

nicht zu verkennen ist, so dürfte doch der Dampfverbrauch derartiger Maschinen ein ganz enormer sein. Fr.

Die Dampfmaschinen-Indicatoren.

Mit Abbildungen.

Ueber die allgemeine Entwicklung der Dampfmaschinen-Indicatoren, sowie über die Vorzüge und Nachteile der hauptsächlichsten Systeme dieser für den Dampfmaschinenbau so überaus wichtigen Messinstrumente hielt *C. F. Budenberg*, der Geschäftstheilhaber der weltbekannten Firma *Schäffer und Budenberg*, im März dieses Jahres vor der *Owens College Engineering Society and Sheffield Society of Engineers* in Manchester einen höchst interessanten Vortrag, welcher, in *Industries*, 1890 S. 152, bezieh. *Iron*, 1890 S. 538, veröffentlicht, dem folgenden Berichte zu Grunde gelegt ist.

Der Dampfmaschinen-Indicator ist bekanntlich eine Erfindung von *James Watt* und es ist anzunehmen, dass diesem der Besitz eines derartigen Instrumentes für die Vervollkommnung der Dampfmaschine von sehr grossem Nutzen gewesen ist, weshalb er diese Erfindung aus ökonomischen Rücksichten in das tiefste Geheimniss hüllte und erst kurz vor seinem Tode einigen Freunden von derselben Mittheilung machte.

Wie fast alle Erfindungen *Watt's* ist auch der erst geraume Zeit nach seinem Tode allgemeiner bekannt gewordene Indicator in solcher Vollkommenheit aus seinen Händen hervorgegangen, dass bis auf den heutigen Tag wesentliche Aenderungen daran nicht vorgenommen sind. Die mannigfachen Verbesserungen beziehen sich nur auf Einzelheiten und waren hauptsächlich durch die Einführung von Dampfmaschinen mit grösseren Kolbengeschwindigkeiten und höheren Dampfdrücken als bisher bedingt; es sind dieselben nichtsdestoweniger von der grössten Wichtigkeit, da bei Benutzung dieses Instrumentes die grösstmögliche Genauigkeit des Arbeitens überaus nothwendig ist.

Der eigentliche Zweck des Indicators ist, eine graphische Darstellung der wechselnden Drücke, welche auf den beiden Kolbenseiten eines Dampfmaschinencylinders herrschen, für jeden Punkt der Kolbenstellung zu liefern, um damit die Arbeit einer Dampfmaschine ermitteln, sowie Fehler in der Construction und Ausführung derselben entdecken zu können, welche letzteren andernfalls dem Constructeur entgehen würden. Diese vorzugsweise Benutzung des Indicators erschöpft jedoch noch lange nicht seine Verwendbarkeit; er kann gleich vortheilhaft noch zu verschiedenen anderen Zwecken Verwendung finden, z. B. auf den Schieberkasten einer Dampfmaschine gesetzt zur Bestimmung des Spannungsverlustes des Dampfes auf dem Wege vom Kessel nach dem ersteren, auf den Kessel gesetzt zur Ermittlung der in diesem durch den abziehenden Dampf hervorgerufenen Spannungsdifferenz, auf das Ausströmrohr geschraubt zur Bestimmung des Gegendruckes einer Dampfmaschine, und ebenso lässt er sich an Condensatoren, Luftpumpen u. dgl. anbringen, um auch hier über die im Inneren dieser Apparate vor sich gehenden Erscheinungen Klarheit zu schaffen; ausserdem lässt sich mit Hilfe des Indicators die Aufzeichnung relativer Bewegungen, wie z. B. derjenigen des Schiebers in Bezug auf die Kolben-

bewegung einer Dampfmaschine, leicht vornehmen, indem man in diesem Falle den Schreibstift bei geschlossenem Indicatorhahn durch die Schieberstange bewegen lässt; ebenso erhält man, wenn der Papiercylinder von der Schieberstange aus bewegt, der Indicator dagegen wieder mit dem Dampfeylinder in Verbindung gesetzt wird, ein Diagramm, welches die Dampfspannung, bezogen auf den Schieberweg, graphisch darstellt und über das Arbeiten der Steuerung genauen Aufschluss gibt. Der Indicator von *Watt* war derartig eingerichtet, dass er das Diagramm auf eine mit Gegengewicht versehene Tafel, die mittels einer Schnur durch den Kolben der betreffenden Dampfmaschine hin und her bewegt wurde, zeichnete; diese Einrichtung ist seitdem allgemein und zwar zuerst von *Mac Naught* durch einen Cylinder ersetzt worden. Der von dem zuletzt Genannten construirte Indicator wurde vor dem Auftauchen desjenigen von *Richards* am meisten angewendet; der Kolben hatte hier einen Durchmesser von nur $\frac{3}{8}$ Zoll engl. und war mit einer sehr langen, schwachen Spiralfeder verbunden, deren oberes Ende einen Halter für den Schreibstift trug, der leicht auf einen Papiercylinder gedrückt wurde. Bei sehr geringen Geschwindigkeiten gab dieser Indicator ziemlich zufriedenstellende Auskunft, indess schon bei mässigen Geschwindigkeiten von 40 bis 50 Umdrehungen in der Minute wurden die Störungen in Folge heftiger Schwankungen der langen, schwachen Feder so bedeutend, dass die mit demselben abgenommenen Diagramme nicht mehr benutzt werden konnten. Dieser Mangel wurde von *Richards* durch Anbringung einer stärkeren kurzen Feder beseitigt, welche durch den Dampfdruck zusammengepresst und nicht, wie dies bei *Naught* geschieht, ausgezogen wird. Um bei den hierdurch bedingten kurzen Kolbenwegen dem Schreibstift eine genügende Bewegung zu ertheilen, musste ein Hebelwerk vorgesehen werden, welche Aufgabe *Richards* dadurch löste, dass er zur Führung des Schreibstiftes einen *Watt'schen* Lemniskoidenlenker benutzte und diesen mit der Kolbenstange genau so in Verbindung brachte, wie es *Watt* an seinen Balancier-Dampfmaschinen bei den Kolbenstangen des Dampfeylinders, der Condensatorpumpe u. s. w. ausgeführt hatte.

Der *Richards'sche* Indicator, welcher noch jetzt am häufigsten anzutreffen ist und mit nicht unwesentlichen Verbesserungen von der Firma *Elliott Brothers* in London eingeführt wurde, hat eine Kolbenfläche von $\frac{1}{2}$ Quadrat-zoll engl., einem Durchmesser von 0,79 Zoll engl. entsprechend, und ungefähr $\frac{25}{32}$ Zoll engl. Hub. Der Kolben ist dampfdicht im Cylinder eingeschliffen und sein Weg steht zu demjenigen des Schreibstiftes im Verhältniss 1 : 4; er ist fest mit der im Cylinderdeckel geführten Kolbenstange und diese am oberen Ende mit einer kleinen Führungstange verbunden, welche an dem Hauptlenker angreift. Der letztere wird ebenso wie der Gegenlenker von den Armen einer um das Indicatorgehäuse drehbaren Hülse gestützt, welche ein bequemes Andrücken bezieh. Entfernen des in einer von den Lenkern geführten Hängeschiene befestigten Schreibstiftes an den bezieh. von dem Papiercylinder zulässt. Die obere Kolbenseite steht durch kleine, gewöhnlich im Cylinderdeckel angebrachte Löcher, welche auch zuweilen, um zu verhindern, dass der entweichende Dampf gegen das Diagrammpapier bläst, seitlich am Cylinder angebracht sind, mit der Atmosphäre in Verbindung. Das Indicatorgehäuse ist unten durch eine Differentialverschraubung mit