

ICS 25.220.50

Vitreous and porcelain enamels – Determination of thermomechanical properties by means of a rapid test method

Emaux vitrifiés – Détermination des propriétés thermodynamiques par la méthode d'essai accéléré

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NMP 163 "Prüfung von Emails und Emaillierungen" des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Die Anhänge A, B, und C sind normativ.

Der Anhang D ist informativ.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein Schnellprüfverfahren zur praxisgerechten Bestimmung thermomechanischer Eigenschaften von Emails bzw. Emaillierungen fest.

Das Verfahren ist anwendbar auf Emails, die nass oder trocken als konventionelles Deckemail, Direkt- oder Einschichtemail mit jeder Art von Mühlenzusätzen verwendet werden, sowie auf auftragsfertiges Grundemail.

Die Bestimmung erfolgt am Verbundsystem Stahl/Email, die Ergebnisse sind jedoch auf andere Grundmetalle, wie z. B. Gusseisen, Aluminium oder Sondermetalle, übertragbar. Das Schnellprüfverfahren ist daher sowohl für die Qualitätskontrolle als auch für die Neu- und Weiterentwicklung von Emailfritten und kompletten Emailversätzen geeignet. Es ist sinngemäß auch zur Prüfung von keramischen Glasuren, Emails für Glas und Metall-Spritzschichten anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 878, *Messuhren*.

DIN EN ISO 2178, *Nichtmagnetische Überzüge auf magnetischen Grundmetallen — Messen der Schichtdicke — Magnetverfahren (ISO 2178 : 1982); Deutsche Fassung EN ISO 2178 : 1995*.

DIN EN 10209, *Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Emaillieren — Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10209 : 1996*.

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1

Erstarrungstemperatur T_E

Temperatur, bei der während der Abkühlung auf Grund des Überganges vom viskosen in den elastischen Zustand der Emaillierung die Spannungsbildung beginnt

ANMERKUNG T_E wird mit Hilfe der Nulllinie und der Kurventangente konstruiert (analog Tangentenverfahren bei Glas).

3.2

Transformationstemperatur T_g

Temperatur, bei der das erstarrende Email von der unterkühlten Schmelze in den glasigen Zustand unter deutlicher Änderung seines Ausdehnungsverhaltens übergeht

3.3

Neutraltemperatur T_N

Temperatur, bei der das Verbundsystem Metall/Email unterhalb T_g spannungsfrei ist (siehe Bild 1)

3.4

Auslenkung unter Zug f_Z

maximale Auslenkung des emaillierten Probekörpers infolge von Zugspannungen im Email (Differenz zwischen Kurvenmaximum in der Nähe von T_g und der Nulllinie, siehe Bild 1)

3.5

Auslenkung unter Druck f_D

Auslenkung des emaillierten Probekörpers infolge von Druckspannungen im Email (Differenz zwischen Nulllinie und Auslenkung bei 50 °C)

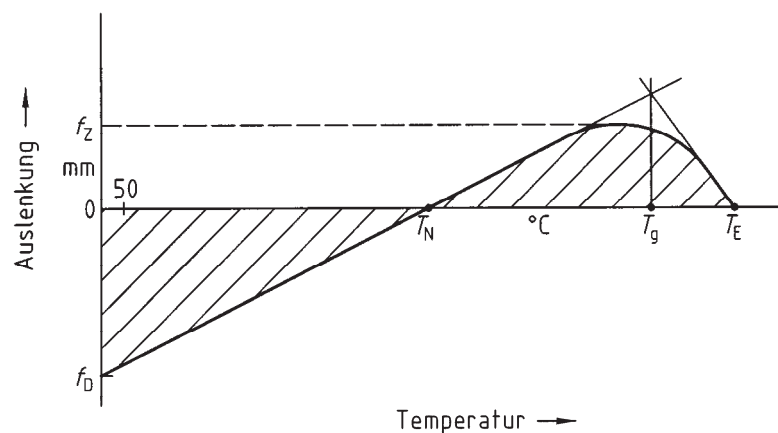


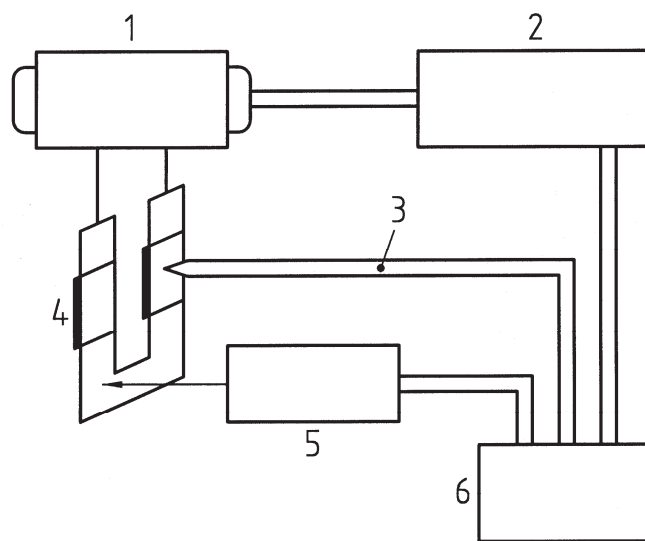
Bild 1 — Idealisierte Auslenkung-Temperatur-Kurve für das Verbundsystem Stahl/Email

4 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Das Schnellprüfverfahren beruht auf dem Prinzip der Spannungsmessung nach Steger [1]. Ein einseitig mit dem zu prüfenden Email emallierter Probekörper wird bis zur Erweichung des Emails erhitzt und wieder abgekühlt, wobei sich auf Grund der unterschiedlichen Ausdehnung von Email und Metall entsprechend den dabei entstehenden Spannungen Auslenkungen des Probekörpers ergeben. Mit Hilfe eines induktiven Wegaufnehmers wird die Auslenkung des Probekörpers während der Abkühlung erfasst und als Auslenkung-Temperatur-Kurve (siehe Bild 1) registriert. Durch Auswertung dieser Kurve werden die Größen nach 3.1 bis 3.5 erhalten, die Schlussfolgerungen auf das Spannungsverhalten des Verbundsystems in Abhängigkeit von der Temperatur und somit einer Reihe thermo-mechanischer Eigenschaften zulassen. Auch Einflüsse des Emallierprozesses, wie z. B. Auftrags- und Brennbedingungen, sind erfass- und nachweisbar.

5 Geräte und Prüfmittel

5.1 Schnellprüfgerät¹⁾, bestehend aus Probekörperhalterung, Messwertaufnahme und Steuerteil sowie X-Y-Schreiber bzw. Rechner mit Drucker (siehe Bild 2), Pt-PtRh-Thermopaar oder Infrarot-Strahlungsfühler zur Erfassung der Temperatur des Probekörpers und induktivem Wegaufnehmer mit reibungsarm gelagertem Tauchanker, der durch einen Permanentmagnet an den Probekörper angekoppelt ist, zur Abtastung der jeweiligen Probekörper-Auslenkung.



1 Niederspannungstransformator
2 Steuereinheit
3 Infrarot-Fühler

4 Emaillierter Probekörper
5 Messwertaufnehmer
6 Auswerteeinheit

Bild 2 — Schematischer Aufbau des Schnellprüfgerätes

5.2 Messuhr, Skalenteilungswert 0,01 mm, nach DIN 878.

5.3 Entzunderungsmittel, z. B. Salzsäure, $w(\text{HCl}) = 20 \%$.

6 Probenahme

Die zu prüfenden Emails, Emailmischungen oder Emailpulver sind direkt aus der Fertigung zu entnehmen. Falls dies nicht möglich ist, dürfen sie auch unter Laborbedingungen hergestellt werden. Die dabei verwendeten Versätze sowie die Mahlfeinheit müssen den Praxisbedingungen entsprechen. Die Art der Probenahme ist im Prüfbericht festzuhalten.

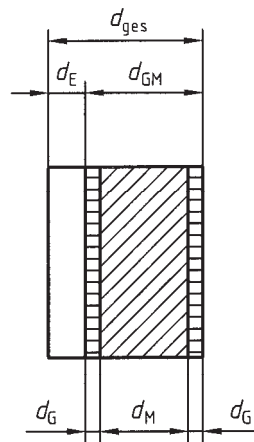
¹⁾ Der Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin, gibt Auskunft über Bezugsquellen

7 Durchführung

7.1 Herstellung des Probekörpers

Die Probekörper sind nach den Festlegungen in Anhang A herzustellen.

Die Solldicken des Probekörpers sind in Bild 3 gegeben.



Dicke des Grundmetalls	$d_M = (1,5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,05 \end{smallmatrix}) \text{ mm}$
Dicke des Grundemails	$d_G = (0,1 \begin{smallmatrix} +0,020 \\ -0,025 \end{smallmatrix}) \text{ mm}$
Dicke des grundemailierten Probekörpers	$d_{GM} = (1,70 \pm 0,01) \text{ mm}$
Dicke des zu prüfenden Emails	$d_E = (0,30 \pm 0,05) \text{ mm}$
Gesamtdicke des emailierten Probekörpers	$d_{ges} = (2 \begin{smallmatrix} +0,09 \\ -0,15 \end{smallmatrix}) \text{ mm}$

Bild 3 — Solldicken des Probekörpers

Die Dicke des Probekörpers d_{GM} ist mit der Messuhr (5.2) auf $\pm 0,01$ mm an mindestens je 10 Messstellen zu messen.

Das zu prüfende Email (Deckemail) ist im Nass- oder Trockenverfahren in die 80-mm-Prägung des Probekörpers einzubringen. Für den maßgerechten Emailauftrag auf die Prägung ist eine Spritzschablone zu verwenden oder durch Abkleben der Prägeenden mit Klebeband die angrenzenden Bereiche sauber getrenntzuhalten.

Zur Erzielung einer gleichmäßigen Emailschiicht sind der Auftrag und Einbrand des Deckemails in zwei Schichten vorzunehmen. Die Dicke des Deckemails muss $0,30 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ betragen und darf innerhalb der Prüffläche nicht mehr als $0,02 \text{ mm}$ vom Durchschnittswert abweichen. Die Brennbedingungen sind im Prüfbericht festzuhalten.

Die Maße des Probekörpers sind nach dem in Anhang A festgelegten Messstellenschema zu bestimmen.

Die Dicke des zu prüfenden Emails d_E ist nach DIN EN ISO 2178 zu messen. Wahlweise darf sie auch mit der Messuhr (5.2) als Differenz der Gesamtdicke des emailierten Probekörpers d_{ges} und der Dicke des grundemailierten Probekörpers d_{GM} bestimmt werden.

Der emailierte Probekörper (Deck- und Grundemail) ist an den Kontaktenden beidseitig mit dem Entzunderungsmittel (5.3) vom Zunder zu befreien. Falls die Temperaturmessung mit einem Thermopaar vorgenommen wird, ist auch die Prägestelle zu säubern.

7.2 Messung

Der emailierte Probekörper ist in die Probekörperhalterung des Schnellprüfgerätes (5.1) einzuspannen, wobei ein einwandfreier Kontakt des magnetischen Tastkopfes sichergestellt sein muss. Beim Gerätetyp älterer Bauart federt das Thermopaar in die dafür vorgesehene Prägung, beim Gerät neuerer Bauart wird die Temperatur durch Infrarot-Strahlungsfühler erfasst, so dass keine weitere Vorbereitung erforderlich ist.

Nach Prüfen des ordnungsgemäßen Sitzes von Tastkopf und Thermopaar (bei Geräten älterer Bauart) ist die Abdeckhaube aufzusetzen und das Messprogramm zu starten. Der emailierte Probekörper ist bis zur Emailerwei-