Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 16/17 (1882)
Heft: 5

Artikel: Die Bestimmung der Hauptpunkte eines Indicatordiagrammes
Autor: Fliegner, Albert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-10222

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: 12.07.2025

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

Ganz gleich spricht sich auch der Bericht der ständeräthlichen Commission (Herr Kappeler) aus, welche noch speciell betont: *„Die Cantone verlieren aber dabei nichts, sondern es wird lediglich die gelegentlich berührte Souveränetät der Eisenbahngesellschaften beseitigt und das allgemeine Landesrecht auch ihnen gegenüber zur Geltung gebracht.“*

Diese Sprache ist klar und beweist unwidersprechlich, dass durch das Eisenbahngesetz die Eisenbahnen und nicht die Cantone verlieren sollten, dass man nicht dem Bundesrathe discretionäre Befugnisse ertheilen und die Bahnen von der Gesetzgebung der Cantone, vom allgemeinen Recht befreien, sondern dieselben nur noch entschiedener als bisher unter letzteres stellen wollte.

Es schliesst dies nicht aus, dass der Bundesrath die Competenz habe, die Baupläne zu prüfen, nur hat er dabei nicht völlig freie Hand. Es ist seine Aufgabe, hierbei die öffentlichen „Interessen“ (im Gegensatze zu den Rechten und dem Rechte) gegen die Willkür der Eisenbahngesellschaften zu schützen, wie es der Art. 14 übrigens speciell anführt. Nach dem Gesetzestext und dessen Auffassung von Seite des Bundesrathes würden übrigens die weniger „wichtigen“ Hochbauten und kleinern Bauobjecte, für welche eine Plangenehmigung durch den Bundesrath nicht vorgesehen ist, immer noch den Baugesetzen der Cantone unterworfen sein; wie kann dann aber angenommen werden, dass die „grösseren Bauobjecte“ und die „wichtigeren Hochbauten“ nicht unter dem Recht stehen, dass für sie nur Willkür und Belieben gelten sollen?

Es gibt gegen die Auffassung des Bundesrathes auch gewichtige constitutionelle Bedenken. Hätte das Eisenbahngesetz Bestimmungen erhalten, welche mit dem Baugesetze eines Cantons im Widerspruche stünden, dann würde letzteres selbstverständlich wirkungslos, denn „Bundesrecht bricht cantonales Recht“, so lange aber solche Bestimmungen nicht existiren, kann nicht die blosse Möglichkeit, solche aufzustellen, das cantonale Gesetz zerstören; nur durch ein eidgenössisches Gesetz und nicht durch die Macht des Bundesrathes kann ein cantonales Gesetz aufgehoben werden. Das Recht soll gelten auch wenn es lästig wird oder dessen Anwendung das Mitleid mit wirklich oder angeblich nothleidenden Bahnen wachruft.

Unbegreiflich ist, wie der Bundesrath erklären kann, „es können für Bahnhofbauten nicht die gleichen feuerpolizeilichen Vorschriften gelten wie für andere Gebäude“; gegentheils sprechen alle Gründe dafür, dass hier diese feuerpolizeilichen Vorschriften noch strenger gehandhabt werden sollten, als bei Privatgebäuden. Wenn bis 1876 noch keine Reclamationen eingingen, so liegt der Grund einfach darin, weil vor diesem Zeitpunkt Niemand daran dachte, dass nun die cantonalen Baugesetze aufgehoben seien und weil die erstellten Bauten diesen cantonalen Baugesetzen entsprachen.

Hiermit stimmt auch die Praxis überein; die Eisenbahngesellschaften haben überall die cantonalen Baugesetze respectirt und die nöthigen Baubewilligungen eingeholt. Selbst die Centralbahn hat ihre Schritte in diesem Sinne beim Stadtrathe von Luzern gethan und „erst als die gesetzliche Unmöglichkeit der projectirten Baute sich ergab, verfiel man auf den Ausweg, über das Gesetz hinweg sich eine discretionäre Bewilligung ertheilen zu lassen.“

Auch der Bundesrath stand früher auf unserem Standpunkte; der § 3 der von ihm vorgeschlagenen sog. Normalconcession bestimmte, dass die Eisenbahnen den Gesetzen des Bundes und der Cantone unterstehen. Es ist endlich von Werth, dass *Rüttimann*, „der Anwalt der sog. Eisenbahnsouveränetät“ diese Bestimmung sogar als überflüssig und selbstverständlich bezeichnet.

Auch die Eisenbahngesetzgebungen fremder Länder bieten nirgends der Auffassung des Bundesrathes analoge Bestimmungen, nirgends sind die Bahnen von der Beobachtung der baupolizeilichen Vorschriften enthoben, nicht einmal in England, wo jede Bahn durch ein Specialgesetz in's Leben gerufen wird.

Aus Allem muss also geschlossen werden, dass der Bundesrath den Art. 14 des Bundesgesetzes unrichtig interpretirt und sich ohne Grund discretionäre Befugnisse zugeschrieben hat. „Ebenso wenig könnte der Bundesrath die Eisenbahnen von lästigen Bestimmungen des Nachbarrechts befreien. Es ist auch gut so. Ein festes, gleichmässiges Gesetz für Alle ist besser, als die freie Entscheidung einer administrativen Behörde von Fall zu Fall. Das Gesetz ist unparteiisch, weil es allgemein gilt. Discretionäre Befugnisse sind sehr geeignet, ihren Träger in den Ruf der Einseitigkeit und Parteilichkeit zu bringen. Ganz besonders nothwendig ist die Geltung des unbeugsamen Rechtes gegenüber jenen mächtigen Verbänden, welche das stete Bestreben haben, sich über das Gesetz hinwegzusetzen, wie die Eisenbahnen.“

So weit die Abhandlung des Herrn Dr. *Weibel*.

(Schluss folgt.)

Die Bestimmung der Hauptpunkte eines Indicatordiagrammes.

Von *Albert Fliegner*, Professor der theor. Maschinenlehre am eidg. Polytechnikum in Zürich.

(Mit einer Tafel.)

Bei der calorimetrischen Untersuchung einer Dampfmaschine ist es von Wichtigkeit, Anfang und Ende des Ein- oder Ausströmens des Dampfes möglichst genau bestimmen zu können, weil die in den einzelnen Perioden verrichteten Arbeiten von der Lage dieser Punkte abhängig sind. In manchen Fällen wird nun eine einfache Einschätzung an dem gezeichnet vorliegenden Indicatordiagramm hinreichende Genauigkeit ergeben; in anderen genügt das dagegen nicht mehr. Für solche Fälle muss man aus dem Indicatordiagramm eine andere Curve herzuleiten suchen, welche leicht eine Aenderung des Cylinderinhaltes zu erkennen gestattet. Und dazu empfiehlt sich eine Untersuchung der Aenderung der *specifischen Dampfmenge*. Dabei muss man allerdings, darf aber auch für gute Maschinen unbedenklich annehmen, dass, so lange die Ein- und Ausströmungsöffnungen geschlossen sind, also während der Expansions- und Compressionsperiode, das im Cylinder befindliche Mischungsgewicht je *constant* bleibt.

Es bezeichne nun:

F den Kolbenquerschnitt,
s den Abstand des Kolbens von demjenigen Ende seines Hubes, auf dessen Seite die Untersuchung vorgenommen wird,
s_0 die Länge des auf F reducirten schädlichen Raumes,
G das pro Hub in den Cylinder gelangende Mischungsgewicht,
G_0 das im schädlichen Raume zurückbleibende Mischungsgewicht,
x die specifische Dampfmenge der Mischung,
u den Ueberschuss des specifischen Volumens des Dampfes auf der Grenzcurve über
σ das specifische Volumen des Wassers.

Dann ist das angefüllte veränderliche Cylindervolumen während der Expansion:

$$(G + G_0)\,(x\,u + \sigma) = F\,(s + s_0), \qquad (1)$$

während der Compression:

$$G_0\,(x\,u + \sigma) = F\,(s + s_0). \qquad (2)$$

In diesen beiden Ausdrücken gehen alle Grössen auf principiell einfachem Wege unmittelbar zu bestimmen, mit Ausnahme von x und G_0. Der letztere Werth ist einer experimentellen Ermittelung überhaupt noch unzugänglich. Um aber x berechnen zu können, bin ich der gebräuchlichen Annahme gefolgt, dass am Ende der Compression im schädlichen Raume trockener gesättigter Dampf, also mit $x = 1$, enthalten sei. Mit einer anderen Annahme über G_0 erhält man allerdings auch andere Werthe von x, der Character der Curve aber, die sich ergibt, wenn man x in Function von s, oder vom Drucke p, aufträgt, ändert sich nicht wesentlich, da G_0 jedenfalls *constant* ist.

Dehnt man nun die Berechnung von x über die gesuchten Grenzen der Expansion oder Compression aus, aber unter Beibehaltung der constanten Werthe von $G + G_0$, beziehungsweise G_0, so hat man zu beiden Seiten der *Expansion* $G + G_0$ grösser eingeführt, als es wirklich ist; x muss sich also *kleiner* ergeben, als dem continuirlichen Verlaufe der dazwischen liegenden Curve entspricht. Ausserhalb der *Compression* ist umgekehrt mit constantem G_0 der Werth dieses Factors zu klein angenommen, x muss sich also *zu gross* ergeben. Die hierbei für x erhaltenen Curven zeigen nun verhältnissmässig so starke Krümmungen, dass sich die Punkte, bei denen die Constanz von $G + G_0$, beziehungsweise G_0, beginnt oder aufhört, auf ihnen viel sicherer bestimmen lassen, als aus dem Indicatordiagramm.

Um diese Methode an einem besonderen Beispiele zu veranschaulichen, habe ich in Fig. 1 und 2 die beiden Diagramme einer Compound-Ventil-Maschine mit den Curven der x zusammengestellt.

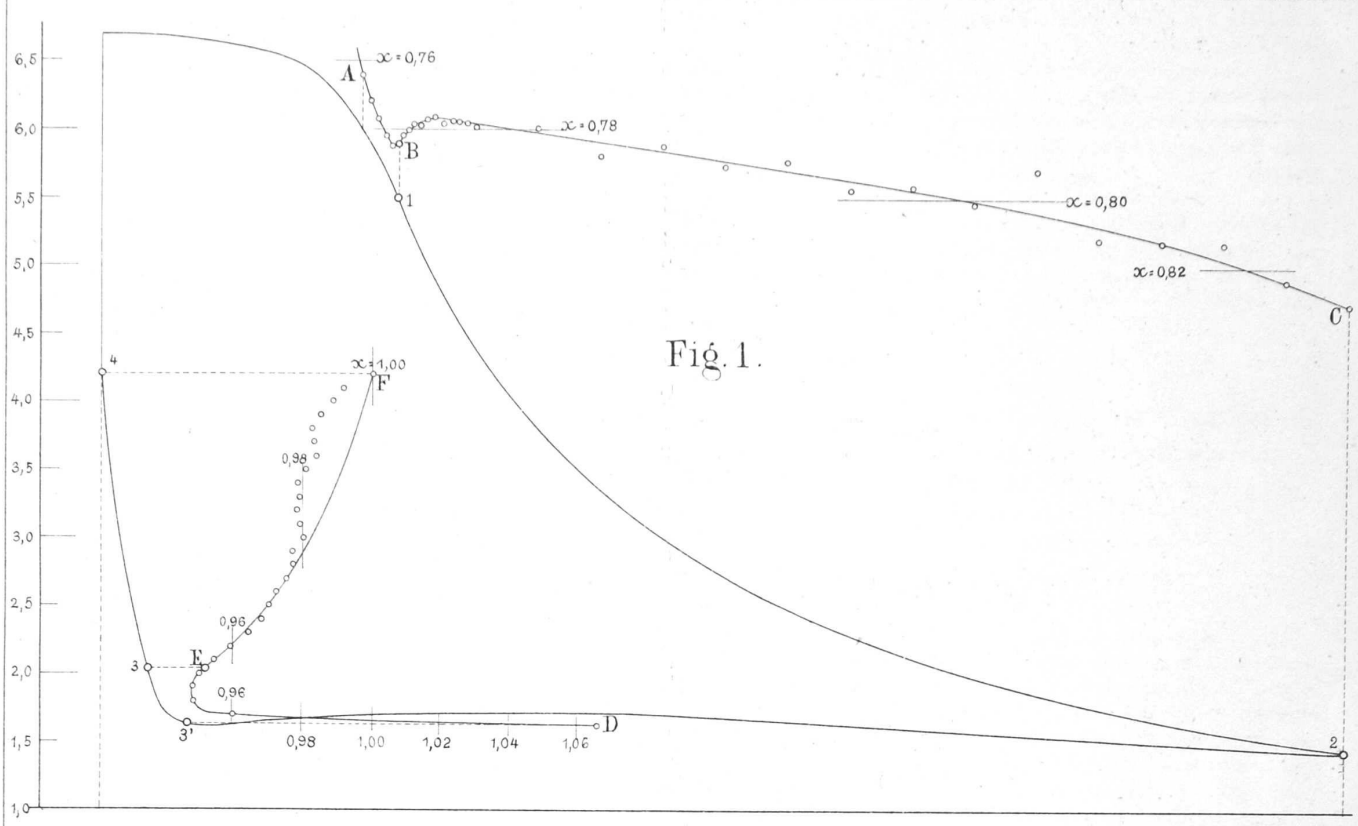

Fig. 1.

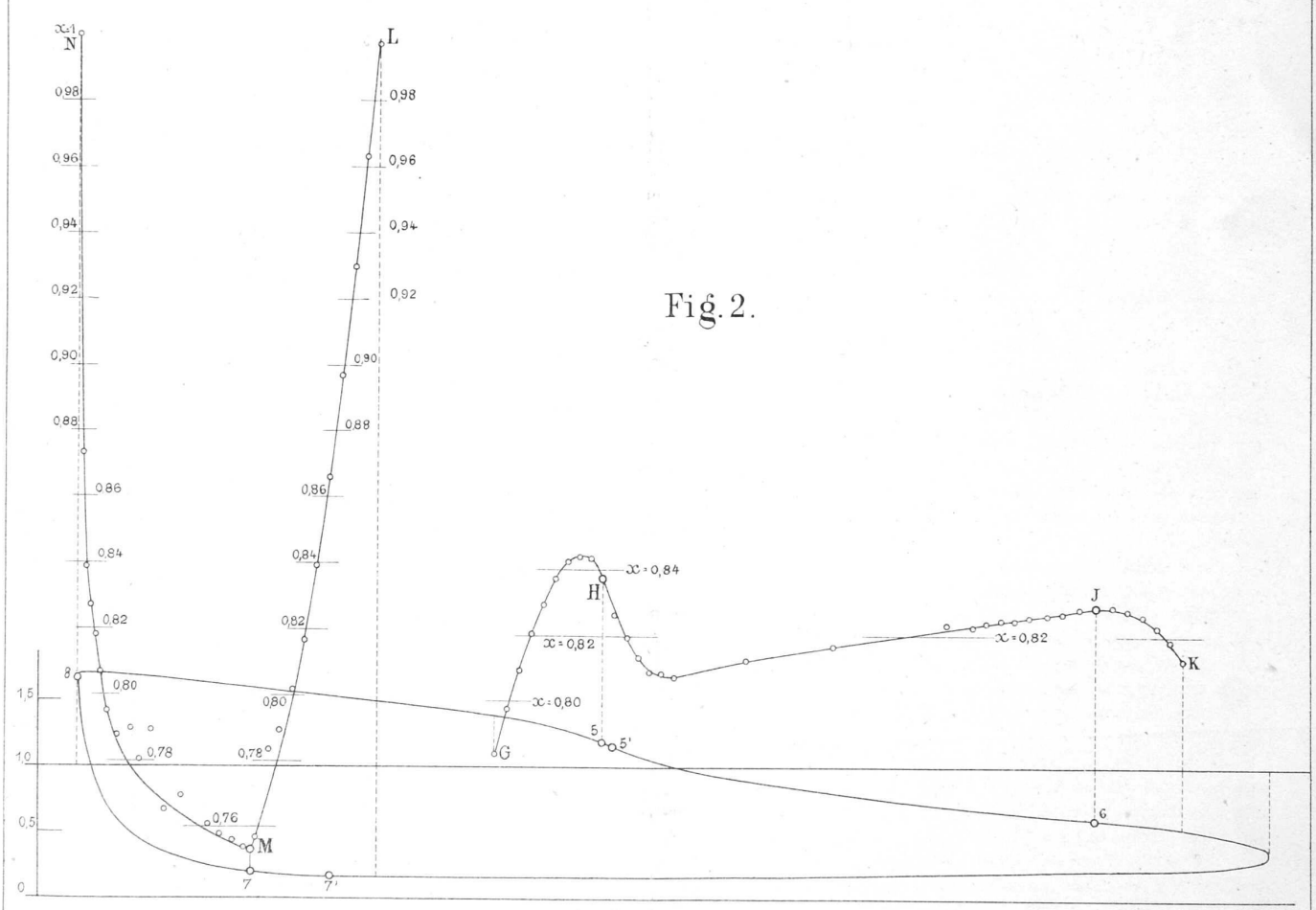

Fig. 2.

P. Bulzer aut.

Verlag Orell Füssli & Co.

Aut. Orell Füssli & Co.

Seite / page

leer / vide / blank

Die Diagramme sind der Mittheilung von Herrn Prof. *M. Schröter* in München, „Calorimetrische Untersuchung einer Compoundmaschine", Civilingenieur XXVII, 1881, Seite 13, entnommen. Sie beziehen sich auf den dort mit *a* bezeichneten Fall. Ich habe gerade ein Paar von diesen Diagrammen gewählt, weil ausführlichere Angaben über ihre Coordinaten vorliegen und weil die untersuchte Maschine verhältnissmässig stark comprimirt. Wenn die numerischen Werthe von x, wie sie sich aus meiner Zeichnung ergeben, theilweise mit den von Herrn Prof. *Schröter* angegebenen nicht genau übereinstimmen, so hat das seinen Grund darin, dass ich die Grösse u meiner Dampftabelle entnommen habe, die mit dem mechanischen Wärmeäquivalent 436 berechnet ist, während Hr. *Schröter* dafür 424 benutzt hat.

Es müssen nun die einzelnen Perioden getrennt besprochen werden.

1. Expansion im kleinen Cylinder. (Fig. 1.)

x in Function des Kolbenweges, und zwar mit Rücksicht auf den Platz nach *abwärts* zu, aufgetragen, hat die Punktreihe ergeben, durch welche nachher der Linienzug ABC eingezeichnet wurde. So lange noch Dampf einströmt, A bis B, steigt die Curve der x rasch, um bald nach sehr scharfer Umlenkung in B eine entgegengesetzte Krümmung anzunehmen. Während der eigentlichen Expansion findet dann zunächst eine geringe Condensation statt, weil die Cylinderwandungen anfangs noch kälter sind, als der im Cylinder befindliche Dampf. Den Beginn der Expansion habe ich dahin gelegt, wo die entschieden der Expansion angehörige, nach oben convexe Curve ihre Krümmung ändert. Es gab das Punkt B. Senkrecht darunter in *1* ist auf dem Diagramm der Anfang der Expansion zu suchen. Es ist das genau der von Herrn *Schröter* angegebene Punkt.

Bei Diagrammen mit schwächerer Füllung ist die Curve in dieser Gegend viel steiler, dann ist es besser, x horizontal in Function des Druckes p aufzutragen.

Der weitere Verlauf der Punktreihe der x zwischen B und C zeigt bald wieder eine Zunahme von x, weil der Dampf sich bei der Expansion abgekühlt hat und umgekehrt von den Wandungen Wärme aufnimmt. Die Punktreihe verläuft aber ziemlich unregelmässig, sie sieht stellenweise *staffelförmig* aus. Das kann verschiedene Gründe haben. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Aenderung von x wirklich ruckweise erfolgt. Es ist auch möglich, dass die Expansionscurve, die zur Bestimmung der Coordinaten diente, aus mehreren sich berührenden Curvenstücken, wie sie an Curvenlinealen vorkommen, zusammengesetzt ist; das hätte derartige Abweichungen zur Folge. Endlich können aber auch geringe Massenwirkungen des Indicators im Spiele sein. Nimmt man mit Rücksicht auf die übrigen Curven eine continuirliche Aenderung der specifischen Dampfmenge an und interpolirt daher die Curve der x continuirlich, so kann man rückwärts damit die Expansionscurve corrigiren. Dieselbe ändert sich dabei nur ganz unbedeutend.

Da die Werthe von x hier bis zum Ende des Kolbenhubes stetig wachsen, so muss die Expansionsperiode auch so weit, d. h. bis zum Punkte *2*, gerechnet werden. Der kleine Cylinder hat also kein Voröffnen für das Ausströmen, oder, wenn ein solches vorhanden ist, so ist es sehr klein und kommt im Diagramm nicht zur Erscheinung, weil die Maschine beim Beginn des Ueberströmens in den Receiver so gut wie gar keinen Spannungsabfall hat.

2. Compression im kleinen Cylinder. (Fig. 1.)

Die Werthe von x sind in Function des Druckes in horizontaler Richtung nach rechts aufgetragen und ergeben die an dem Linienzuge DEF liegenden Punkte. Vom Punkte D beginnend zeigt sich zunächst, in Folge der Aenderung des Cylinderinhaltes, eine sehr rasche Abnahme von x. Die Curve überschreitet dann ein Minimum, um bei Punkt E eine entgegengesetzte Krümmung anzunehmen. Dabei wächst x wieder stark, weil, wenigstens anfangs, die Compression jedenfalls mit Wärmemittheilung verbunden ist. Den Anfang der Compression würde ich also bei E, oder im Diagramm horizontal daneben in *3*, annehmen, während Herr Professor *Schröter* ihn, wie ich es anfangs auch für richtig hielt, nach *3'* legt, dahin, wo der Druck merklich zu steigen beginnt. Die hohe Lage des Punktes *3* hat ihren Grund jedenfalls in dem verhältnissmässig langsamen Absperren, da die benutzte Umdrehungszahl, im Mittel 71,29 in der Minute, für *Ventil*maschinen wohl schon etwas gross ist. Dafür spricht auch die starke Abrundung am Ende des Einströmens.

Den weiteren Verlauf der Curve EF habe ich mit gleichmässiger Krümmung eingezeichnet. Es sind aber von der Compressionscurve zu wenige Punkte gegeben, um dieselbe mit genügender Zuverlässigkeit interpoliren zu können, so dass auch die Curve der x dadurch unsicher wird. Es ist daher auch nicht ausgeschlossen, dass die letztere in genauerem Anschluss an die unmittelbar gefundenen Punkte bei einem Drucke von etwa 3,5 Atmosphären einen Wendepunkt besitzt, so dass x, nachdem es eine kurze Zeit nahezu constant war, weiterhin wieder zunimmt. Dann würde bei diesem Wendepunkte das *Voröffnen für das Einströmen* seinen Anfang nehmen.

3. Expansion im grossen Cylinder. (Fig. 2.)

Die Werthe von x sind wieder als Function des Kolbenweges vertical, aber nach aufwärts, aufgetragen. Die Curve verläuft anfänglich im Wesentlichen wie beim kleinen Cylinder: von G an zunächst ein Ansteigen, dann eine schärfere Krümmung, um bei H nach Ueberschreiten eines Wendepunktes eine entgegengesetzte Krümmung anzunehmen. Der Beginn der Expansion würde daher nach H, beziehungsweise *5* zu legen sein, während ihn Herr Prof. *Schröter* nur unbedeutend später in *5'* annimmt. Diese Abweichung kann allerdings vielleicht auch ihren Grund in einer unrichtigen Interpolation der Diagrammcurve meinerseits haben.

Vom Punkte H an findet, wie im kleinen Cylinder und auch aus denselben Gründen, zunächst eine Condensation, nachher eine Wiederverdampfung statt, bis die Curve bei I in ein weit stärker gekrümmtes und wieder sinkendes Stück IK übergeht. Vertical unter I, in Punkt *6*, würde also das Ende der Expansion, oder der Anfang des Vorausströmens, zu suchen sein. Dieses Voröffnen ist also sehr gross!

4. Compression im grossen Cylinder. (Fig. 2.)

Dafür sind die Werthe von x auch als Function des Kolbenweges nach oben zu aufgetragen. Die so erhaltenen Punkte liegen theilweise sehr unregelmässig. Daran ist sowohl eine Unsicherheit in der Interpolation von Zwischenpunkten der Compressionscurve Schuld, als auch der Umstand, dass die Werthe von u für solche kleine Pressungen noch nicht in genügender Menge berechnet vorhanden sind. Ich habe daher für den vorliegenden Zweck einige weitere Werthe bestimmt, unter Benutzung der Hülfstabelle in Dr. Rich. Rühlmann, Handbuch d. mechan. Wärmeth. I, S. 588. Dort ist aber der zur Berechnung nöthige Quotient dp/pdT nur auf drei geltende Ziffern angegeben.

Abgesehen von diesen Unregelmässigkeiten verläuft die Curve der x ähnlich, wie beim kleinen Cylinder: zunächst, von L bis M, sehr rasche und bedeutende Abnahme von x, nachher wieder Zunahme von M bis N. Bei M habe ich beide Theile in einer Ecke zusammenstossend vorausgesetzt und danach den Beginn der Compression in den Punkt 7 gelegt, während Herr Prof. *Schröter* dafür den ebenfalls weit früher liegenden Punkt *7'* angibt, wo der Gegendruck zu steigen beginnt.

Ein Voröffnen für das Einströmen lässt die Curve nicht erkennen, auch nicht, wenn man sie in Function des Druckes aufträgt. Sie verläuft in beiden Fällen zu steil.

Aus diesen Untersuchungen folgt, dass sich der Beginn, und vielleicht auch das Ende, der Expansion in dem Indicatordiagramm unmittelbar mit ziemlicher Sicherheit einschätzen lässt, indem man den Wendepunkt aufsucht. Der Beginn der Compression liegt aber nicht da, wo der Gegendruck eine Zunahme zu zeigen beginnt, sondern später. Aus dem Diagramm allein kann man diesen Punkt *nicht* bestimmen, wohl aber ist das möglich durch Untersuchung der Aenderung der specifischen Dampfmenge in der angegebenen Weise. Allerdings müssen dazu die Indicatordiagramme in der Nähe dieser Hauptpunkte möglichst sorgfältig ausgemessen werden, sorgfältiger, als es bisher üblich war.

Zürich, 25. November 1881.