

DIN EN IEC 61189-5-301



ICS 31.180

**Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 5-301: Allgemeine Prüfverfahren für Materialien und Baugruppen –
Lotpaste mit feinen Lotpartikeln
(IEC 61189-5-301:2021);
Deutsche Fassung EN IEC 61189-5-301:2021**

Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies –

Part 5-301: General test methods for materials and assemblies –

Soldering paste using fine solder particles

(IEC 61189-5-301:2021);

German version EN IEC 61189-5-301:2021

Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles –

Partie 5-301: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages –

Pâte à braser à fines particules de brasage

(IEC 61189-5-301:2021);

Version allemande EN IEC 61189-5-301:2021

Gesamtumfang 37 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2021-04-21 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2022-08-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 61189-5-301:2020-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 682 „Aufbau- und Verbindungstechnik für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 91 „Electronics assembly technology“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Deutsche Fassung

Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppe – Teil 5-301: Allgemeine Prüfverfahren
für Materialien und Baugruppen – Lotpaste mit feinen Lotpartikeln
(IEC 61189-5-301:2021)

Test methods for electrical materials, printed boards
and other interconnection structures and assemblies –
Part 5-301: General test methods for materials and
assemblies – Soldering paste using fine solder particles
(IEC 61189-5-301:2021)

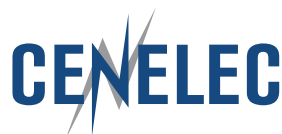
Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les
cartes imprimées et autres structures d'interconnexion
et ensembles – Partie 5-301: Méthodes d'essai
générales pour les matériaux et les assemblages –
Pâte à braser à fines particules de brasage
(IEC 61189-5-301:2021)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2021-04-21 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 91/1655/CDV, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61189-5-301, erarbeitet vom IEC/TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 61189-5-301:2021 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2022-01-21
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2024-04-21

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61189-5-301:2021 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 61189-5-3	2015	Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 5-3: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste for printed board assemblies	EN 61189-5-3	2015
IEC 61190-1-2	2014	Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes for high-quality interconnects in electronics assembly	EN 61190-1-2	2014
ISO 857-2	–	Welding and allied processes – Vocabulary – Part 2: Soldering and brazing processes and related terms	–	–

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	5
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen.....	9
3 Begriffe.....	9
4 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers.....	9
4.1 Allgemeines.....	9
4.2 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers – Rasterelektronenmikroskop.....	10
4.2.1 Zweck.....	10
4.2.2 Prüfeinrichtung/-gerät.....	10
4.2.3 Durchführung.....	10
4.2.4 Auswertung.....	10
4.3 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers – Laserbeugung.....	10
4.3.1 Zweck.....	10
4.3.2 Prüfeinrichtung/-gerät.....	10
4.3.3 Durchführung.....	10
4.3.4 Auswertung.....	10
4.4 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers – Digitalmikroskop.....	10
4.4.1 Zweck.....	10
4.4.2 Prüfeinrichtung/-gerät.....	11
4.4.3 Durchführung.....	11
4.4.4 Auswertung.....	11
5 Viskosität der Lotpaste.....	11
5.1 Verfahren A: Trace-Spiral-Pumpverfahren.....	11
5.1.1 Zweck.....	11
5.1.2 Prüfeinrichtung/-gerät.....	11
5.1.3 Durchführung.....	12
5.1.4 Auswertung.....	13
5.2 Verfahren B: Schneckenpumpenverfahren (IEC 61189-5-3, Prüfung 5-3X06: Viskosität von Lotpaste – Schneckenpumpenverfahren (anwendbar bis zu 300 Pa·s).....	13
5.2.1 Zweck.....	13
5.2.2 Prüfling.....	13
5.2.3 Prüfeinrichtung/-gerät.....	13
5.2.4 Durchführung.....	13
5.2.5 Auswertung.....	14
5.3 Zusätzliche Angaben.....	14
6 Druckfähigkeitsprüfung.....	14
6.1 Zweck.....	14

6.2	Prüfeinrichtung/-gerät.....	15
6.3	Verfahren.....	18
6.4	Auswertung.....	18
7	Konturenstabilitätsprüfung.....	19
7.1	Zweck.....	19
7.2	Prüfeinrichtung/-gerät.....	19
7.3	Durchführung.....	19
7.4	Auswertung.....	20
8	Aufschmelzprüfung.....	20
8.1	Zweck.....	20
8.2	Prüfeinrichtung/-gerät.....	20
8.3	Durchführung.....	20
8.4	Auswertung.....	21
9	Hochtemperatur-Beobachtungsprüfung.....	22
9.1	Zweck.....	22
9.2	Prüfeinrichtung/-gerät.....	22
9.3	Durchführung.....	24
9.4	Auswertung.....	25
	Anhang A (informativ) Beispiel für den Prüfbericht zur Korngrößenverteilung des Pulvers.....	26
	Anhang B (informativ) Beispiel für den Prüfbericht zu den Viskositätsmerkmalen.....	27
	Anhang C (informativ) Beispiel für den Prüfbericht zur Druckfähigkeitsprüfung.....	28
C.1	Formular für einen Prüfbericht.....	28
C.2	Beispiel für einen Prüfberichteintrag.....	29
	Anhang D (informativ) Beispiel für den Aufbau des Prüfberichts zur Konturenstabilität.....	30
	Anhang E (informativ) Beispiel für den Prüfbericht zur Aufschmelzprüfung.....	31
E.1	Formular für einen Prüfbericht.....	31
E.2	Beispiel für einen Prüfberichteintrag.....	32
	Anhang F (informativ) Beispiel für den Prüfbericht zur Hochtemperatur-Beobachtungsprüfung.....	33
F.1	Formular für einen Prüfbericht.....	33
F.2	Formular für einen Bericht zu den Schmelzeigenschaften.....	34
F.3	Beispiel für den Eintrag der Schmelzeigenschaften.....	34
	Anhang G (informativ) Beispielbilder der Druck- und Aufschmelzprüfung.....	35
G.1	Druckfähigkeitsprüfung.....	35
G.2	Aufschmelzprüfung.....	36
Bilder		
	Bild 1 – Metallmaske für die Druckfähigkeitsprüfung.....	15
	Bild 2 – Prüfliterplatten mit Schlitz für die Aufteilung.....	17
	Bild 3 – Temperaturprofil für die Konturenstabilitätsprüfung.....	19
	Bild 4 – Temperaturprofil für die Aufschmelzprüfung.....	21

Bild 5 – Metallmaske für Hochtemperatur-Beobachtungsprüfung.....	23
Bild 6 – Beispiel für den Aufbau einer Hochtemperatur-Beobachtungsvorrichtung.....	24

Tabellen

Tabelle 1 – Qualitätskontrollverfahren für das Trace-Spiral-Viskosimeter.....	12
Tabelle 2 – Qualitätskontrollverfahren für Schneckenviskosimeter nach IEC 61189-5-3, Prüfung 5-3X06....	13
Tabelle 3 – Auswertungsindex für die Druckfähigkeitsprüfung.....	18
Tabelle 4 – Auswertungsindex für die Aufschmelzprüfung.....	21

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61189 legt die Prüfverfahren für die Merkmale von Lotpaste mit feinen Lotpartikeln (im weiteren Verlauf mit Lotpaste bezeichnet) fest.

Dieses Dokument ist für die in IEC 61190-1-2 festgelegten Lotpasten mit feinen Lotpartikeln wie z. B. Typ 6, Typ 7 oder feinere Korngrößen anzuwenden.

Dieser Typ von Lotpaste wird zur Verbindung von Kabeln und Bauteilen in Leiterplatten mit hoher Dichte verwendet, die in elektronischen oder Kommunikationsgeräten und dergleichen verwendet werden und zur Ausrüstung feiner Verdrahtungen (z. B. minimale Leiterbreiten und minimale Leiterabstände von 60 µm oder weniger) gehören.

In Prüfverfahren für die Merkmale von Lotpaste in diesem Dokument werden die Auswirkungen der Oberflächenaktivierungskraft aufgrund der feinkörnigen Lotpartikel berücksichtigt, was die Prüfergebnisse durch bestehende Prüfverfahren beeinträchtigen könnte.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61189-5-3:2015, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 5-3: General test methods for materials and assemblies: Soldering paste for printed board assemblies*

IEC 61190-1-2:2014, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes for high-quality interconnections in electronics assembly*

ISO 857-2, *Welding and allied processes – Vocabulary – Part 2: Soldering and brazing processes and related terms*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 857-2 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Digitalmikroskop

Mikroskop, das ein vergrößertes Bild auf einem Bildschirm eines PCs oder einem Monitor anzeigt

4 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers

4.1 Allgemeines

Diese Messung dient der Bestimmung, ob die in der Lotpaste verwendeten Lotpartikel mit dem relevanten Pulverkorngrößentyp übereinstimmen oder nicht. Der Lotpastenprüfling muss vom Lieferanten bezogen oder nach IEC 61189-5-3:2015, 4.14.4 und 4.14.5 aus der Lotpaste extrahiert werden.

4.2 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers – Rasterelektronenmikroskop

4.2.1 Zweck

Die Pulverpartikelgrößenverteilung der Lotpartikel wird mit einem Rasterelektronenmikroskop (im weiteren Verlauf REM (SEM, en: scanning electron microscope) bezeichnet) gemessen.

4.2.2 Prüfeinrichtung/-gerät

REM (Rasterelektronenmikroskop): 1 000-fache Vergrößerung oder mehr mit Bildspeichergerät.

4.2.3 Durchführung

Es müssen mindestens 100 Lotpartikel mit dem REM überprüft werden. Die Beobachtung kann entweder direkt oder mit dem vom REM bezogenen Bild erfolgen. Die Lotpartikelgröße muss in der Annahme, dass die Lotpartikel kugelförmig sind, festgelegt werden. Die Lotpartikel müssen nach dem in IEC 61190-1-2:2014, Tabelle 2, zugeordneten Klassifizierungstyp sortiert werden. Die Anzahl sortierter Lotpartikel muss gezählt und in Masse umgerechnet werden.

4.2.4 Auswertung

Die Masse der Partikel oberhalb, innerhalb und unterhalb des Nenngrößenbereichs wird als Prozentsatz der Masse des ursprünglichen Prüflings angegeben. Die Daten werden in den Prüfbericht eingetragen. In Anhang A ist ein Beispiel für den Prüfbericht dargestellt.

4.3 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers – Laserbeugung

4.3.1 Zweck

Die Pulverpartikelgrößenverteilung der Lotpartikel wird mit einem Laserbeugungsmessgerät für Korngrößenverteilung gemessen.

4.3.2 Prüfeinrichtung/-gerät

- a) Laserbeugungsmessgerät für Korngrößenverteilung;
- b) Balancierung: Empfindlichkeit 0,01 g;
- c) Spachtel.

4.3.3 Durchführung

Messungen müssen in Übereinstimmung mit den Anweisungen für das Messgerät durchgeführt werden. Die Blindprobe wird gemessen um sicherzustellen, dass das Messgerät sauber genug für die Messung ist. 0,5 g bis 10 g Lotpulver müssen auf die Korngrößenverteilung hin gemessen werden.

4.3.4 Auswertung

Die Masse der Partikel oberhalb, innerhalb und unterhalb des Nenngrößenbereichs wird als Prozentsatz der Masse des ursprünglichen Prüflings angegeben. Die Daten werden in den Prüfbericht eingetragen. In Anhang A ist ein Beispiel für den Prüfbericht dargestellt.

4.4 Messung der Korngrößenverteilung des Pulvers – Digitalmikroskop

4.4.1 Zweck

Die Pulverpartikelgrößenverteilung der Lotpartikel wird mit einem Digitalmikroskop, das zur dreidimensionalen (3-D-) Beobachtung durch 3-D-Erstellung eines aufgenommenen Bildes geeignet ist, gemessen.

4.4.2 Prüfeinrichtung/-gerät

- a) Glasträger;
- b) 3-D-Digitalmikroskop:
 - 1) 1 000-fache Vergrößerung oder mehr;
 - 2) Ausstattung mit telezentrischoptischem System und übertragbarer Beleuchtung, die hochpräzise Messungen ermöglichen;
 - 3) Ausstattung mit Bildspeichergerät, das zur 3-D-Erstellung anhand der gespeicherten Bilder geeignet ist.

4.4.3 Durchführung

Messungen müssen in Übereinstimmung mit den Anweisungen für das Messgerät durchgeführt werden. Mindestens 100 Lotpartikel müssen auf einem Glasträger platziert und dann mit einem Digitalmikroskop überprüft werden. 3-D-Bilder müssen gespeichert werden.

Die Pulverpartikelgröße muss in der Annahme, dass die Lotpartikel kugelförmig sind, festgelegt werden. Die Lotpartikel müssen nach dem in IEC 61190-1-2:2014, Tabelle 2, zugeordneten Klassifizierungstyp sortiert werden. Die Anzahl sortierter Lotpartikel muss gezählt und in Masse umgerechnet werden.

4.4.4 Auswertung

Die Masse des Pulvers oberhalb, innerhalb und unterhalb des Nenngrößenbereich wird als Prozentsatz der Masse des ursprünglichen Prüflings angegeben. Die Daten werden in den Prüfbericht eingetragen. In Anhang A ist ein Beispiel für das Prüfberichtformular dargestellt.

5 Viskosität der Lotpaste

5.1 Verfahren A: Trace-Spiral-Pumpverfahren

5.1.1 Zweck

Diese Prüfung legt ein Standardverfahren zur Bestimmung von Viskosität-Schergeschwindigkeitskennwerten und Thixotropie (thixotropischer Index) fest, der auch eng mit der Druckfähigkeit der Lotpaste zusammenhängt.

Ein Trace-Spiral-Viskosimeter ist ein koaxiales Viskosimeter mit rotierendem Zylinder und einem kleinen Probenbehälter für eine Kapazität von 0,2 cm³. Die äußere Trommel des Viskosimeters wird gedreht, um die Lotpastenprüflinge vom Behälter heraufzuziehen. Wenn sämtliche Lotpaste heraufgezogen wurde, wird der äußere Zylinder in entgegengesetzter Richtung gedreht, um die Lotpaste in das Behälter zurückzubefördern. Dieser Vorgang wird wiederholt, wobei die Lotpaste in das Behälter auf- und absteigt. Dies setzt die Lotpaste Scherspannungen aus, die während der Anstiegsperiode als Drehmoment auf die innere Trommel erkannt werden, und der Viskositätskennwert wird über die Rotationsgeschwindigkeit des Zylinders erhalten. Zusätzlich wird der thixotropische Index anhand der Viskositätskennwerte berechnet. Die Schergeschwindigkeit, die als $D = v/y$ (s⁻¹) definiert ist, wird mithilfe der Rotationsgeschwindigkeit des äußeren Zylinders (v) und dem Abstand zwischen innerer Trommel und äußerem Zylinder (y) festgelegt.

Die Prüfung darf in Übereinstimmung mit IEC 61189-5-3:2014, Prüfung 5-3X06, als Prüfverfahren B erfolgen.

5.1.2 Prüfeinrichtung/-gerät

- a) Spachtel;
- b) Viskosimeter: Trace-Spiral-Viskosimeter;
- c) Konstanttemperaturkammer: entweder mit eingebautem oder externem Viskosimeter;
- d) Metallbehälter: 0,2 cm³ Kapazität für Trace-Spiral-Viskosimeter;

- e) Schreiber, PC usw.;
- f) Lösemittel: Propan-2-ol (Reagenzgüteklasse), Ethanol (Reagenzgüteklasse) usw.

5.1.3 Durchführung

Zum Prüfverfahren siehe Tabelle 1.

- a) Falls erforderlich, die Lotpaste auf Raumtemperatur lassen.
- b) Mit einer Spachtel wird umgerührt, um die Lotpaste zu homogenisieren.
- c) Die Lotpaste wird in ein Metallbehältnis gegeben.
- d) Das Metallbehältnis, das die Lotpaste enthält, wird in das Mikro-Spiral-Viskosimeter eingesetzt.
- e) Der äußere Zylinder wird gedreht, um die Lotpaste zwischen die innere Trommel und den äußeren Zylinder zu füllen; die Temperatur der Konstanttemperaturkammer wird bei stationärem äußerem Zylinder auf $25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ eingestellt und dann etwa 10 min gewartet, bis die Temperatur der Konstanttemperaturkammer sich stabilisiert hat.
- f) Nachdem die Temperatur der Konstanttemperaturkammer sich stabilisiert hat, wird die Viskosität bei einer Rotationsgeschwindigkeit von $10\text{ 1/min} \pm 0,5\text{ 1/min}$ etwa 2 min gemessen.
- g) Das Metallbehältnis, die innere Trommel und der äußere Zylinder werden herausgenommen und mit einem geeigneten Lösemittel von Reagenzgüteklasse wie Propan-2-ol oder Ethanol gereinigt; eine neue Lotpaste wird in das Metallbehältnis gegeben und wieder in ein Trace-Spiral-Viskosimeter eingesetzt.
- h) Der Zylinder wird erneut rotiert; sobald die Lotpaste den Bereich zwischen dem inneren und äußeren Zylinder aufgefüllt hat, wird die Temperatur der Konstanttemperaturkammer bei stationärem äußerem Zylinder auf $25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ eingestellt; etwa 10 min warten, bis die Temperatur der Konstanttemperaturkammer sich stabilisiert hat.
- i) Die Viskosität wird bei der Rotationsgeschwindigkeit: von $5\text{ 1/min} \pm 0,25\text{ 1/min}$ etwa 4 min gemessen, gefolgt von $20\text{ 1/min} \pm 1,0\text{ 1/min}$ für etwa 1 min; die Viskositätswerte bei $5\text{ 1/min} \pm 0,25\text{ 1/min}$ und $20\text{ 1/min} \pm 1,0\text{ 1/min}$ müssen abgelesen werden.

Tabelle 1 – Qualitätskontrollverfahren für das Trace-Spiral-Viskosimeter

Drehzahl (1/min)	Zeit (min)
10	2
Die Lotpaste entfernen und den Innenzylinder und den Außenzylinder reinigen. Dann wird frische Lotpaste in ein Metallbehältnis gefüllt.	
5	4
20	1

Der Thixotropieindex (*TI*) wird anhand folgender Gleichung erhalten:

$$TI = \frac{\log(\eta_1 / \eta_2)}{\log(D_2 / D_1)}$$

Dabei ist

- η_1 die Viskosität (Pa·s) bei Schergeschwindigkeit D_1 ;
- η_2 die Viskosität (Pa·s) bei Schergeschwindigkeit D_2 ;
- D_1 die Schergeschwindigkeit $1\text{ (s}^{-1}\text{)}$, $D_1 = 3\text{ (s}^{-1}\text{)}$ bei 5 1/min ;
- D_2 die Schergeschwindigkeit $2\text{ (s}^{-1}\text{)}$, $D_2 = 12\text{ (s}^{-1}\text{)}$ bei 20 1/min .