

CWD

Messgeräte-Serie zur Kalorimetrie



- Messung von Wobbe-Index und spezifischer Dichte
- Direkte Bestimmung der Reaktionswärme
- Berechnung von unterem und oberem Heizwert
- Einsatz in Ex-Bereichen
- Zulassung für eichamtliche Messungen
- Integrierter Rechner für Steuerung und Auswertung



Gasbeschaffenheit und Gerätereihe CWD

Gasbeschaffenheit, Wobbe-Index

Erdgas und andere brennbare Gase haben eine hohe Bedeutung als Brennstoff für industrielle Prozesse erlangt. Je nach Herkunft unterscheiden sie sich erheblich hinsichtlich chemischer Zusammensetzung und Brennverhalten. Der zugehörige Fachbegriff ist „Gasbeschaffenheit“ und wird durch Kennzahlen wie Heizwert, Brennwert und Wobbe-Index (siehe Textkasten) beschrieben.

Angesichts der steigenden Diversifizierung von Erdgasbezugsquellen wird bei Verbrauchern zunehmend Erdgas mit schwankender Gasbeschaffenheit und damit unterschiedlichem Verbrennungsverhalten angeliefert. Handelt es sich beim Verbraucher um thermisch sensible Prozesse bzw. Brenner, so muss die Beschaffenheit des angelieferten Gases überwacht und bei Bedarf durch Konditionierung auf den benötigten Wert nachgeregelt werden. Anderenfalls ist die Funktion eines Brenners und des nachfolgenden Prozesses und damit die Produktqualität gefährdet. Typische Beispiele hierfür sind Prozesse in der Glasindustrie und der Metallurgie. Ein gleichartiger Effekt entsteht durch den steigenden Einsatz von Biogas und Biomethan oder von Prozessgasen (Kuppelgasen) als Brenngase.

Kalorimeter-Gerätereihe CWD

Zur Beherrschung schwankender Gasbeschaffenheit bei der Wärmezufuhr zu Prozessen ist eine entsprechende Gasmesstechnik erforderlich, wie sie UNION Instruments mit seiner umfangreichen Gerätereihe CWD seit vielen Jahrzehnten bietet.

CWD steht für die englischen Begriffe **C**alorimetry, **W**obbe-Index und **S**pecific **D**ensity und bezeichnet eine modular aufgebaute Geräteserie zur Bestimmung kalorimetrischer Größen in Gasen gemäß den DVGW-Arbeitsblättern G260 und G262.

Bild 1 gibt eine Übersicht über die verschiedenen CWD-Varianten mit ihren vielfältigen Einsatzbereichen einschließlich eichamtlicher Messungen (Custody Transfer, CT) sowie den ermittelten Parametern. Gemessen werden Wobbe-Index und spezifische Gasdichte, daraus errechnet werden Heiz- und Brennwert.

Einzelheiten zum Geräteaufbau bringt Seite 4, die technischen Daten finden sich auf Seite 6.

CWD Geräteserie	Einsatzbereich			Besondere Eignung		Messergebnis	
	Erdgas Biomethan Flüssiggas	Low Gas Hochofengas Koksgas Mischgase	High Gas Raffineriegas Mischgase	Ex-Bereiche Class I Div. II	Eichamtliche Messungen	Gemessene Größen	Errechnete Größen
CWD2005	√	√	√			Wobbe-Index Spez. Dichte	Heizwert Brennwert
CWD2005-CT	√				√		
CWD2005-DP	√		√	√			
CWD2005-PLUS	√		√				
W2005	√	√	√			Wobbe-Index	Heizwert Brennwert (Konstante Dichte)

CT: Custody Transfer DP: Direct Purge

Bild 1

Heizwert (Net calorific value): Bei Verbrennung eines Gases maximal nutzbare Wärmemenge ohne Kondensation des Wasserdampfes im Abgas.

Frühere Bezeichnung: Unterer Heizwert

Brennwert (Gross calorific value): Bei Verbrennung eines Gases maximal nutzbare Wärmemenge mit Kondensation des Wasserdampfes im Abgas.

Frühere Bezeichnung: Oberer Heizwert

Wobbe-Index (Wobbe-Zahl, Einheit kWh/m³)

Kennzahl für die Austauschbarkeit von Brenngasen hinsichtlich thermischer Belastung der Brenner. Wichtig bei Einsatz von Brenngasen wechselnder Zusammensetzung an einem Brenner. Brenngase unterschiedlicher Zusammensetzung haben bei gleichem Wobbe-Index und gleichem Fließdruck am Brenner annähernd gleiche Wärmeinhalte.

Wobbe-Index – Direkte oder indirekte Bestimmung

Wobbe-Index

Der Wobbe-Index eines Gases ist ein korrigierter Heizwert (siehe Formel 1) und dient als Maßzahl für die Austauschbarkeit von Brenngasen an Brennern. Gase unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, jedoch mit gleichem Wobbe-Index sind bezüglich Brennerbelastung gleichwertig und können ohne Gefährdung der Brenner gegeneinander ausgetauscht werden. Für einen sicheren und effizienten Betrieb einer Verbrennungsanlage muss daher der Wobbe-Index vor Eintritt des Brenngases in den Brenner kontinuierlich ermittelt werden. Hierzu gibt es direkte und indirekte Verfahren.

Direkte Bestimmung (Prinzip des CWD)

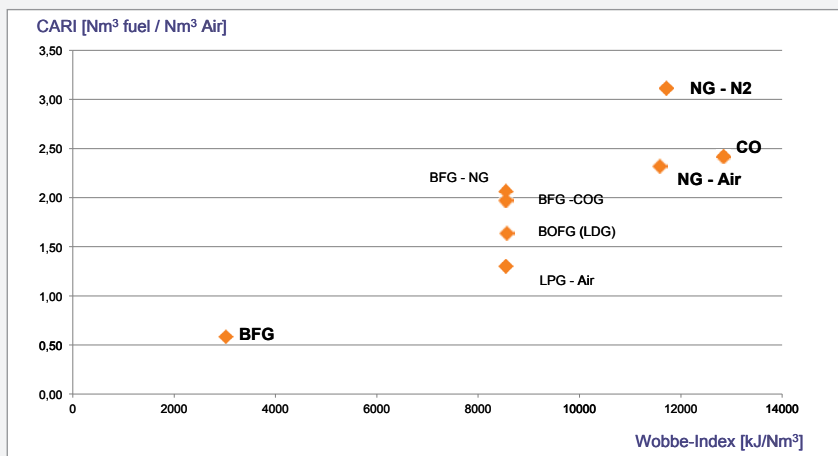
Die Geräte der CWD-Serie verwenden zur Bestimmung des Wobbe-Index das direkte Messverfahren: Durch fortlaufende (kontinuierliche) Messung der bei der Verbrennung eines definierten Gasstroms entstehenden Energie wird der Wobbe-Index direkt bestimmt. Zusätzlich wird die relative Dichte gemessen, woraus der Heizwert berechnet werden kann. Eine Korrelationsfunktion wird an keiner Stelle benötigt.

Bei der Verbrennung werden auch unbekannte bzw. unerwartete Komponenten im Gas erfasst und in der Messung berücksichtigt. Das ist bei rasch wechselnder Gaszusammensetzung von z.B. Restgasen von chemischen Prozessen oder Ersatzgasen in der Stahlindustrie von hoher Bedeutung.

Indirekte Bestimmung

Viele Wobbe-Geräte messen nicht den Wobbe-Index direkt, sondern den Restsauerstoff, der nach einer überstöchiometrischen, katalytischen Verbrennung des Gases noch im Gas verbleibt. Aus diesem indirekten, mittels Gasanalyse ermittelten Wert ergibt sich zunächst der Luftbedarf bzw. nach dessen Korrektur die Größe CARI (**C**ombustion **A**ir **R**equirement **I**ndex) für die Verbrennung. Aus CARI (Formel 2) wird schließlich über eine Korrelationsfunktion der Wobbe-Index errechnet.

Die mit diesem Verfahren erreichbare Genauigkeit ist von Einflüssen des Katalysators auf die Vollständigkeit der Verbrennung abhängig sowie von der Genauigkeit, mit welcher die verwendete Korrelationsfunktion den jeweiligen Anwendungsfall (d. h. die aktuelle Gas Mischung) abbildet. Untersuchungen der Stahlindustrie haben gezeigt, dass bei Einsatz sogenannter Ersatzgasen Fehlerquellen nicht auszuschließen sind, da häufig genutzte Gasmischungen außerhalb der typischen Korrelationskurven liegen. Bild 2 zeigt diese Sachlage: Zwischen Wobbe-Index und CARI zeigt sich für typische Gase der Stahlindustrie eine keinesfalls eindeutige Korrelation. Dargestellt sind u. a. folgende Gase (bzw. deren Mischungen):



NG	Natural Gas
BFG	Blast Furnace Gas
BOFG	Basic Oxygen Furnace Gas
LPG	Liquified Petroleum Gas
LDG	Linz Donawitz Gas
COG	Coke Oven Gas

Bild 2: Nicht-lineare Korrelation zwischen CARI und Wobbe-Index (Stahlindustrie)

$$\text{Wobbe-Index} = \frac{\text{Heizwert}}{\sqrt{\text{Spezifische Dichte}}} \quad (1)$$

$$\text{CARI} = \frac{\text{Luftbedarf}}{\sqrt{\text{Spezifische Dichte}}} \quad (2)$$

Geräteaufbau und Gerätefunktion

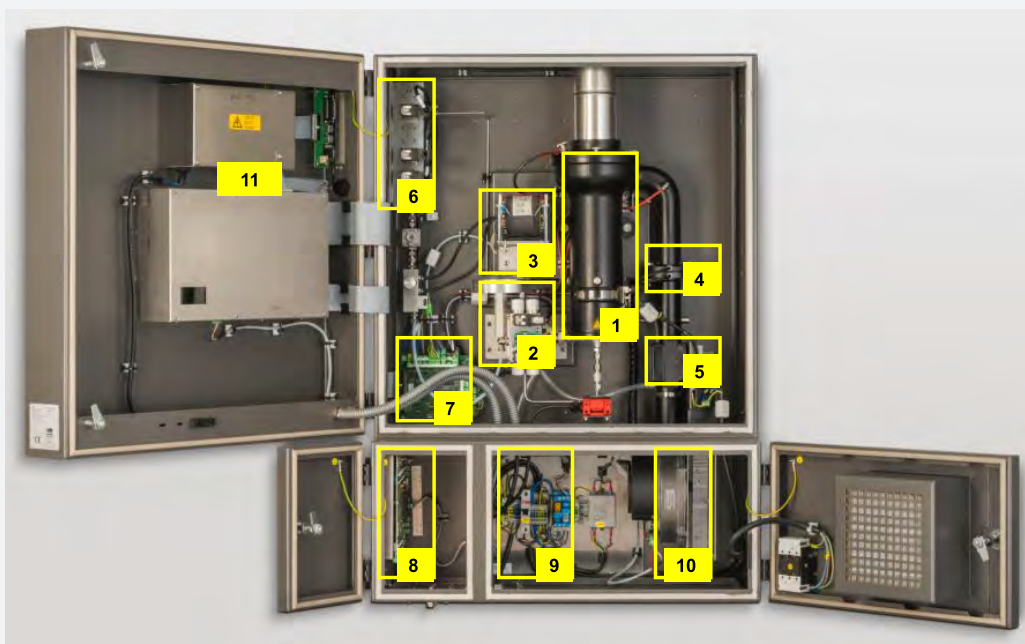


Bild 3: Geräteaufbau CWD

In der **Messzelle mit Brenner (1)** wird das Messgas verbrannt. Die Flammendetektion erfolgt über die Energiefreisetzung bei erfolgreicher Zündung. Zur Bestimmung der Energiemenge wird die Temperaturerhöhung durch sehr robuste Thermoelemente direkt im Abluftstrom bestimmt. Das ermöglicht ein besonders schnelles Messen von Heizwertschwankungen des Messgases.

Die **Niederdruck-Gasdosierung (2)** bietet dem Anwender eine Reihe von Vorteilen:

- Der Eingangsdruck von nur 25 – 35 mbar erlaubt in vielen Fällen den Verzicht auf Einsatz einer Druckerhöhungspumpe. Damit entfällt zugleich eine mögliche Fehlerquelle, da bei der Kompression von mit Dampf gesättigten Gasen (z.B. Kesselgase) Kondensate ausfallen, wodurch die nachfolgende Messung beeinträchtigt wird. Dieser Einfluss wird beim CWD durch den niedrigen Eingangsdruck bewusst klein gehalten.
- Die Dosiertechnik des CWD erlaubt Messungen mit kleinen Gasströmen ab 10 l/h. Dadurch ist es möglich, das gesamte Messgas zu verbrennen. Damit entfallen beim Anwender die sonst entstehenden Probleme mit der Gasentsorgung.

- Für eine genaue Messung des Wobbe-Index muss die Gasdosierung mit hoher Genauigkeit erfolgen. Das wird im CWD über ein System aus Druckregler und Düse realisiert: Der Präzisionsdruckminderer von UNION Instruments ist temperatur-unabhängig und kann Differenzdrücke von 4 mbar konstant ausregeln. Der Messbereich wird durch eine Gasdüse mit einem Durchmesser von 0,4–1,5 mm bestimmt.

Die akustische **Dichtemessung (3)** erfolgt im Bypass zum Haupt-Messgasstrom. Sie bietet einen weiten Messbereich von 0,2 bis 2,2 relativer Dichte.

Die **Luftmessung (4)** erfolgt durch eine Messblende und einen Präzisions-Differenzdruck-Sensor.

Die **Gasaufschaltung (6)** erfolgt über einen Ventilblock, über den die Zufuhr von Mess- und Kalibriergas zum Analysator gesteuert wird. Bei eichamtlich zugelassenen Gerätevarianten wird eine „Block and Bleed“-Schaltung mit erhöhter Sicherheit verwendet.

Die **übrigen Baugruppen** in Bild 3 sind

- (5) Automatische Zündeinrichtung
- (7) Datenerfassung
- (8) I/O-Bereich
- (9) Stromversorgung
- (10) Ventilator
- (11) Elektronik/Netzteil

Akustische Dichtemessung von Gasen

Der piezoelektrische Effekt wandelt mechanische Verformungen in elektrische Signale und umgekehrt.

Eine der vielen Anwendungen ist die akustische Dichtemessung von Gasen mit besonders hohem linearem Messbereich (0.0 – 2.0 relativer Dichte). **Die im CWD dafür eingesetzten Piezokeramiken** sind goldbeschichtet und daher äußerst korrosionsbeständig. Die Messung erfolgt im Bypass mit sehr kleinem Gasdurchfluss (1-4 l/Std.) und daher sehr geringer Verschmutzungsgefahr. Die hohe Messgenauigkeit ermöglicht die Umrechnung von Wobbe-Index zu Brennwert auch bei eichamtlichen Messungen für Erdgas.

Steuerung (Hard- und Software)

Steuerung und Bedienung

Die Bedieneinheit HMI (Human Machine Interface) umfasst die Komponenten zentrale Steuerung, Display und Tastatur und ist über den Gerätebus mit zwei Modulen verbunden (Bild 4): Das Messtechnik-Modul sammelt die Messdaten, das I/O-Modul übernimmt die externe Kommunikation. Die Einzelheiten der Bedienoberfläche zeigt Bild 5.

Die Software

basiert auf einem Echtzeit- Betriebssystem. Sie ist in verschiedenen Menüebenen strukturiert, die über Softkeys erreicht werden.

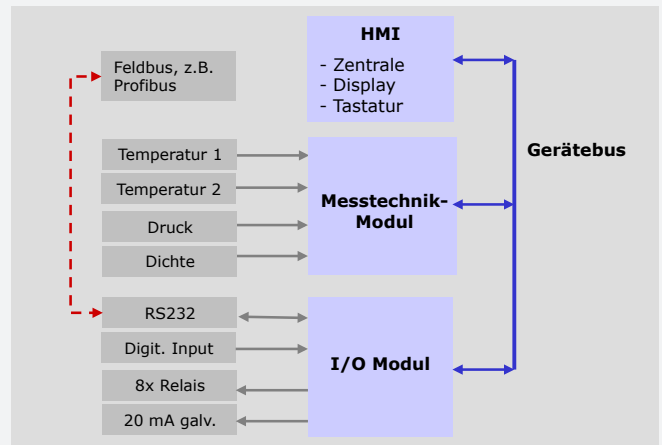


Bild 4: Funktionsfließbild CWD

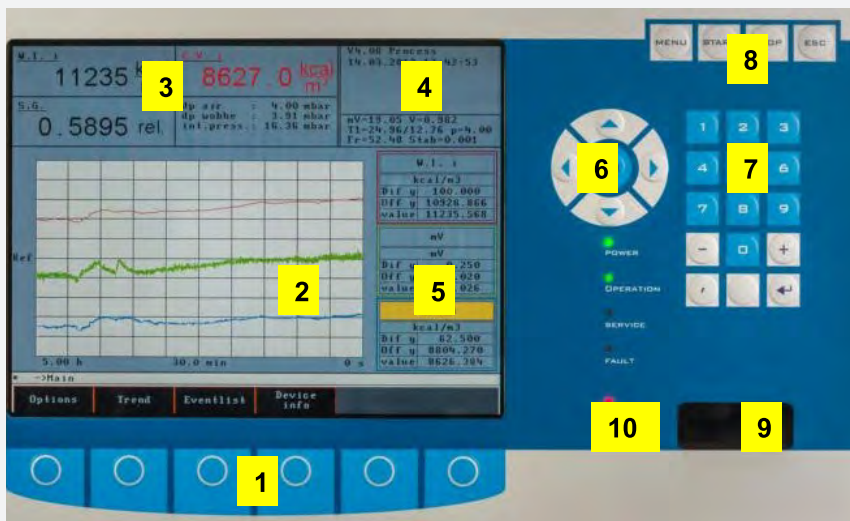


Bild 5: Bedien- und Anzeigefeld CWD (Human Machine Interface)

- 1: Menütasten (Softkeys)
- 2: Aktuelle Messdaten (Graphische Anzeige)
- 3: Aktuelle Messdaten (numerisch, mit Dimension)
- 4: Infocenter (Datum, Zeit, interne Betriebsdaten, ..)
- 5: Trendanzeigen
- 6: Positionstasten
- 7: Eingabetasten
- 8: Start/Stop
- 9: Brennerfenster (zum Beobachten der Flamme)
- 10: LED-Statusanzeigen

Feldbus

Begriff für serielle Bussysteme in der Fertigungs- und Prozessautomatisierung, mit denen Feldgeräte wie Sensoren, Messgeräte und Aktoren (als „Slaves“) mit Steuerungen oder Leitsystemen (als „Master“) verbunden werden. Über den Bus erfolgt die bi-direktionale Kommunikation zwischen den Busteilnehmern zum digitalen Datenaustausch. Der weltweit erfolgreichste Feldbus ist Profibus. Feldbusse ersetzen zunehmend die konventionelle 4-20 mA-Technik.

CWD - Technische Daten

	CWD2005	CWD2005-CT	CWD2005-DP	CWD2005-PLUS	W2005
Gewicht [kg]	54	54	54	54	54
Abmessungen (BxHxT) [cm]	72 x 102 x 33,7				
IP-Schutzart	IP 50				
Ex Klassifikation	keine	keine	Class I, Div, 2	keine	keine
Aufstellungsort	sichere Zone	sichere Zone	Zone 2	sichere Zone	sichere Zone
Betriebstemperatur	5° - 40° C				
Eingänge Prozessgas	max. 2	1	1	max. 2	max. 2
Eingänge Kalibriergas	max. 2	1	1	max. 2	max. 2
Prüfungen (optional)	SGS (NRTL akkreditiert)				
Netzversorgung	240 VDC 50 Hz / 240 VAC 60 Hz / 110 VAC 60 Hz				
Max. Leistungsaufnahme	200 VA				
Lagertemperatur	0° - 60° C				
CSA-Zulassung (optional)	√	(√)	√	√	√
Schnittstellen	4-20mA, RS232, Relaiskontakte, Ethernet (TCP/IP), Profibus-DP, Modbus-TCP, Modbus-RTU, Profinet IO				

Messbereiche / Genauigkeiten / Gasmenge

Bereich MJ / m ³	Gasart	Genauigkeit Wobbe-Index [±% MBE] / Gasmenge [l/h]				
0 - 15	Fackelgas	3,0 / 40	—	3,0 / 40	—	3,0 / 40
3,5 - 6	Hochofengas	3,0 / 170	—	—	—	3,0 / 170
4,5 - 9	Konvertergas	1,5 / 140	—	—	—	1,5 / 140
5 - 10	Mischgas	2,0 / 140	—	—	—	2,0 / 140
15 - 30	Koksgas	1,5 / 60	—	1,5 / 60	1,5 / 60	1,5 / 60
25 - 35	Biogas	1,5 / 70	—	1,5 / 70	1,5 / 70	1,5 / 70
25 - 50	Raffineriegas	1,5 / 25	—	1,5 / 25	1,5 / 25	1,5 / 25
30 - 48	Erdgas	1,5 / 25	1,0 / 25	1,0 / 25	1,0 / 25	1,5 / 25
40 - 90	LPG Flüssiggas	1,5 / 15	—	1,5 / 15	1,5 / 15	1,5 / 15

Bild 6: Technische Daten der CWD-Geräte

Ethernet

Begriff für eine Kommunikationstechnologie zum Datenaustausch zwischen Geräten eines Netzwerkes mit besonders hohen Übertragungsraten. In seiner Ausprägung „Industrial Ethernet“ ist Ethernet in der Industrie auf Ebene der Vernetzung von Steuerungen und Einbindung der Leittechnik in höhere Ebenen ein akzeptierter Standard. Ethernet findet, vor allem durch Kombination mit anderen Protokollen, eine breite Anwendung in Form von ethernet-basierten Lösungen wie z. B. PROFINET oder Modbus TCP. Speziell PROFINET ist sowohl Industrial Ethernet als auch zu 100% Ethernet und daher für alle Industrieapplikationen und zusätzlich zur Nutzung aller webbasierter Dienste und Tools geeignet.

CWD – Anwendungen

Die Anwendungen der CWD-Geräte sind sehr vielfältig, sowohl hinsichtlich der zu messenden Gase als auch der verfahrenstechnischen Prozesse (Branchen) und Applikationen in den Anlagen. Bild 7 gibt hierzu eine Übersicht. Besondere CWD-Gerätevarianten ermöglichen den Einsatz im eichpflichtigen Verkehr sowie den Betrieb in explosionsgefährdeten Zonen.

Einsatz im eichpflichtigen Verkehr

Eichgesetze schreiben vor, dass Messgeräte im geschäftlichen Verkehr (bei Kauf und Verkauf messbarer Güter) geeicht sein müssen. Man spricht hier von Eichpflichtigem Verkehr (Custody Transfer).

Von besonderer Bedeutung ist das in der Öl- und Gasindustrie angesichts der ungeheuer großen Stoff- und Energieströme, die dort bewegt und von Betreiber an Betreiber bzw. Lieferant an Abnehmer geliefert werden. Diese Eichpflicht gilt auch für Kalorimeter bezüglich der Brennwerte von Gasen.

Das Kalorimeter CWD2005 CT von UNION Instruments wurde 2009 als Brennwert-Messgerät für den eichpflichtigen Verkehr zugelassen. Es ist für alle Gase nach Arbeitsblatt G260/262 des DVGW (Deutscher Verband der Gas- und Wasserwirtschaft) zur eichfähigen Bestimmung des Brennwertes im Bereich 8,4 – 13,1 kWh/Nm³ einsetzbar. Eichfähig ist die Messung von aufbereitetem Biogas, einschließlich Flüssiggas-Luft konditionierter Gase.

Einsatz in Ex-gefährdeten Bereichen

Bei Einsatz von Kalorimetern in der Öl und Gasindustrie erfolgt die Installation häufig in explosionsgefährdeten Bereichen. Das erfordert besondere Schutzmaßnahmen bei der Gerätetechnik und entsprechende Zulassungen durch die Behörden.

Die Version CWD2005-DP (Direct Purge) ist entsprechend konzipiert und zugelassen nach Class1, Div.2 gemäß NEC500 (USA). Das Gehäuse ist mit einer Druckluftspülung (Type Z) und einer Sicherheitsabschaltung ausgerüstet.



Bild 8: CWD für explosionsgefährdete Bereiche

Wobbe-Messgeräteserie CWD Typische Einsatzgebiete		
Gasart	Branche	Applikation
Biogas Biomethan	Biogasaufbereitung Biogaskonditionierung	Messung von Roh-Biogas
		Aufbereitung zu Biomethan
		Konditionierung von Biomethan
Erdgas	Erdgasgewinnung Erdgasverteilung Erdgasverwendung	Konditionierung
		Energiemessung (Eichfähig)
		Qualitätsmessung
		Brennwertmessung
		Mischanlagen Erdgas/Flüssiggas/Luft
		Messungen an Brennern: Glasindustrie
		Messungen an Brennern: Stahlindustrie
		Messungen an Gasturbinen
		Kuppelgase Prozessgase
Sinteranlagen		
Winderhitzer		
Kraftwerke		
Kalköfen		
Fackeln		

Bild 7: Einsatzgebiete

CWD im Einsatz bei der Herstellung von Floatglas

Die Herstellung von Floatglas ist ein kontinuierlicher Prozess. Die Glasschmelze wird bei 1100 °C in ein Bad aus flüssigem Zinn geleitet, auf welches das leichtere Glas aufschwimmt (float). Optimale Brennbedingungen und konstante Temperatur dieses Bades sind entscheidend für eine gleichbleibend hohe Glasqualität. Der Energiegehalt des Brenngases, vorzugsweise Erdgas, variiert jedoch über die Zeit. Durch laufende Bestimmung seines Energiegehaltes durch das CWD und entsprechenden Ausgleich durch geeignete Beimischungen werden konstante Flammentemperatur und stabile Brennbedingungen erreicht.

UNION Instruments

Unternehmen, Marktpräsenz, Support

UNION Instruments ist ein 1919 gegründetes deutsches Unternehmen mit Firmensitz in Karlsruhe und einem weiteren Standort in Lübeck. Die Aktivitäten sind durch hohe Innovationsgeschwindigkeit geprägt und konzentrieren sich auf die Gasmesstechnik in der Prozessindustrie mit den Bereichen Kalorimetrie (Energieinhalt von Gasen) und die Gasanalyse (Zusammensetzung von Gasen).

Mit Vertriebsaktivitäten in 20 Ländern zeigt UNION Instruments eine breite und ständig zunehmende Präsenz auf dem Markt. Neben den europäischen Ländern sind China und USA besondere Schwerpunkte mit hohen Marktanteilen in relevanten Marktsegmenten. Der Vertrieb erfolgt vorzugsweise über Distributoren. Unter Nutzung moderner Kommunikationsmittel und durch Bereitschaft zu intensiver Reisetätigkeit steht jedoch auch das Fachwissen der deutschen Spezialisten den weltweiten Interessenten zur Verfügung.

Beratung vor einer Beschaffung

Der modulare Aufbau der UNION-Gerätetechnik ermöglicht deren anwendungsspezifische Ausstattung. Zur vollen Nutzung dieses Potenzials ist im Vorfeld einer Beschaffung eine Abklärung der Aufgabenstellung sinnvoll: Hierfür stehen bei UNION Instruments qualifizierte Spezialisten mit jahrelanger Applikationserfahrung in Bereitschaft.

Unterstützung nach der Beschaffung

Auch die beste Gerätetechnik kommt während ihrer Betriebszeit nicht ohne qualifizierten Service aus. UNION Instruments bietet hierfür ein gestuftes Konzept an:

- Service vor Ort durch regional ansässige, gut ausgebildete Techniker. Der Kreis der so ausgestatteten Länder wird kontinuierlich erweitert.
- Service aus den Standorten in Deutschland durch auf weltweite Einsätze vorbereitete Techniker. Derartige Einsätze werden zugleich auch zur Unterstützung und Weiterbildung der regionalen Techniker genutzt.
- Fernwartung aus Deutschland mit modernen Tools per Mobilfunk und/oder Internet.

Ein auf schnellen Versand organisierter Ersatzteildienst sowie das Angebot von Ersatzteilpaketen und Wartungsverträgen runden das Serviceangebot von UNION Instruments ab.



Bild 9: UNION Instruments, Gerätkalibrierung

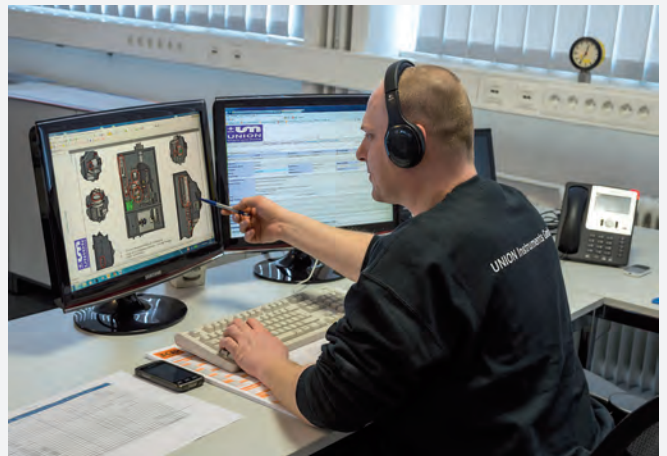


Bild 10: UNION Instruments, Kundensupport

Schulung bei Inbetriebnahme und in zentralen Kursen

Der Nutzen aus einem optimal bestückten Gerät wird nur bei sachgerechter Handhabung generiert. Entsprechende Schulungen sollen die mitgelieferte Dokumentation ergänzen und gehören heute zum Lieferumfang einer anspruchsvollen Messtechnik.

UNION Instruments bietet hierfür die direkte Schulung im Rahmen der Inbetriebnahme und zusätzlich bzw. alternativ zentrale Ausbildungskurse zu unterschiedlichen Themen an.



UNION Instruments GmbH

Zeppelinstraße 42
76185 Karlsruhe
Germany
Alfstraße 28-30
23552 Lübeck
Germany

Phone +49 (0) 721 680381 0
Fax +49 (0) 721 680381 33
info@union-instruments.com
www.union-instruments.com