

# ARBEITEN DER MESSGRUPPE

## INHALT

1. Einleitung
2. Messungen des Volumenstroms
3. Temperaturmessungen
  - 3.1. Temperaturprofil Tunnelofenladung
  - 3.2. Übrige Temperaturmessungen
4. Elektrische Leistungsmessung
5. Klimaprüfschrank, Trockentests
6. Trockenraummessungen
7. Pilottrockner
8. Energie
  - 8.1. Energie- und Massenbilanz
  - 8.2. IR-Kamera
9. Zusammensetzung der Gasströme
  - 9.1. Momentane Gaszusammensetzung
  - 9.2. Dauermessung der Gaszusammensetzung
  - 9.3. (Rauchgas-) Emissionsmessungen
10. Geräuschemessungen - Arbeitsplatz
  - 10.1. Geräusch-Emission
  - 10.2. Arbeitsschutzgesetz zur Akustik
11. Messungen nach dem Arbeitsschutzgesetz-arbeitsplatzatmosphäre
  - 11.1. Berufliche Staub
  - 11.2. Berufliche Luft

## 1. EINLEITUNG

Um einen Einblick in den Produktionsprozess zu erhalten und die Aspekte im Zusammenhang mit dem Umwelt- und Arbeitsschutz aufzuklären, wurden durch die Messgruppe des TCKI's diverse Messungen durchgeführt. Die folgenden Textabschnitte erläutern genauer um welche Arten von Messungen es sich handelt. Sie geben Einzelheiten zur Durchführung der Messungen und spezifizieren die Zielsetzung. Diese Messungen dienen als Grundlage für die Berichterstattung und Beratung. Für einige der damit verbundenen Arbeitsschritte hat 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 TCKI's 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 Pitotrohren und Druckgebern. Diese können je nach Bedarf für Hand- und / oder Dauermessungen konform NEN-EN 16911-1 verwendet werden. Bei Dauermessungen wird das Signal des Druckgebers von einem Recorder aufgezeichnet. Für diesen Vorgang liegt eine, wenn konform NEN-EN 16911-1 durchgeführt, 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 Drehzahlmesser 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 stahle Isolierbox unter dem Tunnelofenwagen angebracht. Die zwischen den Produkten oder in der Ofenatmosphäre installierten Thermoelemente werden an das Datenerfassungssystem angeschlossen. In der Box befinden sich 1 oder 2 Datenlogger, der im Laufe der Durchströmungszeit regelmäßig alle Temperaturen festhält. Am Ende der Messung werden dann die 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 Speicherkarte zum Einsatz gelangen.

Alle Messdaten werden berichtet, nachdem man alle Daten während des Messens einschließlich gemessen hat, einschließlich allgemeine Daten.

### **3.2. Übrige Temperaturmessungen**

Mit Hilfe 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 Speicherkarte angeschlossen. Nach Ablauf der Messungen wird die Speicherkarte ausgelesen, ausgearbeitet und berichtet.

### **4. ELEKTRISCHE LEISTUNGSMESSUNG**

Mit Hilfe eines Leistungsmessgeräts 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, oder auf einer Datenkarte um dann später zu einer vollständigen 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. KLIMAPRÜFSCHRANK, TROCKENTESTS**

Für das Bestimmen des Trockenverhaltens von Formlingen verfügt TCKI über einen Klimaprüfschrank der mit größter Präzision eine eingestellte Temperatur und eine relative Luftfeuchtigkeitskurve beobachten kann.

Der/die Formling(e) wird/werden auf einer Trockenplatte, die auf Wunsch auch von einer eigenen Trockenplatte hergestellt werden kann, in den Gewichtskorb gelegt.

Gewichtreduzierung, Schwund und Produkttemperatur werden während der Trocknung registriert. Nach Beendigung eines Trockentestes werden die Daten ausgearbeitet und zusammen mit dem Produkt beurteilt.

Sollte es für die weitere Untersuchung erwünscht sein, erfolgt auf Basis dieser festgestellten Ergebnisse ein erneuter Trockentest.

In dem Klimaprüfschrank können Produkte unter extremen Bedingungen auf ihr Trockenverhalten und damit auf eine möglichst kurze Trockenzeit erprobt werden.

Die Ergebnisse der mit dem Klimaprüfschrank ausgeführten Versuche können für das Trocknen der Produkte in den Trockenkammern vor Ort verwendet werden.

Auf Wunsch können, diesen praktischen Versuchen vorausgehend, mit einem mobilen Trockner zunächst Trockentests vorgenommen werden, siehe Erläuterung in Kapitel 7.

## 6. 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 Impulzzähler 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. (Sehe auch Kapitel 6).

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 einem Temperaturregler und keiner Möglichkeit zur RV-Regelung. Mit diesem Regler ist dies bei einer Trockenkammer durchaus realisierbar auf der Grundlage von RF/T-Regelung oder eine Regelung auf Grund  $\Delta T$ -psychrometrisch ( $T_{\text{trocken}} - T_{\text{naß}}$ ).

## 7. 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 Untersuchungen in dem Pilotrockner, 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 die Abstände zwischen den Etagen, und/oder Trockerraum nach Rücksprache entsprechend angepasst werden.

Vor Beginn der Messungen im Pilotrockner können in einer Trockenkammer Trockenraummessungen durchgeführt werden, 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 Trocknungszeit 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.

## **8. ENERGIE**

### **8.1. ENERGIE- UND MASSENBLANZ**

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 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, mit Hilfe eines Impulszählers den Gasverbrauch im Recorder aufzuzeichnen.

Die Energiebilanz wird in Form einer schematischen Wiedergabe und des entsprechenden Berichts dargestellt.

## 8.2. IR-Kamera

Für das Trassieren von Wärmeverlust verfügt TCKI über eine Infrarot-Kamera, die Temperaturen bis ca. 600 °C wahrnehmen kann.

Diese Wärmebilder geben eine gute Indikation der Temperaturprofile für Leitungen, Öfen, Trockner, Dampfkessel usw. um Wärmeverlust deutlich zu machen.

## 9. ZUSAMMENSETZUNG der Gasströme

### 9.1. Momentane Gaszusammensetzung

Zur ungefähren Analyse einiger Gase besitzt TCKI ein Dräger-Instrument zur Bestimmung von Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Sauerstoff (O<sub>2</sub>) sowie auf Nachfrage für viele andere Gaskomponenten. Dieses Instrument 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 Brennzonen in einem Ofen verwendet. Beide Arten von Instrumenten messen die jeweils aktuellen Werte.

### 9.2. Dauermessung der Gaszusammensetzung

Zur Dauermessung der Gaszusammensetzung verfügt TCKI über Messgeräte mit unterschiedlichem Messbereich. Mit diesen Geräten werden Sauerstoff (O<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) erfasst. Die Geräte, einschließlich des Gasaufbereitungssystems (Filter, Kühler, etc.), werden am Standort der Messung aufgestellt. Das Messsignal wird von einem Recorder mit 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 konform Maßgabe der NEN-, EN- und / oder ISO-Normen.

Die Messung der obigen Komponenten werden - ausgenommen Methan - RvA-akkreditiert.

Außerdem kann CO<sub>2</sub> im niedrigen Bereich bis 6000 ppm (0,6 vol %) gemessen werden. Dieser Messbereich findet Anwendung beim Trassieren von Rauchgas -Spurenelementen vom Ofen zum Trockner

### 9.3. (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 Metalle, SO<sub>3</sub> und Feinstaub, 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 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.

### ***Feinstaub PM 10 und PM 2,5***

TCKI besitzt einen Satz Zyklone, die in einen (Rauchgas-)Kanal eingeführt werden können. Durch die Absaugung mit konstanter Geschwindigkeit wird der Feinstaub abgeschieden. Die Massen der Filter und der Gittertöpfe der Zyklone nach dem Ausspülen werden gravimetrisch bestimmt und in den Messbericht eingetragen.

### ***Fluoride, Chloride und Schwefeloxide***

Die Fluorid-, Chlorid- und Schwefeloxidproben werden unter Zuhilfenahme von Waschflaschen abgetastet. Dabei wird das Rauchgas durch drei in Serie geschaltete Waschflaschen hindurch geleitet, die jeweils 200 ml Absorption Flüssigkeit pro Flasche enthalten. Nach erfolgter Probenahme werden die Konzentrationen an Fluorid, Chlorid und Schwefeloxid im Labor ermittelt.

### ***CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> und O<sub>2</sub>***

TCKI besitzt einen Emissionsmesswagen, mit dem die Komponenten CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> und O<sub>2</sub> erfasst werden. Dabei werden die Rauchgase über einen Heizfilter (180 °C), eine Heizleitung (180 °C) und anschließend durch Kühler hindurch geleitet, bevor sie die Analysegeräte erreichen. Vor und nach der Messung werden alle Geräte justiert und überprüft.

### ***Überige Komponenten***

Neben die Probenahme von F, Cl, und SO<sub>x</sub> in Waschflaschen kann Schwermetalle (Quecksilber, Blei, Cadmium) und SO<sub>3</sub> in Waschflaschen abgetastet werden. Die Absorptionsflüssigkeit wird Abhängig von der Komponente eingestellt.

Das Schwefeltrioxid bestimmt den Säuretaupunkt der Rauchgase und kann im Hinblick auf die Funktion spezifischer Rauchgasreinigungsanlagen wichtig sein.

Die oben beschriebenen Messungen können in Kombination durchgeführt werden.

## **10. GERÄUSCHMESSUNGEN - ARBEITSPLATZ**

### **10.1. Geräusch-Emission**

Im Zusammenhang mit dem niederländischen Lärmschutz im Rahmen der Umgebungsgenehmigung (Umweltschutz) 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 Geräuschdämpfung und Prognosen für Neubau-Anpassungen erstellt werden.

## **10.2. Arbeitsschutzgesetz zur Akustik**

Im Rahmen des niederländischen Arbeitsschutzgesetzes zur Akustik werden Geräuschmessungen 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 Geräuschmessungen nach dem Arbeitsschutzgesetz an spezifischen Arbeitsstellen verfügt TCKI auch über ein Lärmdosimeter. 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.

## **11. MESSUNGEN NACH DEM ARBEITSSCHUTZGESETZ-ARBEITSPLATZATMOSPHERE**

### **11.1. Berufliche Staub**

Zur Messung des gesamten und des lungengängigen Staub-, Feinquarzgehalts und (keramischen) Fasern besitzt TCKI über Probenahmepumpen. Diese Probenahmepumpen tragen die Personen, bei denen nach der Probenahme 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 Quarz-, Cristobalit- und Trydimitgehalt des aufgefangenen Staubs bestimmt werden, direkt mit FTIR Analyse Technik (NIOSH 7602).

Für diese Arbeit liegt eine RvA-Akkreditierung vor.

Der erfasste Gesamt- und Feinstaub kann auch zur Analyse anderer Bestandteile wie Schwermetalle, PAK, Ethanol usw. verwendet werden.

Um den Verlauf der Staubkonzentration und der Teilchengrößenverteilung im Lauf des Arbeitstages erfassen zu können, verfügt TCKI über ein Staubmessgerät, das kontinuierlich den gesamten Schwebestaub misst; sowie ein Messgerät, das PM 1, 2,5, 5, 10 und 40 µm messen kann. Die Signale dieser beiden Messgeräte werden laufend aufgezeichnet. Die errechneten Messwerte werden in einer Grafik dargestellt.

Darüber hinaus verfügt TCKI über entsprechende Probenahmepumpen, die für die Entnahme von (Keramik-)Fasern geeignet sind. Nach der Probenahme werden die goldbeschichteten Filter auf die Anzahl und Art der Fasern analysiert.

### **11.2. Berufliche Luft**

Neben der Analyse Partikel-gebundenen Komponenten hat TCKI Analysegeräte für die Probenahme von Umgebungsgasen.

Dieses Gerät kann in niedrigen Erreichen verschiedener Komponenten (CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, etc.) analysieren.