

liche Fehler im Diagramm entstehen. Die Dehnung der Schnur wird beeinflußt durch den veränderlichen Widerstand der Trommelfeder, durch die Veränderungen der Winkelgeschwindigkeit der Trommelbewegung und durch die Reibung der Trommel sowie der eventuell vorhandenen Führungsrollen der Schnur. Die beiden ersten Ursachen können sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben, die Reibung der Trommel hat jedoch zur Folge, daß die Schnur während der Vorwärtsbewegung länger wird, als während der Rückdrehung der Trommel, da bei dieser Bewegung die Reibungswiderstände nicht durch die Schnur, sondern durch die Feder direkt überwunden werden müssen. Es ist daher zur tunlichsten Verminderung dieser nachteiligen Einflüsse von Wichtigkeit darauf zu achten, daß sich die Trommel und Rollen leicht und gleichmäßig bewegen und die Schnur möglichst kurz angeordnet wird. Wenn die Entfernung des Indikators von jenem Punkte, von welchem die Bewegung der Trommel abgeleitet wird, groß ist, was bei großen Maschinen zumeist der Fall ist, dann soll man Schnüre nur dort verwenden, wo Biegsamkeit erforderlich ist, im übrigen soweit als möglich stärkeren Draht; selbst bei verhältnismäßig kleinen Maschinen kann Draht mit Vorteil verwendet werden*).

Die durch ungleichmäßige Dehnung langer Schnüre hervorgerufenen Fehler des Diagrammes werden sehr häufig bei Abnahme von Versuchen vernachlässigt, obwohl die Nichtbeachtung derselben zu direkt unrichtigen Messungen Veranlassung gibt**).

Alle Schnüre müssen vor ihrer Verwendung derart gestreckt werden, daß sie während des Versuches keine bleibende Verlängerung erfahren; geflochtene, nicht gedrehte Schnüre sind besonders zu empfehlen; die gedrehten Schnüre verdrehen sich bei wechselnden Zugkräften.

104. Anleitung zur Abnahme von Indikatordiagrammen.

Bei der Abnahme von Indikatordiagrammen mögen die nachstehenden Bemerkungen von Nutzen sein. Bevor der Indikator in Gebrauch genommen wird, überzeuge man sich, ob derselbe rein und in jeder Beziehung in Ordnung ist; der Kolben soll sich sehr leicht bewegen; die Gelenke müssen mit feinem Öl geschmiert und genügend schlaff sein, um Reibung zu vermeiden, doch keinesfalls so schlaff, daß der Zeichenstift schüttelt; die Spitze des Stiftes muß scharf und derselbe so adjustiert

*) Siehe als Beispiel das Arrangement, welches von Prof. Reynolds bei der Versuchsmaschine zu Owens College, wobei die Länge der Schnur auf einige Zoll reduziert ist, getroffen wurde (*Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol. XC, 1889).

***) Siehe die Besprechung der Fehlerquellen der Indikatoren und darauf bezüglicher Untersuchungen von Prof. Reynolds und Brightmore: *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 1896.

sein, daß er leicht gegen das Papier drückt. Die Schreibtrommel muß sich gleichfalls frei bewegen, ohne toten Gang; die Spindel derselben erfordert zeitweilige Ölung.

Die Indikatorfeder muß nach der Admissionsspannung und der Umlaufszahl der Maschine gewählt werden; für raschlaufende Maschinen wähle man entsprechend steifere Federn, damit die Oszillationsbewegungen des Zeichenstiftes nicht zu heftig werden; ist dies bei ein oder dem anderen Diagramme trotzdem der Fall, dann muß man ein neues Diagramm mit steiferer Feder abnehmen, da das Einzeichnen einer mittleren Linie zwischen Wellenberg und Wellental des verpeitschten Diagrammes kein genügend genaues Diagramm gibt.

Bei Auswechslung einer Indikatorfeder muß darauf géachtet werden, daß die Feder mit dem Kolben ohne Spielraum oder totem Gang verbunden ist.

Bei Anbringung des Indikators am Cylinder beziehungsweise Befestigung desselben durch Vermittlung der Überwurfmutter an den Hahn, achte man darauf, daß der Handgriff desselben durch die Stellung der Überwurfmutter nicht in der freien Bewegung gehindert werde. Ferner soll die Schnur zur Bewegung der Trommel in ihrer Mittellage senkrecht zur Richtung des Hebels stehen und ihre Länge so eingestellt werden, daß die Trommel bei ihrer Oszillationsbewegung weder vorn noch rückwärts anschlägt, sich somit vollkommen frei bewegt; sollte die Trommel in einem oder dem anderen Sinne anschlagen, dann ist die Schnur zu kurz oder zu lang; stößt die Trommel beiderseits an, dann ist ihr Hub zu groß und der Anlenkpunkt der Schnur muß mehr gegen den Stützpunkt des Hebels verschoben werden.

Die Papiertrommel soll nicht unnütz spielen; man löse dieselbe daher nach Abnahme des Diagrammes aus und setze sie erst wieder in Tätigkeit, sobald ein neues Papier aufgezogen ist. Das Papier soll glatt und ohne Falten oder Runzeln aufgezogen sein; auch achte man darauf, daß der umgebogene Rand desselben den Lenker nicht streift und in seiner freien Bewegung hindert.

Vor Abnahme eines Diagrammes wärme man den Indikator und das Anschlußrohr durch Dampf an, drücke dann den Stift leicht gegen das Papier und zwar solange, bis ein vollständiges Diagramm gezeichnet ist; dann ziehe man den Zeichenstift zurück, schließe den Hahn, der zu dem betreffenden Cylinder führt und öffne den Hahn der anderen Cylinderseite (falls ein Indikator zum Indizieren beider Cylinderseiten benützt wird), drücke neuerdings den Zeichenstift gegen das Papier und nehme auf diese Weise das andere Diagramm. Nun schließe man die Verbindung des Indikators mit dem Cylinder, stelle die Verbindung desselben mit der

Außenluft her und zeichne die atmosphärische Linie; damit ist das Doppel-
diagramm vollendet.

Die Trommel schalte man nun in bekannter Weise aus, ziehe das
Papier ab und bezeichne die Diagramme hinsichtlich der korrespondierenden
Cylinderseite, notiere auf denselben die Nummer der Federskala, die
Tourenzahl der Maschine, eventuell Tag und Stunde der Abnahme und
andere wünschenswerte Daten, als korrespondierende Kesselspannung,
Vakuum im Kondensator etc.

105. Berechnung der indizierten Leistung. Das Kolbendiagramm
gibt die Drücke und deren Veränderlichkeit an, welche während
eines Doppelhubes des Kolbens auf einer Kolbenseite auftreten. Nachdem
unter normalen Verhältnissen die Drücke und Gegendrücke auf beiden
Kolbenseiten ziemlich gleichwertig sind, kann man die vom Diagramm
eingeschlossene Fläche als nahezu direkt proportional der auf den Kolben
während eines Hubes übertragenen Arbeit annehmen; strenge genommen
müßten die aktiven Drücke vor dem Kolben mit den gleichzeitig auf-
tretenden passiven Drücken hinter dem Kolben kombiniert werden.

Die Diagrammfläche gibt die pro Kolbenhub und Quadratcentimeter
der wirksamen Kolbenfläche auf den Kolben übertragenen Arbeit. Die
Diagrammfläche bestimmt sich aus der mittleren Höhe (Ordinate) des
Diagrammes und der Länge des Kolbenhubes; diese mittlere Höhe ist der
resultierende mittlere, konstant wirksam gedachte Arbeitsdruck, welcher
während eines Hubes auf den Kolben wirkend die gleiche Arbeit ver-
richten würde, wie die wechselnden Drücke, die das Diagramm angibt.
Man nennt diese mittlere Höhe den **mittleren wirksamen Dampfdruck**; die-
selbe kann auf verschiedene Weise bestimmt werden. Die zur Zeit ge-
naueste Methode besteht in der Bestimmung der Diagrammfläche und
Teilung derselben durch die Diagrammlänge; diese Flächenbestimmung
geschieht am zweckmäßigsten mittelst eines Planimeters. Die Anwendung
des Planimeters ist in allen Fällen sehr zu empfehlen, wo der Maßstab
der Ordinaten konstant ist; weist jedoch die Indikatorfeder eine gleiche
Maßabteilung nicht auf, dann ist das Planimetrieren nicht zu empfehlen,
weil die Resultate mitunter von der Wirklichkeit bedenklich abweichen können.

Gebräuchlicher ist die Bestimmung der mittleren Höhe durch Zer-
legung der Diagrammfläche in eine beliebige Anzahl gleichbreiter Felder;
man verfährt dabei in der Weise, daß man die Basis des Diagrammes
mit Hilfe eines gewöhnlichen Maßstabes oder eines sogenannten Rostrates
(Parallellineal) gewöhnlich in 10 gleiche Teile teilt, durch die Teilpunkte
selbst oder in der Mitte jedes dieser Teile zur atmosphärischen Linie
Senkrechte zieht und entweder nach der Simpsonschen oder einer anderen