

Bestimmungen für Isolierlacke und Isolierharzmassen der Elektrotechnik

Teil 2 Tränkharzmassen

VDE 0360

Teil 2/5.69

Dies sind VDE-Bestimmungen im Sinne von VDE 0022/1.64.

Diese Bestimmungen sind eine Gemeinschaftsarbeit des Deutschen Normenausschusses (DNA) und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) im Rahmen des VDE/DNA-Gemeinschaftsausschusses „Isolierlacke“.

Sachlich übereinstimmend mit DIN 46448 Blatt 1 „Isolierlacke und Isolierharzmassen der Elektrotechnik, Tränkharzmassen, Prüfverfahren“ und Blatt 2 „Tränkharzmassen, Typen“.

Die Bestimmungen für Isolierlacke und Isolierharzmassen der Elektrotechnik umfassen:

- Teil 1 Tränklacke
- Teil 2 Tränkharzmassen

Inhalt

I. Gültigkeit

- § 1 Geltungsbeginn
- § 2 Geltungsbereich

II. Begriffe

- § 3 Begriffserklärungen

III. Anforderungen

- § 4 Einteilung
- § 5 Eigenschaften
- § 6 Lieferart und Aufschriften

IV. Prüfung

A. Allgemeines

- § 7 Bewertung der Prüfergebnisse
- § 8 Proben und Vorbehandlung
- § 9 Allgemeine Beschaffenheit
- § 10 Reaktionsharze u. Reaktionsmittel

B. Prüfverfahren für Tränkharzmassen im verarbeitungsfähigen Zustand

- § 11 Gesamt-Volumenschwindung
- § 12 Härtingszeit
- § 13 Gelierzeit
- § 14 Reaktionsverlauf
- § 15 Isothermer Viskositätsverlauf
- § 16 Einwirken auf Lackdrähte

C. Prüfverfahren für Tränkharzmassen im gehärteten Zustand

- § 17 Herstellen der Probekörper
- § 18 Klebrigkeit
- § 19 Beschaffenheit in dicker Schicht
- § 20 Haftfestigkeit
- § 21 Backfähigkeit
- § 22 Durchschlagfestigkeit
- § 23 Dielektrischer Verlustfaktor und Dielektrizitätszahl

Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V.

Die vorliegende Fassung gilt, bis eine Änderung oder Neufassung
gemäß einer Bekanntmachung in der ETZ in Kraft tritt.

VDE-Verlag GmbH, 1 Berlin 12 (Charlottenburg)

§ 24	Spezifischer Durchgangswiderstand in Abhängigkeit von der Lagerung in Wasser	§ 27	Beständigkeit gegen Lösungsmitteldämpfe
§ 25	Gewichtsänderung durch Lagerung in Wasser	§ 28	Grenztemperatur (Temperatur-Zeit-Grenzen)
§ 26	Verhalten gegen flüssige und pastenförmige Chemikalien einschließlich Isolieröl Schmiermittel und Fette	Anhang Erläuterungen	

Die Maße in den Bildern sind in mm angegeben.

I. Gültigkeit

§ 1

Geltungsbeginn

Diese Bestimmungen gelten ab 1. Mai 1969¹⁾

§ 2

Geltungsbereich

- a) Diese Bestimmungen gelten für Tränkharmassen nach den Begriffserklärungen des § 3.
- b) Für Tränklacke gilt VDE 0360 Teil 1.

II. Begriffe

§ 3

Begriffserklärungen

- a) Tränkharmassen sind Isolierharmassen, die vorwiegend zum Tränken von Wicklungen elektrischer Betriebsmittel dienen.

Anmerkung:

Der bisher verwendete Begriff „Tränkharz“ ist sachlich nicht zutreffend. Tränkharz als analoger Begriff zu Reaktionsharz²⁾ ist für sich allein nicht als Tränkmittel anwendbar. Hierfür wird der Zusatz eines Reaktionsmittels²⁾ erforderlich. Erst diese Mischung (Masse) kann zum Tränken von Wicklungen elektrischer Betriebsmittel benutzt werden. Sie wird dann als Tränkharmasse bezeichnet.

Für die im Träufelverfahren zu verarbeitenden Tränkharmassen ist die Bezeichnung Träufelharzmasse gebräuchlich.

- b) Isolierharmassen sind lösungsmittelfreie Reaktionsharmassen²⁾, die nach dem Härten elektrisch isolieren und gegen mechanische und chemische Einwirkungen schützen.

¹⁾ Genehmigt durch den Vorstand des VDE im März 1969, bekanntgegeben in ETZ-B 1967 Heft 16 und ETZ-B 1969, Heft 7/8.

²⁾ Begriffserklärungen siehe DIN 16945 Blatt 1.

III. Anforderungen

§ 4

Einteilung

- a) Die Tränkharzmassen sind entsprechend ihrer nach § 28 ermittelten Grenztemperatur in Typen eingeteilt (Tafel 1).

Die Angaben in Spalte 3 der Tafel 1 dienen nur zur Abgrenzung der Typen.

Tafel 1

Einteilung in Typen

1	2	3	
Typzeichen	Nenntemperatur*) °C	Grenztemperatur nach § 28	
TH 120	120	≥ 120	< 130
TH 130	130	≥ 130	< 155
TH 155	155	≥ 155	< 180
TH 180	180	≥ 180	

*) Als Nenntemperatur gilt die Mindesttemperatur des Grenztemperaturbereiches nach Spalte 3.

- b) Nur solche Tränkharzmassen dürfen mit dem Typzeichen nach Tafel 1 und den Kennbuchstaben nach Tafel 3 versehen werden, die den Angaben der Tafeln 2 und 3 unter Berücksichtigung der Bestimmungen des § 5 entsprechen.
- c) Durch die Zuordnung der Tränkharzmassen zu Typen nach Tafel 1 soll in Verbindung mit den Festlegungen über ihre Eigenschaften (vgl. § 5) die Gleichmäßigkeit verschiedener Fertigungen (Lieferungen) sichergestellt und die Auswahl von Tränkharzmassen hinsichtlich ihrer Eignung für die Anwendung in elektrischen Betriebsmitteln ermöglicht werden.
- d) Der Hersteller muß in Angeboten, technischen Informationen, Merkblättern oder dergl. die Rohstoffbasis für den betreffenden Typ angeben.

Da die für einen bestimmten Typ geforderten bzw. gewünschten Eigenschaften (vgl. § 5) auf vielfältige Weise erreicht werden können, läßt sich die Rohstoffauswahl und die Zusammensetzung der einzelnen Typen nicht allgemein gültig festlegen.

§ 5

Eigenschaften

- a) 1. Die Eignung einer Tränkharzmasse für die Anwendung in einem elektrischen Betriebsmittel bestimmt sich aus ihren Eigenschaften, die gemäß den Festlegungen in b) bis e) zu beurteilen sind.

Tafel 2
Allgemeine Anforderungen

1	2	3	4	5
Eigenschaft	Anforderungen an den Typ			
	TH 120	TH 130	TH 155	TH 180
Allgemeine Beschaffenheit nach § 9	keine Trübung, Ausscheidung oder Entmischung			
Klebrigkeit nach § 18 bei Raumtemperatur	zulässig Klebrigkeitsgrad 1 und 2			
bei Neutemperatur	zulässig Klebrigkeitsgrad 1 und 2			
Beschaffenheit in dicker Schicht nach § 19 im Innern	nicht schlechter als I 2 1 2			
an der Oberseite	nicht schlechter als O 2 1 2			
Durchschlagfestigkeit nach § 22 Mittelwert mindestens . . kV/mm bei Raumtemperatur	50	50	50	30
bei Neutemperatur	30	30	30	20
bei Raumtemperatur nach 96 Stunden Lagerung in Luft von 92 % relativer Feuchte und Raumtemperatur	30			
Spezifischer Durchgangswiderstand nach § 24 nach 96 Stunden Lagerung in Wasser mindestens Ωcm	10 ⁹			
Grenzwert für die Bestimmung der Grenztemperatur nach § 28 auf Grund des Gewichtsverlustes . . . %	30			
der Durchschlagsspannung kV	3			
der Biegefestigkeit . . . kp/cm ²	250			
Grenztemperatur mindestens °C	120	130	155	180

2. Ob die in b) und c) gesetzten Anforderungen eingehalten sind, ist durch Prüfung nach Abschnitt IV dieser Bestimmungen festzustellen.

Dies gilt auch, wenn in Einzelfällen (z. B. auf Wunsch des Anwenders) die in bezug auf bestimmte Eigenschaften nach e) 1 vom Hersteller angegebenen Werte überprüft werden sollen.

- b) Tränkharzmassen, die in elektrischen Betriebsmitteln keinen besonderen Beanspruchungen [vgl. c)] ausgesetzt sind, müssen – unabhängig von den Besonderheiten des einzelnen Anwendungsfalles – in bezug auf die in Tafel 2 angeführten Eigenschaften allen in deren Spalten 2 bis 5 für die einzelnen Typen geforderten Mindestwerten genügen.
- c) 1. Tränkharzmassen, die in einem oder mehreren der in Tafel 3 aufgeführten Merkmale in elektrischen Betriebsmitteln besonderen Beanspruchungen ausgesetzt sind, müssen außerdem – entsprechend den Besonderheiten des einzelnen Anwendungsfalles – in bezug auf die für den Einzelfall gesetzten zusätzlichen Anforderungen den in den Spalten 3 bis 6 der Tafel 3 für die einzelnen Typen geforderten Mindestwerten genügen.
2. Welche der in Tafel 3 aufgeführten Eigenschaften in diesem Sinne als Kriterium der Eignung anzusehen sind, muß der Anwender (Abnehmer) dem Hersteller nach den Erfordernissen des Einzelfalles jeweils eindeutig angeben.
3. Soweit in besonderen Fällen ein und dieselbe Eigenschaft einer Tränkharzmasse sowohl nach den „allgemeinen Anforderungen“ (Tafel 2) als auch nach den „zusätzlichen Anforderungen“ (Tafel 3) zu beurteilen ist, gelten im Zweifel die Bestimmungen dieses Abschnittes mit Vorrang.

d) 1. Die Eigenschaften

- 1.1. Einwirken auf Lackdrähte,
- 1.2. Haftfestigkeit bei Raumtemperatur und bei Nenntemperatur,
- 1.3. Backfähigkeit bei Nenntemperatur,
- 1.4. Gewichtsänderung durch Lagerung in Wasser

können je nach den Umständen des Einzelfalles die Eignung einer Tränkharzmasse für deren Anwendung in elektrischen Betriebsmitteln kritisch beeinflussen. Aus physikalischen, chemischen und technologischen Gründen ist es jedoch nicht möglich, für diese Eigenschaften allgemeingültige, stets einzuhaltende Festlegungen zu treffen.

2. In solchen Fällen müssen Hersteller und Anwender der Tränkharzmasse Art und mögliche Auswirkungen der aus dem jeweiligen Anwendungsfall zu erwartenden Beanspruchungen im gegenseitigen Einvernehmen vollständig und kritisch untersuchen.

Tafel 3
Zusätzliche Anforderungen

1	2	3	4	5	6
Kennbuchstaben ¹⁾	Eigenschaft	Anforderungen an den Typ			
		TH 120	TH 130	TH 155	TH 180
LM	Beständigkeit gegen Lösungsmittel- dämpfe nach § 27	kein Abblättern, kein Ablaufen, keine Blasen oder Schuppen, unverändertes Haften; leichte Klebrigkeit ist zulässig			
AM WA	Beständigkeit gegen flüssige Chemi- kalien nach § 26 5 %ige Ammoniaklösung Waschmittellösung nach DIN 54 016 ²⁾	Abfall der Durchschlagspannung um höch- stens 40 %			
HS	Dielektrischer Verlustfaktor nach § 23 ³⁾ bei Raumtemperatur bei Nenntemperatur	< 0,02			
	Durchschlagfestigkeit nach § 22 bei Nenntemperatur mind. kV/mm	40			30

1) Diese Kennbuchstaben werden mit einem Bindestrich an das Typzeichen nach Tafel 1, z. B.
TH 130 — LM, angehängt.

2) Falls davon abweichend, hat der Hersteller die Zusammensetzung der für die Prüfung
verwendeten Waschmittellösung oder die Handelsbezeichnung des Waschmittels und die
Konzentration der Lauge anzugeben.

3) Gemessen mit 1000 V Wechselspannung der Frequenz 50 Hz.

3. Ein Typ gilt in bezug auf die unter d) 1 genannten Eigenschaften als geeignet für die Anwendung in einem elektrischen Betriebsmittel, wenn bei entsprechender Prüfung nach den für das Betriebsmittel selbst geltenden Bestimmungen deren Anforderungen uneingeschränkt erfüllt werden.
- e) 1. Für die Eigenschaften
 - 1.1. Gesamt-Volumenschwindung
 - 1.2. Härungszeit
 - 1.3. Gelierzeit bei einer vom Hersteller angegebenen Temperatur
 - 1.4. Reaktionsverlauf bei einer oder mehreren vom Hersteller angegebenen Temperaturen
 - 1.5. Isothermer Viskositätsverlauf
 - 1.6. Dielektrischer Verlustfaktor
 - 1.7. Dielektrizitätszahl
 - 1.8. Spezifischer Durchgangswiderstand im Ausgangszustandwerden keine Anforderungen gesetzt. Jedoch hat der Hersteller die diesen Eigenschaften zugeordneten Werte (mit Toleranzen) in den technischen Informationsschriften, Merkblättern o. dgl. anzugeben, und bei Lieferung deren Einhaltung sicherzustellen.
2. Vorausgesetzt, daß die nach e) 1 angegebenen Eigenschaftswerte für den Verarbeitungsprozeß berücksichtigt werden und daß im übrigen die nach b) bis d) gesetzten Anforderungen – soweit gegenständlich zutreffend – erfüllt sind, kann damit gerechnet werden, daß das Betriebsmittel, in dem die Tränkharzmasse verwendet wird, den Anforderungen der für das Betriebsmittel geltenden VDE-Bestimmungen genügen wird; soweit seine Eigenschaften von der Tränkharzmasse her bestimmt sind.

§ 6

Lieferart und Aufschriften

- a) Die Tränkharzmasse bzw. Tränkharz und Reaktionsmittel müssen in sauberen, gut verschließbaren und leicht zu öffnenden Behältern geliefert werden. Die Behälter müssen folgende Angaben als Aufschriften tragen:
 1. Typzeichen nach Tafel 1, Spalte 1, gegebenenfalls [siehe § 5 b)] unter Hinzufügen der Kennbuchstaben nach Tafel 3, z. B. TH 130 – LM,
 2. Handelsbezeichnung der Tränkharzmasse,
 3. Hersteller, gegebenenfalls auch Lieferer.
 4. Datum (Monat, Jahr) der Lieferung ab Hersteller, gegebenenfalls auch Angaben hinsichtlich Lagerungsbedingungen und maximaler Verarbeitungszeit,
 5. behördlich vorgeschriebene Hinweise, z. B. Gefahrenklasse.
- b) Für Prüf- und Gewichtsangaben müssen je ein freies Schriftfeld vorhanden sein.

IV. Prüfung

A. Allgemeines

§ 7

Bewertung der Prüfergebnisse

- a) Soweit bei der Auswertung nach den jeweiligen Prüfbedingungen, die in den Tafeln 2 und 3 angegebenen Anforderungen erreicht worden sind, gilt die Prüfung als bestanden. Werden einzelne Anforderungen nach Tafel 2 und Tafel 3 nicht erreicht, darf die Prüfung für diese Eigenschaften einmal wiederholt werden. Wird bei dieser Wiederholungsprüfung die Anforderung nach den Tafeln 2 und 3 wiederum nicht erreicht, so ist die Gesamtprüfung nicht bestanden.

b) Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf diese Bestimmungen anzugeben:

Art der Tränkharzmasse,

Herstelldatum der Probekörper,

von diesen Bestimmungen abweichende Bedingungen,

besondere Beobachtungen,

Prüfergebnisse,

Datum der Prüfungen.

§ 8

Proben und Vorbehandlung

- a) Dem zu prüfenden Erzeugnis wird eine Durchschnittsprobe entnommen, deren Menge für alle vorgesehenen Prüfungen ausreicht.
- b) Sofern bei den einzelnen Prüfverfahren nichts anderes vorgeschrieben ist, werden die Proben zwei bis drei Stunden lang dem Klima im Prüfraum angeglichen und die Probekörper vor der Prüfung 24 Stunden lang im Normalklima 23/50 DIN 50014 gelagert.

§ 9

Allgemeine Beschaffenheit

a) Zweck

Die Prüfung dient zur Beurteilung, ob das Tränkharz und die Reaktionsmittel Verunreinigungen enthalten oder Trübungen, Ausscheidungen oder Entmischungen zeigen. Bei pigmentierten oder gefüllten Komponenten kann man prüfen, ob bzw. in welcher Zeit sich die Pigmente oder Füllstoffe absetzen.

b) Durchführung

In einen 100-ml-Meßzylinder werden 75 ml Tränkharz oder Reaktionsmittel gegeben. Man beobachtet diese Komponenten

sofort nach dem Einfüllen, wenn die gegebenenfalls eingebrachten Luftblasen verschwunden sind,
und nach 48 Stunden Lagerung unter Luftabschluß bei Raumtemperatur (siehe DIN 50014).

c) Auswertung

Es wird festgestellt, ob sich nach Entweichen der Luftblasen und nach 48 Stunden Lagerung bei Raumtemperatur Trübungen, Ausscheidungen oder Entmischungen zeigen.

§ 10

Reaktionsharze und Reaktionsmittel

Sollen die Eigenschaften von Reaktionsharzen und/oder deren Reaktionsmitteln ermittelt werden, wird nach DIN 16945 geprüft.

Anmerkung:

Beim Arbeiten mit diesen Stoffen sind hinsichtlich der gegebenenfalls notwendigen gesundheitlichen Schutzmaßnahmen die hierfür gültigen Vorschriften zu beachten.

B. Prüfverfahren für Tränkharmassen im verarbeitungsfähigen Zustand

§ 11

Gesamt-Volumenschwindung

Die Gesamt-Volumenschwindung wird nach DIN 16945 Blatt 1 Abschnitt 6.5 ermittelt. Sie ist in % anzugeben.

§ 12

Härtungszeit

a) Zweck

Zur Ermittlung der Härnungszeit von Tränkharmassen auf Basis von EP- und UP- Reaktionsharzen bei einer vorgegebenen Härnungs-temperatur wird geprüft, wie sich der Gehalt an acetonlöslichen Anteilen unter festgelegten Versuchsbedingungen während der Härtung verringert.

b) Prüfgeräte und Prüfmittel

Feinwaage mit einer Fehlergrenze von 0,001 g

Rückflußapparatur bestehend aus:

100-ml-Schliffgrundkolben NS 29

Rückflußkühler NS 29

Wasserbad

Wärmeschrank mit natürlicher Durchlüftung nach DIN 50011

Aceton (DAB 6).

c) Herstellen der Probekörper

1. Nach § 17 werden eine Reihe von Probekörpern A 1 mit unterschiedlichen Härtingszeiten, z. B. nach der Stufung $1/2$, 1, 2, 3, 4, 6 Stunden hergestellt.
2. Aus jedem Probekörper werden 3 Streifen 50 mm × 20 mm geschnitten und an einem Ende mit einem Loch zum Aufhängen versehen. Die Streifen werden in einem Exsikkator bei Raumtemperatur aufbewahrt. Frühestens nach 2 Stunden Lagerung im Exsikkator wird das Gewicht (m_1) jedes Streifens und die Dicke auf 0,02 mm bestimmt.

d) Durchführung

1. Als Härtingszeit wird unterschieden zwischen Tränkharmassen, die
 - 1.1. bei Temperaturen bis Raumtemperatur und
 - 1.2. bei Temperaturen über Raumtemperatur
 härten. Als Härtingszeit gilt die Zeitdauer bei nach 1.1 härten- den Tränkharmassen vom Zusammengeben der Komponenten, bei nach 1.2 härten- den Tränkharmassen vom Einbringen der Probestreifen in den Wärmeschränk bis zu dem Zeitpunkt, von dem ab sich der acetonlösliche Anteil in den Probestreifen um nicht mehr als 1 % von einer Zeitstufe zur nächsten vermindert (Zeitstufe in der Regel eine Stunde). Bei Tränkharmassen nach 1.1 ist dabei die Lagerung im Exsikkator mit zu berücksichtigen.
2. Drei Schliffkolben werden mit je 50 ml Aceton (DAB 6) beschickt. In jeden Kolben wird ein Probestreifen gegeben und mindestens 1 Stunde lang auf dem Wasserbad am Rückfluß gekocht. Anschließend wird der Probestreifen freihängend während 2 Stunden bei 80 °C im Wärmeschränk getrocknet. Danach wird der Probestreifen wieder 2 Stunden im Exsikkator gelagert und erneut gewogen (m_2).

e) Auswertung

Zur Berechnung des acetonlöslichen Anteils wird die Differenz $m_1 - m_2$ berechnet und auf den Anteil der Tränkharmasse des Probestreifens bezogen. Dieser Anteil kann durch Veraschen der Probestreifen ermittelt oder unter Vernachlässigung von geringen Schwankungen des Glasseiden-Flächengewichtes direkt berechnet werden (z. B. 0,0507 g pro Probestreifen).

$$\text{Acetonlöslicher Anteil in \%} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \cdot 100$$

m_1 Gewicht des Probestreifens vor der Prüfung

m_2 Gewicht des Probestreifens nach Extraktion und Trocknung

m_3 Gewicht der Glasseide im Probestreifen

Im Prüfbericht ist die Dicke der Probekörper anzugeben.

§ 13

Gelierzeit

a) Zweck

Die Prüfung der Gelierzeit gibt einen Anhalt, wann und bei welcher Temperatur die Tränkharzmasse geliert.

Die Kenntnis der Gelierzeit ist von Bedeutung, da hieraus auf die Abtropfverluste und folglich auch auf die Füllung der mit Tränkharzmasse zu imprägnierenden Wicklungen geschlossen werden kann.

Als Gelierzeit gilt die Zeit zwischen Beginn der Prüfung und dem Zeitpunkt, an dem die Tränkharzmasse vom flüssigen in den Gelzustand übergeht.

b) Durchführung

Die Prüfung der Gelierzeit ist nach DIN 16945 Blatt 1 durchzuführen. Die Härtungstemperatur muß der Hersteller der Tränkharzmasse vorzugsweise aus folgender Stufung angeben: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 °C; gegebenenfalls sind mehrere Prüftemperaturen anzugeben. Es sind jeweils zwei Prüfungen durchzuführen.

c) Auswertung

Weichen die ermittelten Gelierzeiten um mehr als 10 %, bezogen auf den niedrigeren Einzelwert, voneinander ab, so muß die Prüfung wiederholt werden. Als Ergebnis wird der Mittelwert aus den beiden Messungen angegeben.

§ 14

Reaktionsverlauf

a) Zweck

Die Prüfung des Reaktionsverlaufes gibt Aufschluß über die Reaktivität und den zeitlichen Ablauf der Härtungsreaktion unter festgelegten Versuchsbedingungen. Es werden hierbei die Reaktionszeit und die Höchsttemperatur ermittelt. Die Prüfergebnisse gestatten eine vergleichende Beurteilung verschiedener Tränkharmassen hinsichtlich ihrer Reaktivität. Die Meßergebnisse können dem Anwender nur einen Anhalt für die praktische Anwendung der Tränkharzmasse im elektrischen Betriebsmittel geben.

Als Maß für die Reaktionszeit wird die Zeitspanne zwischen Beginn der Prüfung und dem Zeitpunkt, an dem die Tränkharzmasse die Höchsttemperatur erreicht, angegeben.

Unter Höchsttemperatur ist die höchste Temperatur zu verstehen, die die Tränkharzmasse bei der Härtung unter den Prüfbedingungen erreicht.

b) Prüfgeräte

1. Ölbad, dessen Temperatur bis 200 °C eingestellt und auf $\pm 0,5$ grd konstant gehalten werden kann.
2. Reagenzglas 20 DIN 12395
3. Temperaturfühler, z. B. ein Eisen-Konstantan-Thermoelement, sowie ein Temperaturmeßgerät mit einer 2 grd Teilung und einem Meßbereich bis mindestens 300 °C.