

- C-14 Methode, keine meßbare Abnahme der Aktivität
- Niedrigste Radioaktivität aller Beta-Meßgeräte, einsetzbar ohne Anzeigepflicht
- Automatische Nullpunktkorrektur
- Vorkalibriert, keine Beeinflussung durch Partikelgröße und -farbe oder Wassertropfen
- Probengasfluß massenflußstabilisiert @ 3 m<sup>3</sup>/h
- Wahlweise Verdünnungssonde für hohe Konzentrationen oder nach Naßwäschern
- Wiederholtes Sammeln auf demselben Fleck, gesammelte Partikel verfügbar für Schwermetallanalytik
- Eignungsprüfung gemäß TA-Luft, 13. und 17. BImSchV. (F-904)

- Safe, stable C-14 source, no measurable decay of activity
- Emits lowest amount of radioactivity of all beta gauges, usable in most countries without license
- Automatic zero correction
- Pre-calibrated, no site-specific calibration required
- Unaffected by particle size, color or moisture
- Mass-flow controlled sample flow rate @ 3 m<sup>3</sup>/h
- Optional dilution sample probe available for high concentrations or after wet scrubbers
- User selectable re-sampling on same spot, collected particulates available for heavy metal analysis
- German equivalency test for all burners incl. waste incinerators (F-904)

## Extraktives Emissions Beta-Staubmeter F-904-K

## F-904-K Extractive Beta Gauge Particulate Monitor

### ■ Zulassungen (Standard F-904)

- Eignungsprüfungsbericht Nr.3.5.2/209/88-338529 RWTÜV
- BMU-Zulassung RdSch. v. 1.6.1990 IGI2
- Bauartzulassung: NW 693/93
- PTB Prüfschein Nr. 6.22-R202
- UBA Forschungsbericht: 91-10402171

### ■ Registration (Standard F-904)

- Test Report No. 3.5.2/209/88-338529 RWTÜV
- BMU-Approval RdSch. v.1.6.1990 IGI2
- Design Certificate: NW 693/93
- PTB Certificate No. 6.22-R202
- UBA Research Report: 91-10402171



*Solutions for  
Emission and  
Combustion*



## ■ Meßprinzip der Beta-Absorption

Das Meßprinzip des Emissions-Staubmeßgerätes F-904-K basiert auf der Absorption der von einer radioaktiven Quelle emittierten Betastrahlen (Elektronen) durch Partikel, die aus einem Abgasstrom gesammelt wurden. In Abhängigkeit ihrer Energie werden die emittierten Elektronen von jedem Material (Feststoff, Flüssigkeit, Gas) absorbiert. Die Absorptionskonstante (Effektivität der Absorption) beruht daher sowohl auf der Energie (in MeV) der emittierten Elektronen wie auf der chemischen Zusammensetzung des absorbierenden Materials. Vereinfacht dargestellt kann man sagen: je niedriger die Energie der Elektronen, desto geringer die Substanzabhängigkeit der Absorption.

Im VEREWA F-904-K wird ein C-14 Flächenstrahler eingesetzt (die korrekte Schreibweise ist <sup>14</sup>C). Die Verwendung dieses Isotops bringt einige bedeutende Vorteile gegenüber dem Einsatz anderer in der Analytik gebräuchlicher Isotope: die sehr hohe Halbwertszeit von 5.730 Jahren, die geringe Energie der emittierten Elektronen von lediglich 0,156 MeV sowie der Zerfall in ein nichtradioaktives Element. Beim Einsatz einer C-14 Quelle ist die Beta-Absorptions-Messung des Staubgehalts nahezu unabhängig von der chemischen Zusammensetzung der Staubpartikel.

Mehr Einzelheiten über die Theorie der C-14 Strahlung und der -Absorption sind in dem Applikationsblatt mit dem Titel „Theorie der Beta Absorptionstechnik“ enthalten.

Im Gegensatz zu optischen Staubmeßgeräten (insbesondere Streulicht-Photometern) ist die Messung mit dem F-904-K unabhängig von Partikelgröße, -farbe und spezifischem Gewicht. Das VEREWA F-904-K ist ebenfalls speziell für den Einsatz nach Naßwäschern konzipiert und zeigt bei herabgesetztem Taupunkt des Meßgases durch Verdünnung und durch Beheizung keine Querempfindlichkeiten gegenüber Wassertropfen oder Nebel im Probengas. Wegen der Korngrößen-unabhängigkeit ist eine ortsspezifische Kalibrierung im Umfang wie bei optischen Staubmeßgeräten nicht erforderlich. Das F-904-K wird daher bereits im Werk vorkalibriert. Es kann auch ortsveränderlich eingesetzt werden, bzw. muß bei Änderung wesentlicher Betriebsparameter nicht neu kalibriert werden.

## ■ Meßverfahren im F-904-K

Im F-904-K wird vor jedem Sammelzyklus die Impulsrate  $I_0$  des unbeladenen Filterbandes gemessen (dies entspricht einer automatischen Nullpunktkorrektur), dann wird exakt auf diesem Filterflecken während einer vorher festgelegten Zeit Staub gesammelt und dann schließlich die Impulsrate  $I_1$  des beladenen Filterbandes mit derselben Quellen/Zählrohr-Kombination gemessen. Die Differenz der beiden Impulsraten ist direkt proportional dem Massenzuwachs durch die Staubpartikel, die auf dem Filterband an dieser Stelle gesammelt wurden.

## ■ Aufbau des F-904-K

Bei der Entwicklung und dem Aufbau des Staub-Emissions-Gerätes VEREWA F-904-K wurde besonderer Wert auf einfache Bedienbarkeit, Meßgenauigkeit, geringen Wartungsbedarf und lange Gebrauchsdauer gelegt. Das F-904-K findet gleichermaßen seinen Einsatz zur Staubmessung nach Verbrennungsprozessen aller Art, in Müllverbrennungsanlagen und in den verschiedensten Anwendungen der Prozeßmeßtechnik, sowohl in trockenen wie in nassen Rauchgasen.

Das Kompletgerät besteht aus der Probensonde (Material 1.4571 oder Titan), mit Niedervolt-Widerstandsheizung, mit oder ohne Verdünnung. An die Sonde schließt sich die ebenfalls widerstandsbeheizte Probenleitung aus 1.4571 an, die das beheizte Probengas zum Analysator und auf das Filterband führt, das gasdicht im beheizten Filterbandhalter liegt. C-14 Strahler und Detektor (Geiger-Müller Endfenster-Zählrohr) sind außerhalb des Gasstroms links vom Probengasanschluß am Filterhalter befestigt. Dadurch findet keine Beeinflussung der Partikel im Gasstrom statt und es ist gewährleistet, daß sich die Staubpartikel gleichmäßig und eben auf dem Filterband abscheiden. Nach dem Filterhalter

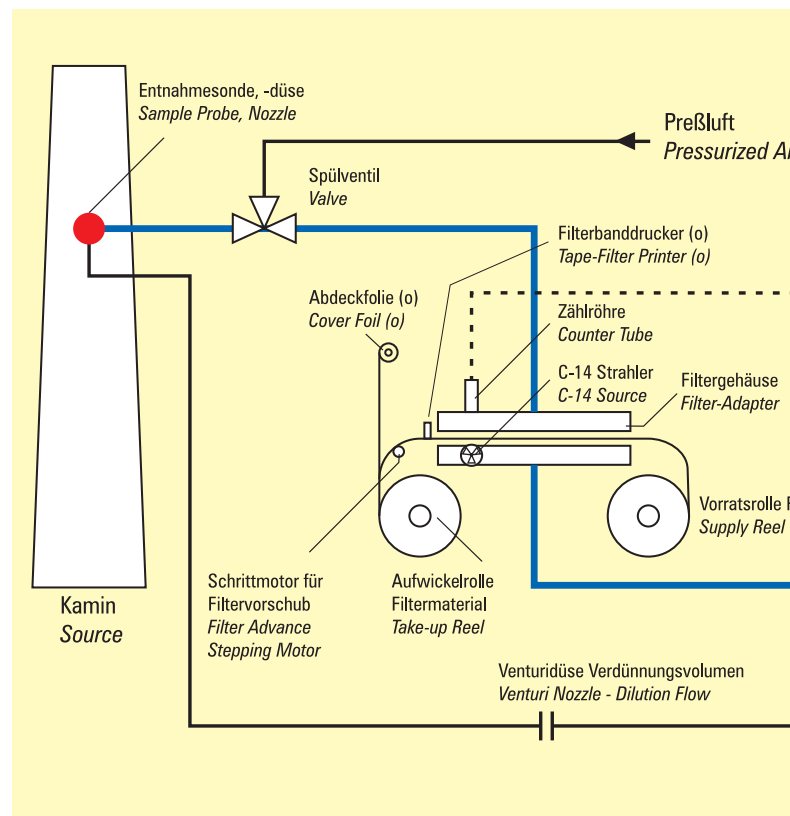
durchläuft das Probengas den Probengaskühler, in dem auf +4°C gekühlt und das Kondensat abgezogen wird. Dadurch kann das Meßsignal in „Rauchgas trocken“ angegeben werden. Durch die Pumpe und den Venturi-Durchflußregler wird der Gasstrom zum Geräteausgang geführt. Elektronisch wird das gesamte Gerät von einem Mikroprozessor gesteuert, der ebenfalls die Berechnung des Konzentrationssignals aus den Meßsignalen (Differenz beider Impulsraten sowie des trockenen Gasvolumens) durchführt.

Auf der Hauptfrontplatte des Meßgerätes befinden sich alle Bauteile, die eine regelmäßige Wartung benötigen (150m Filterbandrollen). Display und Keyboard befinden sich rechts oben; das Display zeigt sowohl die aktuelle Konzentration, wie evtl. Statusinformationen. Pumpe, Transformator für Sonden- und Probenleitungsheizung sowie Probengaskühler befinden sich am Boden des Gesamtschranks.e

## ■ Anwendungsbereiche

Typische Applikationen des Emissions-Staubmeßgerätes F-904-K sind:

- Kohle- oder schwerölgefeuerte Kraftwerke
- Müllverbrennungsanlagen (Kommunal-, Industrie- und Sondermüll)
- Klärschlammverbrennung
- Emissions-Staubmessung nach Naßwäschern oder in sehr nassen Abgasen
- Messen und Sammeln von Staubpartikeln zur Schwermetallanalytik
- Messen sehr niedriger Staubkonzentrationen in Emissionen
- Emissions-Staubmessung in Schornsteinen mit geringem Durchmesser
- Staub-Konzentrations-Messungen in Prozeßapplikationen
- Ortsveränderlicher Einsatz der portablen Geräteversion



## F-904-K Extractive Beta Gauge Particulate Monitor

### ■ Principle of Operation

The F-904-K Extractive Beta Gauge Particulate Monitor determines particulate concentration by measuring the amount of radiation a sample absorbs when exposed to a radioactive source. In general, the more energy absorbed, the greater the particulate concentration. Depending on their energy, the emitted electrons will be absorbed by any material (solid, liquid, gas) within their reach. The absorption constant (efficiency of the absorption) therefore is based on both the energy (in MeV) of the emitted electrons and the chemical composition of the absorbing material. Simplified the correlation is, the lower the energy of the electrons, the lesser the absorption's dependence on the chemical composition of the absorbing material.

The F-904-K incorporates a three step procedure to ensure accurate and reproducible particulate measurements. At the start of each measurement cycle, the F-904-K measures the amount of radiation absorbed by an unloaded filter tape. This is in essence an automatic zero correction. Once this „zero reading“ is taken, a sample is drawn through the filter tape at a controlled rate of 3 cubic meters per hour and any particulates in the gas stream deposited on the filter tape. After a pre-selected sample collection period, the F-904-K again measures the amount of radiation absorbed by the loaded filter tape. The difference between the original zero reading and the final reading is directly proportional to the additional mass (i.e., dust particulates) collected on the tape.

The F-904-K utilizes a flattop C-14\* source with a half life of 5.730 years. This particular isotope offers several advantages over other  $\beta$ -emitting isotopes in that its emitted electrons are very low energy (0.156 MeV) and decay into a nonradioactive chemical. In addition, beta absorption using a C-14 source is virtually independent of the chemical composition, size or color of the collected particulates and shows no interference from water droplets or fogging in the stack.

As a result, there is no need for a site-specific reference calibration.

For more information on C-14 radiation and -absorption, refer to our Application Sheet entitled „Theory of Beta Absorption Technology“.

\* The actual name of this source is  $^{14}\text{C}$ . C-14 is used to simplify reading.

### ■ Design of the F-904-K

#### Long Life, Low Maintenance, Accurate Results.

VEREWA's Model F-904-K Extractive Beta Gauge Particulate Monitor is designed to provide accurate particulate measurements in a wide variety of process and emission monitoring applications.

#### The instrument consists of five main modules:

**Sample Probe** - Sample enters the F-904-K through either a stainless steel or titanium sample probe. These probes are suitable for either direct or diluted sample extraction and are heated.

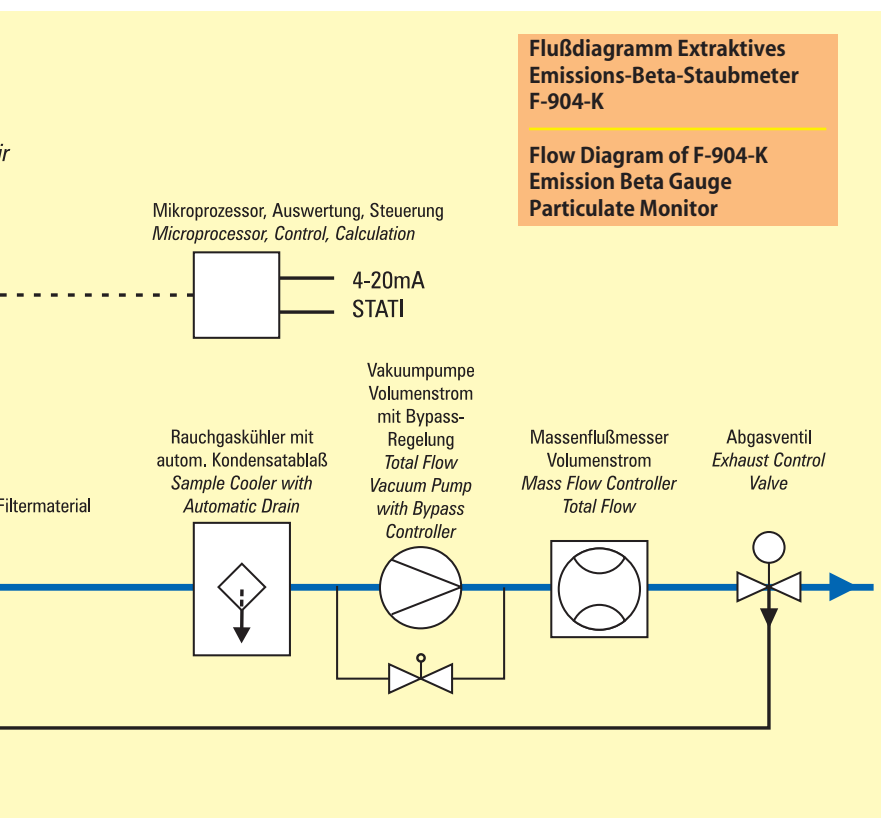
**Sample Collection/Measurement Assembly** - Once the sample passes through the sample probe, it enters a heated sample line (stainless steel or titanium) and is directed onto a filter tape held in a heated, gas-tight holder. The C-14 source and Geiger-Muller-Counter-Tube detector are mounted on the holder outside of the gas stream to ensure even sample deposition on the filter tape. An optional Cover Foil is used to fix and secure the deposited particulates on the tape.

**Sample Gas Cooler** - Once the gas passes through the filter tape, it is routed to a downstream cooler to extract water (and thus allows reporting of dust concentration on a dry basis).

**Pump/Mass Flow Controller** - A carbon vane rotary pump and mass flow controller (located downstream of the sample gas cooler) pull the sample stream through the sample probe, collection assembly and cooler at a flow rate of 3 cubic meters per hour.

**On-Board Computer** - All instrument functions are controlled by a powerful on-board microprocessor. This microprocessor also calculates the particulate concentration value from the gas volume and zero/final radiation absorption differential.

The F-904-K's major components are housed in a sturdy cabinet and are easy accessible for periodic inspection and maintenance.



### ■ Typical Applications

The Model F-904-K Extractive Beta Gauge Particulate Monitor is designed for a wide range of mission monitoring applications.

Typical applications include:

- Coal and oil fired power plants
- Waste incinerators (urban, industrial and hazardous waste)
- Waste water sludge incinerators
- Dust monitoring after wet scrubbers heavy metal analysis
- Small diameter stack monitoring
- Particulate monitoring in process applications (bag houses, etc.)
- Transportable version for mobile applications

Solutions for  
Emission and  
Combustion





## Extraktives Emissions Beta-Staubmeter F-904-K F-904-K Extractive Beta Gauge Particulate Monitor

### ■ Technische Daten

Meßbereiche .....	zwischen 0-1 und 0-2000g/Nm <sup>3</sup> , wählbar
Nachweisgrenze .....	<0,1 mg/Nm <sup>3</sup>
Fehlergrenze .....	<±5% vom Meßbereich
Zeitliche Änderung des Nullpunktes .....	automatische Nullpunkt Korrektur
Zeitliche Änderung der Empfindlichkeit .....	<1% vom Meßbereich / Woche
Verfügbarkeit .....	>95%
Einlaufzeit .....	30 min
Einstellzeit .....	2 min
Energieversorgung .....	230 V / 50 Hz 110 V / 60Hz, +10/-15%, 5 kVA
Druckluftanschluß .....	6 bar, Instrumentenluftanschluß
Zul. Umgebungstemperatur .....	-20°C bis +50°C
Meßwertausgang, Signale .....	4-20 mA (galvanisch getrennt), RS-232 seriell, Centronics parallel, Statussignale (potentialfrei)
Strahler .....	Kohlenstoff-14-Flächenstrahler
Halbwertszeit .....	5.730 Jahre
Gesamtradioaktivität .....	450 kBq = <Freigrenze
Detektor .....	Geiger-Müller-Endfensterzählrohr
Filtermaterial .....	Glasfaser-Filter 99,95% >0,3 µm, 150 m, 36 mm Vorschub
Filteradapter .....	25-80°C, thermostatisiert (Filterkonditionierung), einstellbar
Filterfläche .....	2,54 cm <sup>2</sup>
Teilvolumenstrom .....	3 m <sup>3</sup> /h
Verdünnungsverhältnis .....	1:1 bis 1:9, einstellbar
Meßzyklus .....	einstellbar, min. 5 Minuten
V/R Betrieb .....	max. 8 x (15 min Zykluszeit = 2 h Mittelwert)
Abmessungen (H x B x T) .....	1200 x 800 x 600 mm
Gewicht .....	ca. 250 kg
Gehäuse .....	Aluminiumschrank mit Fronttür
Schutzart .....	IP 55
Farbe .....	RAL 7032
Probenahmesystem .....	nach VDI 2066, Düsen-Ø 5-12 mm, Entnahmesonde beheizt, isokinetische Probenahme, Verdünnungssystem, Rückspüleinrichtung, autom. Absperrsystem, Werkstoff 1.4571 bzw. Titan
Pumpe .....	Rotationsvakuumpumpe, 3m <sup>3</sup> /h, 60% Vakuum mit Gasvolumenregelung
Probengekühler .....	Regeltemperatur +4°C, automatische Kondensatabsaugung

### ■ Technical Specifications

Ranges .....	selectable between 0-1 and 0-2000 mg/Nm <sup>3</sup>
Lower Detectable Limit .....	<0.1 mg/Nm <sup>3</sup>
Total Error .....	<±5% of range
Zero Drift .....	automatic zero control
Span Drift .....	<1% F.S. / Week
MTBF .....	>95% availability
Startup Time .....	30 min
Power Supply .....	230 V / 50 Hz, 110 V / 60 Hz, +10/-15 %, 5 kVA
Pressurized Air .....	6 bar, Instrument Air
Temperature Range .....	-20°C to +50°C (-4 to 122°F)
Signal Output .....	4-20 mA, Status Signals, RS-232, Centronics
Source .....	C-14-Flat Top Source
Half Lifetime .....	5.730 years
Total Activity .....	450 kBq (12.5 µCi)
Detector .....	Geiger-Müller-Counter-Tube
Filter Material .....	Glass-Fiber-Filter 99.95% >0.3 µm, 150 m, 36 mm (1.4") advance
Filter Adaptor .....	25-80°C (77 to 140°F), temperature controlled (pre-conditioning of tape) user adjustable
Filter Spot .....	2,54 cm <sup>2</sup> (.39 in <sup>2</sup> )
Sample Flow Rate .....	3 m <sup>3</sup> /h
Dilution Ratio .....	1:1 to 1:9, user selectable
Cycle Time .....	user selectable, min. 5 minutes
V/R Operation (Forward/Backward) .....	max. 8 cycles (2 h average @ 15 min. cycle time)
Dimensions (H x W x D) .....	1200 x 800 x 600 mm (47 x 31 x 24")
Weight .....	250 kg (550 lbs)
Cabinet .....	Aluminium Cabinet with Front Door
Protection .....	IP 55 (NEMA-type)
Color .....	RAL 7032 (grey)
Sampling System .....	acc. VDI 2066, nozzle-Ø 5-12 mm (.2 - .5"), probe heated, isokinetic sampling, dilution, backflush, shut-off, material 1.4571 (SS) or titanium
Pump .....	Vacuum Rotary Pump, 3m <sup>3</sup> /h, 60% vacuum, w/ flow control
Sample gas cooler .....	Temperature +4°C (39°F), automatic condensate drain

*Solutions for  
Emission and  
Combustion*



**DURAG Industrie Elektronik GmbH & Co KG**  
Kollastr. 105  
D-22453 Hamburg, Germany  
Tel. +49 (40) 55 42 18-0  
Fax +49 (40) 58 41 54



**Georg Hegwein GmbH & Co. KG**  
Am Boschwerk 7  
D-70469 Stuttgart, Germany  
Tel. +49 (711) 13 57 88-0  
Fax +49 (711) 13 57 88-5



**VEREWA Umwelt- und Prozeßmeßtechnik GmbH**  
Kollastr. 105  
D-22453 Hamburg, Germany  
Tel. +49 (40) 55 42 18-0  
Fax +49 (40) 58 41 54



**ORFEUS Combustion Engineering GmbH**  
Kleiststr. 10  
D-45128 Essen, Germany  
Tel. +49 (201) 820 72 30  
Fax +49 (201) 820 72 41



**DURAG, Inc.**  
1970 Christensen Ave.  
West St. Paul, MN 55118  
USA  
Tel. +1 (651) 451-1710  
Fax +1 (651) 457-7684