angegeben wird) können wohl kaum mehr als Puppenstrümpfe sein.

Die Lamb'sche Strickmaschine ist nicht rund, sondern langgestreckt; sie arbeitet auf beiden Seiten zugleich mit Nadeln, welche wie jene bei der Crespel'schen Maschine konstruirt sind, nur mit dem Unterschiede, dass hier zwei Reihen solcher Nadeln, und zwar 48 auf jeder Seite, sich geradlinig gegenüberstehen und von einem auf- und abgehenden Fadenführer in Bewegung gesetzt werden. Ferner hat dieselbe vor den bisherigen Maschinen den Vortheil, dass man die kleinste Gattung von Strümpfen, ja, wie gesagt, Puppenstrümpfe auf derselben erzeugen kann. Ebenso ist hier das Auf- und Abnehmen, sowie das Fersenstricken ermöglicht, wobei jedoch nach Beendigung des Strickens noch Jemand zur Hand sein muss, um die

Ferse zu vollenden; da sonst der Fersentheil leicht wieder auftrennt, so wie jener, mit dem er verbunden werden soll, was nur mit grosser Mühe wieder auszubessern sein würde.

Nach den von uns angestellten Versuchen ist die Lamb'sche Maschine nur zur Stickerei mit Schafwolle zu verwenden, und es ist eine falsche Behauptung, dass man darauf auch Zwirn- und Baumwollstrümpfe erzeugen könne. Die Arbeit mit letzterem Materiale zeigt zu wenig Dichtigkeit und gleicht mehr einem Netzwerk. Wenn auch angegeben wird, dass man vermittelst der Stellschraube fester oder lockerer stricken kann, so geschieht dies bei der Schwierigkeit, welche durch das enge Stricken erwächst, nur auf die Gefahr hin, dass die Maschen öfters übersprungen werden, d. h. ausbleiben. Bei Verwendung von Schafwolle macht sich diese Schwierigkeit weniger fühlbar, aber auch hier werden Strümpfe für einigermassen starke Personen, wenn auch mit allen Nadeln der Maschine gestrickt, nicht die erforderliche Weite besitzen. Man wird also, um diesen Uebelstand zu beseitigen, mehr Nadeln in Anwendung bringen, also auch die Maschine etwas grösser konstruiren müssen. Wir müssen gerechter Weise auch bezeugen, dass sich bei der leichten Verschiebung der einzelnen Nadeln verschiedene hübsche Muster stricken lassen. Für den Familiengebrauch ist sie bis jetzt noch nicht verwendbar, doch bei genügender Verbesserung dürfte dieselbe eine annähernde Verbreitung wie die Nähmaschine finden.

(Mittheil. des niederöstr. G.-V.)

### Verwendung von Espartogras zur Papierfabrication.

Von Otto Kriegl.

»The engineer« vom 13. Dezember 1867 bringt in seinem Berichte über die Versammlung des irländischen Civil-Ingenieur-Vereins zu Dublin vom 11. Dezember 1867 einige interessante Notizen über Papierfabrikation, woraus wir das Folgende entnehmen:

Bekanntlich verarbeiten die englischen Papierfabriken gegenwärtig grosse Quantitäten von Espartogras, welches in Spanien, Algier etc. wild wächst und zu billigen Preisen nach England importirt wird. Aus Espartogras kann aber nur durch Behandlung mit sehr starken kaustischen Lauge ein reiner brauchbarer Faserstoff gewonnen werden; 100 Pfd. Esparto, mit 16 bis 25 Pfd. kaustischer Soda 8 oder 9 Stunden lang unter einem Dampfdruck von 80 Pfd. pro Quadratzoll (5,6 Kilogramm. pro Quadratcentimeter) gekocht, ergeben schliesslich 40 bis 50 Pfd. reinen Faserstoff. Die abfliessende Lauge ist schwarz von den aufgetretenen organischen Bestandtheilen. Es lässt sich leicht lenken, dass diese Flüssigkeit bei dem grossen Alkaligehalt mehr als alle anderen Abfallstoffe der Papierfabriken das Wasser der Flüsse verderben und die Fische darin tödten muss, was natürlich zu Beschwerden Veranlassung giebt. Aus diesen Gründen hat man versucht, die aus dem Kochfass ablaufende schwarze Lauge zu sammeln, einzudampfen und den festen Rückstand in einem Flamm-

ofen einzusichern, wodurch man die Soda wiedergewann. Das Verfahren scheiterte jedoch an der Kostspieligkeit. Ein Ton (= 20 Ctr.) Esparto oder Stroh erfordert 12,000 Gallonen (54,000 Liter) Wasser, um die Lauge richtig auszuwaschen, und ein solches Volumen Flüssigkeit brauchte zur Verdampfung nicht weniger als 5 Tons Kohlen (101,6 Ctr.), die einen Werth von 4 Pfd. St. (26 $\frac{2}{3}$  Thlr.) haben, und damit würde man 300 Pfd. Soda wiedergewinnen. Der Centner davon würde also allein an Brennmaterial 27 Sh. (9 Thlr.) erfordern, und es blieb somit nichts übrig, als die Lauge davon laufen zu lassen. Auf Beschwerde von Interessenten wegen Verunreinigung eines kleinen Flusses durch diese Lauge wurde dieserhalb durch richterliche Entscheidung die Papierfabrik der »Stowmarket Papermaking Company« in Suffolk geschlossen.

Dieser Fall ist nun Veranlassung dazu gewesen, eine Methode aufzufinden, wodurch die oben genannten Schwierigkeiten überwunden werden und die Eindampfung der schwarzen Lauge dennoch rentabel gemacht wird. Man ging davon aus, das Volumen der Lauge möglichst zu verringern und man versuchte den gekochten Faserstoff nicht wie bisher durch Auswaschen mit Wasser davon zu befreien, sondern durch Auspressen. Nachdem man erst mit hydraulischen Pressen vergebliche Versuche gemacht hatte, kam man zuletzt damit zum Ziele, dass man den nassen Stoff nacheinander zwischen drei Paar Presswalzen in Pappenform durchgehen liess. Man will auf diese Weise die Lauge bis auf 4 pCt. ohne Verdünnung wieder gewonnen haben. Das Volumen derselben beträgt dann nur 2000 Gallonen (9000 Liter) und das resultirende Sodaash kommt nur noch auf 6 Sh. (2 Thlr.) statt vorher 27 Sh. (9 Thlr.) pro Centner zu stehen. Mit diesem Verfahren hat die oben genannte Fabrik ihre Arbeit wieder aufnehmen können und arbeitet nun mit grösserem Gewinne als vorher, da sie ihre Soda immer und immer wieder gebrauchen kann.

(Z. d. Ver. d. Ing.)

### Ueber die Festigkeit des Papiere.

Von A. W. Schultz.

Jeder Papierfabrikant weiss, dass die leinene Faser ein festeres Papier giebt, als baumwollene, dass ungebleichter Stoff dem Papiere mehr Festigkeit verleiht, als durch die Bleiche schon angegriffener, dass ein Papier mit viel Thonerdegehalt nicht so fest sein kann, als Papier ohne Thonerde u. s. w.; wie gross aber der Einfluss dieser verschiedenen Fasern ist, darüber existiren bis jetzt nur wenige Versuche. Die einzigen mir bekannten sind von F. Exner, Lehrer an der Oberrealschule in Ellbogen, angestellt und schon im Jahre 1864 in einer kleinen Schrift: »Untersuchung der Eigenschaften des Papiere« veröffentlicht. Herr Exner ermittelte mit einem besonders dazu konstruirten Apparate für 50 verschiedene Sorten Papier das Gewicht, welches man an einen Streifen derselben hängen kann, bis dieser zerreisst. Aus diesem Gewichte  $P$  und dem Querschnitt  $q$  des gewählten Streifens lässt

sich dann der Modul der absoluten Festigkeit nach der Formel  $F = \frac{P}{q}$  berechnen. Es lässt sich aber aus diesen Zahlen ein Schluss auf die Festigkeit des untersuchten Papiers mit Sicherheit nicht machen, da, wie ich später zeigen werde, jedes mit der Maschine gefertigte Papier nach verschiedenen Richtungen hin eine ganz verschiedene absolute Festigkeit hat, aber Herr Exner die für seine Streifen gewählte Richtung nicht angiebt.

Es wird zwar überhaupt das Papier in der Regel nicht allein auf die so ermittelte absolute Festigkeit in Anspruch genommen, vielmehr beziehen sich die Anforderungen, die der Fabrikant an ein festes Papier stellt, auf eine aus absoluter, relativer u. s. w. zusammengesetzte Festigkeit. Da aber die absolute Festigkeit doch stets ein Theil derselben ist, das Papier auch in einzelnen Fällen, z. B. bei den in der Telegraphie zur Anwendung kommenden Morserollen, allein auf die absolute Festigkeit in Anspruch genommen wird, so ist eine nähere Kenntniss derselben, besonders der Einfluss der verschiedenen Rohmaterialien und Darstellungsweisen auf dieselbe auch für den Fabrikanten gleichwohl von grossem Interesse.

Diese Ueberzeugung veranlasste mich zu Versuchen, die ich mit einem viel einfacheren Apparat, als der, dessen sich Herr Exner bediente, welcher aber zu einem blossen Vergleiche verschiedener Papiere auch vollkommen genügte, angestellt habe. Ich legte den zu prüfenden, in der Regel 1 Zoll (26<sup>mm</sup>) breit gewählten Streifen Papier  $p$  um eine kleine hölzerne Rolle  $r$  welche an beiden Enden mit Knöpfen zum Aufhängen einer für die Gewichte  $P$  bestimmten Schale  $s$  versehen war. Die beiden Enden des Papierstreifens klemmte ich dann in ein  $1\frac{1}{4}$  Zoll (32<sup>mm</sup>) starkes kleines Brett  $b$ , welches zu dem Zwecke in der Mitte mit einem viereckigen Loche, in welches ein ebensolcher Holzklötz  $K$  hinein passte, versehen und an beiden Enden unterstützt war. Die Gewichte, mit welchen nun nach und nach die Schale beschwert wurde, wurden hierbei natürlich von den beiden nach oben gehenden Papierstreifen von jedem zur Hälfte getragen, oder es hätte schon die Hälfte der Gewichte, welche schliesslich den so belasteten Streifen Papier zerrissen, genügt, um einen einfachen Streifen von der gewählten Breite zu zerreißen.

Zunächst ist nun auf die Grösse der Gewichte  $P$ , ausser der Qualität der zum Papier gewählten Faser u. s. w., besonders der Querschnitt eines solchen Papierstreifens, das Produkt aus seiner Breite und Dicke von Einfluss. Um hierin für alle Versuche möglichste Gleichmässigkeit zu erzielen, wählte ich für die Streifen stets dieselbe Breite 1 Zoll (26<sup>mm</sup>), war also nur noch von dem anderen Faktor, der Dicke, abhängig. Diese lässt sich nur schwer und mit Hilfe besonderer Instrumente bemessen; ausserdem ist es eine Grösse, welche im Uebrigen für den Papierfabrikanten oder Konsumenten von gar keinem Interesse ist; vielmehr wird das Papier fabrizirt und verkauft nach einer, dieselbe Faser und dieselbe Pressung beim Glätten vorausgesetzt, der Dicke proportionalen Grösse, dem viel leichter zu ermittelnden Gewicht. Dieses

habe ich denn auch bei einem Vergleiche der verschiedenen untersuchten Papiere zu Grunde gelegt.

Ich komme nun zu den Resultaten der gemachten Versuche, und zunächst auf einen Unterschied zwischen geschöpftem und mit der Maschine gefertigtem Papier. Die Verfilzung der einzelnen Fasern geschieht bei dem geschöpften Papier nach allen Richtungen hin ganz gleichmässig, es ist also auch natürlich, dass ein geschöpftes Papier nach allen Richtungen hin gleiche Festigkeit hat. Nicht so ist es mit dem auf der Maschine gefertigten Papier. Hierbei lassen sich besonders zwei Richtungen unterscheiden: die Längsrichtung, nach welcher sich das Papier ausdehnt, und die Querrichtung, in welcher es zusammenschrumpft. Wenn schon dieser Unterschied auch auf eine verschiedene Festigkeit des Papiers nach diesen beiden Richtungen hin schliessen lässt, so ergibt sich das noch viel mehr aus folgender Betrachtung:

Wenn eine durch Verfilzung kleiner Fasern entstandene Masse wie das Papier, in irgend einem Punkte zerreisst, so muss dabei erstens die Adhäsion der in dem zerrissenen Querschnitte parallel zum Risse neben einander liegenden Fasern, und zweitens die Cohäsion der normal zum Risse liegenden Fasern, von welchen ja jede einzelne zerrissen oder doch ihrer ganzen Länge nach aus den übrigen Fasern herausgezogen werden muss, überwunden werden. Von diesen beiden zu überwindenden Kräften ist entschieden die Letztere die stärkere, und es müsste demnach jedes Papier nach der Richtung hin, in welcher die meisten Fasern ihrer Länge nach liegen, die grösste absolute Festigkeit haben. Das ist aber von den vorhin erwähnten beiden Richtungen des Maschinenpapiers mit der Längsrichtung der Fall, so dass ein geübtes Auge aus der Richtung der Fasern in einem beliebigen Stücke Papier auf die Richtung, in welcher dasselbe die Maschine passirte, schliessen kann. In der That beweisen denn auch die Versuche an sämtlichen verschiedenen Papiersorten, die ich in oben beschriebener Weise auf ihre Festigkeit prüfte, dass die absolute Festigkeit eines Papiers in der Längsrichtung nicht unbedeutend grösser ist, als in der Querrichtung. Wir wollen der Kürze wegen das Gewicht, bei welchem ein nach der Längsrichtung genommener Papierstreifen riss,  $P_1$ , dagegen dasjenige, bei welchem ein nach der Querrichtung genommener Streifen riss,  $P_q$  nennen; dabei sind dann alle in Folgendem angegebenen Werthe für  $P_1$  und  $P_q$  bei jeder einzelnen Papiersorte als Mittel von 6 bis 10 Versuchen erhalten worden. Bei 15 verschiedenen Papiersorten, welche ungefähr zu gleichen Theilen aus leinenen oder baumwollenen Fasern bestanden, welche beim Verbrennen durchschnittlich 6,3 pCt. Asche hinterliessen und ein durchschnittliches Gewicht von 5,0 Grm. pro Quadratfuss (50 Grm. pro Quadratmeter) hatten, ergab sich so im Durchschnitt  $P_1 = 18,50$  Pfd.;  $P_q = 12,04$  Pfd. Bei grauem Packpapier, 9,5 Grm. pro Quadratfuss (95 Grm. pro Quadratmeter) schwer und 13,7 pCt. Asche beim Verbrennen hinterlassend, war  $P_1 = 28,2$  Pfd.;  $P_q = 21,3$  Pfund. Bei Schrenzpapier, zum grössten Theile aus wollenen Fasern bestehend, 15,5 Grm. pro Quadratfuss (155 Grm. pro Quadratmeter) schwer und 1,8

pCt. Asche beim Verbrennen hinterlassend, war  $P_1 = 13,2$  Pfd.;  $P_q = 9,3$  Pfd. Bei Papier aus reinem Holzstoff, 6,0 Grm. pro Quadratfuss (60 Grm. pro Quadratmeter) schwer und 0,2 pCt. Asche beim Verbrennen hinterlassend, war  $P_1 = 23,4$  Pfd.;  $P_q = 16,3$  Pfd. Das Verhältniss der Festigkeit der Längsrichtung zu der der Querrichtung war also durchschnittlich 3 : 2.

Was den Einfluss des Glättens oder Satinirens auf die absolute Festigkeit des Papiers anbelangt, so hängt derselbe ab von dem Widerstande, welchen die Papierfaser gegen das Zerdrücken leistet, denn auf diese Art der Festigkeit wird ja das Papier beim Glätten in Anspruch genommen. So lange der Druck dabei nicht so gross ist, dass die Elastizitätsgrenze der einzelnen Fasern überschritten wird, werden die letzteren nur näher an einander gedrückt, ihre Adhäsion wird grösser und somit auch ihre absolute Festigkeit, wenn auch, eben der Vergrösserung der Adhäsion entsprechend, nicht bedeutend. Ein Papier (fein Druck-), ohne Zusatz von Holzmasse gefertigt, 3,8 Grm. pro Quadratfuss (38 Grm. pro Quadratmeter) schwer, beim Verbrennen 6,47 pCt. Asche hinterlassend, ergab ungeglättet  $P_1 = 13,6$  Pfd.;  $P_q = 8,6$  Pfd.; einmal geglättet  $P_1 = 13,7$  Pfd.;  $P_q = 8,6$  Pfd.; zweimal geglättet  $P_1 = 14,7$  Pfd.;  $P_q = 9,1$  Pfd. Bei einem anderen Papiere (fein Schreib-), ebenfalls ohne Holz und auch ohne Thonerdezusatz, 5,3 Grm. pro Quadratfuss (53 Grm. pro Quadratmeter) schwer, war ungeglättet  $P_1 = 20,5$  Pfd.;  $P_q = 14,5$  Pfd., dagegen geglättet  $P_1 = 22,0$  Pfd.;  $P_q = 15,4$  Pfd. Die Holzfaser scheint dagegen nicht grossen Widerstand gegen das Zerdrücken leisten zu können; die Elastizitätsgrenze wird dabei schon bei verhältnissmässig geringem Drucke überschritten, und dadurch die Faser selbst so angegriffen, dass auch die absolute Festigkeit des daraus gefertigten Papiers, trotz der vergrösserten Adhäsion, eine geringere wird. Das schon vorhin erwähnte Papier aus reinem Holze, bei welchem ungeglättet  $P_1 = 23,4$  Pfd.;  $P_q = 16,3$  Pfd. war, ergab hierfür, nachdem es geglättet war, nur ungefähr die Hälfte obiger Werthe, es war  $P_1 = 12,8$  Pfd.;  $P_q = 8,4$  Pfd. Bei einem Konzeptpapiere, zu dessen Masse ein Holzzusatz von  $33\frac{1}{3}$  pCt. genommen war, das 5,0 Grm. pro Quadratfuss (59 Grm. pro Quadratmeter) schwer war und 7,1 pCt. Asche beim Verbrennen hinterliess, war ungeglättet  $P_1 = 24,7$  Pfd.;  $P_q = 15,3$  Pfd.; geglättet  $P_1 = 20,0$  Pfd.;  $P_q = 14,1$  Pfd. So gross also auch die absolute Festigkeit des Papiers aus Holzstoff ist, so eignet sich doch der Letztere nicht zur Fabrikation von Papieren, welche stark geglättet werden müssen, oder welche sonst einen starken Druck auszuhalten haben.

Was schliesslich noch den Einfluss des Thonerdegehaltes eines Papiers auf dessen absolute Festigkeit anbelangt, so will ich zwei Versuche nicht unerwähnt lassen, die ich mit Papieren, welche sich nur durch ihren Gehalt an Thonerde von einander unterschieden, machen konnte. Bei dem einen, einem Druckpapiere, von 4,7 Grm. pro Quadratfuss (47 Grm. pro Quadratmeter) Gewicht, das beim Verbrennen 6 pCt. Asche hinterliess, war  $P_1 = 16,3$  Pfd.;  $P_q = 12,5$  Pfd.; dagegen ergab dasselbe Papier, als es nur mit etwas mehr Thonerdezusatz angefertigt war,

so dass es beim Verbrennen 10 pCt. Asche hinterliess,  $P_1 = 15,8$  Pfd.;  $P_q = 10,7$  Pfd. Das zweite war ein Konzeptpapier von 5,3 Grm. Gewicht pro Quadratfuss (53 Grm. pro Quadratmeter) und mit einem Holzzusatz von  $33\frac{1}{3}$  pCt. Bei demselben war ungeglättet bei 5,7 pCt. Aschenrückstand  $P_1 = 20,2$  Pfd.;  $P_q = 14,3$  Pfd.; dagegen geglättet bei 7,6 pCt. Aschenrückstand  $P_1 = 12,1$  Pfd.;  $P_q = 11,9$  Pfd. (Z. d. Ver. d. Ing.)

### Getreideschälmaschine von Henkel & Seck in Frankfurt a. M.

Taf. 19, Fig. 16 u. 17.

Bevor wir zur Beschreibung dieser Maschine übergehen, sei es erlaubt, eine kurze Recapitulation der Ansprüche vorzuschicken, welche man an gut gereinigtes und geschältes Getreide macht.

Unter sachgemässer Reinigung des Getreides verstehen wir die Entfernung aller derjenigen Theile, welche nachtheilig auf die Qualität und das Aussehen des resultirenden Mehles wirken. Hierzu gehören ausser den zufällig beigemengten mechanischen Unreinigkeiten, als kleine Steine, Stroh, Staub etc. etc.

- 1) das Bärtchen an dem einen Ende des Kornes;
- 2) die am entgegengesetzten Ende sitzende Keimspitze;
- 3) die kleinen Rippchen und Bläschen der obersten Haut, welche man beim Roggen und manchen Weizenarten leicht erkennt.

Diese Theile wirken aus dem Grunde nachtheilig auf die Qualität und Farbe des Mehles, weil sie beim ersten Angriffe der Steine zu ganz feinem Staube zerrieben werden, welcher, von gleicher Feinheit wie das Mehl selbst, mit diesem zusammen durchgebeutelt, und somit vollständig vermischt wird. Nimmt man von dem aus oben genannten Theilen herrührenden gelblichen Staube, wie er sich an den Wänden der Räume, wo Putzmaschinen stehen, findet, 1 Gewichtstheil und vermischt denselben mit 10 Gewichtstheilen des feinsten Mehles, so wird das Gemenge alle Eigenschaften des Schwarzmehles oder der niedrigsten Sorte zeigen, d. h. man verdirbt mit 1 Pfd. Staub 10 Pfd. des feinsten Mehles, würde also demgemäss für jedes Pfund vorher entfernten Staubes 10 Pfd. feines Mehl mehr erhalten. Die Wichtigkeit einer gründlichen Reinigung wäre somit zur Evidenz erwiesen, und bleibt uns nur noch der Nachweis übrig, wie gut geputzter Weizen beschaffen sein muss.

Wie bereits angedeutet, muss derselbe vollkommen rasirt, aller Staub, auch der im Einschnitte sitzende, soviel als möglich entfernt, und die feinen Rippchen der Oberhaut beseitigt sein; dabei dürfen aber die Körner nicht angegriffen und zerbrochen werden, auch darf die Schale nicht aufgerissen sein, sondern der Weizen muss wie polirt erscheinen und leicht durch die Finger rollen.

Von den vielen zu diesem Zwecke construirten Maschinen, deren einige hier kurze Erwähnung finden sollen, hat bis jetzt keine nur annähernd die gewünschten Resultate gegeben. Bei den namentlich in den letzten Jahren in Frankreich eingeführten Rubbern (Colonnen), welche

aus Cylindern von Reibeisenblech bestehen, ist ein guter Erfolg dadurch vereitelt worden, dass die Körner zu schnell durchfielen und nicht genug bearbeitet werden konnten. Selbst öfteres Aufschütten und die Aufstellung mehrerer Rubber in einer Mühle haben bis jetzt nur wenig Befriedigendes ergeben; so lange die Reibeisenbleche neu sind, werden viele Körner zu stark angegriffen, es entsteht dadurch nicht nur Verlust an Mehl, sondern die angegriffenen Körner liefern auch, wie die verletzte Schale sich leicht zu Staub zermahlt, schlechteres Mehl. Nützen sich dann die Reibeisenbleche ab, was erfahrungsmässig sehr schnell geschieht, so verlieren die Rubber allmählig ihre Wirkung, bis der Effect nach einigen Monaten auf ein Minimum herabsinkt. Der unangenehmste Punkt aber ist der, dass es nicht gelingt, die Bärtchen zu entfernen, welche zwischen ihren Haarröhrchen bedeutende Staubmassen bergen. Man fängt in Folge dessen wieder an, den so oft geschmähten Spitzgängen Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, und lässt den Weizen erst ein oder zwei Mal über Rubber gehen und zuletzt noch durch einen Spitzgang. Letztere greifen aber die Körner sehr stark an, und zwar hauptsächlich an den Köpfen, während sie andererseits den feinen Staub in den Einschnitten der Frucht vollständig unberührt lassen. Dass die Schale des Weizens, welche zum Theile aus Kieselerde besteht, eine baldige Abnutzung der Steine herbeiführt, ist eine allgemein bekannte Thatsache.

Den Gipfelpunkt einer vollkommenen Reinigung sah man seit länger Zeit in der Enthüllung der Getreide, d. h. der vollkommenen Entfernung der kieselerdigen Schale, welche bekanntlich aus vier dünnen Häutchen besteht; leider aber haben die vielen in dieser Richtung gemachten Experimente bis jetzt noch wenig nennenswerthe Resultate ergeben. Es leuchtet ein, dass die einer guten Enthüllung im Wege stehenden Schwierigkeiten entschieden noch bedeutender, als die der Reinigung sind.

Von den vielen Maschinen und Apparaten, welche seit Jahren für diesen Zweck construirt und ausgeführt worden sind, ist die den HHrn. Henckel & Seck patentirte Getreideschälmaschine wohl die einzige, welche die oben näher bezeichnete Aufgabe in befriedigender Weise löst. Wie hatten Gelegenheit, eine solche Maschine längere Zeit im Betriebe zu sehen, deren Erfolge zu beobachten und genauen Einblick in deren Construction zu erlangen, so dass wir jetzt durch freundliche Erlaubniss der HHrn. Patentinhaber in den Stand gesetzt sind, darüber nähere Mittheilungen machen zu können und die Aufmerksamkeit der Fachmänner auf dieselbe zu lenken. Dass diese Maschine so überraschende Resultate liefert, kommt daher, dass sie auf einem neuen, bisher noch nicht angewendeten sachgemässen Principe beruht. Es sind hier bei derselben nämlich nicht Schärfen, Frictionsapparate, oder überhaupt Theile der Maschine, welche die Arbeit des Schälens verrichten, sondern die Körner selbst, welche sich durch gegenseitige Reibung schälen und putzen, ähnlich wie man Ketten im Rollfasse, oder Diamanten mit Diamantstaub polirt. Die Maschine dient nur als Mittel, diese gegenseitige mehrere Minuten lange Reibung der Körner

in Vollzug zu bringen, und es erfolgt die Reibung ohne jeden anderen als den geringen aus der Centrifugalkraft und dem Gewichte der Körner resultirenden Druck, wodurch einerseits eine Erhitzung unmöglich wird, andererseits die Bearbeitung vollständig gleichmässig vor sich geht. Da alle Schärfen und dergl. an der Maschine vermieden sind, und zum Bearbeiten der alle Materialien angreifenden kieselerdigen Schalen diese selbst benutzt werden, so ist selbstverständlich niemals ein Nachschärfen irgend welcher Theile nöthig, und die Maschine arbeitet immer mit gleichem Erfolge. Ein Hauptvorthail derselben ist noch der, dass man nicht nur mittelst derselben nach Belieben entweder die Körner vollständig enthülsen, d. h. von allen Holzfaserhäuten, dem Bärtchen, Keimspitze und allem Schmutze und Staube befreien, sondern auch sachgemäss, d. h. so reinigen kann, wie dies am Eingange beschrieben worden. Wir können deshalb den Apparat nur als einen ausserordentlichen Fortschritt begrüßen und würden uns freuen, wenn diese kurze Darstellung zur Verbreitung desselben in den betreffenden Kreisen beitrüge.

Die Zeichnung Fig. 16 und 17 stellt die Maschine im Vertical- und Horizontaldurchschnitte dar. Dieselbe besteht aus einem cylindrischen Mantel *A*, in welchem eine Trommel rotirt. Letztere wird gebildet durch zwei auf der stehenden Welle *B* befestigten Sterne *C*, welche sechs Leisten *D, D...* tragen, die zur Befestigung der 11 Ringe *E, E...* und der vier Scheiben *F, F...* dienen. Die Arme der Sterne tragen sechs Windflügel *G, G...*, welche durch die ganze Höhe der Trommel gehend einen kräftigen Ventilator bilden. Hinter den Ringen ist ein Sieb *H* angebracht, welches den Zweck hat, das Zurückfallen einzelner Körner in die Maschine zu verhindern. Der Betrieb der Trommelachse erfolgt mittelst Fest- und Losscheibe und conischer Räder. Das Innere des cylindrischen Mantels ist zum Theile gerippt, wie im Horizontaldurchschnitte dargestellt, und nur an den Stellen platt, wo die Ringe laufen. Zwischen der Peripherie der Ringe und dem umschliessenden Mantel ist ringsherum ein Spielraum von 1 bis 1<sup>mm</sup>,<sub>5</sub> gelassen, so dass die Trommel im Cylinder frei rotiren kann. Ein Theil der Cylinderwandung wird durch das Sieb *O* gebildet; vor diesem ist ein Kasten *P* angebracht, welcher dazu bestimmt ist, die Holzfaserkleie aufzunehmen, welche von den Körnern abgeschält wird.

Durch die vorbeschriebene Anordnung bilden sich die fünfzehn Terrassen 1 bis 15, welche mittelst eines mit Canälen versehenen Schiebers *R* folgendermassen mit einander in Verbindung stehen. Die Terrassen 1 und 2 communiciren gemeinschaftlich mit der Terrasse 5. Die Terrassen 3 und 4 in gleicher Weise mit 6. Die Terrasse 5 mit 7, 6 mit 8, 7 mit 9, 8 mit 10; 9 und 10 wieder gemeinschaftlich mit 11, 11 mit 12, 12 mit 13, 13 mit 14 und 14 mit 15. Von der Terrasse 15 führt ein Ablaufrohr *Q* das fertig geschälte Getreide aus der Maschine. Der Communicationsschieber *R* ist mittelst der Schraube *S* regulirbar, so dass die Communicationscanäle je nach Erforderniss enger oder weiter gestellt werden können, wodurch der Schälprocess nach der Beschaffenheit des Getreides verzögert oder beschleunigt werden kann.



Die Getreidezuführung geschieht durch einen regulirbaren Centrifugalzubringer *T*. An das obere Ende der verticalen Welle sind zwei Teller *U*, *U*<sub>1</sub> festgekeilt, welche mit der Trommel rotiren. Dieselben sind von einem Gehäuse *V* umschlossen, welches an den oberen Cylinderdeckel concentrisch festgeschraubt ist. Der obere Teller *U* empfängt das Getreide direct aus dem Zubringrohr und streut es auf den zweiten Teller *U*<sub>1</sub>; dieser wirft dasselbe in die vier Canäle *W*, welche es den vier oberen Terrassen 1, 2, 3 und 4 zuführen\*). Nachdem die Maschine in Bewegung gesetzt ist, und die Peripheriegeschwindigkeit ca. 2500 Fuss (785<sup>m</sup>) pro Minute erreicht hat, wirkt die rotirende Trommel durch ihre Windflügel als kräftiger Ventilator und saugt sowohl von unten, als von oben durch die concentrischen Windöffnungen des Cylinderdeckels und Bodens Luft ein, welche durch das Sieb *O* ihren Ausgang nach der Kleienkammer *P* findet. Das Getreide gelangt durch den Centrifugalzubringer in oben beschriebener Weise in vier Strömen auf die oberen Terrassen 1, 2, 3 und 4, wo es die Centrifugalkraft gegen die innere Cylinderwand schleudert. Durch die vereinigte Wirkung der Centrifugalkraft, des Winddruckes, der rollenden Bewegung an der gerippten Cylinderwand und der Reibung der Körner gegen einander löst sich die Holzfaser successive von derselben ab. Beim jedesmaligen Vorbeigange an dem Siebe wird die abgelöste Schale

\*) Das Sieb *H* muss wohl an diesen beiden Stellen durchbrochen sein, damit die Körner von *W* aus dahin gelangen können.

D. R. (R. W.)

durch den hier austretenden Wind in die Kleienkammer gefördert. Die vier Getreideströme vereinigen sich nun durch die Communicationscanäle in zwei, passiren solchergestalt die drei Terrassenpaare 5 und 6, 7 und 8, 9 und 10, vereinigen sich auf der Terrasse 11 in einen einzigen Strom, und laufen dann über die Terrassen 12, 13, 14 und 15. In jeder Terrasse findet derselbe Vorgang statt, wie bei den vier Oberterrassen beschrieben. Von der Terrasse 15 verlassen die geschälten Körner die Maschine durch das Ablaufrohr *Q*.

Selbstverständlich lässt sich die Maschine auch in anderen, als in der Zeichnung angegebenen Dimensionen, mit mehr oder weniger Terrassen, sowie mit mehr oder weniger getheilten Getreideströmen, auch mit nur einem einzigen von Terrasse zu Terrasse durchlaufenden Getreidestrome ausführen. Ebenso kann statt des eisernen inneren gerippten Cylinders ein solcher aus anderem Materiale, Stein oder Holz, gerippt, glatt oder façonnirt angewendet werden, ohne das System der Maschine, resp. das Wesen der Erfindung, zu beeinträchtigen.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die hier beschriebene Maschine trocken geschält mit 2 Pfrdst. 12 Zollctr. pro Stunde, genetzt geschält stündlich 8 Zollctr. mit ca. 4 Pfrdst. liefert. Die kleinere Sorte von Maschinen, welche die HHrn. Patentinhaber bauen, liefert trocken geschält 6 Zollctr. mit einer, und genetzt geschält 4 Zollctr. stündlich mit ca. 2 Pfrdst. Die Maschine ist vorzugsweise für Weizen und Roggen bestimmt; es können daher auch nach einigen vorher zu besprechenden Abänderungen andere Getreidearten darauf verarbeitet werden.

(Z. d. Ver. d. Ing.)

## Chemisch-technische Mittheilungen.

### Allgemeine Bemerkungen über Fleischproduktion und Fleischverwerthung in der argentinischen Provinz Buenos Aires von Dr. J. Ch. Heusser und G. Claraz.

Häufig genug wird in den gegenwärtigen Zeiten auf einen Gegensatz hingewiesen, auf die hohen, für Arme fast unerschwinglichen Fleischpreise in Europa einerseits und auf die Werthlosigkeit des Fleisches in den Grasebenen Südamerikas andererseits, und bei den so vervollkommenen Verkehrsmitteln der Gegenwart möchten wohl viele in Europa geneigt sein, Nachrichten über den Werth des Fleisches in diesen Ländern für übertrieben klein zu halten. Eine auf Wahrheit gegründete Anschauung dieser Verhältnisse, sowie von der unvollkommenen Verwerthung der thierischen Produkte zu geben, ist Zweck dieser Zeilen.

Die Einführung der Pferde am Plata-Strom fällt beinahe mit der Eroberung des Landes zusammen; etwas

später, auf die Mitte des 16. Jahrhunderts fällt die Einführung von Kühen, Schafen und Ziegen. Pferde und Kühe fanden hier eine neue Heimath, verwilderten und pflanzten sich so ohne irgend welche Pflege des Menschen fort, und bildeten zahlreiche Heerden, die später entweder bloss der Haut wegen abgeschlachtet oder aber durch halbe Zähmung wieder dem Menschen unterworfen wurden. Noch vor wenig Jahren wurde in der laguna de los Padres, d. h. in einem heute zu den bevölkertsten Theilen der Provinz Buenos Aires gehörenden Camp, sogenannte hacienda alzada oder wildes Vieh in Menge geschlachtet, und der im Jahr 1865 erschienene codigo rural (landwirthschaftlicher Codex) dieser Provinz enthält die Bestimmung, dass jeder Grundbesitzer verpflichtet ist, innerhalb einer gewissen Zeit mit dem wilden Rindvieh und den wilden Pferden aufzuräumen. Das Schaf hat in der Verwilderung nicht fortleben können, sondern ist in diesem Zustande Beute der Raubthiere, namentlich der hiesigen Löwen und verwilderten Hunde geworden. Ziegen kommen in der Provinz Buenos Aires, auf