



Schnellbestimmung der Feuchtigkeit beliebiger Materialien mit der **Carbid-Methode** Bedienungsanleitung



Nachstehend finden Sie eine Reihe von **QR-Codes welche Ihnen den mobilen Zugriff auf unsere Erklärvideos** weisen. Die hier aufgeführte Liste stellt eine aktuelle Auswahl dar und unterliegt gelegentlichen Anpassungen. Wir können daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit gewähren.



KALIBRIERUNG MIT DEM MECH. MANOMETER

(weitere Details auf Seite 36 dieser Anleitung)

Hier klicken, wenn Sie mit der Anleitung als PDF-Datei arbeiten.

KALIBRIERUNG MIT DEM DIG. MANOMETER

(weitere Details auf Seite 36 dieser Anleitung, analog oben)

Hier klicken, wenn Sie mit der Anleitung als PDF-Datei arbeiten.



PRÜFGUTENTNAHME UND PROBENVORBEREITUNG

(weitere Details auf Seite 42 dieser Anleitung)

Hier klicken, wenn Sie mit der Anleitung als PDF-Datei arbeiten.

SICHERHEITSDATENBLÄTTER GEMÄSS CLP-VO 1272/ 2008



Calciumcarbid

CAS 75-20-7

EC 200-848-3

Index-Nr: 006-004-00-9

Gefahr



Vorwort

Unsere CM-Geräte sind ideale Feuchtigkeits-Messgeräte zur **Schnellbestimmung der Feuchtigkeit von beliebigen Materialien**, die selbst nicht mit Calciumcarbid oder dessen Reaktionsprodukten reagieren.



Wie bei allen Messmethoden, denen eine chemische Reaktion zu Grunde liegt, wird auch hier besondere Sorgfalt verlangt. Bitte studieren Sie die vorliegende Anleitung vor der Inbetriebnahme und beachten Sie insbesondere die Sicherheitshinweise.

Personen, die mit der Carbid Methode nicht vertraut sind, dürfen das Messgerät nicht einsetzen!

Garantie

Dr. Radtke CPM Chemisch-Physikalische Messtechnik AG gewährt Ihnen auf defekte Teile sowie mangelhaft gefertigte Produkte, abgesehen vom Verbrauchsmaterial, ab Kaufdatum 2 Jahre Garantie. Davon ausgenommen sind das Manometer sowie Batterien. Eigene Reparaturversuche setzen die Garantieansprüche ausser Kraft.

Bitte bewahren Sie die Anleitung sorgfältig auf.

Ersatzteile können bei Ihrem Händler oder direkt auf unserer Webseite bestellt werden. Die jeweils aktuellste Version der Anleitung sowie ergänzende Informationen finden Sie auch auf unserer Webseite.

Verwendung der Anleitung

Die in dieser Schrift vermittelten Informationen liefern Angaben zu den Bestandteilen sowie deren Eigenschaften im Zusammenhang mit der Carbid Methode. Sie enthält Grundlagen zur Messmethode zur Vor-Ort Kalibrierung der Messgeräte. Sie beschreibt zudem wesentliche Anwendungen.

Bei genauer Befolgung der Hinweise besteht keine Unfallgefahr im Umgang mit unseren CM-Geräten. Bevor Sie mit dem CM-Gerät Messungen durchführen, bitten wir Sie, diese Anleitung genau durchzulesen. Das CM-Gerät darf nur gemäss der Gebrauchsanweisung verwendet werden.



In der CM-Flasche bildet sich während der Messung ein explosionsfähiges Luft-Acetylen Gemisch. Kommt es als Folge von Funkenbildung zur Zündung dieses Gasgemisches hat dies einen Totalschaden am Manometer sowie den Verlust des Messergebnisses zur Folge.

Enthält Probenmaterial Funken bildende Bestandteile (wie z.B. Feuerstein) empfehlen wir dringend, die Messung mit Unterstützung des optionalen Zerkleinerungsstabes durchzuführen. Der Probenzerkleinerung mit dem Zerkleinerungsstab erfolgt zeitlich getrennt von der Feuchtemessung.

Das entweichende Gas ist brennbar:



- Öffnen Sie die CM-Flasche nicht in geschlossenen Räumen.
- Rauchen Sie nicht und arbeiten Sie nicht in der Nähe von offenem Feuer oder elektrischen Installationen.
- Entstandenes Feuer mit Sand oder mit einer Decke ersticken, nicht mit Wasser löschen!
- Öffnen Sie die CM-Flasche nach einer Messung vom Gesicht abgewandt und lassen Sie das Gas langsam entweichen.

Erste Hilfe Massnahmen in Bezug auf die Chemikalie Calciumcarbid

- Bei Hautkontakt: Gut abbürsten, bevor Sie mit viel Wasser spülen.
- Bei Augenkontakt: Spülen Sie die Augen mit viel Wasser aus.
- Bei Verätzung: Diese treten in der Regel nur auf, wenn anhaftendes Calciumcarbid nicht entfernt wird. Auf jeden Fall Arzt benachrichtigen und ihm das Sicherheits-Etikett Ihrer Calciumcarbid-Schachtel vorlegen.



Zusätzliche Sicherheitshinweise finden Sie im Sicherheitsdatenblatt zu Calciumcarbid auf unserer Webseite unter «Support».

Erklärvideos und Sicherheitsdatenblätter gemäss CLP-VO 1272/2008	2
Vorwort/ Garantie	3
Gefahrenhinweise	4
CM-Geräte Versionen	6
Bestandteile	
CM-Geräte Business und Business PRO	8
Nachrüstsets	10
Business, Protokolldrucker	
Business Pro, Zerkleinerungsstab	
CM-Gerät Alu CLASSIC und Alu CLASSIC dig	12
CM-Gerät CLASSIC und CLASSIC dig	14
CM-Gerät ECO und ECO dig	16
Technische Daten	
Calciumcarbid in Glasampullen	18
Druckflasche, Oberflächenthermometer, Kugelsatz	19
Manometer und Deckeldämpfung	20
Bedienung des Manometer BUSINESS	21
Set Kleinmaterial	25
Protokolldrucker	26
Waagen, deren Handhabung und Probenbecher	26
Grundlagen Carbid-Methode	
Reaktion und Fakten	31
Messgrösse: Druck	32
Einflussfaktoren auf die Messgrösse: Temperatur	33
Zweck und Nutzen des Kugelsatzes	
Übliche Genauigkeit der Carbid-Methode	34
Messbereiche	35
Zur Ökologie der Carbid-Methode	35
Vor-Ort Kalibrierung	36
Feuchtigkeit messen	37
Allgemeines	37
Feuchtigkeit messen bei vollständiger Trocknung	37
Durchführung bei vollständiger Trocknung	38
Umrechnungstabelle Druck -> Materialfeuchte	39
Normen	40
Prüfung der Belegreife von Estrichen	41
Repräsentative Probennahme	42
Messprozedur ohne Zerkleinerungsstab	45
Messprozedur mit Zerkleinerungsstab	46
Vergleich der beiden Messprozeduren, übliche Belegreif-Grenzwerte	48
Schlusswort und Konformitätserklärung	49
CM-Messprotokoll	50
Logbuch CM-Gerät	51

	CM-Geräte Versionen	
	ECO	ECO dig
<u>CM-Gerät im Alukoffer</u> mit Grundausrüstung		
<u>CM-Gerät im Metallkoffer</u> mit Grundausrüstung		
	Art-Nr. 110060	Art-Nr. 110061
<u>Manometer und Protokolldrucker</u>		
Max. Feuchte bei 50 g	4.8 M-%	4.8 M-%
Max. Druck; Genauigkeitsklasse	2.5 bar; Kl. 1.0	2.5 bar; Kl. 1.0
Deckeldämpfung nach EN 837-2 und Gummischutzkappe		
<u>Waage</u>		
Maximalgewicht	100 g	200.00 g (0.05 g)
tarierbar	JA	JA
kalibrierbar		JA

CM-Geräte Versionen			
CLASSIC	CLASSIC dig	BUSINESS	BUSINESS PRO
			
Art-Nr. 110004	Art-Nr. 110005	Art-Nr. 110007	Art-Nr. 110006
			
Art-Nr. 110000	Art-Nr. 113100	Art-Nr. 110021	
			
Art-Nr. 110115	Art-Nr. 110115	Art-Nr. 110023	Art-Nr. 110022
4.8 M-%	4.8 M-%	6.0 M-%	6.0 M-%
2.5 bar; Kl. 1.0	2.5 bar; Kl. 1.0	3 bar; Kl. 0.1	3 bar; Kl. 0.1
JA	JA	JA	JA
			
100 g	200.00 g (0.05 g)	200.00 g (0.05 g)	200.00 g (0.05 g)
JA	JA	JA	JA
	JA	JA	JA

CM-Gerät Alu BUSINESS und BUSINESS PRO**

Art-Nr. 110007 und BUSINESS PRO Art-Nr. 110006**

1	Fäustel	g	Set Kleinmaterial Business und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	-
5	Waage digital bis 200 g mit Batterien*	M	Manometer BUSINESS bis 3.0 bar mit gedämpftem Deckel (nach EN 837-2), Anleitung, Probenbeutel und Schlosserhammer
6	Kugelsatz	N	Alukoffer mit Einlage & Tragriemen
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 8.2 kg

** Das CM-Gerät BUSINESS PRO enthält zusätzlich den Protokolldrucker Art-Nr. 110024 (siehe Seite 10)

CM-Gerät BUSINESS

		Art-Nr. 110021	
1	Fäustel	g	Set Kleinmaterial Business und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	-
5	Waage digital bis 200 g mit Batterie*	M	Manometer BUSINESS bis 3.0 bar mit gedämpftem Deckel (nach EN 837-2), Anleitung, Probenbeutel und Schlosserhammer
6	Kugelsatz	N	Metallkoffer mit Einlage
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 10.0 kg

* Modell kann von Darstellung abweichen.

CM-Gerät Alu BUSINESS und BUSINESS PRO**

Art-Nr. 110007 und BUSINESS PRO 110006**



CM-Gerät BUSINESS

Art-Nr. 110021



Nachrüstset BUSINESS

Art-Nr. 110023

-
- 1 Manometer digital bis 3.0 bar mit gedämpftem Deckel inkl. Ersatzbatterie (Batterie nicht abgebildet)
-

Gewicht: 0.6 kg

Nachrüstset Protokolldrucker

Art-Nr. 110024

-
- 2 Verbindungskabel Drucker Manometer
 - 3 Protokolldrucker mit Papierrolle zu Nachrüstset Business (mit Akku)
 - 4 Ersatzrolle Thermopapier
 - 5 Ladegerät zu Drucker
-

Gewicht: 0.5 kg

Nachrüstset BUSINESS PRO

Art-Nr. 110022

-
- 1 Manometer digital bis 3.0 bar mit gedämpftem Deckel inkl. Ersatzbatterie (Batterie nicht abgebildet)
 - 2 Verbindungskabel Drucker Manometer
 - 3 Protokolldrucker mit Papierrolle zu Nachrüstset Business (mit Akku)
 - 4 Ersatzrolle Thermopapier
 - 5 Ladegerät zu Drucker
-

Gewicht: 1.1 kg

Nachrüstset Zerkleinerungsstab

Art-Nr. 110031

Zerkleinerungsstab zur Probenzerkleinerung vor der chemischen Reaktion.

- mehr Sicherheit vor Funkenschlag
 - höhere Genauigkeit der Messergebnisse
-

Gewicht: 0.3 kg

Nachrüstset BUSINESS PRO

Art-Nr. 110022 (110023 & 110024)



Nachrüstset Zerkleinerungsstab

Art-Nr. 110031



CM-Gerät Alu CLASSIC

Art-Nr. 110004

1	Fäustel	9	Set Kleinmaterial und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	Waagstange und Timer*
5	Waage mechanisch bis 100 g	M	Manometer CLASSIC bis 2.5 bar mit gedämpftem Deckel (nach EN 837-2), Anleitung, Probenbeutel und Schlosserhammer
6	Kugelsatz	N	Alukoffer mit Einlage & Tragriemen
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 8.2 kg

CM-Gerät Alu CLASSIC dig

Art-Nr. 110005

1	Fäustel	g	Set Kleinmaterial dig und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	Timer*
5	Waage digital bis 200 g mit Batterien*	M	Manometer CLASSIC bis 2.5 bar mit gedämpftem Deckel (nach EN 837-2), Anleitung, Probenbeutel und Schlosserhammer
6	Kugelsatz	N	Alukoffer mit Einlage & Tragriemen
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 8.3 kg

* Modell kann von Darstellung abweichen.

CM-GERÄT ALU CLASSIC

CM-Gerät Alu CLASSIC

Art-Nr. 110004



CM-Gerät Alu CLASSIC dig

Art-Nr. 110005



CM-Gerät CLASSIC

Art-Nr. 110000

1	Fäustel	9	Set Kleinmaterial und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	Waagegestange und Timer*
5	Waage mechanisch bis 100 g	M	Manometer CLASSIC bis 2.5 bar mit gedämpftem Deckel (nach EN 837-2), Anleitung, Probenbeutel und Schlosserhammer
6	Kugelsatz	N	Metallkoffer mit Einlage
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 10.1 kg

CM-Gerät CLASSIC dig

Art-Nr. 113100

1	Fäustel	g	Set Kleinmaterial dig und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	Timer*
5	Waage digital bis 200 g mit Batterien*	M	Manometer CLASSIC bis 2.5 bar mit gedämpftem Deckel (nach EN 837-2), Anleitung, Probenbeutel und Schlosserhammer
6	Kugelsatz	N	Metallkoffer mit Einlage
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 10.2 kg

* Modell kann von Darstellung abweichen.

CM-GERÄT CLASSIC

CM-Gerät CLASSIC

Art-Nr. 110000



CM-Gerät CLASSIC dig

Art-Nr. 113100



CM-Gerät ECO

Art-Nr. 110060

1	Fäustel	9	Set Kleinmaterial und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	Waagegange
5	Waage mechanisch bis 100 g	M	Manometer CLASSIC bis 2.5 bar mit Deckel, Anleitung und Probenbeutel
6	Kugelsatz	N	Metallkoffer mit Einlage
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 9.5 kg

CM-Gerät ECO dig

Art-Nr. 110061

1	Fäustel	g	Set Kleinmaterial dig und Gehörschutz
2	Flachmeissel	J	Carbidampullen, 25 Stück
3	Probenlöffel	K	geprüfte Druckflasche, Standard mit Oberflächenthermometer
4	Reinigungsbürste	L	-
5	Waage digital bis 200 g mit Batterien*	M	Manometer CLASSIC bis 2.5 bar mit Deckel, Anleitung und Probenbeutel
6	Kugelsatz	N	Metallkoffer mit Einlage
7	Zerkleinerungsschale		
8	Probenbecher inkl. Deckel, 2 Sets		

Gewicht: 9.6 kg

* Modell kann von Darstellung abweichen.

CM-GERÄT ECO

CM-Gerät ECO

Art-Nr. 110060



CM-Gerät ECO dig

Art-Nr. 110061



Calciumcarbid

CAS 75-20-7

EC 200-848-3

Index-Nr: 006-004-00-9

Gefahr



Gefahrenhinweise: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können. Verursacht Hautreizungen. Verursacht schwere Augenschäden. Kann die Atemwege reizen.

Sicherheitshinweise/ Prävention: Einatmen von Staub vermeiden. Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.

Reaktion: BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser waschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeiten entfernen. Weiter spülen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/ Arzt anrufen. BEI BRAND: Pulverlöschmittel zum Löschen verwenden.

Lagerung & Entsorgung: An einem trockenen Ort aufbewahren. Inhalt/Behälter in Übereinstimmung mit den lokalen/regionalen/nationalen/internationalen Vorschriften der Entsorgung zuführen.



Calciumcarbid in Glasampullen

Glasampulle mit Calciumcarbid

Menge: 7.0 g ± 210 mg (± 3 M-%)

Körnung: 0.3 / 1 mm

Haltbarkeit: unbegrenzt, solange dicht

Download Sicherheitsdatenblatt

<https://www.radtke-messtechnik.com/sicherheitsdatenblaetter/>





Druckflasche Standard geprüft

- Vorschriften: Druckgeräterichtlinie 97/23/EG
Genauigkeit: ± 1 Vol % des Sollvolumens
Material: rostfreier Stahl
Besonderes: Kennnummer Kalibrierung
Oberflächenthermometer 7 - 33°C



Oberflächenthermometer

Das Oberflächenthermometer zeigt in sieben Feldern Temperaturen zwischen 7°C und 33°C an. Feldfarben: Schwarz-Braun-Grün-Blau-Schwarz. Die Zahl entspricht der Temperatur, wenn das Feld grün ist. Ist die Temperatur 1°C niedriger als die abgebildete Zahl so ist das Feld braun. Ist sie 1°C höher so ist das Feld blau.



Kugelsatz

Der eingesetzte Kugelsatz enthält 4 Stahlkugeln mit definiertem Durchmesser. Mit diesen Kugeln ist das freie Volumen der Druckflasche geeicht.



Manometer CLASSIC

Druckbereich:	0 bis 2.5 bar
Genauigkeitsklasse:	1.0
Anzeige (Teilung):	0.05 bar (50 mbar)
Überlastsicher bis	3.0 bar (kurzfristig)
Betriebstemperatur:	-10 bis 80°C (IP32)
Umrechnungsskalen	farbig 20 g, 50 g, 100 g

Montage

**ab Version CM-Gerät
CLASSIC gedämpft
nach EN 837-2**



Deckeldämpfung ab CLASSIC

Für die CM-Geräte Versionen CLASSIC und BUSINESS ist der Deckel der CM-Flasche mit einer Dämpfung ausgestattet und erfüllt die Vorgaben zur Manometermontage nach EN 837-2. Die Dämpfung reduziert die Schlagenergie der Kugeln auf das Manometer und verlängert dadurch dessen Lebensdauer. Bei der Messung kann so die Flasche kräftig senkrecht auf und ab geschüttelt werden, ohne das Manometer zu gefährden.



Manometer BUSINESS

Druckbereich:	-1.0 bis 3.0 bar
Genauigkeitsklasse:	0.1
Anzeige (Teilung):	0.01 bar (optional 1 mbar)
Überlastsicher bis	4.3 bar (kurzfristig)
Betriebstemperatur:	0 bis 50°C (IP64)
Datenausgang	Protokolldrucker / PC
Stromversorgung	Knopfzelle Typ 2032, 3V
Umrechnungsskalen	10 g, 20 g, 50 g, 100 g

Montage

gedämpft nach EN 837-2

Bedienung des Manometer BUSINESS

Das Manometer wird über die beiden 2 Tasten: «Menu» und «Enter» bedient. Nach dem Einschalten, über eine beliebige Taste, zeigt das Manometer den letzten Messwert an. Durch Drücken der Taste «Enter» wird vorübergehend die Dauer der letzten Messung angezeigt.



Um sich durch die Menubefehle des Manometers zu bewegen, drücken Sie jeweils die «Menu»-Taste. Der jeweils angewählte Befehl wird angezeigt. Um den angewählten Befehl auszuführen, muss er mit der «ENTER» Taste bestätigt werden. Wird der Befehl nach 7 Sekunden nicht bestätigt, geht die Anzeige in die Standardanzeige zurück: Letzter Messwert.

«StArt»-Befehl: Das Manometer schaltet sich in den Messmodus und setzt den Nullpunkt beim aktuell herrschenden Umgebungsdruck. Es wartet nun 5 Minuten auf den Beginn der Reaktion. Wird während dieser Zeit ein Druckanstieg festgestellt, beginnt der definitive Messzyklus. Wenn kein Druckanstieg festgestellt wird, geht das Manometer wieder in die Standardanzeige zurück.

«OFF»-Befehl: Nach Bestätigung des OFF-Befehls wird das Manometer ausgeschaltet.

«Print»-Befehl: Nach Bestätigung des Print-Befehls werden die gespeicherten Messdaten über ein Kabel an den Protokolldrucker geschickt.

«Unit»-Befehl: Nach Bestätigung des Unit-Befehls gibt das Manometer den Messwert als Druck [bar] oder als Feuchtigkeit [M-%] aus. Die Einheit [M-%] bezieht sich auf eine Probeneinwaage von 100g, 50g, 20g oder 10g (entsprechend dem Haken auf der oberen Anzeigenkante).



Protokolldrucker

- Abmessungen: 108 x 78 x 45 mm
- Gewicht: 150g (ohne Akku & Papierrolle)
- Druckprinzip: Thermo-Direktdruck
- Papierbreite: 58 mm
- Effektiver Druck: 48 mm
- Papierlänge: 25m
- Durchmesser: max. 40mm Rolle
- Druckgeschw.: max. 80mm/s
- Betriebstemp.: 0 bis 50°C
- Betriebsfeuchte: 10% bis 80%rF
- Lagertemperatur: -40 bis 70°C
- Lagerfeuchte: 10% bis 95%rF
- Anschluss: Kabel (RS232 / TTL)
- Ladestrom: DC 12V, 2A (24VAm_{ax})
- Polzuteilung: Pluspol innenliegend
- Akku: 7.4V / 2000mAh (Lit-Ionen Polymer)
- Ladedauer: ca. 3 Stunden
- Vorgaben: ROHS

Akku einlegen

Legen Sie den Akku gemäss der nebenstehenden Bildfolge in das Fach ein. Der Akku hat einen gewissen Ladezustand.

Grundfunktion: Einschalten

Drücken Sie zum Einschalten des Druckers die ON / OFF-Taste während einer Sekunde. Es ertönt ein Piepston, die mode LED sowie die Batterie-Status LED leuchten.



Grundfunktion: Ausschalten

Drücken Sie zum Einschalten des Druckers die ON / OFF-Taste während länger als eine Sekunde. Es ertönen zwei Piepstöne. Der Drucker ist ausgeschaltet.



Papiertransport

Bei eingeschaltetem Drucker kann das eingelegte Papier durch Drücken der FEED-Taste jederzeit transportiert werden.



Papier einlegen

Öffnen Sie die Ladeklappe mit zwei Fingern und leeren Sie das Papierfach. Die bereit gelegte Papierrolle wie abgebildet mit der Wickelung von unten zur Abreisszone einlegen und den Papierfachdeckel beidseitig sorgfältig runterdrücken.



Drucker aufladen

Um den Drucker aufzuladen schliessen Sie das Originalladegerät an.



Protokoll ausdrucken

Bei eingeschaltetem Drucker muss das Verbindungskabel wie in der linken Bildserie unten angeschlossen werden. Achten Sie darauf, dass das Kabel beim Drucker auf der korrekten Seite angeschlossen wird (linke Seite vom Drucker).



Schliessen Sie das Kabel auch am Manometer an und lösen Sie den **Print**-Befehl am Manometer aus. Sie können beliebig viele Protokolle von der letzten Messung ausdrucken.

Durch Anwahl des STOP-Befehls über die «Menu» Taste und Bestätigung mit der «Enter» Taste kann das Manometer vorzeitig in die Ausgangsposition zurück gesetzt werden.

Während einer laufenden Messung blinken am unteren linken Bildschirmrand 3 Haken. In dieser Phase kann die Einheit des angezeigten Messwertes nicht geändert werden.

Die Messdauer beträgt üblicherweise 10 Minuten. Eine laufende Messung kann mit dem STOP-Befehl vorzeitig beendet werden.

Der letzte Messwert bleibt auch nach einem Batteriewechsel gespeichert. Wird während der Dauer von 60 Minuten keine Taste gedrückt, schaltet sich das Manometer selbständig aus.

Batteriewechsel beim Manometer Business

Geht die Batterie zu Neige, wird dies in der Anzeige auf der linken Seite durch ein durchgestrichenes Batteriezeichen angezeigt. Wir empfehlen in einem solchen Fall, die Batterie bei der nächsten Gelegenheit auszutauschen.



Dazu muss die Abdeckung der Schnittstelle abgeschraubt sowie die Gummischutzkappe heruntergezogen werden.

Die Frontseite des Display kann von der Oberseite her abgenommen werden (am besten mit Hilfe einer Münze).



Die alte Batterie vorsichtig herausnehmen. Die neue Batterie ist zuerst bei den beiden Kontakten anzusetzen (roter Kreis) und anschliessend vorsichtig in die Arretierungen rein zudrücken.

Das Gerät in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammensetzen und dabei achten, dass der Gummidichtring (rotes Oval) auf der oberen Kante des Frontteils aufliegt, damit die Frontseite im geschlossenen Zustand dicht an das Manometergehäuse anliegt.

Grundsätzlich kann die Batterie während mehreren hundert Messungen genutzt werden. Der Stromverbrauch während der Messung ist sehr gering. Am meisten Strom werden beim Schicken von Datenpaketen an den Protokolldrucker gebraucht.



Set Kleinmaterial

- Ersatzdichtungen für Manometer
- Ersatzdichtungen für Druckflasche,
- Kalibrierampullen (1.00g ± 1 M-%)
- Kontrollgewicht 50g M2 für Federwaage



Set Kleinmaterial dig

- Ersatzdichtungen für Manometer
- Ersatzdichtungen für Druckflasche,
- Kalibrierampullen (1.00g ± 1 M-%)
- Kalibriergewicht 100g M2 für digitale Waage



Set Kleinmaterial Business

- Ersatzbatterie für digitales Manometer
- Ersatzdichtungen für Druckflasche,
- Kalibrierampullen (1.00g ± 1 M-%)
- Kalibriergewicht 100g M2 für digitale Waage



Dr. Radtke CPM Chemisch-
 Physikalische Messtechnik AG
 Lättichstr. 4A
 CH-6340 Baar

Testprotokoll: N° 00034
 Seriennummer: 06027

Ort der Messung:

Probenmaterial:

Boden:

Estrichdicke [mm]:

Temperatur [°C]:

Raum:

Temperatur [°C]:

Luftfeuchte [%rF]:

CCM Hygro Combi:

Temperatur [°C]:

Luftfeuchte [%rF]:

Druckentwicklung:

[min:s]	[bar]
00:03	00.62
00:05	00.72
00:15	00.90
00:30	01.03
00:45	01.12
05:00	01.62

Temperatur am Drucksensor:

bei Start: 17.68 °C
 bei Ende: 19.23 °C

Messdauer: 10:00 [min:s]
 End-Druck: 01.74 [bar]

MP nach DIN/Radtke: _____

Umrechnung zu Feuchte

EW	[CM-%]
10g	= 17.28
20g	= 08.67
50g	= 03.40
100g	= 01.65

Protokoll anpassen

Nachträgliche Protokollanpassungen können nur beim Hersteller vorgenommen werden. Schicken Sie dazu Drucker und Manometer samt Kabel und Ladegerät an den Hersteller.



LED- und akustische Signale

Der Drucker ist mit 3 LED's sowie einem Tongeber ausgestattet. Ein 3-farbiges Batteriestatus-LED, 1 grünes MODE-LED sowie 1 ERROR-LED.

Batteriestatus-LED

- Grün: Batterieladung ist voll
- Blau: Batterieladung ist halb voll
- Rot: Batterieladung ist niedrig
- Rot blinkend: Batterie muss aufgeladen werden
- Kein Licht: Drucker ist ausgeschaltet oder Batterie hat keinen Kontakt
- Lang grün, kurz rot und blau: Batterie wird aufgeladen

MODE-LED

Grün: Drucker ist eingeschaltet

ERROR-LED

Rot: Papierfach ist leer

Rot blinkend: Übertemperatur am Druckkopf
Drucker ausschalten und abkühlen

Weitere Fehlermeldungen wie 1 bis 8-faches Blinken gefolgt von einer Pause weisen auf grösseren Probleme hin.

Rot 1x: Speicherlese- oder Schreibfehler

Rot 2x: Überspannung

Rot 3x: Unterspannung

Rot 4x: CPU Ausführfehler

Rot 5x: UIB Fehler

Rot 6x: Flash-Schreibfehler

Rot 7x: Parameter-Schreibfehler

Rot 8x: Fehler der Temperaturüberwachung

Töne

Der Drucker verfügt über einen Tongeber.

Pips 1x: Drucker ist eingeschaltet

Pips 2x: Drucker ist ausgeschaltet

Pips 3x: Drucker ist aufgeladen (nur wenn eingeschaltet)

Pips Xx: Dauerpiepsen: Papierfachdeckel ist offen



Digitale Waage

- Kapazität 200 g
- Teilung 0.05 g
- Farbe schwarz
- Präzision ± 15 mg gemäss Kalibriergewicht
- Waageschale Edelstahl
- Ausschaltung nach 120 Sekunden automatisch
- Kalibrierung durch Benutzer möglich mit 100 g
- Stromversorgung 2 Alkalibatterien Typ AAA
- Besonderes empfindlich auf elektromagnetische Strahlung

Weitere Informationen siehe separate Anleitung (z.B. zur Kalibrierung)



Mechanische Waage

- Kapazität 100 g
- Teilung 1.0 g
- Farbe grün transparent
- Präzision ± 0.3 %
- Tarabereich 15-20 % der Skalenlänge
- Skalenlänge 100 mm
- Länge Waage 225 mm
- Max. Länge 330 mm
- Durchmesser 12.2 mm
- Gewicht 20 g
- Kalibrierung nicht durch Benutzer möglich!
- Korrosionsfreie Bauteile (bis auf die Klammer)



Handhabung mechanische Waage

Die Waage erlaubt das Einwiegen von Probenmengen bis 100 g. Das Gewicht des Probenbechers kann durch Trieren neutralisiert werden. Die Skala lässt sich durch Drehen des Metallbügels ausrichten.

Vorbereiten: Waagegestange in den Schaumstoff drücken und Waage daran aufhängen.



Trieren / Ablesen: Leeren und sauberen Probenbecher anbringen. Nullpunkt durch Drehen der weissen Trierschraube (schwarzer Kreis) justieren. Die Augen müssen sich dabei auf der Höhe der Skala befinden, um Ablesefehler zu minimieren.

Vor Ort Kontrolle: Zur Kontrolle der Waage das 50 g Kontrollgewicht in den auf «0» tarierten Probenbecher legen.



Probenbecher

Die Probenbecher werden mit einem verschliessbaren Deckel geliefert. Probenmaterial lässt sich mit dem Probenlöffel oder einem anderen geeigneten Hilfsmittel einfach einfüllen. Ein sauberer geschlossener Probenbecher verhindert unerwünschten Feuchtigkeitsverlust.

Das Fassungsvermögen des Probenbechers ist 70 ml.



Handhabung digitale Waage

Stellen Sie vor dem ersten Gebrauch sicher, dass die Batterien (2 Stück Typ: AAA) korrekt eingelegt sind. Prüfen Sie dass die Waage das Gewicht in GRAMM anzeigt.

Tarieren / Ablesen:

1. Stellen Sie die Waage auf eine horizontale Fläche und drücken Sie die ON/OFF Taste.
2. Stellen Sie den sauberen leeren Probenbecher auf die Plattform.
3. Drücken Sie die TARE Taste. Die Anzeige [0.00] wird angezeigt.
4. Füllen Sie die erforderliche Menge Probenmaterial in den Probenbecher.

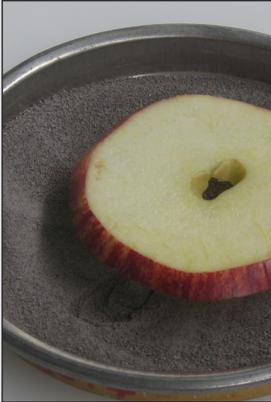


Die Waage schaltet sich nach 120 Sekunden automatisch ab, oder drücken Sie die ON/OFF Taste länger als 3 Sekunden.

Kalibrierung (nur in Einheit GRAMM):

Schalten Sie die Waage ein und drücken Sie anschliessend bei leerer und sauberer Plattform solange die CAL Taste, bis in der Anzeige [CAL] oder eine mehrstellige Zahlenfolge erscheint. Drücken Sie nun erneut die CAL Taste. Die Anzeige [CAL] blinkt und wechselt dann auf [100.00]. Legen Sie das 100 g Kalibriergewicht auf die Plattform, warten einige Sekunden. Auf der Anzeige erscheint nun [PASS] für die erfolgreiche Kalibrierung. Die Waage wechselt in den Wägemodus. Sie können die Waage ausschalten.





Reaktion

Calciumcarbid reagiert selektiv mit Wasser und bildet dabei gasförmiges Acetylen sowie festes Calciumhydroxid. Wasser kann für die Reaktion als reiner Stoff (Kalibrierampulle) oder als Teil eines anderen Stoffes (Schüttgut, Paste, Beton) vorliegen.



Calciumcarbid + Wasser

Calciumhydroxid + Acetylen



Calciumcarbid reagiert auch mit Methanol. Daher darf eine Probe nicht gleichzeitig Wasser und Methanol enthalten.

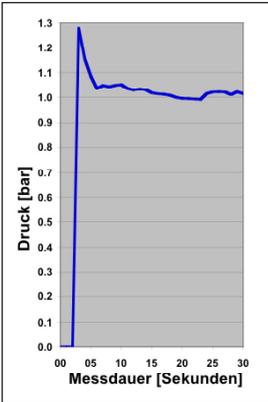
Wasser wird verbraucht - eine Probe wird getrocknet!

Siehe die Apfelscheibe frisch resp. 47 Stunden später oder die undichte Calciumcarbidampulle dessen Inhalt mit der Luftfeuchte reagiert hat. Das weiße Pulver ist Calciumhydroxid.



Fakten zur Carbid-Methode

- Messgröße ist der Druck.
- Der Druck **bleibt konstant**, wenn die Probe vollständig trocken ist oder wenn kein Carbid mehr da ist.
- Der Druck **steigt langsam an**, wenn sich



Carbid und Wasser nur indirekt, z.B. über den Luftweg, berühren können (Stehenlassen resp. poröse Proben).

- Der Druck **steigt sehr schnell an**, wenn sich Carbid und Wasser intensiv und direkt berühren können (Schütteln resp. Kalibrierampulle).
- Bei der Reaktion wird **Wärme frei gesetzt**.

Bei der Reaktion von sehr feinem Calciumcarbid mit einer Kalibrierampulle wird schnell viel Wärme frei und der Druck überschreitet vorübergehend den Sollwert.

Messgröße: Druck

Das Gasgesetz stellt den Zusammenhang zwischen Druckanstieg Δp und gebildeter Stoffmenge Δn her. Das gebildete Acetylen entspricht der Stoffmenge Δn . Zwischen der gebildeten Stoffmenge Δn und dem verbrauchten Wasser besteht ein linearer Zusammenhang. Dank diesem Zusammenhang lässt sich die Reaktion zur Bestimmung des Wasseranteils einer Probe einsetzen.

Gasgesetz: $\Delta p \times V = \Delta n \times R \times T \Rightarrow \Delta p = \Delta n \times K$

wobei:

- Δp Druckzunahme in der Flasche
- V Flaschenvolumen
- Δn gebildete Stoffmenge in der Flasche
- R Gaskonstante
- T Temperatur in der Flasche
- K zusammengefasste Konstante bei konstanter Temperatur und Volumen

Einflussfaktoren auf die Messgröße

Die verschlossene CM-Flasche stellt ein geschlossenes System dar. Da die Gaskonstante R und das Volumen V konstant sind, kann lediglich die **Temperatur als Umgebungsvariable Einfluss auf die Messgröße** nehmen. Eine Druckänderung Δp findet dann nur noch statt, wenn sich die Temperatur T oder die Stoffmenge n ändern.

Unsere Umrechnungstabellen basieren auf der **Referenztemperatur von 20°C**. Weicht die Temperatur davon ab, kann es zur Verbesserung der Genauigkeit des Messergebnis sinnvoll sein, den abgelesenen Druck zu korrigieren.

Wir unterscheiden 3 Fälle.

Zur Bestimmung des Korrekturfaktors für den Druck muss die Temperatur beim Schliessen der Flasche (**Start-Temperatur**) und beim Ablesen des Drucks (**End-Temperatur**) bekannt sein. Mit Hilfe des Oberflächenthermometers auf unseren Druckflaschen können diese Größen näherungsweise festgehalten werden!

Fall	Start-T.	End-T.	Korrektur-Regel
I	20 °C	20 °C	Faktor = 1
II	26 °C	26 °C	Den Druck je 3 °C abweichend von 20 °C, um 1 % verringern. Beispiel: (26-20=6) => 2 % weniger Faktor = 0.98 (abgelesener Druck*0.98)
III	5 °C	20 °C	Je 1 °C Unterschied vom Druck 3 mbar abziehen. Beispiel: Unterschied 15 °C => 45 mbar weniger.

Eine kalte Flasche lässt sich mit Hilfe einer Vor-Ort-Kalibrierung auf «Betriebstemperatur» bringen.

Zweck und Nutzen des Kugelsatzes

Der Kugelsatz erfüllt vor und während der Messung unterschiedliche Aufgaben:

- 1. Zerkleinern:** Das Wasser enthaltende Probenmaterial wird durch Schütteln zerkleinert. (Einsatz des Zerkleinerungsstabs vor der Reaktion)
- 2. Starten:** Die Glasampulle mit Calciumcarbid wird zertrümmert.
- 3. Durchmischen:** Die Feststoffe werden miteinander intensiv vermischt und am Calciumcarbid anhaftendes Reaktionsprodukt wird abgeschüttelt. Die Reaktion ist entsprechend entsprechend schneller.

Übliche Genauigkeit der Carbid-Methode

Die übliche Genauigkeit der Carbid-Methode hängt von der Genauigkeit des Manometers ab. Dessen Genauigkeitsklasse ist für unsere Geräteversionen in den technischen Daten aufgeführt und liegt bei einem Druck von 1 bar bei maximal $\pm 2.5\%$ (CLASSIC-Manometer) und $\pm 0.4\%$ (BUSINESS-Manometer). Bei Manometern gilt die zulässige Abweichung absolut über den gesamten Druckbereich.

Die Streuung des Flaschenvolumens liegt bei $\pm 1\text{ Vol-}\%$.

Wird die Probemenge ebenfalls mit einem Fehler von $\pm 1\text{ M-}\%$ abgewogen, so liegt der **Gesamtfehler eines abgelesenen Messwertes von 1 bar bei 20 °C zwischen 2.4 % (BUSINESS Manometer) und 4.5 % (CLASSIC Manometer)**.

Bei einem niedrigeren Druck von 0.5 bar ist der Gesamtfehler höher und liegt zwischen knapp 3 % und 7 %. Bei einem höheren Druck von 2 bar reduziert er sich auf zwischen 2 % und etwas über 3 %.

Zum Erreichen höheren Genauigkeiten ist es zweckmässig, eigene Eichkurven zu entwickeln sowie vor und nach der Messung die Start- und Endtemperatur festzuhalten. Noch genauere Ergebnisse lassen sich bestimmen, wenn den Druck als Absolutdruck anstatt als Differenzdruck gemessen wird. Dazu wird das BUSINESS Manometer zusammen mit einer optionalen PC-Software benötigt.

Messbereiche

Durch standardisierte Eichkurven für unterschiedliche Probenmengen können abhängig vom Manometer und der Grösse der Flasche folgende Messbereiche abgedeckt werden (**Standardflasche mit CLASSIC-Manometer**):

MAXIMALER FEUCHTIGKEITSGEHALT	PROBENMENGE
Druck: 2.5 bar, (reagierte Menge Wasser: 2.5 g)	
[M-%]	[g]
83	3
50	5
25	10
12.5	20
4.8	50
2.4	100

BUSINESS Manometer: Absolute Menge Wasser von 3 g, bei höherer Genauigkeit: Abhängig von der messtechnischen Fragestellung ergeben sich spezifische Probenmengen!

Zur Ökologie der Carbid-Methode

Die Reststoffe aus der Reaktion sind eventuell überschüssiges Calciumcarbid und die beiden Calciumhydroxid und Acetylen. Restcarbid reagiert mit der Wasser aus der Luft weiter zu den beiden Reaktionsprodukten:

Acetylen als Gas kommt in der Atmosphäre zwischen 0.5 (ländliche) und 300ppbV (städtische Regionen) vor. Aus der Atmosphäre wird Acetylen durch Reaktion mit OH-Radikalen entfernt und hat eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa 30 Tagen. (Quelle: VDI-Lexikon Umweltechnik S.78: F.J. Dreyhaupt, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, Ausgabe 1994).

Acetylen in der Atmosphäre gilt als Vorstufe zur Russbildung. (Quelle: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18791>, Stand 2017_02_24).

Calciumhydroxid ist ein weisses Pulver und wird auch als gelöschter Kalk bezeichnet.

In feuchter Umgebung bildet sich durch Reaktion mit atmosphärischem Kohlendioxid daraus in wenigen Tagen unbedenklicher Luftkalk. (Quelle: Zement und Kalk, Der Baustoff als Werkstoff S.334: J. Stark, B. Wicht, Springer Basel AG, 2000).

LOGBUCH CM-GERÄT

LOGBUCH: VOR-ORT KALIBRIERUNG CM-GERÄT

Firma: Dr. Radtke CMH AG
 Strasse: Lattinstraße 4 B
 PLZ/ Ort: 6340 Bad Nauheim
 Flaschen-Nr.: D374 300
 Manometer-Nr.: MK21038

Der Sollwert des Prüfergebnisses muss zwischen 0,95 und 1,05 bar liegen (schwarze Skala).

Prüf-Datum	Druck [bar]	Temp. [°C]	Unterschrift
13.3.2015	1,00	19,2	R. G. G.

Vor-Ort Kalibrierung

Prüfen Sie in regelmäßigen Abständen Ihr CM-Gerät. Wir empfehlen mindestens 2 Mal pro Jahr. Halten Sie das Prüfergebnis im Logbuch auf der letzten Umschlagseite mit Datum und Unterschrift fest. Halten Sie sich bei der Prüfung an die Vorgehensweise unseres Erklärvideos: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik oder gemäss dem QR-Code auf der Umschlaginnenseite.



Vorbereitung:

Sie benötigen die gereinigte und trockene Druckflasche samt Deckel und Manometer, den vollständigen Kugelsatz, eine Kalibrierampulle sowie eine Glasampulle mit Calciumcarbid.



Durchführung:

Die Kugeln, die Normampulle sowie die Kalibrierampulle werden in dieser Reihenfolge in die Druckflasche gefüllt und anschliessend mit dem Manometerdeckel verschlossen.

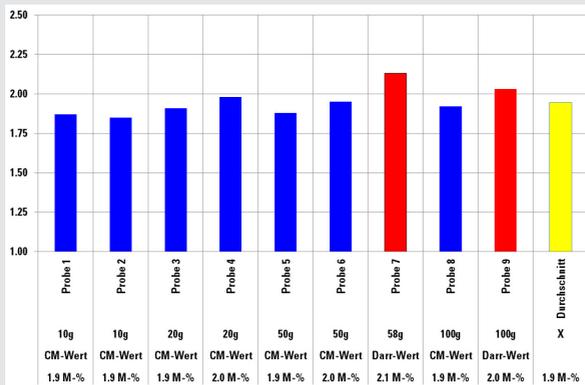


Durch Schütteln des CM-Gerätes werden die Ampullen zertrümmert und die freigesetzten Reagenzien kommen miteinander in Kontakt. **Die Reaktion ist in der Regel in 1 Minute abgeschlossen, wenn Sie die Flasche horizontal rotierend hin und her bewegen.**

Der Enddruck muss bei 1.00 bar \pm 0.05 bar liegen, gemessen bei 20 °C.

Allgemeines

Die CM-Methode eignet sich zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes für alle Probenmaterialien, die nicht selbst mit Calciumcarbid oder den Reaktionsprodukten reagieren und die kein Methanol enthalten. Dazu gehören Brennstoffe, Baustoffe, Salze und Mineralien sowie Erzkonzentrate und Erze.



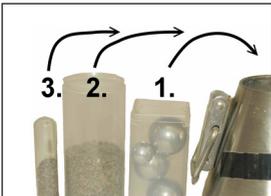
Feuchtigkeit messen bei vollständiger Trocknung

Eine sorgfältige Bestimmung der Feuchtigkeit einer Probe bedingt, dass aus dem vorhandenen Probenmaterial eine **repräsentative Auswahl** getroffen wird. Wir empfehlen die Probenmengen dem maximal möglichen Manometerdruck anzupassen (siehe Seite 35).

Die nachstehende Messprozedur ist ausgelegt für Schüttgüter oder körnige Proben sowie für Flüssigkeiten und pastöse Materialien. **Die Reaktion ist nach der Messung abgeschlossen und die Probe vollständig getrocknet.**

Das CM-Verfahren liefert die gleichen Ergebnisse wie die Darrmethode. In Bild zeigen die blauen Balken die CM-Werte und die roten Balken die Darrwerte (getrocknet bei 105 °C) einer Sandprobe. Gelb stellt den Durchschnitt dar. Man erkennt, dass die Messergebnisse trotz unterschiedlicher Einwaagen für beide Messverfahren im Bereich von $\pm 5\%$ des Durchschnittwertes identisch sind.

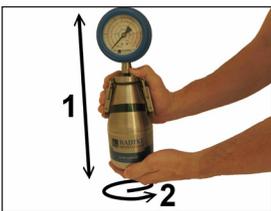
Durchführung bei vollständiger Trocknung



Füllen Sie den vollständigen Kugelsatz (1) und je nach der zu erwartenden Feuchtigkeit die exakt abgewogene, repräsentative Probenmenge (2) in die Druckflasche ein. Halten Sie anschliessend die Flasche schräg und lassen Sie vorsichtig eine Ampulle mit Calciumcarbid hineinrutschen (3).



Die Druckflasche wird mit dem Deckel verschlossen. Stellen Sie den Timer (bei CLASSIC Ausstattungen beiliegend) auf 10:05 Minuten: Sekunden, starten ihn und schütteln Sie bei Erreichen der Zeit 10:00 kräftig die Druckflasche. Mit dem Zertrümmern der Ampulle beginnt die chemische Reaktion.



Durch kreisende Dreh- sowie vertikale Schüttelbewegungen wird das Reaktionsgemisch miteinander vermischt. Bei flüssigen oder pastösen Proben empfiehlt es sich, die Druckflasche flach zu halten und zusätzlich mehrmals um die eigene Längsachse zu drehen (siehe unteres Bild). So kann auch an der Innenwand anhaftendes Probenmaterial zur Reaktion gebracht werden. Diesen Vorgang wiederholt man nach ca. 3 Minuten nochmals.



Die Messung ist beendet, wenn der Druck konstant ist. Das hängt wesentlich von der Intensität des Schüttelns ab und ist, abhängig vom Probenmaterial, typischerweise nach 10-Minuten (Timer) erreicht. Die Druckflasche wird zur Kontrolle nochmals kurz geschüttelt. Bleibt der Druck unverändert, kann die Messung als abgeschlossen betrachtet werden.

Ein zu geringes Schütteln resp. gar kein Schütteln führt bei begrenzter Reaktionszeit zu einer unvollständigen Reaktion und damit zu einem zu tiefen Ergebnis.

Für die üblichen Probeneinwaagen 20 g (rote Skala), 50 g (grüne Skala) oder 100 g (blaue Skala) lässt sich der Wassergehalt direkt am Manometer ablesen. Für niedrigere Einwaagen (höhere Feuchtigkeitsgehalte) kann die vorliegende Umrechnungstabelle verwendet werden.

Erstellen Sie ein handschriftliches Protokoll oder verwenden Sie die Vorlage Seite 50, um die Messergebnisse festzuhalten.

Da die Eichkurven für eine Referenztemperatur von 20 °C berechnet worden. Beachten Sie dazu die Anzeige des Oberflächenthermometers auf der Druckflasche. Bei Abweichungen können Sie den möglichen Fehler gemäss dem Thema Temperatureinfluss abschätzen und bei Bedarf eingrenzen.

UMRECHNUNGSTABELLE: DRUCK MATERIALFEUCHTE

Druck bar (Schwarz)	Probeneinwaage					
	3g	5g	10g	20g (Rot)	50 g (Grün)	100g (Blau)
Wassergehalt in Masse-% bezogen auf die Trockenmasse						
0	0	0	0	0	0	0
0.2	6.3	3.8	1.9	0.9	0.38	0.19
0.3	9.7	5.8	2.9	1.5	0.58	0.28
0.4	13.0	7.8	3.9	2	0.78	0.38
0.5	16.3	9.8	4.9	2.5	0.98	0.47
0.6	19.7	11.8	5.9	3	1.18	0.57
0.7	23.0	13.8	6.9	3.5	1.37	0.66
0.8	26.3	15.8	7.9	4	1.57	0.76
0.9	29.7	17.8	8.9	4.5	1.76	0.85
1	33.3	20	10	5	1.96	0.95
1.1	36.7	22	11	5.5	2.16	1.05
1.2	40.0	24	12	6	2.35	1.14
1.3	43.3	26	13	6.5	2.55	1.23
1.4	46.7	28	14	7	2.74	1.33
1.5	50.0	30	15	7.5	2.94	1.42

Bei höheren Drücken können Sie die Werte linear extrapolieren.

Bei beliebigen Materialien mit einer Probenmenge von mehr als 10 g oder Proben mit einer besonders geringen Dichte (kleiner 1 kg/m³) empfiehlt es sich, eine gesonderte Eichung durchzuführen.

Europäische und internationale Normen

Für Fragen zur Prüfung der Belegreife von Estrichen gelten **besondere Messprozeduren**, die sich national immer mehr entsprechen.

So schreiben Deutschland, Italien wie auch die Schweiz die gleiche Messprozeduren vor. Weitere Länder des EWR wie auch ausserhalb passen ihre Normen den beiden nachstehend beschriebenen Messprozeduren an.

Diese sind bereits in der DIN 18560, der UNI 10329, der SIA 252 wie auch der SIA 253, jeweils neueste Fassung festgelegt. In Frankreich und Österreich wird die Carbid-Methode ebenfalls zur Prüfung der Belegreife eingesetzt, jedoch derzeit noch in der Messprozedur abweichend angewendet.

LAND*	NORM*
DEUTSCHLAND	DIN 18560, DIN 18157
ITALIEN	UNI 10329
SCHWEIZ	SIA 248, SIA 252, SIA 253
FRANKREICH	DTU 51.2 / 51.11 / 54.1 CPT 3527_V3 u.a.
ÖSTERREICH	VERBANDS-RICHTLINIE WKO / VÖEH
VEREINIGTE STAATEN VON AMERIKA	ASTM D4944, FDOT FM 5-507, AASHTO T217, SD 108
*unvollständige Liste	

Im nachstehenden Kapitel legen wir zudem ein grosses Augenmerk auf die Probenahme und Prüfgutvorbereitung, welches bei dieser Feuchte-Messmethode wesentlich für ein brauchbares Ergebnis ist.

Prüfung der Belegreife von Estrichen

Der Begriff **Belegreife** beschreibt unter anderem den Feuchtezustand eines Estrichs, der, wenn er mit einem Oberbelag belegt worden ist, keinen Feuchteschaden mehr an diesem verursacht. Ein solcher Feuchteschaden kann entstehen, wenn sich das Feuchteprofil im Estrich unter dem Oberbelag schneller ausgleichen kann, als das die Feuchtigkeit durch den Oberbelag hindurchwandern und an die Umgebungsluft abgegeben werden kann. Eine solche Kumulation von Feuchtigkeit unter dem Oberbelag kann bis hin zur Kondensation des Wassers führen. Abgesehen von dem Einfluss der Temperatur auf die Kumulation von Feuchte unter dem Oberbelag sind bisher keine weiteren potentiellen Parameter untersucht worden. Verantwortlich für allfällige Schäden ist das mobile Wasser, also der freie Wassergehalt.

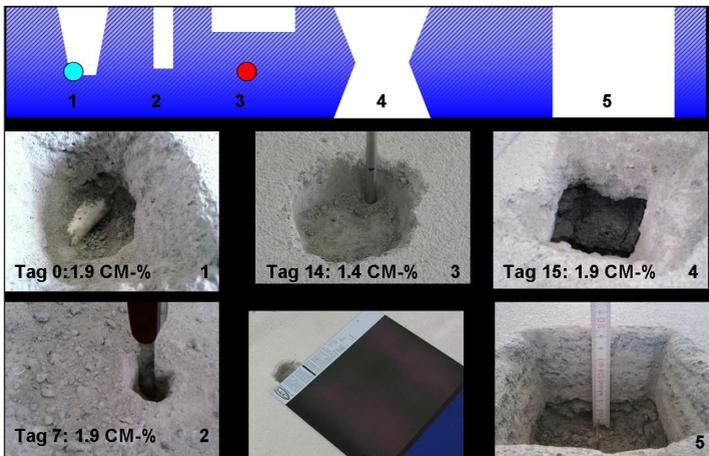
Bei mineralischen Baustoffen, wie Beton, Mörtel und Estrichen, möchte der Anwender somit den **freien Wassergehalt** bestimmen. Der Anteil an freiem Wasser ist nicht identisch mit dem Wassergehalt, der durch Darrung einer Probe im Trockenschrank (bei 105 °C) bestimmt wird. Er ist immer niedriger als der Darrwert (105 °C). Durch Darrung bei 105 °C wird der **verdampfbare Wassergehalt** bestimmt. Dieser beinhaltet neben dem freien Wasser auch kristallin gebundene Wasseranteile.

Bei mineralischen Baustoffen genügt die Reaktionsdauer von 10 Minuten nicht, um bei der CM-Messung die chemische Reaktion zu beenden.

Die Werte für die Belegreife sind empirische Grenzwerte (Erfahrungswerte), die in nationalen Normen festgehalten sind und im Laufe der Zeit auch immer wieder angepasst wurden. Auf Seite 46 sind aktuelle Grenzwerte aufgeführt.

Repräsentative Probennahme

Das nachstehende Bild verdeutlicht die Problematik der Feuchtigkeitsverteilung bei der Prüfgutentnahme für eine Bestimmung der Belegereife. Vermeidbare Diskussionen ergeben sich durch Prüfgutentnahmen die falsch ausgeführt worden sind. Infolge des Austrocknungsverhaltens einseitig trocknender Schichten, ist es sehr wichtig, dass die Probenentnahme über den gesamten Querschnitt erfolgt. Nur so ist sie repräsentativ.



Die Bilder zeigen die in der gleichen Wohnung vorgefundenen Entnahmestellen von Prüfgut für die Beurteilung der Belegereife.

Entnahme 1: Ausgeschaltete Heizung, Prüfgut nur bis zur Höhe der Fussbodenheizung entnommen. Massnahme: Heizung einschalten.

Entnahme 2: Eine Woche später, Prüfgut nur bis zur Höhe der Fussbodenheizung entnommen, Verunsicherung ausgelöst weil gleicher Wert.

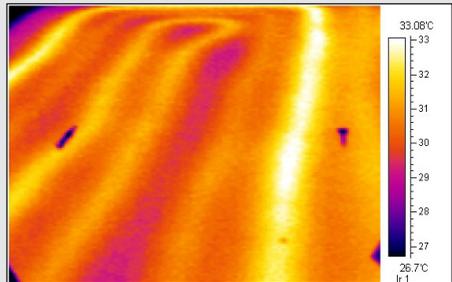
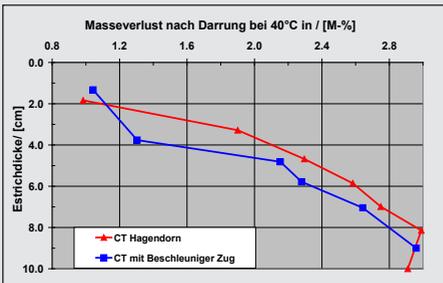
Entnahme 3: Durch Bauleitung beauftragte CM-Messung, Prüfgutentnahme direkt oberhalb einer Heizleitung aus 3cm Tiefe entnommen worden.

Entnahme 4: Erstmals über den gesamten Querschnitt erfolgte Prüfgutentnahme, Einbauhöhe des Estrichs von 10 cm statt der geplanten 8 cm gemessen.

Entnahme 5: Die optimale Entnahme über den gesamten Querschnitt erfolgt mit einem elektrischen Meissel.

Trocknungsbedingungen und Feuchteverteilung

Ein Estrich kann als grosse flache Platte angesehen werden, der während der Trocknungsphase sein Wasser nur über die Oberfläche abgeben kann, also an die Raumluft. Über die Raumluft wird das Wasser als Gas aus dem Bau transportiert. Die Geschwindigkeit der Wasserabgabe an die Raumluft hängt im grossen Masse von den klimatischen Bedingungen im Raum und von der Intensität der Luftbewegung ab. **Je stärker die Ventilation** ist, desto besser ist der Übergang von Wasser aus dem Baustoff an die Raumluft. Zusätzlich zur Ventilation erhöht eine niedrige Raumluftfeuchte die Transportkapazität der Luft. Die niedrige Raumluftfeuchte wird auf dem Bau meist durch **Erhöhung der Raumlufttemperatur** erreicht. Eine höhere Raumluft- und auch Baustofftemperatur hat eine höhere Mobilität der Wassermoleküle zur Folge. Die Eignung des Baustoffes für die gewählte Temperatur resp. sein Verhalten auf die Temperaturerhöhung (mögliche Schüsselung bei einem Zementestrich) muss beachtet werden.



Der Estrich weist wegen der einseitigen Trocknung ein Feuchtigkeitsprofil auf: Oben relativ schnell trocken und gegen unten zunehmend feucht. **(Bild oben links)**

Abhängig von der Raumgeometrie, der Besonnung, der Belüftung, einer Fussbodenheizung und auch der Einbauhöhe bildet sich auch über die Fläche eine unterschiedliche Feuchtigkeitsverteilung aus. **(Bild oben rechts)**

Prüfgutentnahme und Probenhomogenisierung

Mit Hammer und Meißel auf einer Fläche von etwa 100 x 100 mm aus dem zu untersuchenden Untergrund über den gesamten Querschnitt gleichmäßig Material entnehmen. (Noch besser geht es mit einem elektrischen Meißel.) Alle entnommenen Bruchstücke fortlaufend in einen PE-Beutel füllen. Nach vollständiger Probenahme die Stücke im Beutel mit Hilfe des Fäustels zertrümmern. Der Beutel wird dabei kaputtgehen. Zerkleinertes Probenmaterial in frischen PE-Beutel umfüllen und durch Schütteln homogenisieren. Diesen Vorgang wiederholen, bis die Bruchstücke kleiner als 10 mm sind. Dem zerkleinerten und homogenisierten Material eine repräsentative Einwaage entnehmen und abwägen.

Anmerkung: Die Einwaage ist vom Probematerial und der Genauigkeit des Manometers abhängig. Für die nachstehenden Materialien sind folgende Einwaagen zu verwenden:

- Calciumsulfatestrich 100 g (bei einem digitalen Manometer genügen 50 g)
- Beton/Zementestrich 50 g



Ein **Lern-Video zur Prüfgutentnahme und Probenhomogenisierung** finden Sie auf unserem Youtube-Kanal unter: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik oder direkt auf nebenstehenden QR-code.



Messprozedur ohne Zerkleinerungsstab

Zuerst die Stahlkugeln, dann die Probe verlustfrei in die trockene Druckflasche geben. Unter leichter Neigung der Druckflasche eine Glasampulle Calciumcarbid vorsichtig in die Flasche gleiten lassen. Deckel mit Manometer aufsetzen und Gas dicht verschliessen. Zur Vermeidung von Feuchteänderungen sind diese Vorgänge zügig durchzuführen. Die Druckflasche sollte Umgebungstemperatur aufweisen.

Anmerkung: Bei zu kalter Druckflasche lässt sich diese mit einer Vor-Ort Kalibrierung auf Umgebungstemperatur aufheizen.

Messen und Zerkleinern: Glasampulle durch kräftiges Schütteln der Druckflasche zertrümmern. Das Prüfgut in der Druckflasche **während 2 Minuten** durch kräftiges Auf und Abbewegen sowie durch kreisende Bewegungen mit Hilfe der Stahlkugeln zerkleinern. Druckflasche anschliessend an beschatteter Stelle ruhen lassen.

5 Minuten nach dem Verschliessen der Druckflasche das Prüfgut **nochmals kräftig 1 Minute** lang durchschütteln und Druckflasche anschliessend wiederum an beschatteter Stelle ruhen lassen.

10 Minuten nach dem Verschliessen der Druckflasche Prüfgut nochmals kurz (etwa 10 Sekunden) aufschütteln und anschliessend Druck am Manometer ablesen und im Protokoll eintragen.

Den Feuchtegehalt direkt am Manometer mit den Spezialskalen bestimmen und im Protokoll auf eine Kommastelle genau eintragen.

Anmerkung: Die Druckflasche nach dem Ablesen vorsichtig öffnen (entflammbares Gas). Inhalt ausschütten. Sichtkontrolle des Prüfgut (der Zementstein muss pulverförmig sein).

Flasche mit trockener Flaschenbürste sowie Kugeln mit trockenem Tuch reinigen und für nächste Prüfung vorbereiten. Deckeldichtung am Manometer reinigen.



Ein **Lern-Video zur Prüfung der Belegreife mit der Carbid-Methode** finden Sie auf unserem Youtube-Kanal unter: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik oder direkt auf nebenstehenden QR-code.



Messprozedur mit Zerkleinerungsstab

Anmerkung: Die Variante mit dem Zerkleinerungsstab hat zwei Vorteile:

1) Das Probenmaterial wird vor der chemischen Reaktion kontrolliert, sicher und gleichmässig zerkleinert, die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse dadurch wesentlich erhöht.

2) Durch zeitliche Trennung der Probenzerkleinerung von der chemischen Reaktion, wirkt sich ein allfälliges Vorhandensein von Feuerstein im Zuschlag nicht nachteilig für die Bestimmung der Restfeuchte aus.

Vorzerkleinern: Zuerst die Stahlkugeln, dann die Probe verlustfrei in die trockene Druckflasche geben. Zerkleinerungsstab aufsetzen und das Probenmaterial samt Stahlkugeln während 2 Minuten vorzerkleinern. Zerkleinerungsstab abnehmen.



50 g Probe vor resp. nach der Vorzerkleinerung mit dem Zerkleinerungsstab

Messen: Unter leichter Neigung der Druckflasche eine Glasampulle Calciumcarbid vorsichtig in die Flasche gleiten lassen. Deckel mit Manometer aufsetzen und Gas dicht verschliessen. Zur Vermeidung von Feuchteänderungen sind diese Vorgänge zügig durchzuführen. Die Druckflasche sollte Umgebungstemperatur aufweisen. Glasampulle durch kräftiges Schütteln der Druckflasche zertrümmern. Das Prüfgut in der Druckflasche **während 1 Minute** durch kräftiges Auf und Abbewegen sowie durch kreisende Bewegungen mit Hilfe der Stahlkugeln durchmischen. Druckflasche anschliessend an beschatteter Stelle ruhen lassen.

10 Minuten nach dem Verschliessen der Druckflasche Prüfgut nochmals kurz (etwa 10 Sekunden) aufschütteln und anschliessend Druck am Manometer ablesen und im Protokoll eintragen. Den Feuchtegehalt direkt am Manometer mit den Spezialskalen bestimmen und im Protokoll auf eine Kommastelle genau eintragen.

Anmerkung: Die Druckflasche nach dem Ablesen vorsichtig öffnen (entflammbares Gas). Inhalt ausschütten. Sichtkontrolle des Prüfguts (der Zementstein muss pulverförmig sein).

Flasche mit trockener Flaschenbürste sowie Kugeln mit trockenem Tuch reinigen und für nächste Prüfung vorbereiten. Deckeldichtung am Manometer reinigen.



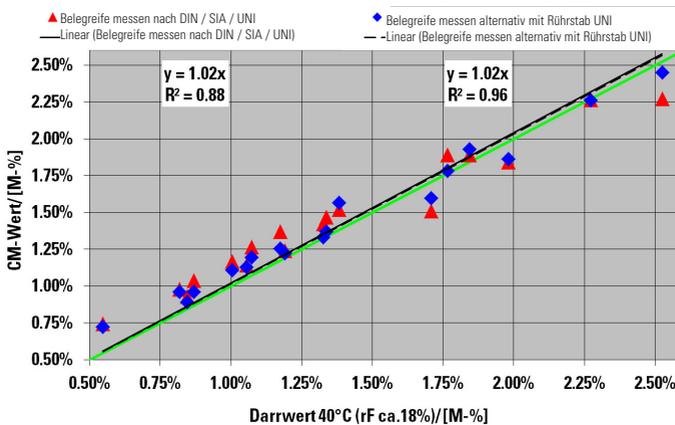
Ein **Lern-Video zur Prüfung der Belegreife mit der Carbid-Methode unter Nutzung des Zerkleinerungsstabs** finden Sie auf unserem Youtube-Kanal unter: www.youtube.com/c/Radtke-messtechnik oder direkt auf dem nebenstehenden QR-code.

Anmerkung: Für beiden Messprozeduren gilt: Bei calciumsulfatgebundenen und zementären Estrichen ist ein weiterer Druckanstieg möglich. Dieser ist nicht zu beachten, da chemisch (d.h. fest) gebundenes Wasser vorliegt.

Die Messprozedur mit Zerkleinerungsstab setzt weniger kristallin gebundenes Wasser frei, weil die Flasche weniger lange geschüttelt wird.

Vergleich der beiden Messprozeduren

Ein Vergleich der Ergebnisse verschiedener zementärer Estriche zeigt eine sehr gute Übereinstimmung der Resultate. Die Proben wurden als Referenz zudem bei 40°C (18%rF) getrocknet. Damit wird auch verdeutlicht, dass nicht nur Calciumsulfat gebundene Systeme bei 40°C (idealerweise bei 25%rF) getrocknet werden können, sondern auch zementäre Systeme, wenn es um die Frage des Anteils an freiem Wasser einer mineralischen Probe geht. Die grüne Linie stellt die Referenzlinie zu den Darrwerten bei 40°C dar. Die roten Dreiecke sind die CM-Werte nach DIN / SIA / UNI und die blauen Diamanten die CM-Werte nach der Messprozedur mit dem Zerkleinerungsstab (UNI). Beide Datenreihen decken sich sehr gut mit der grünen Referenzlinie, wobei der R²-Wert der Ergebnisse für die Messprozedur mit dem Zerkleinerungsstab näher bei 1 und damit genauer ist.



Übliche Belegreifgrenzwerte

Belegreifwerte nach DIN 18560

Bindemittel	beheizt	unbeheizt
Zementestrich	1.8 CM-% ¹	2.0 CM-%
Calciumsulfatestrich	0.5 CM-%	0.5 CM-%

SCHLUSSWORT

Die Angaben in der Gebrauchsanweisung entsprechen dem heutigen Stand unserer Kenntnisse und sollen über unsere Produkte sowie deren Anwendungsmöglichkeiten informieren. Sie haben nicht die Bedeutung, bestimmte Eigenschaften der Produkte oder deren Eignung für einen konkreten Einsatzzweck zuzusichern. Etwa bestehende gewerbliche Schutzrechte sind zu berücksichtigen.

Wir arbeiten ständig an der Verbesserung unserer Produkte. Daher behalten wir uns das Recht vor, Änderungen und Verbesserungen an in dieser Gebrauchsanweisung beschriebenen Produkten ohne vorherige Ankündigung vorzunehmen.

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

Anzuwendende EU Richtlinien:

Wir bestätigen, dass unsere Produkte gemäss den nachfolgenden Richtlinien hergestellt worden sind.

- 2002/95/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 27.01.2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.
- 2002/96/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 27.01.2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte.
- der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung) des europäischen Parlamentes und des Rates vom 18.12.2006.
- Fertigung der Druckflasche nach Druckgeräterichtlinie 97/23/EG vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte.
- Montage der Manometer ab den Versionen CLASSIC und BUSINESS gemäss EN 837-2 Druckmessgeräte, Auswahl- und Einbauempfehlungen für Druckmessgeräte.
- Die Carbidampullen sind gelabelt und gekennzeichnet gemäss der CLP-VO Nr. 1272 / 2008 und die Verpackung für die Carbidampullen erfüllt die Vorschriften nach ADR / IATA.

CM MESSPROTOKOLL

FIRMA: _____

NAME PRÜFER: _____



Gebäude/ Liegenschaft						
Bauabschnitt/ Bauteil						
Stockwerk/ Wohnung						
Estrichtyp	CT		CA		CAF	
	ANDERER:					
Zusatzmittel						
Fussbodenheizung	JA			NEIN		

DOKUMENTATION RAUMLUFT

Temperatur	[°C]	[°C]	[°C]
Feuchtigkeit	[%rF]	[%rF]	[%rF]

DOKUMENTATION BODEN

Messung Nr.:	1	2	3
Estrichdicke	[mm]	[mm]	[mm]
Temperatur	[°C]	[°C]	[°C]

VORPRÜFUNG

Verwendetes Prüfgerät			
Messwert Digits			

ERGEBNIS MATERIALKLIMA «CCM HYGRO COMBI»

Gleichgewichts- Feuchte	[%rF]	[%rF]	[%rF]
Gleichgewichts- temperatur	[°C]	[°C]	[°C]

ERGEBNIS CM-MESSUNG

Einwaage	[g]	[g]	[g]
Druck	[bar]	[bar]	[bar]
Wassergehalt	[M-%]	[M-%]	[M-%]
Temperatur	[°C]	[°C]	[°C]
Belegereife erreicht?			
	JA	NEIN	JA
	JA	NEIN	JA
	JA	NEIN	JA
Datum/ Unterschrift Bauherr			



Vertrieb CH / Welt:

Dr. Radtke CPM AG, Lättichstrasse 4A, CH-6340 Baar/ Schweiz
Telefon +41 41 710 00 32, E-Mail: info@cpm-radtke.com, www.radtke-messtechnik.com

Vertrieb EU / EWR:

Radtke Messtechnik Vertriebs GmbH, Schaanerstrasse 27, LI-9490 Vaduz/ Liechtenstein
Telefon +423 230 11 66, E-Mail: info@vertrieb-radtke-messtechnik.com

© Nachdruck auch auszugsweise nur mit Genehmigung des Herausgebers. Version: 2.05 Druck 06/21