

07055

Die Hubzahl beträgt 72 000 in 48 Stunden ohne Toleranz, da der Hubzähler genaue Einhaltung ermöglicht. Die durchschnittliche minutliche Hubzahl ist demnach 25. Mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Spannungsschwankungen der Leitungsnetze ist für die minutliche Hubzahl eine Toleranz von ± 1 Hubbewegung zulässig. Unter einer Hubbewegung ist eine volle Auf- und Abwärtsbewegung zu verstehen.

Der Meßfehler liegt bei sorgfältigem Arbeiten unter $\pm 0,10$.

befestigt und können gemeinsam entweder auf das Ölbad oder in die DreifüÙe (z) gesetzt werden. Auf diese Weise wird getrennte Vorbereitung des Ölbadcs und der Probengläser ermöglicht und für den Versuch gleiche Erhitzungsdauer bei sämtlichen Proben gewährleistet.

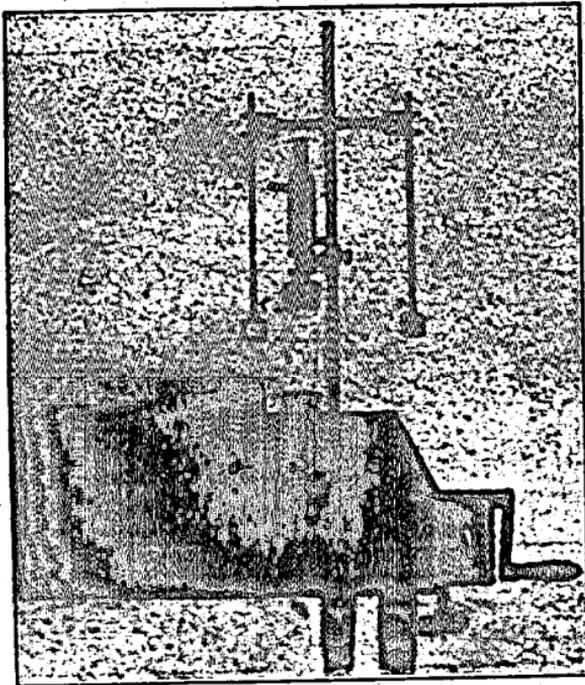


Abb. 11. Prüfgerät zur Bestimmung der Alterungsneigung nach Dr. Baader
(Einzelteile)

Die Glasspulen werden in fester Verbindung mit den Rührstäben geliefert, während die Metallspulen nach Bedarf aus Elektrolytkupfer und reinem Bleidraht, die dem Apparat beigegeben sind, mittels des in Abb. 11 dargestellten Wickers (1) hergestellt werden. Die blanken, erst unmittelbar vor Gebrauch anzufertigenden Metallspulen sind ebenso wie die Glasgeräte vor der Benutzung sorgfältig

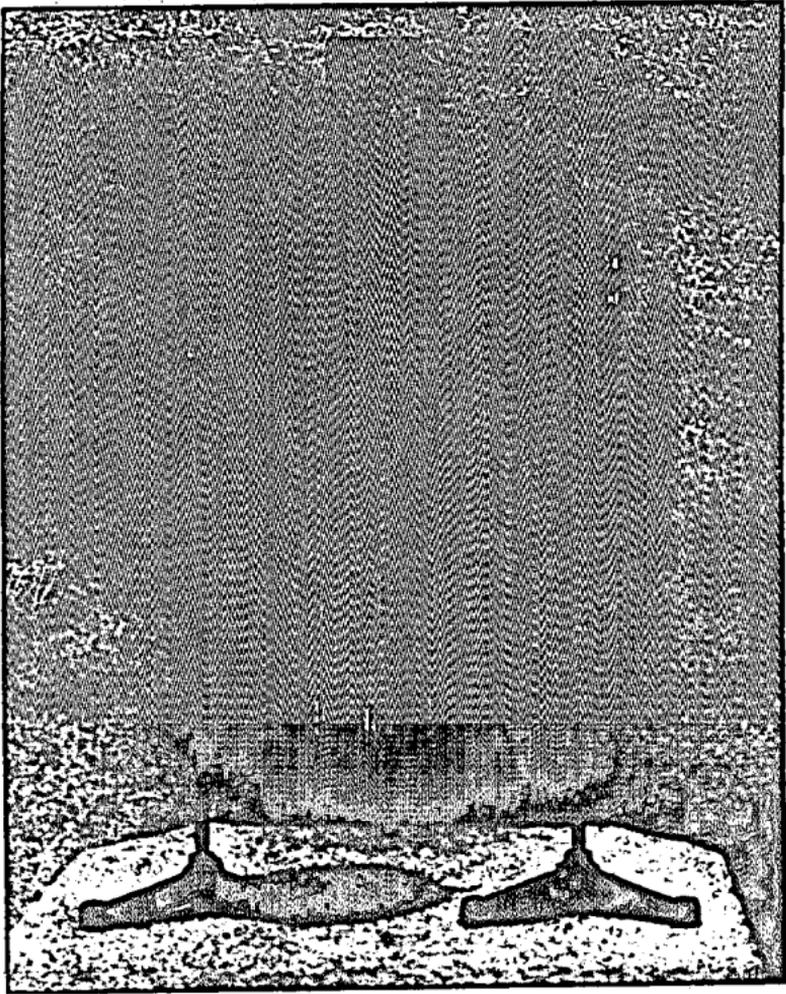


Abb. 9. Prüfgerät zur Bestimmung der Alterungsneigung nach Dr. Baader
(Teilansicht)

Prüfverfahren

Die Alterungsneigung bestimmt man mit dem in Abb. 8—11 dargestellten Prüfgerät. Es wird für die gleichzeitige Aufnahme von 4 und von 12 Proben hergestellt. Da alle Einzelheiten aus der dem Prüfgerät beigegebenen ausführlichen Gebrauchsanweisung zu entnehmen sind, genügt an dieser Stelle eine kurze Beschreibung.

insbesondere unter Sz und Vz, erwähnt. Durch richtige Ölauswahl kann diesen schädlichen Wirkungen vorgebeugt werden. Hierzu ist aber ein Prüfverfahren erforderlich, mit dem die Empfindlichkeit eines Oles gegen die verschiedenen Alterungseinflüsse im einzelnen zuverlässig bestimmt werden kann.

Das folgende Prüfverfahren nach Baader unterscheidet sich von anderen Prüfverfahren dadurch, daß es in je einer gesonderten Probe das Verhalten des zu prüfenden Oles gegen die einzelnen Alterungseinflüsse zu bestimmen gestattet.

Das Prüfverfahren bietet ferner die Möglichkeit, die Einflüsse von Isolierstoffen, Lacken, Anstrichfarben, Holz usw. auf das Öl zu untersuchen. Weitere Vorteile sind die kurze Versuchszeit von nur 48 Stunden, der Ersatz der gravimetrischen Bestimmung (Teerzahl) der Oxydationsprodukte durch die massanalytische Bestimmung (Verseifungszahl) und die Vermeidung von Beschleunigungsmitteln, die im normalen Betrieb nicht vorhanden sind, wie Sauerstoff anstelle von Luft oder Temperaturen über 95° C.

Anforderungen:

Ein Neuöl ist als genügend widerstandsfähig gegen die Alterungseinflüsse anzusehen, wenn keine der 48 Stunden bei 95° C erhitzten Proben eine böhere Verseifungszahl als 0,30) zeigt.*

Für die in neuen Transformatoren und Apparaten angelieferten Öle ist eine Kupfer- und Blei-Verseifungszahl von 0,40 zulässig, die bei sachgemäßer Behandlung des Oles eingehalten werden kann.

Bei ausgebesserten und mit Neuöl gefüllt zurückgelieferten Transformatoren und Apparaten hängt die Kupfer- und Blei-Verseifungszahl von der bei der Reinigung angewendeten Sorgfalt ab.

Erfüllt das Öl nach Einfüllung und Trocknung nicht mehr die obigen Anforderungen an die Alterungseignung, so kann der Lieferant des Neuöles, sofern dies vor der Einfüllung den vereinbarten Bedingungen entsprach, nicht verantwortlich gemacht werden.

Öle, deren Verseifungszahlen nach der künstlichen Alterung sämtlich unter 0,20 liegen, sind als gleichwertig anzusehen.

*) Für Isolieröle, die nachweisbar aus Rohöl hergestellt sind, das innerhalb der deutschen Reichsgrenzen erhobt worden ist, kann bis auf weiteres aus volkswirtschaftlichen Gründen eine Verseifungszahl von 0,35 zugelassen werden.

Die erhöhte Temperatur während des Betriebes wirkt beschleunigend auf die Alterung ein. Aber auch Stoffe, mit denen das Öl während des Betriebes in Berührung kommt, können den Alterungsvorgang beschleunigen. Hierher gehören neben der Luft in erster Linie Metalle, hauptsächlich Kupfer, Eisen und Blei, sowie isolierende Baustoffe, Imprägnier- und Anstrichmittel, ferner die Verbindungen, welche die Metalle mit den bereits gebildeten Alterungsstoffen eingehen.

Die Ölalterung äußert sich hauptsächlich in einem Anstieg von Säure- und Versäuerungszahl, im Verhalten gegen Schwefelsäure und bei manchen Ölen im Auftreten von gebundenem Wasser, wasserlöslichen Säuren und normalbenzinunlöslichen Anteilen.

Haben die Alterungsstoffe die Sättigungsgrenze erreicht, dann beginnen sie allmählich auszufallen und sind im kalten Öl zunächst an einer Abnahme der Durchsichtigkeit, dann an einer Trübung und schließlich an einem Bodensatz zu erkennen. Diese Ölveränderungen können als primäre Alterungsmerkmale bezeichnet werden, weil sie direkte und ausschließliche Äußerungen der Alterung sind. Als Alterungsmerkmale von sekundärer Bedeutung stehen ihnen solche Ölveränderungen gegenüber, die entweder auf mehrere Ursachen zurückzuführen und daher nicht eindeutig als Alterungsmerkmale auswertbar sind, oder deren Messung wegen zu kleiner Veränderungen im Betrieb oder wegen Fehlens einer brauchbaren Prüfmethode oder aus anderen Gründen Schwierigkeiten bereitet. Als solche sind Veränderungen des spez. Gewichtes, des Flammpunktes, der Zähigkeit und anderer Eigenschaften des Öles anzuführen. Sie sind aber für die Beurteilung des eingetretenen Alterungsgrades nur von geringem Wert.

Neben der normalen Ölalterung kann eine durch Zufälle verursachte anormale Alterung auftreten, die sich aber wegen ihrer Zufälligkeit nicht vorausbestimmen läßt. Hierunter sind zu nennen: Verunreinigungen, z. B. infolge mangelhafter Wartung der bei der Ölbehandlung verwendeten Hilfsmittel, Überhitzung des Öles infolge falscher Arbeitsweise bei der Aufbereitung oder infolge Überlastung im Betrieb, Nachfüllen ungeeigneten Öles, Eindringen von Isoliermasse, Kohlenstaub und anderen Stoffen in das Öl.

Die schädlichen Wirkungen der Alterungsstoffe in gelöster und ausgeschiedener Form sind unter den verschiedenen Prüfverfahren,

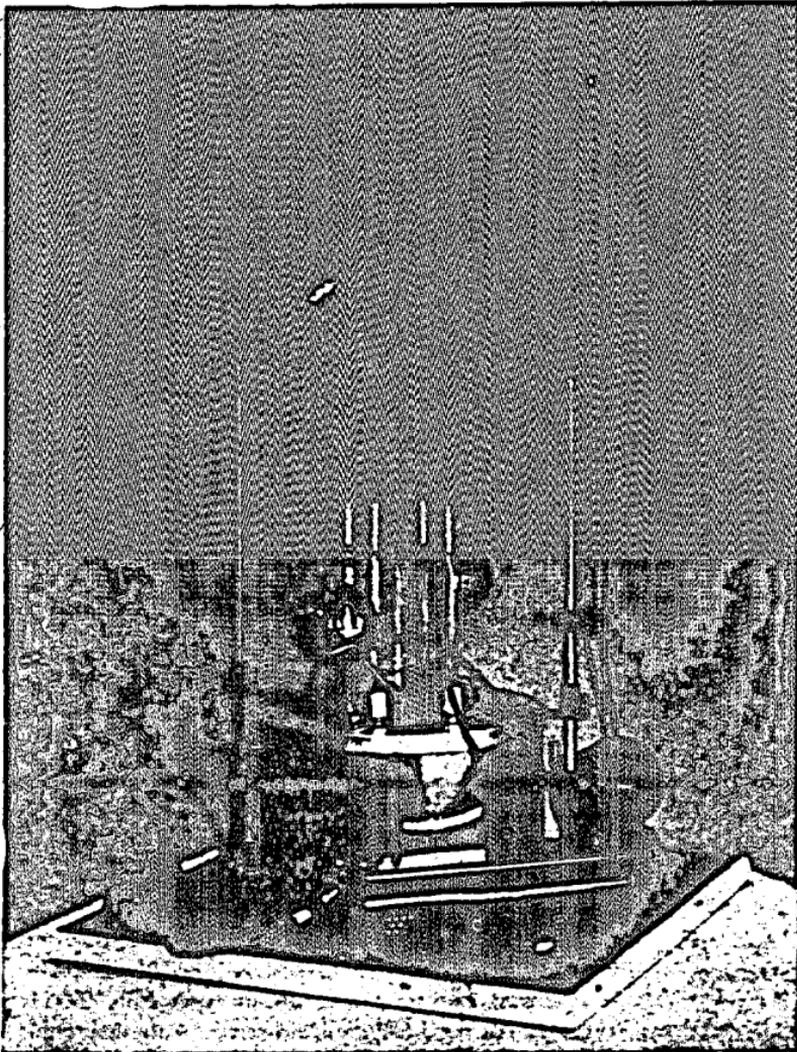


Abb. 8. Prüfgerät zur Bestimmung der Alterungsneigung nach Dr. Bader
(Gesamtansicht)

Die Heizvorrichtung besteht aus einem Ölbad, das durch ein elektrisch beheiztes Wasserbad erwärmt wird. In das Ölbad werden die Glasgefäße (m) mit den zu prüfenden Ölproben von je 80 cm³ abgesetzt. Jedes Glasgefäß trägt einen eingeschliffenen Liebigkühler (n), in dem sich ein Rührstab (t) aus Glas auf und ab bewegt. An dem unteren Ansatz des Rührstabes wird eine Spule (v) aus Glas oder blankem Metall befestigt. Die oberen Enden der Rührstäbe sind

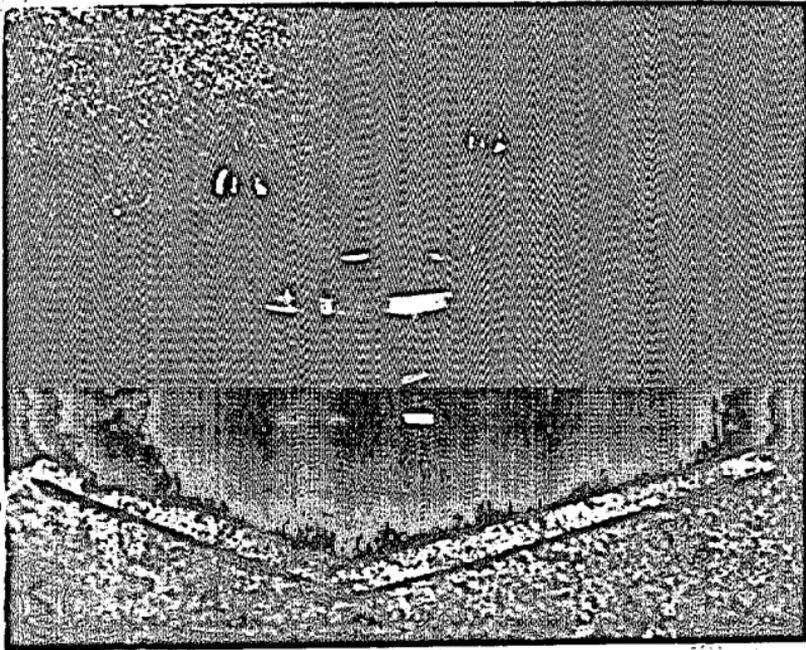


Abb. 10 Prüfgerät zur Bestimmung der Alterungsneigung nach Dr. Baader (Teilansicht)

durch die Klemmen (u) mit dem Getriebe (x) verbunden. Die Umdrehungszahl des Getriebes kann durch den Widerstand (c) geregelt werden. Der ebenfalls mit dem Getriebe verbundene Ring (q) durchrührt das im Ölbad befindliche Öl, dessen Temperatur am Thermometer (o) abgelesen werden kann.

Die Probengläser hängen von Ringen getragen in einer Platte (f). Probengläser, Tragvorrichtung und Getriebe sind an einem Stativ (y) befestigt.

mit Reinbenzol zu spülen. Die Beschaffenheit des Kupfer- und Bleidrahtes ist auf Grund von Versuchen genau festgelegt*).

Die Prüfung wird wie folgt ausgeführt: Während der Anheizung des Ölbades wickelt man die Metallspulen, reinigt und füllt die Probengläser, legt die Schlauchverbindungen an die Kühler, stellt die Hubzahl auf 25 je Minute ein usw. Sobald das Ölbad eine Temperatur von 95°C erreicht hat, setzt man das Stativ (y) samt allen Nebenteilen auf das Ölbad, liest den Hubzähler ab, schaltet den Motor ein, prüft noch einmal die minutliche Hubzahl und kann dann unter zeitweiser Kontrolle das Gerät sich selbst überlassen. Nach Ablauf der Versuchszeit von 48 Stunden setzt man das Stativ (y) wieder in die DreifüÙe (z), nimmt nach Abkühlen im Dunkeln die Gläser heraus, bestimmt bei den einzelnen Proben die Vz und beobachtet die eingetretenen Veränderungen im Aussehen von Öl und Spule. Die bei der 48stündigen Erhitzung an der Innenwand der Kühler (r) niedergeschlagenen Öltropfen werden vor der Untersuchung mit dem Öl vereinigt.

Bezeichnet: Vz die Verseifungszahl des unbehandelten Oles,
VzT die Verseifungszahl der mit Glas erhitzten Probe,
VzCu die Verseifungszahl der mit Kupfer erhitzten Probe,

VzPb die Verseifungszahl der mit Blei erhitzten Probe,
so ist: VzT — Vz = TE Temperaturempfindlichkeit,
VzCu — VzT = CuE Kupferempfindlichkeit,
VzPb — VzT = PbE Bleiempfindlichkeit

in Gegenwart von Luft, die während der Erhitzung bei allen Proben in gleicher Weise zutreten kann.

Die MeÙgenauigkeit hängt auÙer von der Sauberkeit der verwendeten Geräte und der Sorgfalt des Prüfenden hauptsächlich von der Genauigkeit ab, mit der die Hubzahl und die Versuchstemperatur eingehalten werden.

Die vorgeschriebene Temperatur von 95°C ($\pm 1,0^{\circ}\text{C}$) ist genau einzuhalten.

Die Erhitzungsdauer von 48 Stunden ist ohne Unterbrechung vom Einsetzen der Probe in das Ölbad bis zu ihrem Herausnehmen zu rechnen. Zum Ausgleich der vorgeschriebenen Hubzahl ist eine Toleranz von ± 30 Minuten zuzulassen.

*) Gleichmäßige Beschaffenheit gewährleistet die Fa. Heinr. Faust, Köln.

längst behaltene 32 cm