

HKK e. V.: Aus der Arbeit der Kommission „Exponatebetreuung“

Mechanische Indikatoren und indizierte Verdichterarbeit

Fritz Kästner*, Bad Nenndorf

Zur Sammlung des Historischen Vereins Kälte- und Klimatechnik in Maintal gehören auch zwei Messkoffer (Bild 1) mit mechanischen Indikatoren. Diese Messgeräte sind den älteren Fachkollegen sicher aus ihrer Praxis noch bekannt. Für die Jüngeren soll die Funktionsweise und die Auswertung der mit diesen Indikatoren gewonnenen Messergebnisse erläutert werden.



Bild 1
Indikator-
Messkoffer

Indikatoren werden zur Messung rasch veränderlicher Drücke in Kolbenmaschinen eingesetzt. Mit ihnen kann man also den Zylinderinnendruck in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel bzw. der augenblicklichen Kolbenstellung messen. Moderne Verfahren verwenden dazu elektronische Druckaufnehmer. Mechanische Indikatoren können wegen der vorhandenen Massenkräfte und auftretender Eigenschwingungen nur bis zu Drehzahlen von max. 800 ... 1000 min⁻¹ eingesetzt werden.

Die Schnittdarstellung (Bild 2) und das Bild 3 zeigen einen solchen mechanischen Indikator. Dieser wird mit dem Zylinder der Kolbenmaschine über einen Dreiwegehahn verbunden. Als Messorgan dient ein federbelasteter Kolben. Die Druckänderungen im Zylinder werden durch den Indikator Kolben über ein Hebelsystem proportional auf einen Schreibzeiger übertragen und auf der Schreibtrommel registriert.

Diese Schreibtrommel wird über einen Schnurantrieb durch die Kolbenstange bzw. die Riemenscheibe des Verdichters angetrieben und schwingt im Takt der Kolbenbewegung um ihre Achse. Der in ein Einsatzstück eingeschliffene Kolben und die Feder sind auswechselbar, wodurch der Messbereich an die jeweilige Drucklage angepasst werden kann. Wenn der Kolbenhub größer als der Trommelumfang ist, muss ein Hubminderer zwischengeschaltet werden. Auf der Schreibtrom-

* Dipl.-Ing. Fritz Kästner, Mitarbeiter der Kommission „Exponatebetreuung“ im Historischen Kälte- und Klimatechnik e. V., Maintal, vormals Dozent an der Norddeutschen Kälte-Fachschule, Springe

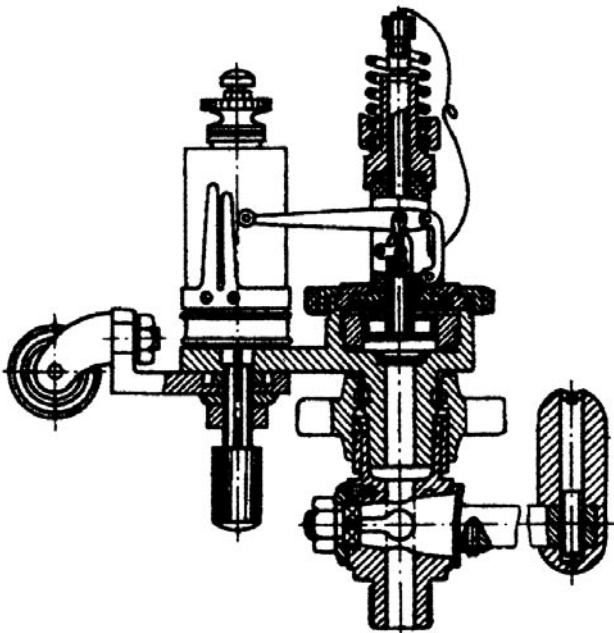


Bild 2 Außenfederindikator im Schnitt

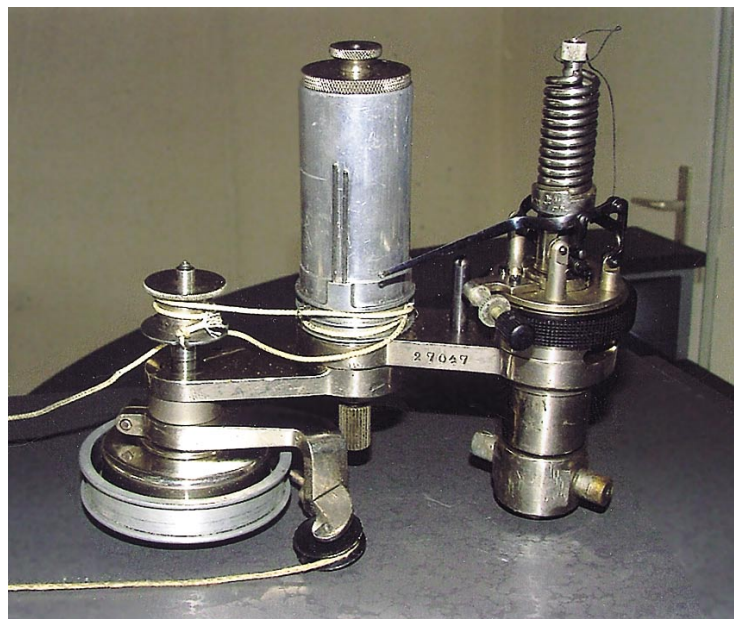


Bild 3 Außenfederindikator

mel wird der veränderliche Druck im Zylinderraum über dem Kolbenweg aufgezeichnet, also das uns allen bekannte Indikatordiagramm (Bild 4).

Durch entsprechende Stellung des Dreiweghahns lässt sich auch eine Atmosphärenlinie in das Diagramm einzeichnen. Außer dem kann man die mit dem Manometer am Saug- bzw. Druckstutzen des Verdichters gemessenen Verdampfungs- und Verflüssigungsdrücke sowie den schädlichen Raum in das Diagramm eintragen. Die Anzeige des Indikators muss vorher mit den Manometern abgeglichen werden.

Die eingeschlossene Diagrammfläche kann mit einem Planimeter ausgemessen werden. Aus dem daraus berechneten flächengleichen Rechteck lässt sich nach maßstäblicher Umrechnung mit dem Federmaßstab der mittlere indizierte Druck p_{im} errechnen.

$$p_{im} = h/a \text{ [kPa]}$$

h [mm] Höhe des Rechtecks
 a [mm/kPa] Federmaßstab

Wird dieser mit der Kolbenfläche A und dem Kolbenhub H multipliziert, erhält man

$$W_i = p_{im} \cdot A \cdot H \text{ [Nm]}$$

A [mm²] Kolbenfläche
 H [mm] Kolbenhub

Nach Multiplikation mit der Drehzahl n erhält man schließlich die indizierte Leistung P_i für den gemessenen Zylinder.

$$P_i = W_i \cdot n \text{ [W]}$$

n [min⁻¹] Drehzahl

Aus der Diagrammform lassen sich außerdem Rückschlüsse ziehen über die Befederung und Dichtheit der Arbeitsventile, Druckverluste in den Strömungskanälen und den Arbeitsventilen. Diese Diagramme waren wichtige Hilfsmittel für den Servicemonteur zur Beurteilung des Betriebsverhaltens des Verdichters (Bild 5), wurden aber auch für die Ventilauslegung benötigt. ■

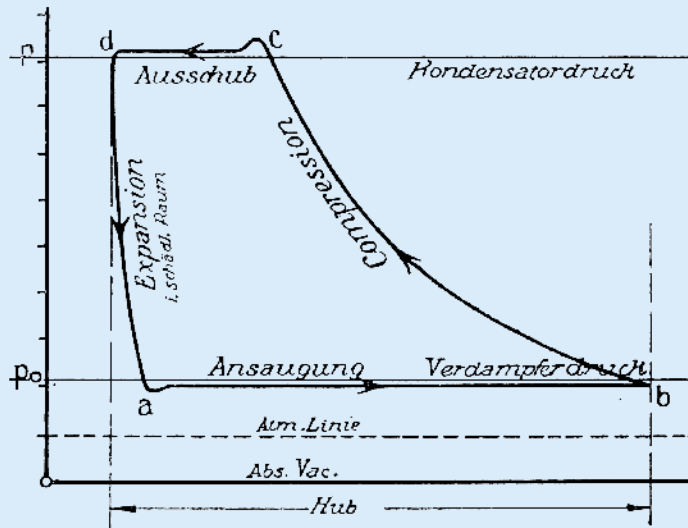


Bild 4
Indikatordiagramm

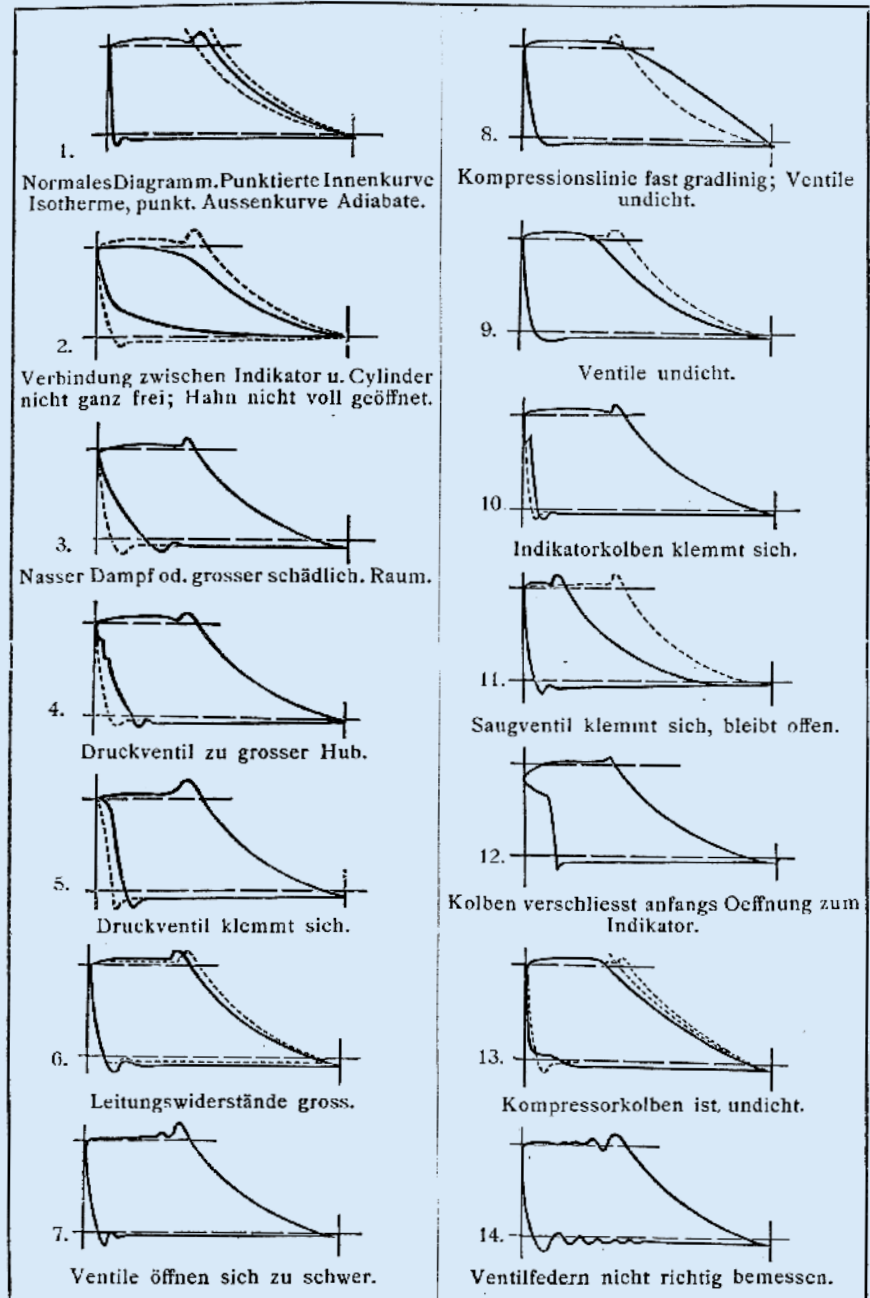


Bild 5 Diagramme mit einigen der häufigsten Fehler

Literatur

1. Taschenbuch Maschinenbau, Band 1; VEB Verlag Technik Berlin 1965
2. Lorenz und Heinel: Neuere Kühlmachines; 1922
3. Georg Götschel: Die Kältemachines und ihre Anlagen; 1912-1915