

DIN EN 14112



ICS 67.200.10

Entwurf

Einsprüche bis 2020-01-08
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14112:2016-12

**Erzeugnisse aus pflanzlichen und tierischen Fetten und Ölen –
Fettsäure-Methylester (FAME) –
Bestimmung der Oxidationsstabilität (beschleunigte Oxidationsprüfung);
Deutsche und Englische Fassung prEN 14112:2019**

Fat and oil derivatives –
Fatty Acid Methyl Esters (FAME) –
Determination of oxidation stability (accelerated oxidation test);
German and English version prEN 14112:2019

Produits dérivés des corps gras –
Esters méthyliques d'acides gras (EMAG) –
Détermination de la stabilité à l'oxydation (Essai d'oxydation accélérée);
Version allemande et anglaise prEN 14112:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-11-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an stellungnahme@fam-hamburg.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP, 22205 Hamburg, Postfach 60 05 49, Überseering 40, 22297 Hamburg.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 40 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP
DIN-Normenausschuss Lebensmittel und landwirtschaftliche Produkte (NAL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14112:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 307 „Ölsaaten, tierische und pflanzliche Fette und Öle und deren Nebenprodukte — Probenahme- und Untersuchungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 062-06-32-01 UA „Prüfung von FAME“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14112:2016-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Bild 2 wurde geändert, Abmessung zwischen Lufteinlass und Heizblock wurde entfernt;
- b) Einleitung wurde entfernt;
- c) Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Erzeugnisse aus pflanzlichen und tierischen Fetten und Ölen — Fettsäure-Methylester (FAME) — Bestimmung der Oxidationsstabilität (beschleunigte Oxidationsprüfung)

Produits dérivés des corps gras — Esters méthyliques d'acides gras (EMAG) — Détermination de la stabilité à l'oxydation (Essai d'oxydation accélérée)

Fat and oil derivatives — Fatty Acid Methyl Esters (FAME) — Determination of oxidation stability (accelerated oxidation test)

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	5
5 Reagenzien und Materialien	5
6 Prüfeinrichtung	5
7 Probenahme	7
8 Vorbereitung der Messung	8
8.1 Probenvorbereitung	8
8.2 Vorbereitung der Geräte	8
8.2.1 Reinigungsverfahren	8
8.2.2 Temperaturkorrektur	9
9 Messung	10
10 Berechnung und Auswertung	12
10.1 Automatische Auswertung	12
10.2 Manuelle Auswertung	14
11 Angabe der Ergebnisse	15
12 Präzision	15
12.1 Allgemeines	15
12.2 Wiederholbarkeit, r	15
12.3 Vergleichbarkeit, R	15
13 Prüfbericht	16
Anhang A (informativ) Hintergrundinformationen zum Verfahren	17
Anhang B (informativ) Ergebnisse eines Ringversuchs	18
Literaturhinweise	19

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14112:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 307 „Ölsaaten, tierische und pflanzliche Fette und Öle und deren Nebenprodukte – Probenahme- und Untersuchungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14112:2016 ersetzen.

Die signifikanten Änderungen im Vergleich zu EN 14112:2016 sind:

- a) Änderung von Bild 2, die Maße zwischen Lufteinlass und Heizblock wurden entfernt;
- b) die Einleitung wurde entfernt;
- c) redaktionelle Überarbeitung des Dokuments.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Oxidationsstabilität von Fettsäure-Methylestern (FAME) bei 110 °C mittels Messung der Induktionszeit bis zu 48 h fest.

Bei längeren Induktionszeiten als 8,5 h ist die Präzision nicht durch die Präzisionsangabe dieses Verfahren abgedeckt.

ANMERKUNG 1 EN 15751 [1] beschreibt ein ähnliches Prüfverfahren zur Bestimmung der Oxidationsstabilität von reinen Fettsäure-Methylestern und von Mischungen von FAME mit aus Erdöl hergestellten Dieselmotorkraftstoffen, die mindestens 2 % (V/V) FAME enthalten.

ANMERKUNG 2 Die Präzisionsangabe dieses Prüfverfahrens wurde in einem Ringversuch mit Induktionszeiten bis zu 8,5 h bestimmt und deckt damit den Grenzwert in EN 14214 ab. Die Ergebnisse aus Untersuchungen zur Präzision der EN 15751 zeigten, dass die angegebene Präzision für Induktionszeiten bis zu 48 h, nicht jedoch für höhere Werte, gültig ist.

ANMERKUNG 3 Begrenzte Studien zur EN 15751 mit EHN (2-Ethylhexylnitrat) mit FAME-Mischungen wiesen darauf hin, dass sich die Stabilität in einem Umfang verringert, der innerhalb der Vergleichbarkeit dieses Prüfverfahrens liegt. Es ist wahrscheinlich, dass die Oxidationsstabilität von reinen Fettsäure-Methylestern in Gegenwart von EHN ebenfalls verringert wird, wenn die EN 14112 zur Prüfung angewendet wird.

ANMERKUNG 4 Für die Zwecke dieser Europäischen Norm wird zur Angabe des Volumenanteils einer Substanz der Ausdruck „% (V/V)“ verwendet.

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).

EN ISO 3170, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Manuelle Probenahme (ISO 3170)*

EN ISO 3171, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Automatische Probenahme aus Rohrleitungen (ISO 3171)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten 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
Induktionszeit
Zeit zwischen dem Beginn der Messung und dem Zeitpunkt, an dem die Bildung von Oxidationsprodukten stark anzusteigen beginnt

3.2
Oxidationsstabilität
Induktionszeit, die nach dem Verfahren dieser Europäischen Norm bestimmt wurde, angegeben in Stunden

4 Kurzbeschreibung

Durch die Probe, die bei üblicher Anwendung des Verfahrens auf die Zieltemperatur von 110 °C aufgeheizt wurde, wird ein gereinigter (getrockneter) Luftstrom geleitet. Während des Oxidationsprozesses werden leichtflüchtige Bestandteile gebildet. Diese werden zusammen mit dem Luftstrom in eine Messzelle mit entmineralisiertem oder destilliertem Wasser überführt, die eine Elektrode zur Messung der Leitfähigkeit enthält. Die Elektrode ist mit einer Mess- und Aufzeichnungseinrichtung verbunden. Sie zeigt das Ende der Induktionszeit durch einen starken Anstieg der Leitfähigkeit an, der durch die Dissoziation flüchtiger Carbonsäuren verursacht wird, die während des Oxidationsprozesses erzeugt und im Wasser absorbiert werden. Für weitere Hintergrundinformationen zum Prüfverfahren siehe Anhang A.

5 Reagenzien und Materialien

Es sind nur Reagenzien von analytischer Reinheit sowie destilliertes oder entmineralisiertes Wasser zu verwenden.

5.1 Ternäre Lösemittelmischung, bestehend aus Methanol, Toluol und Aceton im Volumenverhältnis 1 : 1 : 1.

5.2 2-Propanol.

6 Prüfeinrichtung

Übliche Laboreinrichtung und Glasgeräte einschließlich Folgendem:

6.1 Apparatur zur Bestimmung der Oxidationsstabilität, bestehend aus den folgenden Teilen (siehe Bild 1 und Bild 2)¹.

6.1.1 Luftfilter, bestehend aus einem Rohr mit Filterpapier an den Enden und gefüllt mit einem Molekularsieb (6.6), verbunden mit dem Ansaugstutzen einer Pumpe.

6.1.2 Gasmembranpumpe, mit einstellbarem Durchfluss von $(10 \pm 1,0)$ l/h.

6.1.3 Reaktionsgefäße, aus Borosilicatglas, mit Verschlusskappe.

Die Verschlusskappe muss mit einem Rohr für die Gaszu- und -ableitung versehen sein.

6.1.4 Geschlossene Messzellen, mit einem Fassungsvermögen von etwa 150 ml und mit einem Luftenlassrohr, das bis zum Boden des Gefäßes reicht. Die Messzelle muss am oberen Ende mit Lüftungslöchern versehen sein.

6.1.5 Elektroden, zur Messung der Leitfähigkeit innerhalb eines Messbereiches von $0 \mu\text{S}/\text{cm}$ bis $300 \mu\text{S}/\text{cm}$, passend zu den Abmessungen der Messzelle (6.1.4).

¹ Rancimat ist die Herstellerbezeichnung eines Produkts, geliefert von Metrohm AG, Herisau, Schweiz; OSI ist die Herstellerbezeichnung eines Produkts, geliefert von Omnion Inc., Rockland, Massachusetts, USA. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Europäischen Norm und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch CEN oder CENELEC. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.

6.1.6 Mess- und Aufzeichnungseinrichtung, bestehend aus:

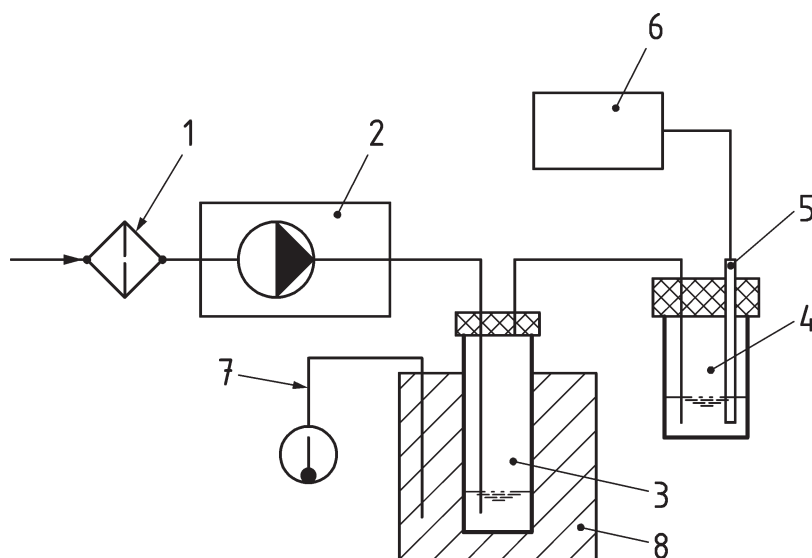
- a) einem Verstärker; und
- b) einer Aufzeichnungseinrichtung, die das Signal jeder Elektrode (6.1.5) aufzeichnet.

6.1.7 Kontaktthermometer, mit einer Skaleneinteilung von 0,1 °C oder ein **Pt 100-Element** zur Messung der Blocktemperatur, mit Anschlüssen für ein Relais und ein regelbares Heizelement; Temperaturbereich von 0 °C bis 150 °C.

6.1.8 Heizblock, aus Aluminiumguss, regelbar bis zu einer Temperatur von $(150 \pm 0,1)$ °C. Der Block muss Aufnahmeöffnungen für die Reaktionsgefäße (6.1.3) und eine Öffnung für das Kontaktthermometer (6.1.7) aufweisen.

Alternativ darf ein **Heizbad** mit einer auf 0,1 °C regelbaren Temperatureinstellung bis zu 150 °C und einem für diesen Temperaturbereich geeignetem Öl verwendet werden.

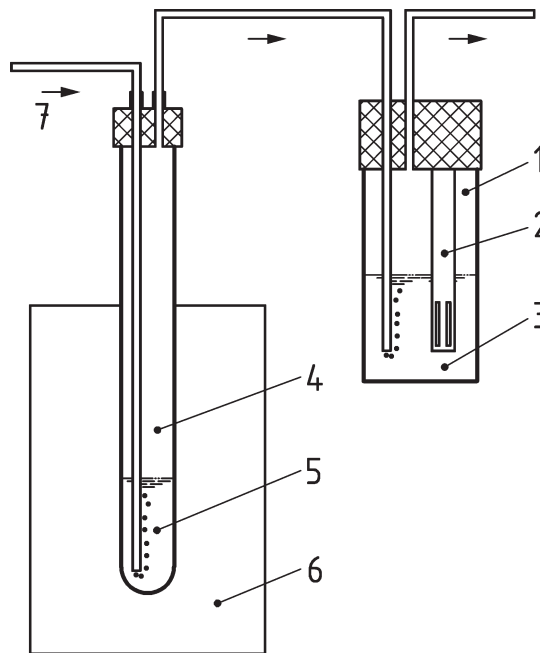
6.2 Zertifiziertes und kalibriertes Thermometer oder Pt 100-Element, mit einem Temperaturbereich bis 150 °C und einer Auflösung von 0,1 °C.



Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Luftfilter (6.1.1) | 5 Elektrode (6.1.5) |
| 2 Gasmembranpumpe mit Durchflussregelung (6.1.2) | 6 Mess- und Aufzeichnungseinrichtung (6.1.6) |
| 3 Reaktionsgefäß (6.1.3) | 7 Kontaktthermometer oder Pt 100-Element (6.1.7) |
| 4 Messzelle (6.1.4) | 8 Heizblock (6.1.8) |

Bild 1 — Schematischer Überblick des Prüfgeräts



Legende

- | | | | |
|---|--|---|-------------------|
| 1 | Messzelle (6.1.4) | 5 | Probe |
| 2 | Elektrode (6.1.5) | 6 | Heizblock (6.1.8) |
| 3 | Destilliertes/demineralisiertes Wasser | 7 | Luft |
| 4 | Reaktionsgefäß (6.1.3) | | |

Bild 2 — Schematische Darstellung des Heizblocks, des Reaktionsgefäßes und der Messzelle

6.3 Messpipetten und/oder Messzylinder.

6.4 Trockenschrank, regelbar bis zu einer Temperatur von $(150 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

6.5 Verbindungsschläuche, flexibel und aus inertem Material hergestellt [Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Silikon].

6.6 Molekularsieb, mit Feuchtigkeitsindikator, Porengröße 0,3 nm, das vor Verwendung in einem Trockenschrank bei $150 ^\circ\text{C}$ getrocknet und in einem Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt wurde.

6.7 Waage, geeignet, um mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1 \text{ g}$ oder genauer zu wiegen.

7 Probenahme

Sofern nicht anders festgelegt, muss die Probenahme nach EN ISO 3170 oder EN ISO 3171 bzw. in Übereinstimmung mit den Anforderungen nationaler Normen und Vorschriften für die Probenahme durchgeführt werden.

Es ist wichtig, dass das Labor zur Prüfung eine tatsächlich repräsentative Probe erhält, die während Transport oder Lagerung weder beschädigt noch irgendwie sonst verändert wurde.

Die Proben sind im Dunkeln bei etwa $4 ^\circ\text{C}$ zu lagern und möglichst umgehend nach Probeneingang zu analysieren.

8 Vorbereitung der Messung

8.1 Probenvorbereitung

Um konsistente Prüfbedingungen sicherzustellen, müssen alle Proben in der nachfolgend beschriebenen Weise behandelt werden:

- die erforderliche Menge ist mit einer Pipette aus der Mitte der sorgfältig homogenisierten Probe zu entnehmen;
- die Proben sind sofort nach der Probenvorbereitung zu analysieren.

8.2 Vorbereitung der Geräte

8.2.1 Reinigungsverfahren

Es wird empfohlen, neue Einweg-Reaktionsgefäße, -Lufteinlassrohre und -Verbindungsschläuche zu verwenden, um sich den Reinigungsvorgang zu sparen.

Dichtungsstopfen, Messzellen und Elektroden sind mit 2-Propanol zu spülen, um organische Rückstände zu entfernen. Die Verbindungsschläuche sollten auf die gleiche Weise gereinigt werden, wenn sie nicht durch neue ersetzt werden.

Zu spülen ist zunächst mit Leitungswasser und am Ende mit entmineralisiertem oder destilliertem Wasser. Anschließend werden die gereinigten Teile mindestens 2 h bei 80 °C im Trockenschrank getrocknet. Die Temperatur darf 80 °C nicht überschreiten, da dies die Elastizität der Kunststoffteile beeinträchtigen könnte.

Kraftstoffreste und Alterungsprodukte aus früheren Experimenten und das Lösemittel aus der Reinigung können in den Elastomeren adsorbiert bleiben und müssen entfernt werden. Eine Trocknungszeit von 2 h stellt sicher, dass alle flüchtigen Verbindungen entfernt sind.

Im Falle der Wiederverwendung sind die leeren Reaktionsgefäße und die Lufterinlassrohre mindestens dreimal mit dem ternären Lösemittelgemisch (5.1) zu waschen, um Kraftstoffreste und damit verbundene organische Alterungsrückstände zu entfernen. Beim letzten Spülgang sollte das Lösemittelgemisch farblos bleiben.

Anschließend wird mit 2-Propanol und Leitungswasser gespült. Die Einlassrohre werden in das vollständig mit einer wässrigen alkalischen Laborreinigungslösung befüllte Reaktionsgefäß gelegt.

Die Gefäße sind bei Raumtemperatur über Nacht zu lagern.

Die gereinigten Gefäße und ihre Einlassrohre werden zunächst gründlich mit Leitungswasser und am Ende mit entmineralisiertem oder destilliertem Wasser gespült. Sie werden mindestens 2 h bei 80 °C in einem Trockenschrank getrocknet.

Im Zweifelsfall kann die Sauberkeit der Dichtungsstopfen und Verbindungsschläuche überprüft werden, indem eine Blindprobe unter Norm-Prüfbedingungen geprüft wird. In diesem Fall darf innerhalb von 5 h keine Leitfähigkeitssteigerung von mehr als 10 µS/cm auftreten.

8.2.2 Temperaturkorrektur

8.2.2.1 Allgemeines

Jede Abweichung zwischen der Temperatur der Kraftstoffprobe im Prüfgefäß und der Temperatur des Heizblocks oder Heizbades hat eine erhebliche Auswirkung auf das Ergebnis. Um sicherzustellen, dass die korrekte Messtemperatur verwendet wird, ist der Unterschied zwischen der Temperatur der Probe und der Temperatur des Heizblocks, ΔT , zu bestimmen. Für diese Bestimmung wird ein externer, kalibrierter Temperaturfühler verwendet.

Die Temperaturkorrektur ist immer dann durchzuführen, wenn die Prüfung bei einer anderen Temperatur als zuvor erfolgt.

8.2.2.2 Verfahren

Nach Einschalten des Heizblocks wird abgewartet, bis die Zieltemperatur erreicht und stabil ist.

Ein Reaktionsgefäß wird mit 5 g thermostabilen Öls befüllt. Der Temperaturfühler wird durch die Kappe in das Reaktionsgefäß eingesetzt. Mittels Distanzklemmen wird ein Abstand zwischen Fühler und Lufteinlass hergestellt. Der Fühler sollte den Boden des Gefäßes berühren.

Das vollständige Reaktionsgefäß wird in den Heizblock eingesetzt und an die Luftversorgung angeschlossen.

Wenn der gemessene Temperaturwert konstant ist, wird ΔT wie folgt berechnet:

$$\Delta T = T_{\text{block}} - T_{\text{sensor}} \quad (1)$$

Dabei ist

ΔT der Temperaturunterschied zwischen Heizblock und Probe;

T_{block} die Temperatur des Heizblocks;

T_{sensor} die im Reaktionsgefäß mit dem Fühler gemessene Proben­temperatur.

Die Temperatur des Heizblocks wird entsprechend Gleichung (2) eingestellt:

$$T_{\text{block}} = T_{\text{target}} + \Delta T \quad (2)$$

Dabei ist

T_{target} die vorgesehene Messtemperatur.

BEISPIEL T_{target} beträgt 110 °C. Wenn ein ΔT von +2 °C bestimmt wird, muss die Temperatur des Heizblocks auf 112 °C eingestellt werden.

Nach dieser Temperaturkorrektur sollte die im Reaktionsgefäß gemessene Temperatur mit der Solltemperatur übereinstimmen.

9 Messung

9.1 Die Apparatur wird nach Bild 1 aufgebaut. Bei Verwendung auf dem Markt verfügbarer Apparaturen sind die Herstelleranweisungen zu befolgen.

9.2 Die Membranpumpe (6.1.2) wird angeschlossen und der Luftstrom auf genau (10 ± 1) l/h eingestellt. Die Pumpe wird ausgeschaltet. Speziell für dieses Verfahren hergestellte Geräte sind üblicherweise mit einer automatischen Durchflusskontrolle ausgestattet.

9.3 Der Heizblock (6.1.8) wird mit Hilfe des Kontaktthermometers (6.1.7) oder durch eine elektronische Temperaturregelung auf eine Temperatur gebracht, die sicherstellt, dass die erforderliche Prüftemperatur (üblicherweise 110 °C, aber siehe 8.2.2) in den Prüfröhrchen erreicht wird. Die Temperatur muss während der Prüfdauer auf $(\pm 0,1$ °C) konstant gehalten werden (siehe auch 8.2.2).

Falls ein Heizbad (6.1.8) verwendet wird, wird die gewünschte Temperatur eingestellt und die Temperatur nach 8.2.2 kontrolliert.

9.4 Die Messzellen (6.1.4) werden mittels einer Messpipette oder eines Messzylinders (6.3) mit 60 ml destilliertem oder entmineralisiertem Wasser aufgefüllt.

9.5 Die Elektroden (6.1.5) werden überprüft und ihre Signale mit einem Kalibrierpotentiometer eingestellt.

9.5.1 Die Daten werden von der PC-Software aufgezeichnet.

9.5.2 Falls eine Bewertung mit einem PC nicht möglich ist, wird wie folgt fortgefahren: Die Elektroden (6.1.5) werden überprüft und ihre Signale mit einem Kalibrierpotentiometer so eingestellt, dass sie auf der Nulllinie des Schreiberpapiers liegen. Der Papiervorschub wird auf 10 mm/h und die Messfrequenz auf eine Erfassung je 30 s eingestellt. Den Messwert von 200 μ S/cm als Maximalwert von 100 % einstellen. Ist es nicht möglich, den Papiervorschub auf 10 mm/h einzustellen, ist ein Vorschub von 20 mm/h zu verwenden. Das muss auf dem Schreiberpapier vermerkt werden.

9.6 Unter Verwendung einer Pipette (6.3) werden $(3,0 \pm 0,01)$ g der Probe (siehe 8.1) in das Reaktionsgefäß eingewogen.

9.7 Sobald die Prüftemperatur erreicht ist, wird die Membranpumpe (6.1.2) eingeschaltet und der Luftstrom auf genau (10 ± 1) l/h eingestellt. Die Lufteinlass- und -auslassrohre werden mit den Reaktionsgefäßen und den Messzellen unter Verwendung der Verbindungsschläuche (6.5) verbunden.

9.8 Das Reaktionsgefäß mit der Verschlusskappe (6.1.3) wird in die entsprechende Öffnung im Heizblock oder in das Heizbad (6.1.8) eingesetzt.

Die Vorbereitungsschritte 9.7 und 9.8 müssen schnellstmöglich durchgeführt werden. Danach wird umgehend die automatische Datenaufzeichnung gestartet oder der Messbeginn auf dem Schreiberpapier vermerkt.

9.9 Die Messung darf beendet werden:

- wenn das Signal 100 % der Messskala erreicht hat, für gewöhnlich 200 μ S/cm (siehe Bild 3, oberes Diagramm); oder
- wenn die Leitfähigkeitskurve nach Überschreiten der Induktionszeit wieder abflacht (siehe Bild 3, unteres Diagramm). Es sollte darauf geachtet werden, sicherzustellen, dass die Prüfung nicht beendet ist bevor die Kurve genug abgeflacht ist um eine genaue zweite Tangente anzulegen; oder
- nach 48 h Prüfzeit.