

nichts desto weniger empfehle ich die Anwendung von zwei Einspritzhähnen, bei welchen der Dampfahn nur eine Nebenrolle spielt.

Mechanische Ausführung.

Die Vorrichtung, welche es ermöglicht, die Locomotive bei regelmässigem Gange mit Gegendampf arbeiten zu lassen, ist ebenso einfach, als das Princip selbst des neuen Systemes; das Ganze reducirt sich auf ein Rohr von 20 oder 25 Millimeter bis 30 oder 40 Millimeter Durchmesser (vorzuziehen sind 20 bis 25 Millimeter oder ein Wiener Zoll) welches die Communication zwischen dem Kessel und dem Ausströmungsröhre herstellt, und auf einen Vertheilungshahn, der vom Maschinisten gehandhabt wird, um die Ausflussmenge zu regeln.

Wenn man, wie ich es anrath, obgleich es nicht unumgänglich nothwendig ist, im Stande sein will, abwechselnd oder gleichzeitig Wasser und Dampf einspritzen zu können, so bringt man einen zweiten Hahn mit einem kurzen Rohr an, welches sich mit dem ersten Rohre in geringer Entfernung von dem Ausgangspunkte verbindet. — Das eine der beiden Rohre nimmt seinen Ursprung im Kessel unter dem niedrigsten Wasserstande, der je erreicht werden kann, das andere so hoch über dem Wasserstande, dass kein Wasser durch Saugen mitgerissen werden kann.

Wenn die Maschinen aussenliegende Cylinder haben, so theilt sich das Ausströmungsröhr in zwei Arme; dem entsprechend erhält dann auch das Einspritzrohr zwei Aeste, von denen jeder in einen der Arme des Ausströmungsröhres einmündet. — Die Verästung muss vollkommen symmetrisch sein, damit das im Dampfe schwebende oder noch zum Theil flüssige Wasser nicht der geradesten Linie folge, und damit dessen Vertheilung nach beiden Cylindern eine gleiche sei. — Die Fig. 3, Taf. I, zeigt zwei verschiedene Arten der Anordnung dieses Rohres behufs seiner Verbindung mit dem untern Theile des Ausströmungsröhres; man kann jedoch in dieser Beziehung die verschiedenartigsten Combinationen wählen.

Die Fig. 4, Taf. I, zeigt die Hauptdisposition einer Verästung des Einspritzrohres, insofern eine solche benöthigt wird; es ist zweckmässig hierzu ein genau bearbeitetes, aus Bronze hergestelltes Stück zu verwenden, welchem ein möglichst langes und gerades Rohr vorangehen soll. — Die im Dampfe schwebenden Tropfen flüssigen Wassers trachten, vermöge der ihnen inwohnenden Trägheit und ihrer verhältnissmässig erheblichen Bewegungsgrösse, sich in gerader Linie fort zu bewegen; eine unsym-

metrische Verüstung würde daher eine ungleichmässige Vertheilung des Wassers zur Folge haben. Endlich ist es von Wichtigkeit, dass die beiden Aeste des Einspritzrohres dieselbe Länge, dieselbe Form und besonders denselben Querschnitt erhalten; in Folge dessen ist es zweckmässig das Rohr unter der Mitte des Kessels oder, wenn der Platz es erlaubt, über dem Rücken des Kessels herzuführen, damit die Verüstung in gleicher Distanz von beiden Cylindern zu stehen kommt.— Man könnte versuchen wollen, einen Fehler in der Symmetrie durch eine Ungleichheit der Querschnitte zu compensiren; allein es ist in der Regel besser die Länge des Hauptrohrs ein wenig zu vermehren, um einen Punkt zu erreichen, von dem aus eine vollkommen symmetrische Disposition möglich ist.

Nachdem man diese erste Bedingung erfüllt hat, muss man Hähne oder Vertheilungsschieber anbringen, mittelst welcher man die Einspritzungen, besonders die des Wassers, allmählig ändern kann. Für letztere liegt die Schwierigkeit in dem sehr kleinen Querschnitt, den man der Ausflussöffnung geben können muss. Eine Oeffnung von 6—10 □ Millimeter reicht im allgemeinen zum Ausflusse der practisch benöthigten Menge Wassers aus dem Kessel hin, und nur in ausserordentlichen Fällen braucht man bis zu 25 Kilogramm per Minute zu gehen.

Als Beispiel der Verbrauchsmenge will ich die Resultate sorgfältig ausgeführter Messungen auf einer Maschine der französischen Nordbahn anführen, welche mit einem Vertheilungsschieber (System Marié) versehen ist, dessen Oeffnung eine Breite von 4 Millimeter hatte und wo der Durchmesser des Einspritzrohres im grössten Theil seiner Länge 40 Millimeter war. Der absolute Druck im Kessel war 8 Atmosphären.

Hub des Schiebers in Millimetern	Querschnitt der Oeffnung in Quadratmillimetern	Ausflussmenge in Kilogrammen pr. Minute
1,5 Mm.	6 □ Mm.	14,0 Kilogr.
2,5	10 .	21,5
3,5	14 .	27,5
4,5	18 .	33,0
5,5	22 .	36,0
6,5	26 .	42,0
11,5	46 .	62,0
26,5	106 .	83,0

Bei einer gewissen Grenze hängt die Ausflussmenge hauptsächlich von der Länge, den Biegungen und insbesondere von dem Querschnitte des Rohres ab. — Die Versuche, welche ich an der mit diesem Apparate versehenen Maschine anstellte, wurden durch die Kleinheit der Intervalle erschwert, in welchen es möglich war, den Schieber bei Regelung der Ausflussmengen zu bewegen; es wurden oft 30 bis 40 Kilogramm in der Minute eingespritzt, wo 15 bis 20 Kilogramm hinreichend gewesen wären.

Bei Anwendung eines Schiebers rathe ich, der Oeffnung höchstens eine Breite von einem Millimeter zu geben, wodurch ein Schieberhub von 15 bis 20 Millimeter ermöglicht wird, und die Stellung des Schiebers vermöge eines an dessen Stange angebrachten, auf einer eingetheilten Scala sich bewegenden Läufers leicht beobachtet werden kann. Wenn die am Ende mit einem Schraubengewinde versehene Schieberstange mittelst einer Mutter und Kurbel angetrieben wird, und wenn die Höhe eines Schraubenganges z. B. 5 Millimeter beträgt, so wird der Maschinist 3 bis 4 ganze Umdrehungen zu machen haben und er kann dann die Einspritzung sehr allmählig und so zu sagen mit geschlossenen Augen regeln; macht er eine Viertels-Umdrehung mehr oder weniger, so wird der Verbrauch nur um 1 oder 2 Kilogramm verändert.

Man kann auch eine andere Disposition treffen, welche vom Civil-Ingenieur Herrn Brüll angegeben wurde; bei dieser wird der Schlitz, welcher die Ausströmungsöffnung bildet, durch eine Reihe von Löchern ersetzt, die nach und nach vom Schieber aufgedeckt werden. Der Maschinist würde also mit 4 — 5 — 10 Löchern einspritzen.

Für die Dampfeinspritzung besteht eine derartige Schwierigkeit nicht, da eine Oeffnung von einem Quadrat-Centimeter bei gewöhnlichem Kesseldrucke nicht mehr als 4 bis 5 Kilogramm Dampf durchlässt.

Bei der Anwendung des Gegendampfes ist es, besonders im Anfange, zweckmässig, einen vervollkommenen Einspritzapparat zu haben, der die ausgeströmten Wasser- und Dampfmengen genau zu beurtheilen erlaubt, bis das Auge des Maschinisten die nöthige Uebung erlangt hat, um nach dem Anscheine des aus dem Schornstein kommenden Dampfstromes oder der Dampfwolke zu ermessen, ob eine Vermehrung oder Verminderung der Ausflussmengen nöthig sei. Wenn nur Wassereinspritzung angewendet wird, so kann es der Maschinist bei einiger Aufmerksamkeit dahin bringen, dieselbe beinahe ohne jeden Dampfverlust durch den Rauchfang zu vollführen und dadurch Brennmaterial ersparen. — Die Gewichtsmenge Wassers, welche erforderlich ist, um die während der Arbeit

des Gegendampfes entwickelte Wärme zu absorbiren, ist nur ein Bruchtheil von jener, welche in den Cylinder eindringt; ein Rücktreten der Verbrennungsgase in die Cylinder, welches durch das Verschwinden der Dampf Wolke sogleich angezeigt wird, hat nur den Nachtheil, dass fixe Gase in den Kessel eindringen; für Maschinen, welche während des Ganges mittelst gewöhnlicher Pumpen gespeist werden, fällt dieser Nachtheil ganz weg; werden dagegen Giffard'sche Dampfstrahl-Pumpen dazu verwendet, deren Thätigkeit unterbrochen oder verhindert würde, so könnte leicht dadurch Hülfe geschafft werden, dass man entweder den Dampfbläser während einiger Secunden öffnet oder den Steuerungshebel während einiger Radumdrehungen wieder auf den Vorwärtsgang verstellt, um die Gase herauszubringen.

Der Apparat, welchen ich vorzugsweise zur Anwendung anempfehle, ist der von Herrn Marié, welcher auf den meisten französischen Maschinen angewendet ist. Er besteht aus einem Kasten aus Bronze, der der Länge nach durch eine Scheidewand in zwei Räume getheilt ist, wovon der eine wieder durch eine andere Scheidewand der Quere nach in zwei Theile getheilt wird. — In den einen dieser beiden letztern Räume wird Kesselwasser, in den anderen Dampf geleitet; jeder derselben steht mit dem danebenliegenden Raume durch eine, in der Hauptscheidewand angebrachte Oeffnung oder durch einen verticalen Schlitz in Verbindung, welcher durch einen Schieber überdeckt wird, dessen Stange an ihrem Ende ein Schraubengewinde hat und mittelst einer, auf einer eingetheilten Scheibe beweglichen Schraubenmutter verschoben werden kann. Letztere wird durch eine Kurbel angetrieben und trägt einen Zeiger, der sich auf einer eingetheilten Scheibe bewegt. Jeder Schieber entblösst die Oeffnung um so viel, als dem Wasser- oder Dampfquantum entspricht, welches der Maschinist erhalten will. Wasser oder Dampf, oder beide zugleich, dringen in den nicht getheilten Hauptraum, in welchem sich entweder das Wasser in Emulsion oder wässerigen Nebel verwandelt, oder, wenn Wasser und Dampf zugleich verwendet wird, das Gemenge beider gebildet wird. Von diesem Raume geht das Einspritzrohr aus, welches sich längs der Seiten des Kessels hinzieht und in das Ausströmungsrohr einmündet. — Jede Schieberstange trägt einen Läufer, welcher auf einem mit dem Kasten aus einem Stücke gegossenen eingetheilten Lineal den Hub des Schiebers anzeigt; ein Theilstrich des Lineales entspricht einer oder zwei Schrauben-Umdrehungen und der Zeiger an der Schraubenmutter gibt die Bruchtheile an.

Dieser sehr vollständige und doch kleine Apparat könnte nur auf einem grossen, ausser Verhältniss zu dieser Schrift stehenden Blatte gezeichnet werden; um den Ingenieuren, welche denselben im Detail kennen lernen wollen, dazu Gelegenheit zu bieten, habe ich die Pläne, welche Herr Marié zu meiner Verfügung zu stellen die Güte hatte, den Secretären der Institute für Civil-Ingenieure in London und Glasgow, sowie auch der Direction der k. k. priv. österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Wien zugeschickt.

Die einzige Aenderung, die ich an diesem, für die gleichzeitige Einspritzung von Wasser und Dampf eingerichteten Apparate zu machen empfehle, ist: Die Breite der Oeffnung für den Ausfluss des Wassers von 4 Millimetern auf 1 Millimeter zu reduciren, oder an der Stelle der Schlitz-Oeffnung eine Reihe runder oder viereckiger Löcher zu bohren, um die ganze Hublänge zu vergrössern.— Ich schlage auch vor, den Schraubengang von $2\frac{1}{2}$ Millimeter auf 5 Millimeter zu erweitern, wie dies bereits beim Dampfschieber der Fall ist; dies würde nebst andern Vortheilen auch den bieten, dass beide Stangen nach demselben Muster angefertigt werden könnten.

Auf den Dampfrohren, welche die Verbindung zwischen dem Kessel und dem vorerwähnten Distributionskasten herstellen, sind Sicherheits-hähne angebracht.

Die Einspritzung kann mittelst gewöhnlicher Hähne geschehen, indem man an ihrem Schlüssel einen Zeiger anbringt, welcher sich an einem eingetheilten Kreissegmente bewegt und dadurch die, einem jeden Oeffnungsgrad entsprechende Wasser- oder Dampf-Ausflussmenge erkennen lässt. Für die Wassereinspritzung jedoch muss man noch besonders mit Vorsicht vorgehen, um den Verbrauch zu mässigen, und ihn äussersten Falles bei vollständiger Oeffnung nur bis zu 25 bis 30 Kilogramm gehen zu lassen; es ist daher die Einrichtung so zu treffen, dass der Zeiger einen grossen Weg auf dem Gradbogen machen kann.

Ich will nachstehend die Resultate mittheilen, welche mit einem auf gewöhnliche Weise construirten Hahne erzielt wurden, und bei welchem die Oeffnung des Kernes oder des Kegels in der Richtung der Achse verlängert ist (Breite des Schlitzes 8 Millimeter, Länge 10 Millimeter und totaler Querschnitt 80 Quadratmillimeter; Durchmesser des Rohres jenseits des Hahnes 14 Millimeter auf einer Länge von 50 Centimeter und dann 26 Millimeter, effectiver Druck 8 Kilogramm per Quadrat-Centimeter):

Oeffnung des Hahnes in Millimetern	Querschnitt der Oeffnung in Quadratmillimetern	Ausflussmenge des Wassers in 1 Minute in Kilogrammen
0,5	5	5,80
1,0	10	12,37
1,5	15	19,67
2,0	20	27,57
2,5	25	35,77
3,0	30	44,12
4,0	40	61,00
5,0	50	77,88
6,0	60	94,45
7,0	70	109,65

Sobald der Zeiger um einige Grade auf dem Bogen gedreht wurde, überschritt die Ausflussmenge schon die erforderliche Maximaleinspritzung.

Der Schlitz, der dem Wasser als Ausgang dient, soll in der Richtung der Achse des Kegels sehr schmal sein und in der darauf senkrechten Richtung sich ausbreiten; dem entsprechend muss daher, statt eines kleinen, ein Hahn von grösserem Durchmesser angewandt werden.

Wenn der Gegendampf nur als Bremse zum Aufhalten des Zuges dienen soll, so können die beiden Hähne mittelst einer Kupplungsstange mit einander verbunden werden, nachdem man durch Versuche und fortgesetzte Adjustirungen den betreffenden Ausflussöffnungen die gehörigen Verhältnisse gegeben hat. — Es wäre wohl möglich einen, dem Distributionskasten des Herrn Marié nachgeahmten Hahn mit doppelter Einspritzung zu combiniren, indem man in dessen Kegel zwei Schlitze oder Oeffnungen einschneidet, welche beide nach oben mit je einem abgesonderten Raume communicirten, in welchen einerseits Wasser, andererseits Dampf geleitet würde, unterhalb hingegen mit einem Mischungs- und Ausgangskasten in Verbindung träten.

Ich beschränke mich darauf bezüglich dieser Anordnung nur eine Andeutung zu geben, welche einem intelligenten Zeichner ohne Zweifel hinreichen wird, um darnach einen bequemen und leicht zu handhabenden Apparat zu construiren.

Endlich könnte man Ventilhähne anwenden; Herr Forquenot, Chef-Ingenieur der Eisenbahn von Paris nach Orléans, arbeitet an der Zusammenstellung eines Ventilhahnes oder besser eines Hahnes mit koni-

schem Stifte, ähnlich jenem am Einspritzrohre der Giffard'schen Dampfstrahl-Pumpe; diese Disposition, welche der Schraube bei kleiner Vergrösserung der Ausflussöffnung einen grossen Hub erlauben würde, lässt gute Resultate erwarten.

Bei Anbringung eines Apparates für Gegendampf an einer Maschine ist es wichtig die durch den Apparat gewährte Ausflussmenge zu messen; will man einige Genauigkeit erreichen, so muss dies an einem completeen Apparat sammt Verästungen, insofern deren vorhanden sind, und bei vollständiger Condensation des Dampfes geschehen. Man nimmt die Röhren ab, setzt einen Ansatz an, der dieselben Biegungen besitzt und taucht jedes der beiden Enden um einige Centimeter in ein besonderes, mit kaltem Wasser gefülltes und auf einer Brückenwage stehendes Gefäss. Hat der Kessel seinen normalen Druck erreicht, so öffnet man während einiger Minuten den Hahn oder den Einspritzschieber und erhält, wenn die Wage im voraus ausgeglichen wurde, die Ausflussmenge aus jedem der beiden Aeste. Diese Operation wird für jeden Theilstrich des Verbrauchsmassstabes, sowohl für das Wasser als auch für den Dampf, — und wenn man will, auch für verschiedene Gemenge von Wasser und Dampf wiederholt. — Man kann sich auf diese Art überzeugen, ob die Vertheilung unter den beiden Aesten eine gleiche ist.

Richtet man gleiche Apparate auf gleichartigen Maschinen ein, so kann man sich bei jedem derselben auf wenige Verificationen beschränken.

Die Constatirung des Verbrauches kann in sehr summarischer Weise geschehen, indem man sie zum Beispiel nur für zwei in der Nähe der Enden der Scala gelegene Punkte vornimmt; hat man hierfür die Resultate bestimmt, so kann man für die dazwischenliegenden Theilstriche die Ausflussmenge im Verhältnisse zum Querschnitte der Ausflussöffnung annehmen.

Man hat angenommen, dass die Ausflussmengen von Wasser und Dampf, wenn sie jede für sich ausfliessen, sich summiren, wenn man ein Gemenge beider von je demselben Grade einspritzt und dass nur ein kleiner Verlust bemerkbar ist, der etwa 5% von jeder Menge ausmacht; dieser Punkt bedarf noch der Aufklärung, ist aber von wenig Belang, wenn man beim Hinunterfahren auf einer schiefen Ebene nur Wasser zur Einspritzung verwendet, und wenn die regelmässige Beimengung von Dampf, wie ich es vorschlage, sich nur auf Personenzug-Locomotiven mit unabhängigen oder gemischten Rädern beschränkt, um sie mit einer Bremse zum Anhalten zu versehen.

Die Wahl der Stelle, an welcher das Einspritzrohr oder dessen Aeste in das Ausströmungsrohr einzumünden haben, ist nicht ganz gleichgültig. Die Fig. 3, Tafel I, stellt gleichzeitig zwei solche Combinationen dar; bei der einen befindet sich die Einmündung auf den Verästungen des Ausströmungsrohres selbst und der wässerige Dampf hat dann zwei Verengungen zu traversiren, um in die Cylinder zu gelangen, nämlich einmal an dem Theile der Verästung, welcher sich dem Cylinder anschmiegt, und das andere Mal in den Admissionsöffnungen; dieser sehr feuchte Dampf gelangt erst dann in das Innere der Cylinder, wenn der mehr oder weniger trockene Dampf zu Ende der Expansion und zu Ende des Zurückdrängens hinausgetrieben worden ist; wird zu viel Wasser eingespritzt, so wird es durch das Ausströmungsrohr und den Rauchfang hinausgeworfen. Bei der anderen Combination befindet sich die Einmündung unter dem Schieber selbst, in der Seitenwand des Ausströmungscanals; der wässerige Dampf hat nur die Verengung der Schieberöffnungen zu durchziehen, wobei ein Theil im Augenblicke des Saugens direct eintritt, und der andere Theil sich mit dem ausgestossenen Dampfe vermischt und theilweise in den Cylinder zurückkehrt, theilweise durch das Ausströmungsrohr entweicht. Die Erfahrung zeigt in der That, dass bei gleicher Einspritzung im ersten Falle mehr Wasser durch den Rauchfang hinausgeworfen wird und auf die Maschine niederfällt, als im zweiten. Es ist anzunehmen, dass dies daher rührt, dass mehr Wasser in die Cylinder eintritt, dass sich mehr Dampf bildet und dass schliesslich die geringere nach aussen ausgeworfene Wassermenge sich in einer grössern Menge Dampfes vertheilt findet.

Diese Erscheinungen sind von Wichtigkeit, wenn man das Wasser im Uebermass einspritzt, wie dies bei Hähnen von unzureichendem Hube vorkommt; der Maschinist kann sich vor dem Rücktritt der Luft wegen zu kleiner Oeffnung des Hahnes nur dadurch sichern, dass er den correspondirenden Theilstrich der Scala überschreitet; aber eine Ueberschreitung um einige Zehntel von Millimetern gibt ihm sofort einen Ueberschuss an Wasser.

Anders verhält es sich, wenn man dem Hahne innerhalb der Grenze der wirklich nothwendigen Einspritzungen für die Maximalarbeit des Gegendampfes einen grossen Hub gibt. In dem von mir angeführten Beispiele für die Messung der Ausflussmenge an einer Maschine der französischen Nordbahn würde eine Vergrösserung der Oeffnung um einen Millimeter die Einspritzung um 6—7 Kilogramm vermehren; 2 Millimeter um 14 Kilogramm; ist hingegen der Wasserhahn oder Schieber

so combinirt, dass ungefähr auf einen Millimeter des Schieberhubes nur ein Kilogramm entfällt, so wird diese Schwierigkeit nicht mehr bestehen. Mit einer in dieser Weise geregelten Vertheilung ist es dem Maschinisten ein Leichtes, eine übermässige Einspritzung zu vermeiden und den Verbrauch nach dem Grade der Admission und der Geschwindigkeit zu regeln, wobei ihm die erlangte Uebung bei Handhabung des Hahnes und die Beurtheilung der ausströmenden Rauchwolke zu Statten kommt. Der Ort der Einmündung verliert dann von seiner Wichtigkeit und es erscheint nicht mehr unumgänglich nothwendig, sie am Ausströmungscanal vorzunehmen, sondern es genügt, sie nur so viel, als es die Construction erlaubt, den Cylindern näher zu rücken.

Nicht ohne Grund lege ich auf diese Details ein besonderes Gewicht; so oft man nach meiner Anweisung die Dampfeinspritzung unterdrückt hat, um nur Kesselwasser anzuwenden, hat man sehr befriedigende Resultate erhalten, jedoch oft über Wasserauswürfe geklagt; die Ursache dieser letzteren lag darin, dass die Wassereinspritzungen, wegen des unzureichenden Hubes des Schiebers oder Hahnes innerhalb der Grenze der benötigten Einspritzungen, im Uebermaass stattfanden; es ist dies eine kleine Schwierigkeit, welche man bei ferneren Anwendungen beseitigen muss.

Strenge genommen könnte die Wassereinspritzung in Folge der durch sie bewirkten Anfeuchtung der Schieberbahn auch mit der gewöhnlichen Hebelumsteuerung fungiren, besonders wenn letztere so angeordnet ist, dass ein plötzlicher Rückschlag des Hebels keine schlimmen Folgen nach sich ziehen kann; die Anwendung derselben ist jedoch nur dann wirklich befriedigend, wenn man sich einer Schraubenumsteuerung bedient. Herr Marié, Oberingenieur der Bahn von Paris nach Lyon und dem mittelländischen Meere, hat dadurch, dass er diesen sinnreichen Apparat aus England eingeführt und damit die Vorrichtung für die Anwendung des Gegendampfes vervollständigt hat, der Sache einen wahrhaften Dienst geleistet, indem man andernfalls noch lange gegen den allerdings wohl gerechtfertigten Widerwillen der Maschinisten gegen die Anwendung des Gegendampfes hätte ankämpfen müssen; die beständigen Veränderungen des Admissionsgrades, um dadurch eine gleichförmige Geschwindigkeit auf sehr veränderlichen Profilen zu erhalten oder um den Stillstand in einer Station richtig zu bewirken, geschehen ohne Anstrengung des Maschinisten; es findet kein plötzlicher Sprung des Steuerungshebels von einer Rast zur andern statt; der Regulator bleibt offen und die vorzunehmenden Handgriffe gehen schneller von Statten,

selbst in dem Falle, wenn man den Dampf plötzlich umkehren muss. Dieser glücklichen Combination sowohl, als der schnell erlangten, und vom festen Willen unterstützten Ueberzeugung, an's Ziel zu gelangen, ist es zuzuschreiben, dass die Gesellschaft der Bahn von Paris nach Lyon und nach dem mittelländischen Meere den Gegendampf-Apparat so schnell an ihren 1400 Maschinen angebracht und dessen Anwendung für alle Theile des Dienstes verallgemeinert hat.

Die Zeichnungen der definitiv von Herrn *Marié* adoptirten Schraubenumsteuerung sind mit jenen des Distributionsapparates beim Secretariat der zwei grossen Institute der Civil-Ingenieure in London und Glasgow, sowie bei der Direction der k. k. priv. österreichischen Staatseisenbahn-Gesellschaft in Wien niedergelegt worden, indem es von Nutzen sein kann, die Details einer practisch bewährten und so allgemein eingeführten Einrichtung zu Rathe zu ziehen.

Es wurden schon verschiedene Combinationen versucht, um das gegenwärtige System der Anwendung des Gegendampfes zu vervollkommen. Ich werde sie in Kürze andeuten, um jenen Personen, die sich damit beschäftigen möchten, unnütze Forschungen zu ersparen.

Herr *Laurent*, Oberingenieur des Maschinenwesens der französischen Südbahn, bringt eine Klappe in Anwendung, oder disponirt die beweglichen Drosselklappen der Ausströmungsdüse in der Art, dass das Ausströmungsrohr, während des Ganges mit Gegendampf, vollständig geschlossen werden kann. Die Einspritzung von Dampf und Wasser, wie sie Herr *Laurent* im Anfang seiner Versuche zu Ende des Jahres 1867 gemacht hat, oder von Wasser allein, wie er sie jetzt verwendet, geschieht in einem geschlossenen Raum, der bezüglich der Cylinder dieselbe Stellung einnimmt, wie der Condensator bei stabilen Schiffsmaschinen; wenn der Verschluss dicht ist, so kehrt der in den Cylindern gebildete Dampf ganz in den Kessel zurück, wahrscheinlich mit einem Theile des eingespritzten Wassers, das sich nicht in Dampf verwandelt hat, wenn die Wassermenge allzu gross war. Ist die Einspritzung zu stark, so kann der Druck im Ausströmungsraume bis auf 2 oder 3 Atmosphären und darüber anwachsen; ist sie unzureichend, so bildet sich dort eine Luftleere. Diese Wirkungen bilden aber kein Hinderniss für den Gang mit Gegendampf. Der Vortheil des Systems des Herrn *Laurent*, welches jetzt im laufenden Dienste versucht wird, würde der sein, dass jeder

Dampf- und Wärmeverlust vermieden und der Maschinist der immerwährenden Aufmerksamkeit bei der Handhabung des Einspritzhahnes überhoben würde.

Dagegen würde es nothwendig sein, einen empfindlichen, mit dem Raume des Ausströmungsrohres communicirenden Manometer zu seiner Disposition zu stellen, damit er eine unzureichende oder eine allzu grosse Einspritzung vermeiden könnte. Als Erweiterung dieses Systems empfehle ich eine Combination zu studiren, vermöge welcher die Einspritzung in automatischer Weise regulirt würde; zu diesem Zwecke könnte man einen Hahn, der die Einspritzung öffnen und schliessen würde, und einen in der Leitung eingeschalteten Regulirungsschieber anbringen, dessen Stange durch eine ähnliche Spirale, wie die des Metall-Manometers, oder durch einen mittelst eines Gegengewichtes oder einer Feder gegengedrückten Kolben bewegt würde; würde der Druck im Ausströmungsrohre eine gewisse Grenze, z. B. $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{4}$ Atmosphäre übersteigen, so würde der Regulirungsschieber die Oeffnung, durch welche das Gemenge von Wasser und Dampf zuströmt, verschliessen und auf diese Art dessen Ausflussmenge mässigen.

Eine der Schwierigkeiten bei Einspritzung in das Ausströmungsrohr besteht darin, dass das Wasser auf seinem Wege bis in den Cylinder durch einen unregelmässig geformten, oft sehr langen Canal vordringen muss, in welchem es periodische Gegenströmungen des Dampfes gibt, wodurch Wasserauswürfe verursacht werden. Diesem Uebelstande wird theilweise dadurch entgegengewirkt, dass man die beiden Aeste des Einspritzrohres an dem Ausströmungscanal der Cylinder einmünden lässt. Ich habe das Studium einer Combination angeregt, bei welcher die Einspritzung in den Cylinder selbst erfolgen würde, entweder an seinem Umfange in unmittelbarer Nähe der Cylinderdeckel, indem die Verästung der Vertheilungsrohre z. B. auf die Reinigungshähne, oder am Ende der Dampfeinlasscanäle, wenn deren Oberfläche äusserlich zugänglich ist, oder endlich in die Cylinderdeckel ausmünden könnte. Sollte diese Ausmündung auf den Reinigungshähnen geschehen, so könnte man deren Hahnkegel so disponiren, dass man die Communication der Einspritzung mit den Cylindern nach Belieben öffnen oder schliessen kann; in den anderen Fällen könnte man diese Communication mittelst eines kleinen Ventils herstellen, welches sich von aussen nach innen öffnet und mittelst eines schwachen Federdruckes gegen seinen Sitz angedrückt wird; diese Ventile würden den Eintritt des Dampfes aus den Cylindern in das Einspritzrohr während des Vorwärtsganges hindern, und während des

Ganges mit Gegendampf die Einspritzung nur in dem Augenblicke gestatten, wo das Ansaugen beginnt. Die Einspritzmenge würde wie gewöhnlich mittelst der im Bereiche des Maschinisten liegenden Hähne regulirt; dabei dürfte es wahrscheinlich zweckmässig sein, das Gemenge durch Hinzufügung einer gewissen Menge Kesseldampfes aufzuschwellen.

Diese Disposition ist allerdings etwas complicirt; sie erfordert vor allem eine doppelte Verüstung und die Anwendung von 4 Vertheilungsröhren; aber sie würde die Einspritzung rationell betreiben und jedes Herausschleudern des Wassers durch den Rauchfang vermeiden.

Ich habe noch eine Combination vorgeschlagen, welche darin besteht, dass während des Ganges mit Gegendampf in continuirlicher Weise mittelst einer Pumpe gespeist würde, welche einen kleinen Strahl in den Kasten des Regulators oder in die Dampfzuleitungsröhren treibt; bei vielen Maschinen dient nämlich der Giffard'sche Apparat nur zur Aushilfe, um den Kessel während des Stationirens zu füllen, wohingegen die Speisung der Kessel während des Ganges in ununterbrochener Weise geschieht, indem der Maschinist nur das Wasserventil am Tender mehr oder weniger verengt; durch den erwähnten Strahl würde man gewissermassen durch die Cylinder speisen, von wo das Wasser direct die nöthige Wärme entnehmen würde, um seine Temperatur mit der des Kessels ins Gleichgewicht zu stellen. Wenn das im schädlichen Raume eingeschlossene Wasser nicht hinreichend sein würde, um den Cylinder auszufüllen und eine leichte Wolke an der Mündung des Rauchfanges zu bilden, so könnte man diese Combination durch eine Dampfeinspritzung am Boden des Ausströmungsrohres vervollständigen. — Ebenso kann man Wasser aus dem Kessel entnehmen, um es in die Schieberkasten einzuspritzen, wobei der der Höhe des Wasserstandes im Kessel über den Schieberkasten entsprechende Druck sich mit dem des Dampfes vereinigen würde, um die Ausströmung zu bewirken.

Herr Bourson, Ingenieur beim Betrieb der spanischen Nordbahn, hat verschiedene Combinationen angegeben und versucht, von denen die hauptsächlichste darin besteht, Kesselwasser in die Schieberkasten einzuspritzen und damit den Dampf, der die Cylinder füllen soll, in dem Augenblicke zu schwängern, wo er aus dem Kessel kommt; ein Communicationsrohr, das sich mit einer Verzweigung z. B. auf die Reinigungshähne ansetzt und mit einem Ventil oder einem Verengungshahn versehen wäre, um der alternativen Bewegung des Dampfes Grenzen zu setzen, würde die zwei Seiten des Kolbens in Verbindung setzen. Während der Admission des Gegendampfes würde ein Theil des gespannten Dampfes

in den Saugraum treten, ihn ausfüllen und einen Ueberschuss liefern, der durch den Rauchfang entweichen und den Rückgang der Gase hindern würde*).

Herr Bourson hat ausserdem ein System mit automatischer Einspritzung studirt, wodurch die Ausflussmenge des Wassers aus dem Einspritzhahne im Verhältnisse mit dem Admissionsgrade des Gegendampfes geregelt wird. Die Schwierigkeit einer derartigen Combination besteht darin, dass der Verbrauch sich nach mehreren von einander verschiedenen Bedingungen richten muss: nach dem Admissionsgrad der Geschwindigkeit und in gewissem Maasse nach der Grösse des Druckes im Kessel. Es würde dabei ein Mittel zur Regelung mit der Hand nothwendig sein und der Maschinist würde also nicht jeglicher Arbeit bei der Einspritzung enthoben sein; um den Variationen in der Verbrauchsmenge zu entsprechen, welche in Folge beschleunigter Bewegung nothwendig würden, könnte das Oeffnen des Dampfahnes von Hand geschehen.

Im Ganzen genommen ist das jetzige System des Gegendampfes, sowohl im Principe, als auch in der practischen Ausführung erst im Entstehen begriffen. Man kann sich verschiedener Vervollkommnungen versehen, über deren relativen Werth die Erfahrung entscheiden wird; doch bietet die jetzige Art und Weise der Einspritzung bezüglich ihrer Einfachheit, und bezüglich der leichten Regelung der Ausflussmengen, je nach der Grösse der Erfordernisse der Cylinder, solche Vortheile, dass es vielleicht schwer werden dürfte, sie mit einer anderen zu ersetzen.

Um dieses Capitel zu beenden, erübrigt mir noch, bezüglich der besten Verwendung der Hilfsmittel, welche der Maschinist beim Gebrauche des Gegendampfes zu seiner Verfügung hat, Schlussfolgerungen zu machen. Die im vorhergehenden Abschnitte angeführten Details

*) Im Augenblicke, wo ich diese Zeilen schreibe, erfahre ich, dass die in Spanien angefangenen Versuche günstige Resultate liefern; ich will hier einen Auszug aus dem Bericht des damit beauftragten Ingenieurs mittheilen: „Ich bin von dem neuen Versuche, Wasser auf die Schieber zu spritzen, sehr befriedigt; der Umsteuerungshebel ist leicht zu handhaben, die Cylinder sind weniger warm als im Gange mit Gegendampf bei Anwendung des anderen Apparates; es entweicht kein Wasser mehr aus dem Rauchfang und man vermeidet jeden Rücktritt der Luft, ohne dass man genöthigt ist, fortwährend mit dem Einspritzhahn zu manövriren. Der Wasserverbrauch schwankt zwischen 16 und 24 Kilogramm in der Minute für einen Gang an der 6., 9. oder 10. Rast und bei einer Geschwindigkeit von 30 Kilometern in der Stunde. Die Stösse der Dampfausströmung sind ebenso markirt, wie beim directen Gange.“

gestatten mir, mich darauf zu beschränken, meine diesbezüglichen Vorschläge kurz zusammenzufassen.

Für Maschinen mit 6 oder 8 gekuppelten Rädern, welche einen sehr schweren Zug auf einer mässig geneigten Bahn, z. B. bei 5 bis 10 Millimeter Gefälle pro Meter, führen, welche eben sowohl den Last- wie den Personenzugsdienst auf einer stark geneigten Bahn von 15 Millimeter und mehr Gefälle machen und in Folge dessen in der Regel bei hohen Admissionsgraden zu arbeiten haben, soll man ein System mit abgesonderter Wassereinspritzung wählen, von der der Maschinist für gewöhnlich Gebrauch machen wird; die Einrichtung wird durch eine Dampf einspritzung vervollständigt, welche zur Reinigung des Einspritzrohres, zur Wiedererwärmung und Aufschwellung des am Wasserhahn ausfliessenden Gemenges, wenn die Spannung im Kessel sehr niedrig ist, und besonders dazu dient, um in dem Augenblicke, wo der Zug an eine schiefe Ebene anlangt, die Ingangsetzung des Gegendampfes, oder wenn der Zug zum Stillstand kommt, dessen Abstellung zu erleichtern.

Für Personenzugmaschinen mit unabhängigen Triebrädern ist der Gegendampf nur im Falle einer drohenden Gefahr oder beim Anhalten in den Stationen mit Vortheil als Bremse anzuwenden. — Ich rathe, in diesem Falle Wasser und Dampf gleichzeitig einzuspritzen und zwar letzteren in vorwiegender Menge; man kann die Hähne so combiniren, dass man bei gleichen Theilpunkten jeder Scala 1 Theil Wasser auf 2 Theile Dampf erhält und dann beide zusammen verbinden, oder aber nur einen Hahn mit doppelter Einspritzung verwenden. Der ganze Verbrauch beider Flüssigkeiten kann auf 15 oder 20 Kilogramm in der Minute beschränkt werden.

Für Maschinen mit 4 gekuppelten Rädern kann man die Hähne gleichfalls verbinden oder nur einen Hahn mit doppelter Einspritzung verwenden, jedoch würde ich in diesem Falle vorschlagen, gegen das Ende der Scala die Wassermenge zu vergrössern. — Unterstellt man z. B. dass die Scala 12 Theilstriche habe, so könnte man die Oeffnungen so anordnen, dass man folgende Ausflussmengen erhielte:

Beim ersten Theilstriche	0,0 Kil. Wasser	2,0 Kil. Dampf
„ zweiten „	1,5 „	2,5 „
„ dritten „	3,0 „	3,0 „
„ vierten „	4,5 „	3,5 „
„ zwölften und letzten Theilstriche	16,5 „	7,5 „

Hätte dann die Maschine ausnahmsweise eine stark geneigte schiefe Ebene mit bedeutender Last nach abwärts zu befahren, so würde sie sich

bezüglich der Einspritzungen in ganz günstigen Verhältnissen befinden. Ich muss indessen bemerken, dass ich diese Zahlen selbstverständlich nicht als eine absolute Vorschrift, sondern nur als eine Andeutung hinstelle, welche den Ingenieuren bei Einführung des Gegendampfes als Führer dienen könnte.

Die Dienstinstruction der Eisenbahn von Paris nach Lyon und dem mittelländischen Meere schreibt vor, jedesmal beim Hinabfahren einer stark geneigten Bahn die Sicherheitsventile so zu entlasten, dass dadurch die Maximalspannung im Kessel um 1 Kilogr. pro Quadratcentimeter vermindert wird. Diese ganz vernünftige Vorschrift ist durch die Drucksteigerungen begründet, welche bei Anwendung des Gegendampfes entstehen können; würde ein Rohr zerspringen, so würde die Maschine dadurch ausser Thätigkeit gebracht werden und die Bremsen müssten allein ausreichen, den Zug auf der schiefen Ebene aufzuhalten. — Es kommt ziemlich selten vor, dass bei solchen Umständen die Ventile blasen und es ist möglich, dass die Maschinisten der Vorschrift, die Ventile zu entlasten, nur unvollkommen nachkommen; ich möchte daher lieber die Anwendung eines Auslasshahns anrathen, den der Maschinist jedesmal öffnen würde, wenn er bemerkt, dass in Folge erhöhten Druckes die Ventile zu blasen anfangen, und wenn der Dampf, falls das Wasser im Tender bereits genug erwärmt ist, ins Freie ausgelassen werden müsste.

Verschiedene Fragen.

Ich beabsichtige in diesem Capitel verschiedene Fragen zu behandeln, die sich direct auf das Studium des Gegendampfes beziehen, deren Erörterung jedoch im vorhergehenden Capitel unterbleiben musste, weil sie die Darstellung des Systems complicirt hätte. Ich werde bei dieser Gelegenheit nochmals auf die Frage bezüglich der Anwendung des Gegendampfes, als Mittel zum Anhalten in den Stationen, zurück kommen, und zwar nicht um ihre Vortheile, die ohnehin schon evident sind, hervorzuheben, sondern um den einzigen Einwurf, den man gegen diese Einrichtung machen könnte, zu erörtern.

§. 1. Wärmegewinn.

Nach theoretischen Grundsätzen wird die bei Anwendung des Gegendampfes entwickelte Wärme, deren Menge mit der Arbeit der