

Dipl.-Ing. Josef Stanek
Berlin-Siemensstadt
Schuckertdamm 332

Walter Kessler
Dipl.-Ing.
Berlin-Siemensstadt
Am Heidewinkel 15



EISEN- PRÜFEINRICHTUNGEN

HANDLISTE TEIL XII · 1939

SIEMENS & HALSKE AG · WERNERWERK · BERLIN-SIEMENSSTADT

INHALT

Allgemeine technische Erläuterungen	Seite 3
Begriffserklärungen	4
Hinweise für die Auswahl	5
Magnetisierungs-Apparat nach Köpsel	7
Spannungsmesser-Jochapparat	9
Eisenprüfeinrichtung nach der Differentialmethode	15
Ferrometer	19

FÜR TELEGRAFISCHE BESTELLUNGEN

benutze man das Codewort

njifz = Liste „Eisenprüfeinrichtungen“, Handliste Teil XII,
Ausgabe Februar 1939, Listen-Nr.

Im Anschluß an dieses Wort muß stets ein weiteres Codewort aus Teil I des Alpha-Codes folgen. Dieses Codewort wird nie als rechts danebenstehende Bedeutung, sondern als links danebenstehende Zahl gelesen.

Beispiel: **njifz johcr** bedeutet: Liste „Eisenprüfeinrichtungen“, Handliste Teil XII, Ausgabe Februar 1939, Listen-Nr. 161501, das ist ein Magnetisierungs-Apparat nach Köpsel zum Untersuchen von Weicheisen- und Stahlstäben.

Allgemeines

Für die Leistungsfähigkeit von elektrischen Maschinen, Transformatoren sowie vielen Einrichtungen und Geräten der Stark- und Schwachstromtechnik ist das verwendete Eisen von ausschlaggebender Bedeutung. Seine magnetischen Eigenschaften bilden die Grundlage für das Wesen und die Wirkungsweise dieser Maschinen und Geräte, sie sind richtunggebend für ihre Berechnung und Konstruktion und später auch bestimmend für den tatsächlichen Ausfall, d. h. die tatsächliche Leistung des Fertigfabrikates.

Jedes Mehr an Magnetisierungsarbeit erhöht die Energieverluste der elektrischen Maschinen und Geräte, hinzu kommen noch die Wirbelstromverluste, die von der elektrischen Leitfähigkeit und den Abmessungen des Eisens abhängen. Die genaue Kenntnis der magnetischen Eigenschaften des verwendeten oder zu liefernden Eisens ist also für eine fehlerfreie Berechnung, Konstruktion und Fertigung unbedingte Voraussetzung. Man erhält sie nur durch eingehende Messungen.

Eisenprüfungen sind sowohl für die Hersteller elektrischer Maschinen und Geräte als auch für Eisenlieferanten, Prüfanstalten und Institute äußerst wichtig.

Sie erstrecken sich auf die Untersuchung der Magnetisierbarkeit des Eisens, also des Verhältnisses der magnetischen Induktion B zur magnetisierenden Kraft H sowie auf die Feststellung der bei der zyklischen Magnetisierung auftretenden Wattverluste.

Dieser Teil XII der Ms-Handliste enthält

Eisenprüfeinrichtungen für laufende Betriebsmessungen sowie laboratoriums-mäßige Untersuchungen in Hütten- und Walzwerken, Elektromaschinen- und Transformatorenfabriken, Instituten, Hochschulen und Lehranstalten.

Im Betrieb — im geschäftlichen Leben — muß jeder Zeitverlust vermieden, jeder Handgriff bedacht und vorbereitet werden. Die Einrichtungen sind deshalb so durchgebildet, daß die

Messungen schnell und genau

ausgeführt werden können. Durch einfache Bedienung, also sicheres und möglichst mechanisches Arbeiten wurde erreicht, daß die Handhabung dieser Geräte, mit wenigen Ausnahmen, auch ungelerntem Personal möglich ist.

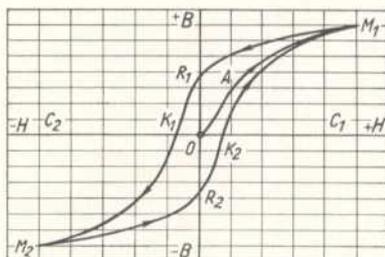
Siemens-Eisenprüfeinrichtungen erfüllen alle betrieblichen Anforderungen und ermöglichen je nach ihrem Verwendungszweck die Messung der Induktion, Permeabilität und Verlustziffer sowie die Aufnahme der Hysteresis-schleife an magnetisch hartem und weichem Eisen. Außerdem liefern wir auch die erforderlichen Stromerzeuger zur Erzeugung konstanter Spannungen, die in Hüttenwerken oft unentbehrlich sind, da die Netzspannung infolge der ungleichartigen Belastung so stark schwankt, daß ein fehlerfreies Messen unmöglich wird. Die letzteren Einrichtungen werden entsprechend den jeweilig vorliegenden Betriebsbedingungen ausgeführt.

Begriffserklärungen

Die wichtigsten magnetischen Eigenschaften, die man bei der Prüfung von Magnetstählen und Eisenblechen mit den Eisenprüfeinrichtungen untersuchen will, sind in den nachstehenden Begriffserklärungen kurz erläutert.

Das Verhältnis der magnetischen Induktion B zur magnetisierenden Kraft H wird an Hand der Magnetisierungskurve festgestellt. Das untenstehende Kurvenbild zeigt, wie sie aufgenommen und wie aus ihr die bei den Eisenprüfungen bedeutungsvolle Hysteresisschleife entwickelt wird. Man magnetisiert eine Eisenprobe, ändert die magnetisierende Kraft H und trägt die dazugehörigen Werte der Induktion B als Ordinaten auf.

Das zu prüfende Eisen ist zunächst unmagnetisch. Nun läßt man die magnetisierende Kraft H von 0 bis zum Wert C_1 ansteigen, die Induktion B steigt entsprechend von 0 bis M_1 (OM_1 jungfräuliche Kurve). Läßt man nun H durch Verkleinerung des Magnetisierungsstromes wieder bis auf 0 zurückgehen, so schneidet die sinkende Magnetisierungskurve die Ordinate bei R_1 ; OR_1 ist der nach Aufhören der Magnetisierung im Eisen zurückbleibende Magnetismus, die Remanenz. Wird jetzt die Richtung des Magnetisierungsstromes umgekehrt, so verschwindet die Remanenz allmählich. Bei K_1 ist $B=0$ geworden, die Feldstärke $H (=OK_1)$ ist die negative Koerzitivkraft $B_H C$.



Hysteresisschleife.

Die Remanenz und Koerzitivkraft spielen sowohl bei der Beurteilung von hartem Stahl als auch von weichem Eisen eine große Rolle.

Läßt man H nun negativ bis C_2 (entsprechend positiv C_1) ansteigen, so wird das Eisen im entgegengesetzten Sinne bis zum Induktionswert M_2 magnetisiert. Verringert man dann die magnetisierende Kraft H wieder bis auf 0 und läßt sie in entgegengesetztem Sinne (positiv) wieder bis C_1 steigen, so läuft die Magnetisierungskurve über R_2K_2 zu M_1 zurück.

Die bei dieser zyklischen Magnetisierung entstandene Schleife ist die Hysteresisschleife; die von ihr eingeschlossene Fläche gibt ein Maß für die Ummagnetisierungsarbeit, für die bei der Magnetisierung der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten durch Erwärmung auftretenden wichtigen und zu berücksichtigenden Wattleisten. Sie sind um so kleiner, je schmaler die Hysteresisschleife ist. Weiches Eisen ist magnetisch durchlässiger als hartes Eisen, demgemäß ist auch die zur Magnetisierung aufzuwendende Kraft bei weichem Eisen kleiner als bei hartem Eisen.

Die für Eisenmessungen wichtigsten magnetischen Einheiten sind:

magnet. Spannung $V = I \cdot H$ in Gilbert	Induktion $B = \mu \cdot H$ in Gauß
Feldstärke $H = V/l$ in Oersted	Permeabilität $\mu = B/H$
Fluß $\Phi = q \cdot B$ in Maxwell	

wobei l = Kraftlinienweg in cm und q = effektiver Eisenquerschnitt in cm^2 .

Hinweise für die Auswahl

Nach dem Verwendungszweck sind zu unterscheiden:

- a) Prüfeinrichtungen zur Untersuchung magnetisch harter Stähle, z. B. Flachprofilstäbe aus Magnetstahl, Dauermagnete in Hufeisen- oder Glockenform (Lautsprechermagnete, Zählermagnete, Zündmagnete), Flachringe,
- b) Prüfeinrichtungen zur Untersuchung von magnetisch weichem Eisen, z. B. Dynamo- und Transformatorenblechen.

Gemäß den in der Praxis an sie gestellten unterschiedlichen Anforderungen werden die Prüfeinrichtungen, dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechend, besonders durchgebildet. Jede Prüfeinrichtung besitzt deshalb meßtechnisch in erster Linie die Eigenschaften, die ihr Verwendungszweck erfordert.

Von den in dieser Liste enthaltenen Eisenprüfeinrichtungen eignen sich:
für Untersuchungen nach a): Magnetisierungs-Apparat nach Köpsel, Spannungsmesser-Jochapparat;
für Untersuchungen nach b): Eisenprüfeinrichtung nach der Differentialmethode mit Epsteinproben und Ferrometer.

Nachstehend zur Erleichterung der Auswahl eine kurze Übersicht über Verwendungszweck und Meßverfahren sowie besondere Merkmale und Vorzüge der einzelnen in der Liste aufgeführten Eisenprüfeinrichtungen. Nähere technische Angaben enthalten die entsprechenden Listenseiten.

Magnetisierungs-Apparat nach Köpsel

zum Untersuchen von Weicheisen- und Stahlstäben.

Das Gerät eignet sich zur punkweisen Aufnahme der Magnetisierungskurve und Hysteresisschleife von Weicheisen- und Stahlstäben (für Gußeisen nicht verwendbar). Die Prüfung beruht auf der Jochmethode. Die Eisenprobe wird in ein Eisenjoch eingespannt und magnetisiert. Die Induktion B kann unmittelbar an einem eingebauten Meßwerk abgelesen werden. Zur Messung des Magnetisierungs- und Hilfsstromes ist ein weiteres Instrument vorhanden, das wahlweise eingeschaltet werden kann.

Spannungsmesser-Jochapparat

für Magnetstähle und fertige Magnete.

Die Einrichtung ist sehr vielseitig verwendbar und eignet sich gleich gut für laufende Betriebsmessungen wie für Laboratoriumsarbeiten. Sie dient vorzugsweise zum Bestimmen der magnetischen Eigenschaften von hochwertigen Magnetstählen beliebiger Form, z. B. Flachprofilstäben, fertigen Magneten usw., bei denen sowohl niedere als auch sehr hohe Sättigungswerte erforderlich sind.

Die Messung beruht gleichfalls auf der Jochmethode. Das Joch ist besonders kräftig bemessen und gestattet die Erzeugung starker homogener Felder (siehe Seite 9 und 13). Die Einrichtung ermöglicht die Aufnahme der Entmagnetisierungs- und Permeabilitätskurve sowie die Bestimmung der Sättigungswerte. Der große Vorteil der Einrichtung besteht in der Möglichkeit, die magnetischen Eigenschaften an fertigen Magneten ohne deren Zerstörung messen zu können sowie in der direkten Feldmessung mit dem magnetischen Spannungsmesser, was die Verwendung besonderer Scherungskurven ermöglicht. Das Spannungsmessjoch ist so durchgebildet, daß Stahlproben der verschiedensten Längen, Dicken und Breiten eingespannt werden können. Die obere Jochhälfte ist zur Messung größerer Magnete herausnehmbar. Große Genauigkeit und leichte Bedienung sind weitere Vorzüge der Einrichtung.

Eisenprüfeinrichtung nach der Differentialmethode

zur Untersuchung von Eisenblechen mittels Epsteinproben.

Die Einrichtung dient zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit und Verlustziffer von Eisenblechen, insbesondere von Anker- und Transformatorblechen, bei denen die Gesamtverluste wichtig sind. Durch ein Vergleichsverfahren an Epsteinproben können mit ihr leicht und schnell die Magnetisierbarkeit und die Verlustziffer ermittelt werden.

Die Einrichtung eignet sich besonders für Abnahmemessungen nach den VDE-Vorschriften, sie spart zeitraubende Rechnungen, weil die gesuchten Induktions- und Verlustzifferwerte durch einfaches Einstellen von Widerständen erhalten werden. Die Bedienung kann ohne weiteres durch angelerntes Personal erfolgen. Auf Grund einer besonderen Schaltung sind die Messungen von allen störenden Einflüssen weitgehend unabhängig.

Ferrometer

universelles tragbares Eisenmeßgerät für Wechselstrommessungen.

Das Gerät ist unter besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse des Betriebes entwickelt und ermöglicht es, die Prüfungen der Eisensorten bei der Stromart (meist 50 periodiger Wechselstrom) durchzuführen, die dem späteren Verwendungszweck entspricht. Die Meßmethode beruht auf einer einfachen Strom-Spannungsmessung der Probe auf der Grundlage einer sinusförmigen Induktion.

Die Einrichtung eignet sich zur Prüfung von Ring- und Streifenproben und gestattet die Eisenprüfung mit Wechselstrom auch an kleinsten Proben. Alle wichtigen Beziehungen, der ganze Verlauf der Magnetisierung von der Anfangspermeabilität bis zur Sättigung (vollständige Hysteresisschleife) sind mit ihr genau und zuverlässig zu messen. Durch einfache Umschaltung kann man von einer Messung zur anderen übergehen, so daß die Messungen sehr schnell durchzuführen sind. Zur Aufnahme von 50 Punkten einer Hysteresisschleife braucht man noch nicht 20 Minuten.

In Verbindung mit dem Siemens-Koordinaten-Lichtschreiber kann die Aufzeichnung von vollständigen Wechselstrom-Hysteresisschleifen bei dieser Einrichtung in 30 Sekunden selbsttätig erfolgen.

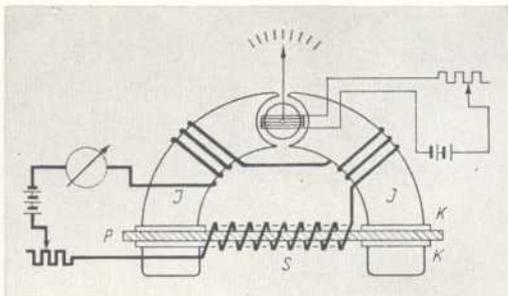
Magnetisierungs-Apparat nach Köpse

zum Untersuchen von Weicheisen- und Stahlstäben.



Ansicht

Jochapparat des Magnetisierungs-Apparates mit eingebautem Drehspulmeßwerk.



Grundsätzliche Darstellung

Anwendung

Mit dem Magnetisierungs-Apparat können punktweise die Magnetisierungskurven und Hysteresisschleifen an runden oder vierkantigen Weicheisen- und Stahlstäben (nicht Gußeisen!) aufgenommen werden. Von Vorteil sind die leichte Bedienung und die Möglichkeit des direkten Ablesens der Induktion am eingebauten Meßwerk. Länge der zu prüfenden Eisenproben etwa 270 mm.

Meßverfahren und Aufbau

Das Gerät arbeitet nach der Jochmethode. Durch die Veränderung des Magnetisierungsstromes während der Messung wird der über Probe und Joch geschlossene magnetische Kraftfluß kontinuierlich geändert und dadurch die Drehspule des in das Eisenjoch eingebauten, mit einem konstanten Hilfsstrom beschickten Meßwerkes gedreht. Die Ausschlagsgröße ist ein Maß für die Induktion B . Das Gerät besteht aus dem eigentlichen Magnetisierungs-Apparat (Jochapparat), zwei Kurbelwiderständen zum Regeln des Magnetisierungsstromes und des Hilfsstromes und einem Stromwender, die auf einer gemeinsamen Grundplatte aufgebaut sind. Auf einem weiteren Grundbrett sind noch ein Zehnohm-Instrument zum Messen des Magnetisierungs- und Hilfsstromes sowie eine Schaltungsvorrichtung zum wahlweisen Einschalten des Instrumentes in diese beiden Stromkreise aufgebaut.

Im Jochapparat (siehe Schaltbild) befindet sich ein halbkreisförmiges Eisenjoch (J) und eine festeingebaute Magnetisierungsspule (S). Die Eisenprobe (P) wird mit den Klemmbacken (K) zwischen die offenen Enden des Eisenjoches eingespannt und schließt es dadurch magnetisch. Sie liegt nun im Feld der Magnetisierungswicklung. Um die Induktion direkt durch einen Zeigerausschlag ablesen zu können, ist in das Joch ein Drehspulmeßwerk eingebaut, dessen Rähmchen von einem konstanten Hilfsstrom (Batterie) durchflossen wird. Der Zeigerausschlag ist proportional der Zahl der Kraftlinien und gibt deshalb den Wert der magnetischen Induktion B der Eisenprobe unmittelbar an. Zum Aufheben der Magnetisierungswirkung der Magnetisierungsspule auf das Joch sind auf ihm noch Entmagnetisierungsspulen aufgebracht. Die Entmagnetisierung erfolgt mit Hilfe des Stromwenders. Normalproben mit Magnetisierungs- und Scherungskurven sowie Koordinatenpapier zum Aufzeichnen der Magnetisierungskurven werden gegen Mehrpreis mitgeliefert.



Magnetisierungs-Apparat nach Köpsel mit Zehnom-Instrument und Schaltungsvorrichtung.

		Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<p>Magnetisierungs-Apparat nach Köpsel für Weicheisen- und Stahlstäbe <i>Ms ldt 1892a</i></p>	<p>Auf gemeinsamer Grundplatte sind aufgebaut: Jochapparat mit eingebauter Magnetisierungsspule und einem in Gauß bezifferten Drehspulmeßwerk (Durchmesser 290 mm, Höhe 170 mm), Einkurbelwiderstand zum Regeln des Magnetisierungsstromes, Dreikurbelwiderstand zum Regeln des Hilfsstromes, Stromwender zum Umkehren des Magnetisierungsstromes. Dazu gehören: 1 Satz Klemmbacken für Rundstäbe von 6 mm \varnothing, 1 Satz Klemmbacken für Vierkantstäbe bzw. Blechbündel von 5x5 mm \varnothing, 1 Probeblechbündel mit Magnetisierungs- und Scherungskurven</p>	<p><i>M 540/55</i> <i>n 56</i> <i>M 53 6662a</i></p>		<p>34</p>
<p>Zubehör <i>Ms ldt 276</i> <i>M 540/189a</i></p>	<p>Zehnom-Instrument zum Messen des Magnetisierungs- und Hilfsstromes (siehe Ms-Handliste Teil IV b)</p> <p>Schaltungsvorrichtung einschl. Nebenwiderstände zum wahlweisen Einschalten des Zehnom-Instrumentes in die beiden Stromkreise ohne Unterbrechung; zum Messen des Hilfsstromes bis 30 mA und des Magnetisierungsstromes in 2 Meßbereichen bis 1,5 und 4,5 A entsprechend Feldstärken bis 150 und 450 Oersted</p> <p>Normalproben, 6 mm \varnothing mit Magnetisierungs- und Scherungskurven Stahlstab Weicheisenstab Für Gußeisen nicht lieferbar, da die Scherungen je nach Sorte stark abweichen und sich zeitlich ändern.</p> <p>Koordinatenpapier je 100 Blatt Pauspapier Schreibpapier</p> <p>Ersatzklemmbacken 1 Satz für Rundstäbe von 6 mm \varnothing . . 1 Satz für Vierkantstäbe von 5x5 mm \varnothing</p>	<p>161 141</p> <p>161 503</p> <p>161 505 161 506</p> <p>161 508 161 509</p> <p>161 511 161 512</p>		<p>2,7</p> <p>1,3</p> <p>0,1 0,06</p> <p>0,9 0,5</p> <p>0,25 0,25</p>

Magnetstahl-Prüfeinrichtung

mit Spannungsmesserjoch.

Anwendung

Die Prüfeinrichtung entspricht allen an ein leistungsfähiges Magnetstahlprüfgerät zu stellenden Anforderungen: Unabhängigkeit von der Probenform, hohe Magnetisierungsfeldstärke, Vermeidung der Scherung durch direkte Feldmessung. Die Einrichtung eignet sich besonders zur Prüfung von hochwertigen Magnetstählen, vor allem Flachprofilstäben und fertigen Magneten.

Die direkt am fertigen Magneten aufgenommenen Entmagnetisierungskurven bieten die Möglichkeit, durch Einzeichnen der scheinbaren Remanenz den Entmagnetisierungsfaktor genauer zu bestimmen als bisher, wo die Kurven mit gehärteter Probestäbe zugrunde gelegt werden mußten.

Meßverfahren und Aufbau

Die Messung beruht auf der Jochmethode. Die Prüfeinrichtung besteht in der Hauptsache aus einem Spannungsmesserjoch (2 in der Höhe verstellbare U-förmige Hälften) mit 4 auf bestimmte Probenlängen verschiebbaren Polstücken, einem ballistischen Meßtisch mit den Meß- und Schaltorganen des Eich- und Meßkreises sowie einer Bedienungstafel mit den Meß-, Regel- und Schaltorganen für den Magnetisierungskreis.

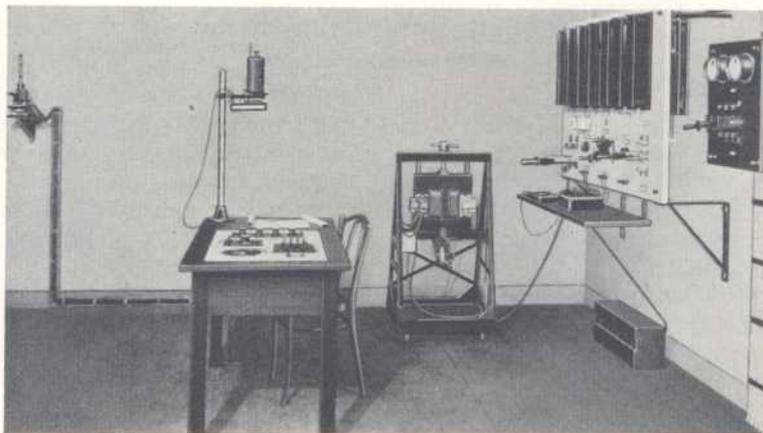
Bei der Prüfung wird die Stahlprobe mit einer Induktionsspule versehen und zwischen die Polstücke des Joches eingespannt. Zum Messen der Induktion B wird der Magnetisierungsstrom eingeschaltet. Der hierdurch in der Induktionsspule erzeugte Stromstoß wird mit dem ballistischen Galvanometer gemessen. Der abgelesene Ausschlag ist ein Maß für die Differenz der Induktion B des gewählten Kurvenpunktes gegen die Remanenz.

Zur Messung der Feldstärke H wird der Magnetisierungsstrom eingeschaltet und der magnetische Spannungsmesser über die Induktionsspule auf die Probe gesetzt. Er wird mit einer besonderen Abhebevorrichtung, die mit einem Schnurzug betätigt wird, aus dem Bereich des magnetischen Feldes herausgeschleudert. Der Ausschlag des an ihn angeschlossenen ballistischen Galvanometers gibt die Größe von H an.

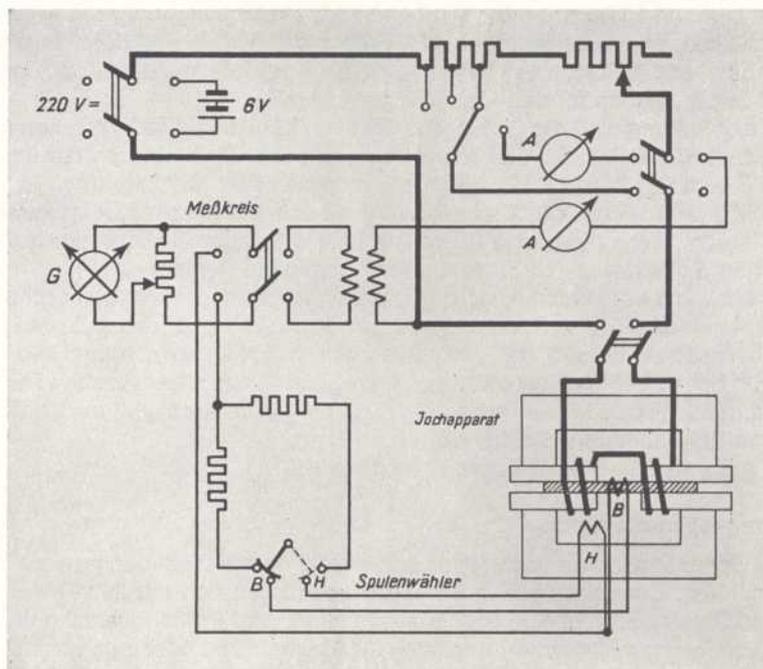
Die gesamten Meßfehler liegen unter 2 bis 3‰.

Spannungsmesserjoch

Das Spannungsmesserjoch ist entsprechend dem Verwendungszweck der Einrichtung besonders kräftig bemessen, es lassen sich mit ihm Felder bis 16000 Oersted erzeugen, je nach Einspannlänge und Probenquerschnitt. Bei Verwendung als Magnetisierungsjoch für Magnetstäbe oder zum Herstellen starker, homogener Luftfelder können bei Benutzung besonderer Polschuhe auch Felder bis zu 38000 Oersted kurzzeitig ($\frac{1}{2}$ s) hergestellt werden.



Gesamtansicht
des Spannungsmesser-Jochapparates mit Meßtisch und Regeleinrichtung.



Schaltung des Spannungsmesser-Jochapparates.

Die obere Hälfte des Joches kann durch eine Spindel nach oben bewegt werden, sie ist auch ganz herauszunehmen, was den Vorteil bietet, daß auch größere Magnete in Hufeisen- oder Glockenform (z. B. Zählermagnete, Zündmagnete und dergleichen) zu messen sind, indem man sie direkt auf die beiden Jochschenkel aufsetzt.

Die Polstücke für die beiden Jochwicklungen sind in Führungen seitlich verschiebbar und können mittels Steckbolzen, die in entsprechende Bohrungen der Polstücke und Jochflansche gesteckt werden, auf die jeweils gewünschte Einspannlänge der Proben eingestellt werden. Die Verstellbarkeit ist so weitgehend, daß Proben mit Einspannlängen von 30...180 mm, Dicken von 1,5...25 mm und Breiten von 10 oder 20 mm (je nach der gewünschten Breite des Spannungsmessers) bis 90 mm eingesetzt werden können.

Der Strombedarf beträgt bei hintereinandergeschalteten Feldspulen für die nur kurzzeitige Magnetisierung bis zur Sättigung 60 A bei 220V, für die Messung 5...10 A. Die Feldspulen sind hinsichtlich guter Isolation und Wärmeleitung besonders imprägniert.

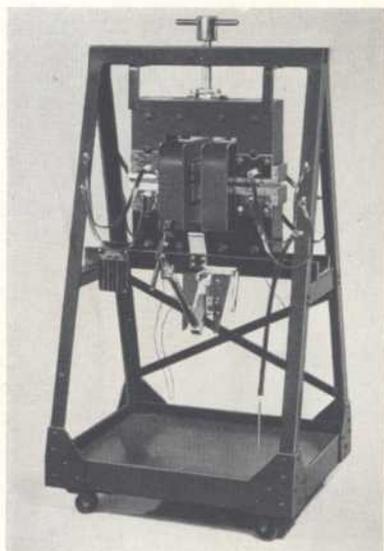
Die Empfindlichkeit für die B-Messung ist durch passende Wahl der sekundären Windungszahl auch bei kleinen Querschnitten auf jeden gewünschten Betrag zu bringen. Für den Spannungsmesser beträgt sie etwa 1 mm/Oe bei 1,5 m Skalenabstand des zugehörigen Galvanometers.

Meßtisch

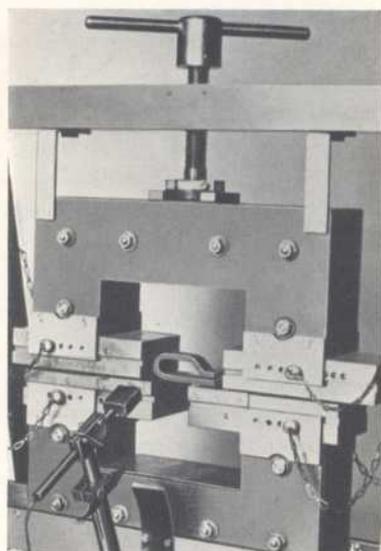
Der Meßtisch enthält die Eich- und Schaltapparate für den Galvanometerkreis. Besonderer Wert wurde bei ihm darauf gelegt, schädliche Beeinflussungen der Meßergebnisse durch Kriechströme, durch gegenseitige Beeinflussungen der verschiedenen Regel- und Meßkreise, durch Thermokräfte und dergleichen zu vermeiden. Sorgfältige, geschirmte Leitungsverlegung mit geschirmten Anschlußklemmen, thermokraftfreie Spezialschalter, eine Metallplatte für den Zusammenbau der Einzelteile im Galvanometerkreis machen den gesamten ballistischen Meßkreis praktisch störungsfrei.

Bedienungstafel und Aufbau

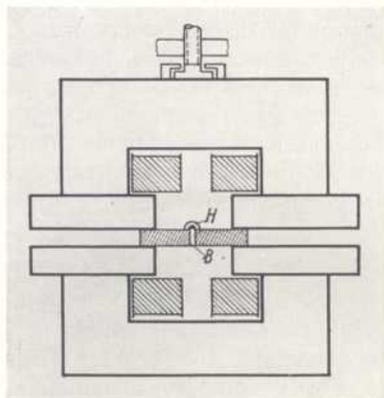
Die Meß-, Regel- und Schaltgeräte für den Feldstromkreis befinden sich übersichtlich und bequem bedienbar auf einer Schalttafel. Die Präzisionsinstrumente für die Stromablesung sind auf einer besonderen Konsole unterhalb der Tafel aufgestellt, so daß der Strom beim Regeln gleichzeitig abgelesen werden kann. Für die geschirmte Aufstellung des Galvanometers werden noch eine besondere Konsole sowie eine geschirmte Leitung mitgeliefert, um eine kriechstromfreie Schaltung zu erhalten.



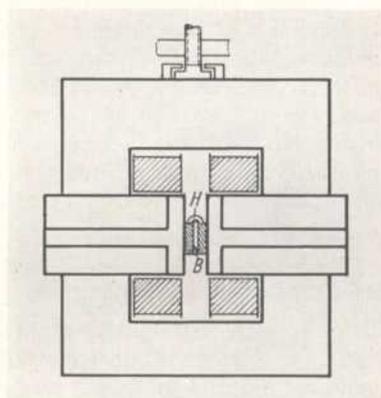
Spannungsmesserjoch mit Feldspulen und magnetischem Spannungsmesser.



Einspannung eines Zählermagneten in das Spannungsmesserjoch (Feldspulen weglassen).



Einspannung langer, dünner Proben im Spannungsmesserjoch.



Einspannung kurzer, dicker Proben im Spannungsmesserjoch.

	Jochapparatur	Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<p>Magnetstahl-Prüfeinrichtung mit Spannungsmesserjoch</p>	<p>obere Hälfte durch eine Spindel verstellbar, mit Wicklung zum Anschluß an 220 V Gleichstrom zur Erzeugung von Feldern bis zu 16000 Oersted. Die seitlich beweglichen Polstücke, auf die meist die beiden Jochwicklungen aufgesetzt werden, können durch entsprechende Führungsschienen mit Steckbolzen auf folgende Einspannlängen der Proben eingestellt werden:</p> <p>30—35—40—45—50—55—60—70—75—80—85 mm 90—100—110—115—125—130—140—155—170—180 mm.</p> <p>Das obere Joch ist abnehmbar, so daß die beiden Jochspulen auch direkt auf die unteren Jochschenkel aufgebracht werden können. Für die Spannungsmesserspule (in Hartgummigehäuse) ist ein schwenkbarer Arm angebracht, der mit einem Schnurzug betätigt wird und sicheres Heranbringen sowie schnelles Abheben der Spannungsmesserspule von der Probe ermöglicht.</p> <p>Alle Geräte sind auf ein fahrbares Gestell aufgebaut</p>	<p>161 521</p>	<p>Ms La 214a</p>	<p>80</p>
	<p>Vollständiger Meßtisch</p> <p>zur Aufnahme der Meß- und Schaltgeräte für den Galvanometerkreis.</p> <p>Auf gemeinsamer Abschirmplatte sind kriechstromfrei und thermokraftfrei eingelassen:</p> <p>Nebenwiderstand in Holzkasten zum Einstellen der Empfindlichkeit des Galvanometers,</p> <p>Stöpselwiderstand in Mahagonigehäuse mit Lichtschutzabdeckplatte zum Abgleichen des Galvanometerkreises, 4×4 Stöpsel für 0,1—1—10—100 Ω,</p> <p>Normal der gegenseitigen Induktion mit 2×0,01 Hg, 2×3 Ω, 1 A,</p> <p>Umschalter für das ballistische Galvanometer zum Kurzschließen bzw. Umschalten auf den Meßkreis,</p> <p>Umschalter zum wahlweisen Einschalten der beiden Meßkreise bzw. des Eichkreises hierzu gehört noch (siehe nächste Seite)</p>			

SPANNUNGSMESSER-JOCHAPPARAT



<p>Magnetstahl-Prüfeinrichtung mit Spannungsmesserjoch (Fortsetzung)</p>	<p>Vollständige Regeleinrichtung für die Jochapparatur, bestehend aus einer Bedienungstafel für Wandanbau (Abmessungen 1000 x 800 mm) mit folgenden Geräten:</p> <p>7 Schiebewiderstände für 220 V Gleichstrom zum stufenlosen Einstellen des Feldstromes von 0,02...15 A,</p> <p>Kommutatorschalter zum Umpolen des Feldstromkreises, Ausführung als Hebelschalter,</p> <p>Ausschalter für den Feldstromkreis, Ausführung als Hebelschalter mit Spezialblasmagnet,</p> <p>Drehumschalter zum Einschalten der Stromstufen 15—40—55—60 A im Feldstromkreis nebst</p> <p>zugehörigen Vorwiderständen (hinter der Schalttafel),</p> <p>Drehumschalter zum Einschalten des Regelkreises auf den Eichkreis des Induktionsnormales.</p> <p>Außerdem zur Aufstellung auf einer vorgesehenen Konsole unter der Schalttafel:</p> <p>Präzisions-Drehspul-Strommesser, Meßbereich 45 mV/10 Ω zum Messen des Eichstromes, hierzu</p> <p>Ansteck-Nebenwiderstand für Nennströme 0,015—0,03—0,075 A sowie</p> <p>Strom- und Spannungsmesser, Meßbereiche 10 mA, 100 mV zum Messen des Feldstromes (siehe Ms-Handliste Teil IV a) zum Anschluß an</p> <p>Nebenwiderstand mit Drehschalter für einen Nennstrom von 30 A (siehe Ms-Handliste Teil IV a).</p> <p>Weiteres Zubehör:</p> <p>Ballistisches Spiegelgalvanometer in Sonderausführung, Meßwerkwiderstand etwa 50 Ω, ballistische Ausschlagzeit etwa 3 s, mit Linsenfenster für 1,5 m Lichtzeigerlänge, hierzu</p> <p>waagerechte Ablesevorrichtung zum Befestigen an der Wand, mit Ableselaterne, mit Glühlampe für 4 V und durchscheinender Skala (Skalenteilung in mm, Skalenbezeichnung 0...50) sowie</p> <p>Konsole für geschirmte Aufstellung des Galvanometers, mit Metallplatte und</p> <p>hochisolierte meßfertige Leitungsführung vom Galvanometer zum Meßtisch mit verschiedenen Schirmbügeln zur Anordnung an der Wand oberhalb des Meßtisches und zum Befestigen der Galvanometerleitungen . .</p>	<p>Listen-Nr.</p>	<p>Preis</p>	<p>etwa kg</p>
		161 531		

Eisenprüfeinrichtung nach der Differentialmethode

zum Untersuchen von Eisenblechen mittels Epsteinproben.

Anwendung

Die Einrichtung wird vorzugsweise zur betriebsmäßigen Bestimmung der Magnetisierbarkeit und Verlustziffer von Dynamo- und Transformatorenblechen benutzt. Die Bedienung ist so einfach, daß die Messung nur kurze Zeit erfordert und von angelerntem Personal ohne Schwierigkeit auszuführen ist. Bei der Messung ist nur jeweils ein Widerstand so lange zu verstellen, bis das Zeigerinstrument der entsprechenden Meßschaltung, Zeigergalvanometer bzw. Differential-Leistungsmesser, auf Null zeigt. Jede Rechnung fällt weg. Auf Grund der angewendeten Meßmethode und der besonderen Schaltung, die die Messung von allen störenden Einflüssen weitgehend unabhängig macht, ist die Meßgenauigkeit größer als für die Praxis erforderlich.

Meßverfahren und Aufbau

Das Meßverfahren beruht auf dem Vergleich der zu untersuchenden Eisenprobe (X) mit einer bekannten Normalprobe (N) gleicher Ausmaße und ähnlichen Materials (Epsteinproben). Entsprechend den VDE-Vorschriften lassen sich Verlustziffer V_{10} und V_{15} sowie Magnetisierbarkeit B_{25} , B_{50} , B_{100} und B_{300} bestimmen.

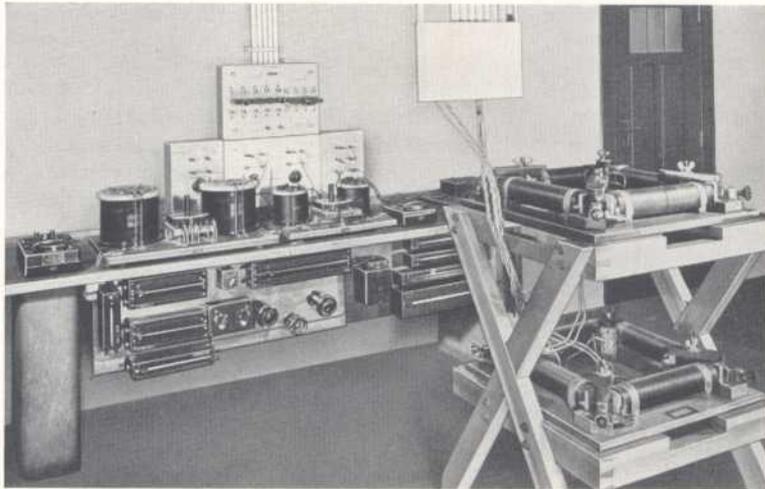
Die Prüfeinrichtung besteht aus zwei Epstein-Magnetisierungs-Apparaten (je 4 im Quadrat angeordneten Magnetisierungs- und Induktionswicklungen) und je einer gesonderten Meßschaltung für die Messung der Magnetisierbarkeit sowie für die Bestimmung der Verlustziffer. Von den beiden Epstein-Apparaten erhält der eine die als Vergleichsnorm dienende Eisenprobe, deren magnetische Eigenschaften (Verlustziffer und Magnetisierbarkeit) bekannt sind, in den anderen werden die zu prüfenden Blechpakete hineingeschoben und zu einem geschlossenen magnetischen Kreis zusammengesetzt.

Um gute Durchschnittswerte der Eisensorte zu erhalten, werden die Untersuchungen an größeren Blechmengen vorgenommen (lt. DIN VDE 6400 von insgesamt 10 kg).

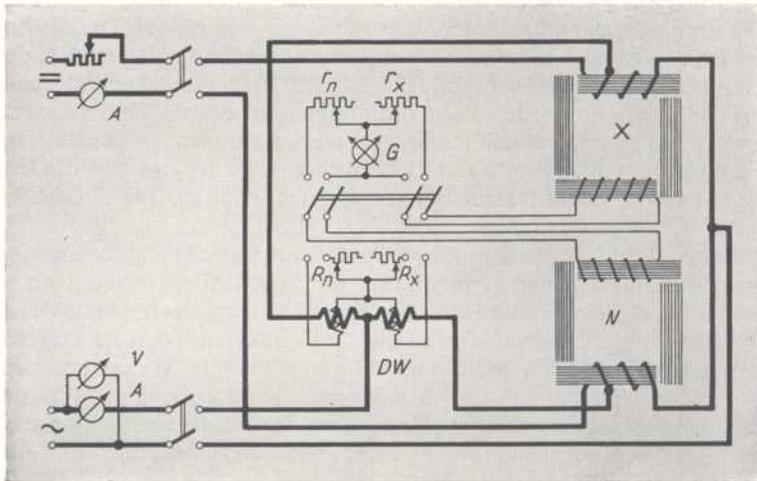
Bei der angewendeten Differentialmethode bleiben nicht nur Frequenz- und Spannungsschwankungen in weiten Grenzen ohne Einfluß, sondern auch die Stoßfugen, meist eine Hauptfehlerquelle, sind bei der Bestimmung der Magnetisierbarkeit und auch der Verlustziffer zu vernachlässigen, da sie bei den Proben ungefähr gleiche Größe haben und sich in ihrer Wirkung aufheben. Die einfache Handhabung der Prüfeinrichtung ermöglicht es, eine große Anzahl von Proben an einem Tage zu prüfen, so daß die Einrichtung sowohl in bezug auf Schnelligkeit als auch Genauigkeit der Messungen den Anforderungen der Praxis voll entspricht.

Eichumformer

Um eine größtmögliche Genauigkeit auch bei ungleichen Proben zu erzielen, empfiehlt es sich, zur Speisung der Prüfeinrichtung den neuen Siemens-Eichumformer zu verwenden, der sich durch seinen guten Formfaktor und seine hohe Spannungskonstanz auszeichnet.



Gesamtansicht.



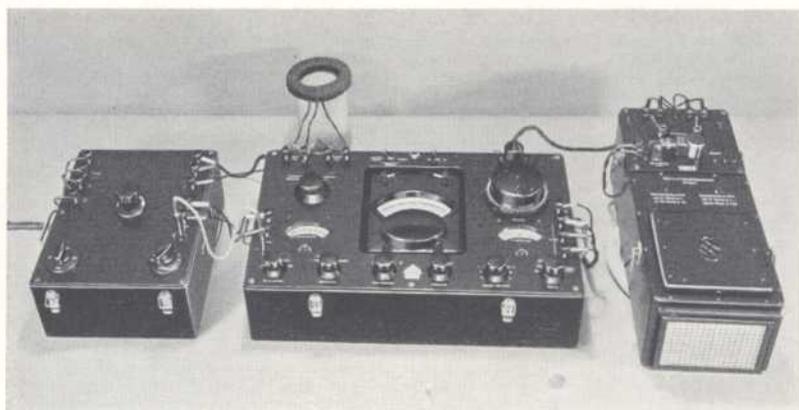
Schaltung.

Eisenprüfeinrichtung nach der Differentialmethode.

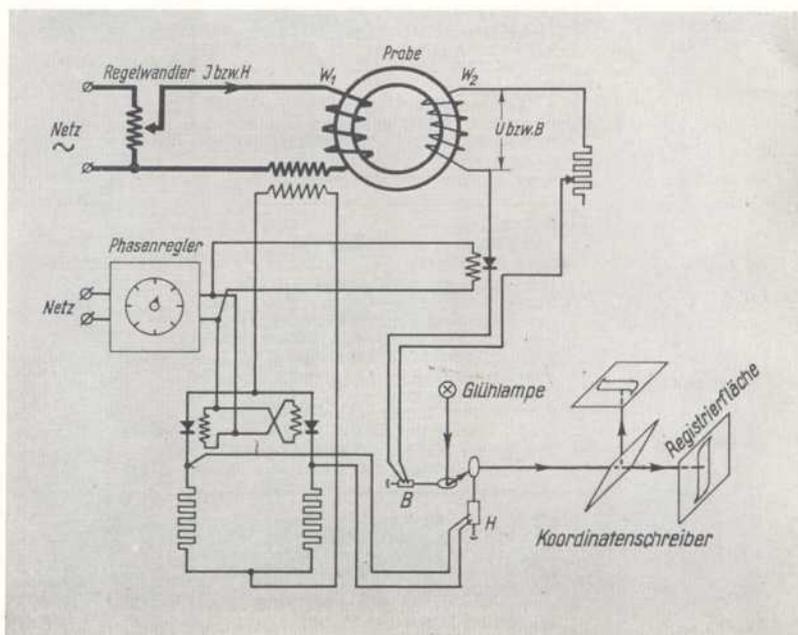
EISENPRÜFEINRICHTUNG NACH DER DIFFERENTIALMETHODE

Eisenprüfeinrichtung nach der Differentialmethode	2 Epstein-Magnetisierungs-Apparate	Listen-Nr.	Preis	etwa kg
zum Untersuchen von Eisenblechen mittels Epsteinproben <i>Msl 50</i>	auf einem Holzgestell übereinander aufgebaut, bestehend aus je 4 im Quadrat angeordneten Magnetisierungswicklungen (zur Aufnahme der Blechproben) und den Festspannvorrichtungen. Jede Magnetisierungswicklung hat eine Sekundärwicklung, die Sekundärwicklungen sind in Reihe geschaltet und haben zusammen 600 Windungen. Die Primärwicklungen sind mit insgesamt 600 oder 2000 Windungen zu benutzen, sie sind kurzzeitig bis 30 A belastbar	161 536		136
<i>Msl 309</i> →	Meßschaltung zum Bestimmen der Magnetisierbarkeit bestehend aus: Zeigergalvanometer und 2 Regelwiderstände 10000...30000Ω auf gemeinsamem Grundbrett aufgebaut Widerstandsatz mit Momentstromwender zum Einstellen der Stromstärken 2,5—5—10—30 A bei 110 V entsprechend den Feldstärken 25—50—100—300 AW/cm, auf gemeinsamer Grundplatte Zehnohm-Instrument (siehe Ms-Handliste Teil IV b) Mehrfach-Nebenwiderstand zum Zehnohm-Instrument für Ströme bis 15 und 30 A Umschalter zum wahlweisen Einschalten der Meßbereiche 15 und 30 A des Zehnohm-Instrumentes, ohne Unterbrechung . Lederkoffer für das Zeigergalvanometer	161 538 161 539 156 141 156 148 161 540	auf Anfr.	10 30 2,7 0,16 1,2 —
<i>Msl 616</i> →	Meßschaltung zum Bestimmen der Verlustziffer bestehend aus: Differential-Leistungsmesser und 2 Regelwiderstände 9000...9900 Ω auf gemeinsamem Grundbrett aufgebaut. Transportkasten für den Differential-Leistungsmesser wird mitgeliefert . . Präzisions-Spannungsmesser für Wechselstrom, umschaltbar für 65—130—300—600 V (siehe Ms-Handliste Teil IV b) Einpoliger Hebelausschalter für den Spannungsmesser	161 542 156 241 161 546		12 3,9 1,2
	Normalproben nach Epstein Gewicht 10 kg, aus gealtertem Material, Blechstärke 0,5 mm, Preis ausschließlich Prüfgebühr der Physikal.-Techn. Reichsanstalt; aus schwach legiertem Material . . . aus mittel legiertem Material aus hoch legiertem Material	161 551 161 552 161 553		10 10 10
	Umschalttafel aus Marmor mit 4poligem und 5poligem Hebel-schalter zum wahlweisen Anschalten der Epstein-Apparate an die beiden Meßschaltungen	161 555		15

FERROMETER



Ansicht.



Schaltung.

Ferrometer mit Regelwandler und Koordinatenschreiber.

Ferrometer

universelles tragbares Eisenmeßgerät für Wechselstrommessungen.

Anwendung

Das Ferrometer ist ein wertvolles Hilfsmittel zum Bestimmen der magnetischen Eigenschaften von (legierten) Transformatoren- und Dynamoblechen bei Wechselstrom und eignet sich sowohl für Laboratoriums-Untersuchungen als auch für laufende Betriebsmessungen in Instituten, Eisenhütten u. dgl.

Das Gerät liefert — ohne jede Korrektur — in einem Zuge den Magnetisierungsstrom, seine Wirk- und Blindkomponente (getrennt), den Leerlaufwinkel und die Induktion. Außerdem können mit ihm noch die Remanenz, Koerzitivkraft, Neukurve und die Verluste gemessen werden. Es ermöglicht — was gerade bei Betriebsmessungen äußerst wichtig ist — ein schnelles und sicheres Arbeiten, da man durch einfache Umschaltung von der einen Messung zur anderen übergehen kann.

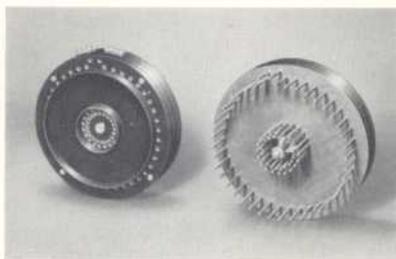
Die Eisenproben können ring- oder streifenförmig sein. Als Streifenproben können Epsteinstreifen verwendet werden, größte meßbare Streifenbreite 30 mm, erforderliche Mindestlänge 230 mm.

Meßverfahren und Aufbau

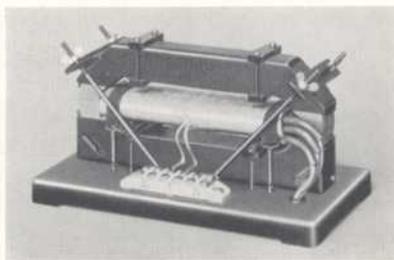
Die Meßmethode des Ferrometers paßt sich weitgehend dem Verwendungszweck der mit ihm zu untersuchenden Eisenlegierungen an, d. h. ihrer späteren betriebsmäßigen elektrischen Beanspruchung. Sie beruht auf einer Strom-Spannungsmessung der mit einer Magnetisierungswicklung und Meßwicklung versehenen Eisenprobe bei Wechselstrom 50 Hz. Die Meßgrößen werden mit einem hochempfindlichen Lichtmarkeninstrument in Verbindung mit Schwinggleichrichtern im direkten Ausschlagsverfahren ermittelt.

Der Magnetisierungsstrom erzeugt in der Probe einen Fluß, der in der Meßwicklung eine EMK induziert. Die Bestimmung der Wechselstrom-Magnetisierungskurve wird nun in bekannter Weise durch die Messung der Effektivwerte der Magnetisierungsströme und der, der Induktion proportionalen, induzierten Spannungen durchgeführt.

Die Messung des effektiven Magnetisierungsstromes im Gebiete großer Kurvenverzerrungen erfolgt mit einem Thermoumformer, der auf ein besonderes Drehspulmeßwerk arbeitet und mit einem umschaltbaren Stromwandler den jeweiligen Meßverhältnissen angepaßt werden kann. Kleine Ströme können bei geringer Verzerrung als Spannungsabfall an Nebenwiderständen gemessen werden. Die Bestimmung der anderen Meßgrößen und Messung der sekundär induzierten Spannung bzw. Induktion erfolgt mit einem Lichtmarkengalvanometer, das an Schwinggleichrichter angeschlossen ist, deren Erregerleistung einem eingebauten Drehstromphasenregler entnommen wird.



Ringkäfig für Ringkernproben, geöffnet.



Streifenjoch zum Ferrometer.

Die induzierte Spannung, der primäre Magnetisierungsstrom und seine Wirk- und Blindkomponente werden direkt am Lichtmarkengalvanometer, der zwischen Magnetisierungsstrom und induzierter Spannung liegende Eisenwinkel φ_0 direkt an der in Winkelgraden geeichten Skala des Phasenreglers abgelesen.

Die Verluste Watt/kg können hiernach in einem einfachen Rechnungsgang ermittelt werden.

Die Auswertung der Werte

$$B, J_{\text{eff}}, J_{\text{blind}}, J_{\text{wirk}}, \varphi_0, \text{Watt/kg}$$

erfordert für je einen eingestellten Induktionspunkt nur etwa 1 Minute. Die vor jeder Messung erforderliche Entmagnetisierung der Probe kann mit einem Regelwandler vorgenommen und an einem eingebauten Instrument beobachtet werden.

Bei den Ringproben sind Magnetisierungs- und Meßwicklung, insgesamt 40...50 Windungen, leicht von Hand aufzuwickeln, es können jedoch auch, um das Bewickeln zu sparen, fertige Ringkäfige mit Magnetisierungs- und Meßwicklung für verschiedene Ringkerndurchmesser geliefert werden.

Die Streifenproben werden in ein besonders konstruiertes Joch eingesetzt, das die erforderlichen Windungszahlen bereits enthält.

Sämtliche Meß-, Regel- und Schaltteile, mit Ausnahme des Streifenjoches bzw. Ringkäfigs sowie des Regeltransformators, sind betriebsfertig in ein handliches Metallgehäuse mit Traggriffen und abnehmbarem Deckel eingebaut.

Koordinaten-Lichtschreiber

Als Zusatzgerät zum Ferrometer ist noch der Koordinaten-Lichtschreiber zu verwenden, das neuzeitliche Registriergerät für die selbsttätige Aufzeichnung zweier von einander abhängiger Größen in einem Koordinatensystem. Mit seiner Hilfe kann mit dem Ferrometer die Aufzeichnung von vollständigen Wechselstrom-Hysteresisschleifen selbsttätig in 30 Sekunden erfolgen.

FERROMETER

		Listen-Nr.	Preis	etwa kg
<p>Ferrometer tragbares Eisenmeßgerät für Wechselstrommessungen</p> <p style="font-size: 1.2em; margin-top: 20px;"><i>Msla 146 b</i></p> <p style="margin-top: 20px;"><i>Msla 111a</i></p> <p style="margin-top: 10px;"><i>Msla 310a</i></p>	<p>In ein stabiles Metallgehäuse (Abmessungen 650×410×240 mm) mit Traggriffen und abnehmbarem Deckel sind eingebaut:</p> <p>Lichtmarkeninstrument Konstanten 5 μA, 80 Ω für Arbeitsmeßbereiche des Ferrometers von 3 mA...10 A und 3 mV...30 V,</p> <p>Spezialphasenregler mit 360°-Teilung, verstellbarer Winkelskala, Drehstrom-Zwischentransformator für 380/220/110 V, Uhrwerk für selbsttätige Verdrehung um 360° zur Aufnahme der Hysteresisschleife mit dem Koordinaten-Lichtschreiber,</p> <p>2 Schwinggleichrichter umschaltbar für Mittelwert- oder Grundwellenmessung,</p> <p>1 zusätzlicher Gleichrichter für den Koordinatenschreiber,</p> <p>Thermoumformer mit Drehspulinstrument für Strom-Effektivwert-Messungen von 30 mA...12 A,</p> <p>Dreheiseninstrument zum Messen des Magnetisierungsstromes, Meßbereich 15 A,</p> <p>Verschiedene Präzisionsumschalter und Stufenschalter für die verschiedenen Meßbereiche und Meßverfahren,</p> <p>Nebenschlüsse, Vorwiderstände, Wandler, Grundwellenfilter.</p> <p>Es wird noch mitgeliefert: Normalprobe mit Eich-tabelle sowie Streifenjoch für Streifenproben GröÙte Streifenbreite 30 mm, Mindestlänge 230 mm</p>	<p>161 561</p>		<p>48 1)</p>
<p>Zubehör</p>	<p>Tragbarer Regeltransformator zum Regeln des Magnetisierungsstromes, Anschlußspannung 3×110, 220 oder 380 V 50 Hz. Er besteht aus einem induktiven Ringkernregler, der nahezu stufenlose Regelung von 0 bis zum Maximalwert ermöglicht und zur Messung von Ring- und Streifenproben mit einem Umschalter in 7 Stufen von 50—150—500 mV bzw. 1,5—5—15—50 V umgeschaltet werden kann . . .</p>	<p style="font-size: 1.2em; margin-left: 20px;"><i>Mslug 181a</i></p> <p>161 566</p>		<p>35</p>
	<p>Koordinaten-Lichtschreiber zum selbsttätigen Aufzeichnen einer vollständigen Wechselstrom-Hysteresisschleife. Er besitzt eine Beobachtungsscheibe und Abblendvorrichtung, ferner eine Filmkassette zur fotografischen Aufnahme der Kurven im Format 13×18 cm</p>	<p>163 203</p>		<p>12</p>
	<p>Ringkäfìg für Ringkernproben von 65...155 mm Durchmesser</p>	<p>Auf Anfrage</p>		<p>3</p>
<p>1) Gewichte für Normalprobe und Streifenjoch nicht enthalten.</p>				