

ARBEITEN DER MESSGRUPPE

INHALT

1. Einleitung
2. Messungen des volumenstroms
3. Temperaturmessungen
 - 3.1. Temperaturprofil Tunnelofenladung
 - 3.2. Übrige Temperaturmessungen
4. Leistungsmessung L
5. Trockenraummessungen T
6. Silotrockner P
7. Energie- und massenbilanz E
8. Zusammensetzung der Gasströme Z
 - 8.1. Momentane Gaszusammensetzung M
 - 8.2. Dauerermessung der Gaszusammensetzung D
 - 8.3. (Rauchgas-) Emissionsmessungen (
9. Geräuschemessungen G
 - 9.1. Geräusch-Emission
 - 9.2. Arbeitsschutzgesetz zur Akustik
10. Staubmessungen nach dem niederländischen arbeitsschutzgesetz

1. EINLEITUNG

Um einen Einblick in den Produktionsprozess zu erhalten und die Aspekte im Zusammenhang mit dem Umwelt- und Arbeitsschutz aufzuklären, hat die Messgruppe des *Technisch Centrum voor de Keramische Industrie* (des Technischen Zentrums für die Keramische Industrie, TCKI) diverse Messungen durchgeführt. Die folgenden Textabschnitte erläutern genauer, um welche Arten von Messungen es sich handelt, sie enthalten Einzelheiten zur Durchführung der Messungen und spezifizieren, mit welcher Zielsetzung diese im Einzelnen durchgeführt

wurden. Diese Messungen dienen als Grundlage für die Berichterstattung und Beratung. Für einige der damit verbundenen Arbeitsschritte hat der Raad voor Accreditatie (der niederländische Akkreditierungsrat) eine RvA-Zulassung erteilt. Für weitere Einzelinformationen über die entsprechenden Messverfahren, die Planung, die damit verbundenen Möglichkeiten und dergleichen wenden Sie sich bitte an die Leitung der Messgruppe.

Bei der Durchführung der Arbeiten für die keramische Industrie gelangt eine Vielzahl unterschiedlicher Messinstrumente und Hilfsmittel zum Einsatz. Zudem werden auch Verbrauchsmaterialien verwendet, die nach der Durchführung der Arbeitsschritte entweder entsorgt oder dem Auftraggeber übertragen werden.

Die Messungen werden immer unter Begleitung eines Prozesstechnikers oder eines Beraters von TCKI durchgeführt. Um die Effektivität der Arbeiten zu optimieren, kann es vorkommen, dass TCKI mit dem Auftraggeber bespricht, ob der Auftraggeber gewisse Arbeitsschritte selbst übernehmen kann.

Die Messinstrumente werden dem Auftraggeber **nicht** vermietet. Eine Vermietung ist nur dann denkbar, wenn ein Prozesstechniker oder ein Berater des Technischen Zentrums an der Durchführung beteiligt ist.

Bezüglich der Verbrauchsmaterialien wird dem Auftraggeber der jeweilige Kostenpreis in Rechnung gestellt. Im Hinblick auf den Einsatz von Messinstrumenten und Hilfsmitteln wird – je nach Art des Hilfsmittels oder Messinstruments – ein gewisser Mietbetrag pro Tag oder pro Einsatzzeitraum in Rechnung gestellt. Diese Mietbeträge ergeben sich aus dem jeweiligen Neupreis und den mittleren Wartungskosten.

2. MESSUNGEN DES VOLUMENSTROMS

Zur Messung von Luft- und Rauchgasströmen besitzt TCKI eine Reihe von Pilotrohren und Druckgebern. Diese können je nach Bedarf für Hand- und / oder Dauermessungen nach ISO 10780 verwendet werden. Bei Dauermessungen wird das Signal des Druckgebers von einem Recorder aufgezeichnet. Für diesen Vorgang liegt eine RvA-Zulassung vor. Zur Messung von Ventilator-Volumenströmen (freie Ansaugung) und dergleichen kann ein Anemometer (Windmühle) verwendet werden. Nach Ablauf der Messung werden dann die Ergebnisse ausgearbeitet.

Zudem verfügt TCKI über ein Tachometer zur Ermittlung der Umdrehungszahl eines Ventilators. In Kombination mit der Leistungseigenschaften kann man dann die verdrängte Luftmenge abschätzen.

3. TEMPERATURMESSUNGEN

3.1. Temperaturprofil Tunnelofenladung

Zur Ermittlung der Temperaturprofile in einer Tunnelofenladung kann man ein Datenerfassungssystem (Datapaq) verwenden. Dazu wird eine Stahlbox unter dem Tunnelofenwagen angebracht. Die zwischen den Produkten oder in der Ofenatmosphäre installierten Thermoelemente werden an das Datenerfassungssystem angeschlossen. In der Box befindet sich ein Datenlogger, der im Laufe der Durchströmungszeit regelmäßig alle Temperaturen festhält. Am Ende der Messung wird dann der Datenlogger ausgelesen. Maximal können 20 Thermoelemente gleichzeitig angeschlossen werden. Wenn sich der Ofen

nicht für ein Datenerfassungssystem eignet (zu wenig Platz), können ein Teflon-Schleppkabel und ein Recorder mit Papierstreifen und Speicherkarte zum Einsatz gelangen. Alles meedetdata werden berichtet, nachdem man alle allgemeinen Daten während des Messens einschließlich gemessen hat.

3.2. Übrige Temperaturmessungen

Mithilfe unterschiedlicher Arten von Thermoelementen (Typ T und K) kann an jeder beliebigen Stelle eine Temperaturmessung durchgeführt werden. Dies beinhaltet beispielsweise:

- Flammofenblattmessungen;
- Messungen in Luft- und Rauchgaskanälen;
- Messungen in Öfen;
- Messungen in Trockenräumen.

Alle Thermoelemente werden an einen Recorder mit Papierstreifen und Speicherkarte angeschlossen. Nach Ablauf der Messungen wird die Speicherkarte ausgelesen, ausgearbeitet und berichtet.

4. LEISTUNGSMESSUNG

Mithilfe eines Leistungsmessgeräts (Microvip 3) können verschiedene Verbraucher oder Verbrauchergruppen in einer oder drei Phasen vermessen werden. Mit dem Leistungsmessgerät lassen sich Parameter wie beispielsweise Leistung, Blindleistung, Scheinleistung, Spannung, Frequenz, Cosinus Phi, Spitzenleistung und der Stromverbrauch ermitteln. Einige Parameter werden pro Phase oder auch insgesamt wiedergegeben. Wenn man nun anhand geeigneter Zähler auch die Verbrauchsstunden registriert, erhält man auf diese Weise einen Einblick in den Verbrauch pro Tag, pro Monat und / oder pro Jahr. Zudem lassen sich alle Parameter auch über ein Softwarepaket in einem Computer speichern, um dann später zu einer Übersicht ausgearbeitet zu werden.

Abgesehen von den Leistungsmessgeräten verfügt TCKI auch über separate Messgeräte zur Ermittlung der Leistung, Spannung, Stromstärke und des Arbeitsfaktors (Cosinus Phi).

5. TROCKENRAUMMESSUNGEN

Um das Trocknungsverhalten der Formlinge und die charakteristischen Eigenschaften des Trockners genauer zu ermitteln, werden Trockenraummessungen in Tunnel- und Kammertrockenanlagen durchgeführt. An einer Stelle oder an zwei Stellen (eine schnell trocknende und eine langsam trocknende Stelle!) werden dann der Gewichtsverlust, der Schrumpf und die Temperatur der Formlinge sowie die relative Feuchtigkeit und Temperatur der Trockenluft gemessen und registriert. Nach beendeter Messung werden die Ergebnisse ausgearbeitet und es können Empfehlungen darüber ausgesprochen werden, wie sich die Trocknungskurve ändern lässt.

Trockenraummessungen werden normalerweise in den folgenden Fällen durchgeführt:

- Trockenstruktur oder -bruch;
- einer gewünschten Verkürzung der Trocknungszeit;
- einer gewünschten Verringerung des Energieverbrauchs;
- beim Einregeln oder der Optimierung des Trockners.

Zur Bestimmung des Energieverbrauchs werden zudem der Volumenstrom und die Temperatur des ausgehenden Luftstroms gemessen.

Zudem bietet sich die Möglichkeit, einen registrierenden Gaszähler einbauen zu lassen, um den Gasverbrauch einer Kammer, eines Tunnels oder des gesamten Trockenraums zu ermitteln. Wenn bei der Messkammer und / oder dem Trockenraum ein Gaszähler vorhanden ist, besteht die Möglichkeit, den Gasverbrauch mit einem Impulszähler auf einem Recorder aufzuzeichnen.

Um die kürzest denkbaren Trockenzyklen zu ermitteln, kann ein mobiler Probetrockner zum Einsatz gelangen. Hierbei können Aspekte wie beispielsweise die Art der Anblasung, die Abstände zwischen den einzelnen Produkten, die Tiefe der Ladung und der Temperaturverlauf sowie die relative Luftfeuchtigkeit genauer untersucht und optimiert werden.

Bei der Optimierung des Trockners bietet sich zudem die Möglichkeit, mittels eines Programms / eines Geber-Reglers eine Trockenkammer separat von der PLC-Steuerung trocknen zu lassen. Auf diese Weise kann man in einer Trockenkammer experimentieren, indem man mit anderen Regelparametern trocknet als dies standardmäßig seitens der PLC-Steuerung erfolgt. Dies beinhaltet beispielsweise eine PLC-Steuerung mit nur einer Temperaturregelung und keiner Möglichkeit zur RV-Regelung. Mit dem Regler ist dies bei einer Trockenkammer durchaus realisierbar auf der Grundlage von RV/T oder ΔT -psychometrisch (Trockene Tnaß).

6. PILOTTROCKNER

Der Pilotrockner soll zur Prozessoptimierung bei (keramischen) Trocknern dienen. Eine solche Prozessoptimierung kann die folgenden Aspekte beinhalten:

- Energieeinsparung;
- Verkürzung der Trockenzeit;
- Verbesserung der Qualität.

Der Pilotrockner bietet Aufschluss über die Inhomogenität der Trocknungsprozesse und den Energieverbrauch. Auf Basis dieser Untersuchungen, die bei den Keramikbetrieben selbst durchgeführt werden können, lassen sich die Trockner optimieren. Zudem können praktische Empfehlungen zur Prozessverbesserung ausgesprochen werden. Im Rahmen entsprechender Trocknungsversuche bei Firmen verwendet man die direkt hergestellten Formlinge bei der standardmäßigen Unterstützung und für die Trockensituierung. Somit sind die entsprechenden Ergebnisse durchaus repräsentativ und übertragbar.

Mit dem Pilotrockner können alle Trocknungsprinzipien, wie beispielsweise die Carra-, Rotamix- und Riesenrad-Prinzipien, maßstabsgerecht simuliert werden; und eventuell auch Trocknungsprinzipien beispielsweise mit vertikaler Luftströmung. Bei abweichenden Prinzipien kann der Pilotrockner nach Rücksprache entsprechend angepasst werden, um die Praxis so gut wie möglich zu simulieren. Insgesamt können verteilt über 6 Etagen (200 mm Abstand) und zwei Trocknungskörbe etwa 400 Steine oder 80 Dachziegel getrocknet werden. Bei andersartigen Produkten müssen die Trocknungskörbe und / oder die Abstände zwischen den Etagen nach Rücksprache entsprechend angepasst werden.

Vor Beginn der Messungen im Pilotrockner werden in einer Trockenkammer Trockenraummessungen durchgeführt, um das Trocknungsverhalten der am schnellsten beziehungsweise am langsamsten trocknenden Produkte zu verfolgen. Diese Messung und die Luftströmungsmessungen werden dann zum Einregeln des Pilotrockners verwendet. Wenn die Basiseinstellungen den Praxismessungen entsprechen, wird mit der Optimierung der Produktqualität und / oder Trockenzeit begonnen. Nach erfolgter Messung sind genügend Produkte vorhanden, um diese in den bestehenden Öfen der Firmen mit zu brennen. Nach

dem Verheizen werden die Produkte von TCKI und vom Hersteller beurteilt. Aus dieser Beurteilung ergibt sich dann, ob die Produkte die geforderte Endqualität aufweisen oder nicht.

Der Vorteil des Pilotrockners besteht darin, dass unabhängig vom eigenen Trocknungsprozess auch Trocknungsprüfungen durchgeführt werden können, ohne dass dies auf Kosten der Trocknungsproduktion geht.

7. ENERGIE- UND MASSENBILANZ

Um den gesamten Energiehaushalt eines Betriebs festzulegen, werden in diversen Hauptkanälen des Luft- und Rauchgassystems der Öfen und des Trockenraums (der Trockenräume) geeignete Volumenstrom-Messgeräte und Thermometer installiert. Die entsprechenden Signale werden von einem Recorder mit Papierstreifen und Speicherkarte aufgezeichnet. Kleinere Energieströme werden normalerweise manuell gemessen. Alle Daten werden dann zu einer Energiebilanz ausgearbeitet. Im Regelfall verfolgt der Auftraggeber während der Messzeit den Gasverbrauch (beispielsweise Ofen, Trockenraum, insgesamt) sowie die Start-, Stopp- oder Schiebezeiten des Trockenraums. Alle Energiedaten werden in spezifische Maße umgerechnet. Bei Firmen, wo ein Gaszähler vorhanden ist, bietet sich die Möglichkeit, mithilfe eines Impulzzählers den Gasverbrauch im Recorder aufzuzeichnen. Die Energiebilanz wird in Form einer schematischen Wiedergabe und des entsprechenden Berichts dargestellt.

8. ZUSAMMENSETZUNG der Gasströme

8.1. Momentane Gaszusammensetzung

Zur ungefähren Analyse einiger Gase besitzt TCKI Bacharach-Instrumente zur Bestimmung von Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂) und Sauerstoff (O₂) sowie ein Drägerinstrument für viele Gaskomponenten. Diese Instrumente kann sich der Auftraggeber eventuell ausleihen, so dass er die Messungen im eigenen Tempo an diversen Stellen und nach eigenem Ermessen selbst durchführen kann. Die Instrumente werden häufig zur Bestimmung der Ofenatmosphäre über die Länge der Aufheiz- und Brennzone in einem Ofen verwendet. Beide Arten von Instrumenten messen die jeweils aktuellen Werte.

8.2. Dauermessung der Gaszusammensetzung

Zur Dauermessung der Gaszusammensetzung verfügt TCKI über Messgeräte mit unterschiedlichem Messbereich. Mit diesen Geräten werden Sauerstoff (O₂), Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffoxide (NO_x) und Schwefeldioxid (SO₂) erfasst. Die Geräte, einschließlich des Gasaufbereitungssystems (Filter, Kühler, etc.), werden am Standort der Messung aufgestellt. Das Messsignal wird von einem Recorder mit Papierstreifen und Speicherkarte durchgehend aufgezeichnet. Nach erfolgter Messung werden die Daten ausgearbeitet.

Alle Geräte werden von einem Mitarbeiter von TCKI installiert. Je nach Bedarf erfolgen die Messungen nach Maßgabe der NEN-, EN- und / oder ISO-Normen.

Für diese Arbeitsschritte liegt eine RvA-Zulassung vor.

8.3. (Rauchgas-) Emissionsmessungen

Im Zusammenhang mit der Umweltschutzgenehmigung kann verlangt werden, dass regelmäßig ein Messbericht mit den Ergebnissen der einzelnen Emissionsmessungen in die Atmosphäre innerhalb der Firma vorgelegt wird. Zudem können gewisse Informationen zur Ermittlung eines geeigneten Systems für die Rauchgasreinigung und die entsprechende Dimensionierung beziehungsweise Betriebsführung erforderlich sein.

Bei allen nachstehenden Verfahren werden im Falle einer Rauchgasanalyse immer jeweils drei Messungen durchgeführt. Zudem wird der Sauerstoffgehalt ermittelt, um alle Konzentrationen auf 18 Vol % Sauerstoff neu errechnen zu können. Die Rauchgas-Emissionsmessungen erfolgen anhand der gültigen (inter)nationalen Normen nach den Vorgaben in den niederländischen Luft-Emissionsrichtlinien (NeR). Die Verfahren bei Messungen außerhalb der Niederlande erfolgen je nach Bedarf nach den vor Ort gültigen Normen für solche Messungen. Für diese Arbeiten liegt, mit Ausnahme der Analyse auf Schwefeltrioxid, eine RvA-Akkreditierung vor.

Staubmessung

Zur Messung der Staubemission, u.a. in Rauchgaskanälen und Auspuffen von Staubansaugsystemen, verfügt TCKI über ein isokinetisches Tecora - System zur Staubmessung. Dieses System wird an den Kanal mit dem zu messenden Gasstrom angeschlossen. Je nach dem Durchmesser erfolgt an gewissen Stellen (x) während einer Schub- oder Versatzzeit eine isokinetische Probenahme, wobei jeweils drei Proben entnommen werden. An weiteren Emissionsstellen (beispielsweise der Staubabsaugung) wird (ebenfalls jeweils dreimal) eine halbe Stunde lang gemessen. Vor und nach der Probenahme wird die Masse der Filter ermittelt, auf denen der Staub aufgefangen wird. Die entsprechenden Ergebnisse werden in einem Bericht niedergelegt, den auch die Genehmigungsbehörde verwenden kann.

Fluoride, Chloride und Schwefeloxide

Die Fluorid-, Chlorid- und Schwefeloxidproben werden unter Zuhilfenahme von Waschflaschen entnommen. Dabei wird das Rauchgas durch drei in Serie geschaltete Waschflaschen hindurch geleitet, die jeweils 200 ml Natronlauge (4 g NaOH/l) pro Flasche enthalten. Nach erfolgter Probenahme werden die Konzentrationen an Fluorid, Chlorid und Schwefeloxid im Labor ermittelt.

Schwefeltrioxid

Beim Hindurchleiten von Gasen (Rauchgasen) durch ein Corbett-Gerät wird Schwefeltrioxid (SO₃) spezifisch von Isopropanol adsorbiert. Nach beendeter Probenahme wird die Flüssigkeit im Labor analysiert. Das Schwefeltrioxid bestimmt den Säuretaupunkt der Rauchgase und kann im Hinblick auf die Funktion spezifischer Rauchgasreinigungsanlagen wichtig sein.

CO, CO₂, NO_x, SO₂, C_xH_y und O₂

TCKI besitzt einen Emissionsmesswagen, mit dem die Komponenten CO, CO₂, NO_x, SO₂, C_xH_y und O₂ erfasst werden. Dabei werden die Rauchgase über einen Heizfilter (180 °C), eine Heizleitung (180 °C) und anschließend durch Kühlelemente hindurch geleitet, bevor sie die Analysegeräte erreichen. Vor und nach der Messung werden alle Geräte geeicht und überprüft.

Die oben beschriebenen Messungen können in Kombination durchgeführt werden.

9. GERÄUSCHMESSUNGEN

9.1. Geräusch-Emission

Im Zusammenhang mit dem niederländischen Lärmschutzgesetz werden diverse Messungen an den entsprechenden Lärmquellen und den Geländegrenzen durchgeführt. Auf Basis dieser Messungen und akustischer Modellrechnungen (DGMR) wird die Lärmbelastung an spezifischen Immissionsstellen berechnet. Auch können anhand geeigneter Modellberechnungen Vorschläge zur Geräuschkämpfung und Prognosen für Neubau-Anpassungen erstellt werden.

9.2. Arbeitsschutzgesetz zur Akustik

Im Rahmen des niederländischen Arbeitsschutzgesetzes zur Akustik werden Geräuschemessungen an individuellen Lärmquellen und an spezifischen Arbeitsplätzen durchgeführt. Aus geeigneten Nachhallmessungen wird eine Hall-Akustik hergeleitet.

Anhand akustischer Modellrechnungen wird der maschinenspezifische Lärmpegel ermittelt, und es werden Tagesdosisrechnungen für individuelle Mitarbeiter durchgeführt. Darüber hinaus dienen die Modellrechnungen als Grundlage für die Bemühungen zur Lärmdämpfung und Prognosen bei Anpassungen.

Neben kurzzeitigen Geräuschemessungen nach dem Arbeitsschutzgesetz an spezifischen Arbeitsstellen verfügt TCKI auch über Lärmmeßgeräte. Dieses Dosimeter trägt die betreffende Person für die Dauer eines Arbeitstages (8 Stunden) bei sich. Im Anschluss an die Messung werden die Daten mit spezifischer Software verarbeitet.

10. STAUBMESSUNGEN NACH DEM NIEDERLÄNDISCHEN ARBEITSSCHUTZGESETZ

Zur Messung des gesamten und des lungengängigen Staub- und Quarzgehalts besitzt TCKI einen Satz Koniometer (Staubmessgeräte). Diese Koniometer tragen die Personen, bei denen die Expositions-Staubdosis ermittelt werden soll, bei sich. Im Laufe eines Arbeitstages wird durch eine Staubpumpe Luft angesaugt und der Staub von einem Filter aufgefangen. Vor und nach der Messung werden die Filter gewogen. Eventuell kann der Quarzgehalt des aufgefangenen Staubs bestimmt werden, direkt mit FTIR Analyse Technik (NIOSH 7602).

Für diese Arbeit liegt eine RvA-Akkreditierung vor.

Um die Entwicklung der Staubkonzentration im Laufe des Arbeitstages ermitteln zu können, besitzt TCKI zudem ein Koniometer zur Daueranalyse. Das Signal dieses Koniometers wird von einem Recorder mit Papierstreifen und Speicherkarte aufgezeichnet. Die Messdaten werden verarbeitet und dann grafisch dargestellt.