



# Massemetrologie

Professionelles Equipment  
für absolute Präzision

Simplifying Progress

**SARTORIUS**



## Vom Kilogramm-Prototyp zu den Massennormalen

Der internationale Handel benötigt weltweit einheitliche Maße. Die Masse spielt dabei eine wesentliche Rolle, da ein Großteil des Handels auf der gesamten Welt über die Masse abgewickelt wird. Damit überall auf der Welt mit dem gleichen Maß gemessen wird, stellen nationale Metrologieinstitute (NMI) diese Maßeinheiten sicher.

Für die NMI und andere metrologische Institutionen entwickelt Sartorius innovative Massekomparatoren auf höchstem Niveau. Allein in den letzten Jahren entstanden in Kooperation mit Kunden:

- ein Ein-Kilogramm-Prototyp-Massekomparator mit einer hohen Auflösung von 0,0000001 g,
- verschiedene Wägeautomaten,
- vollautomatische Lösungen zur Volumenbestimmung von Gewichten,
- viele weitere Produkte auf dem neuesten Stand der Technik.

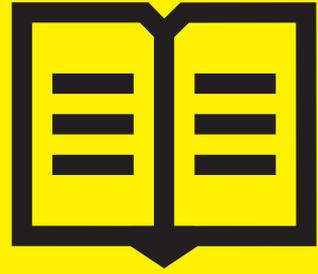
An dieser Stelle möchten wir uns ganz besonders bei allen unseren Partnern für ihre hervorragende Zusammenarbeit bedanken, die dazu beigetragen hat, dass unsere Entwicklungen außerordentlich erfolgreich waren:

- dem Bureau International des Poids et Mesures (BIPM),
- der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB),
- der Technischen Universität Ilmenau (TUI).





Produkte zur  
Bestimmung  
der Masse



# Inhaltsverzeichnis

<b>Cubis® MCM manuelle Massekomparatoren</b> .....	<b>7</b>
Die Cubis® MCM manuellen Massekomparatoren .....	8
Cubis® MCM Leistungsmerkmale .....	10
Cubis® MCM Modelle bis 1 kg .....	12
Cubis® MCM Modelle bis 10 kg .....	13
Cubis® MCM Modelle bis 60 kg .....	13
Automatische Korrektur des Luftauftriebseffektes .....	14
<b>Manuelle Hochlastmassekomparatoren</b> .....	<b>17</b>
Modelle bis 3.000 kg .....	18
<b>Tisch-Wägeroboter CCR10-C</b> .....	<b>22</b>
Modell CCR10.7-C, Bereich 0,1 µg/10 g .....	25
Modell CCR6.7-C, Bereich 0,1 µg/6 g .....	25
Modell CCR10.6-C, Bereich 1 µg/10 g .....	25
Wichtiges Zubehör .....	25
<b>Automatische Massekomparatoren und Roboter</b> .....	<b>26</b>
Massekomparator CCL1007 für nationale Kilogramm-Prototypen .....	28
Roboter zur vollautomatischen Massebestimmung von 1 mg bis 1 kg .....	32
<b>Metrologisches Equipment und Zubehör</b> .....	<b>35</b>
Klimamessstation & Datenlogger .....	36
Suszeptometer & Permeabilitätsprüfgerät – Komplettlösung zur Prüfung der magnetischen Eigenschaften von Gewichten .....	38
Volumen- & Dichtebestimmung .....	40
ScalesNet-M – Die individuelle Softwarelösung zur professionellen Kalibrierung von Gewichten .....	42
Gewichte und Gewichtssätze .....	46
<b>Detaillierte technische Spezifikationen</b> .....	<b>50</b>
Cubis® MCM manuelle Massekomparatoren bis zu 1 kg .....	52
Cubis® MCM manuelle Massekomparatoren 2 kg bis 10 kg .....	54
Cubis® MCM manuelle Massekomparatoren 40 kg bis 60 kg .....	55
Manuelle Hochlastmassekomparatoren 100 kg bis 300 kg .....	56
Manuelle Hochlastmassekomparatoren 600 kg bis 3.000 kg .....	57
Tisch-Wägeroboter .....	58
Stand-Wägeroboter .....	60
Massekomparatoren mit Vakuumkammer .....	61
Geräte zur Bestimmung von Volumen, Dichte, Suszeptibilität und Magnetismus .....	62
<b>Berechnungen und Anwendungsbereiche</b> .....	<b>65</b>
Anwendungsbereiche gemäß OIML R111-1:2004 .....	66
Anwendungsbereiche gemäß ASTM E617 .....	68
Berechnung der Unsicherheiten .....	70





# Cubis® MCM manuelle Massekomparatoren

- 8 Die Cubis® MCM manuellen Massekomparatoren
- 10 Cubis® MCM Leistungsmerkmale
- 12 Cubis® MCM Modelle bis 1 kg
- 13 Cubis® MCM Modelle bis 10 kg
- 13 Cubis® MCM Modelle bis 60 kg
- 14 Automatische Korrektur des Luftauftriebseffektes

 **Mehr erfahren**  
Weitere Informationen erhalten Sie unter  
[www.sartorius.com](http://www.sartorius.com)

# Die Cubis® MCM manuellen Massekomparatoren

## Ihr komplettes Masselabor

Die Cubis® MCM manuellen Massekomparatoren sind die ersten Geräte auf dem Markt, die metrologische Wägekompetenz mit einer integrierten Steuerung von Workflows in enger Anlehnung an die Empfehlungen der International Organization of Legal Metrology (OIML) verbinden. Die OIML definiert in ihrer internationalen Richtlinie R111-1 metrologische und technische Anforderungen. Sie bildet damit die Grundlage zur weltweiten Harmonisierung der Massebestimmung, denn insbesondere in der Pharmaindustrie besteht die Anforderung, höhere Genauigkeiten auf Basis globaler Regularien bis in die Produktion hinein zu transferieren. Alternativ liefert die Cubis® MCM Ergebnisse, die natürlich auch ASTM-konform sind.

## Integrierte Workflow-Steuerung

Die integrierte Workflow-Steuerung der Cubis® MCM manuellen Massekomparatoren minimiert die Fehlerquote bei der Bedienung, denn der Anwender bekommt während des Messprozesses vom Gerät Hinweise über den jeweils nächsten auszuführenden Schritt. Der Einflussfaktor „Mensch“ auf die Genauigkeit der Massebestimmung wird somit deutlich reduziert und die Ergebnisse werden verlässlicher. Gleichzeitig ist der Ablauf ergonomisch optimiert und bietet dem Anwender ein entspannteres Arbeiten.

## Integrierte Klimasensoren

Im Massekomparator integrierte Sensoren erfassen automatisch Klimadaten wie Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte zur Berechnung der Luftauftriebskorrektur am Ort der Messung.

Die Klimadaten können über einen PC dokumentiert werden, sodass die Einhaltung der Grenzwerte für Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte des jeweiligen Kalibrierlevels (E1, E2, F1 oder F2) jederzeit kontrolliert werden kann.

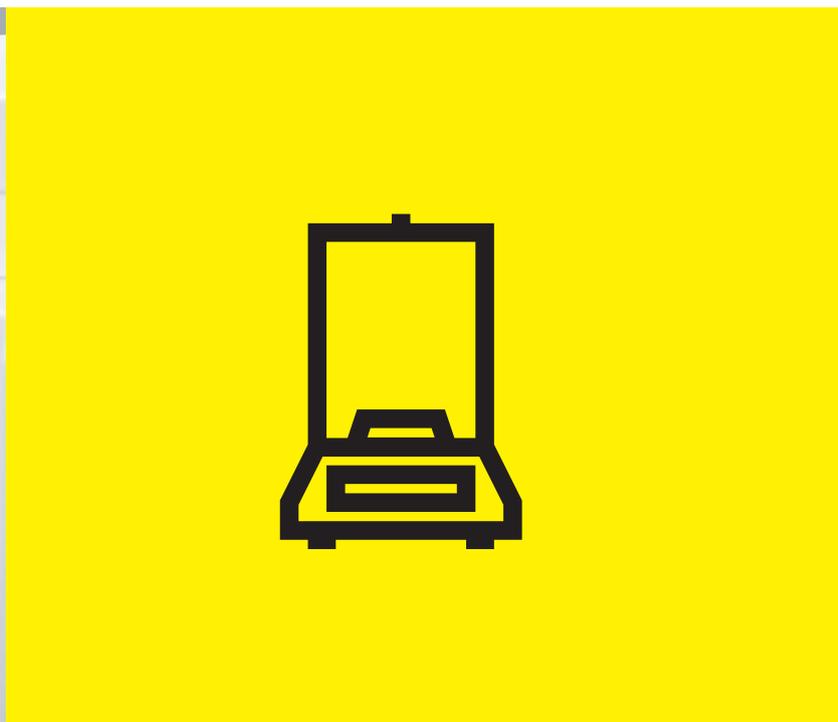
## Schnellster Methodendurchlauf

Im Vergleich zu herkömmlichen Geräten liefern Cubis® Massekomparatoren einen schnellen Methodendurchlauf (ABA, ABBA oder AB1 bis BnA) zur Bestimmung des konventionellen Wägewerts (auch als konventionelle Masse bezeichnet) und dessen kombinierter Standardunsicherheit.

Die manuellen Massekomparatoren können problemlos in die Infrastruktur der Masselabore eingebunden werden. Basierend auf dem Cubis® Q-Com-Kommunikationskonzept können sie in bestehende Netzwerke integriert werden und Daten in jeder gewünschten Form auf andere Geräte übertragen.

Die Spezifizierung der Cubis® MCM Massekomparatoren erfolgt sowohl unter idealen als auch unter realen Laborbedingungen. So ist sichergestellt, dass sie bei Ihnen vor Ort im Einsatz in jedem Fall ihre volle und zuverlässige Leistung erbringen.

Mit all ihren integrierten Funktionen und technischen Möglichkeiten arbeiten die Cubis® Massekomparatoren wie „kleine metrologische Labore“ – nur im Massekomparator integriert.





MASS COMPARATOR  
MCM 2004

SARTORIUS

Benno Gatzemeier  
24/04/2014 12:49:38  
d = 0.0001 g  
+ 1999.9983  
Max: 2500 g  
Cycle: 2 / 3  
0% 100%  
isoCAL  
Current: A-B-A  
Measuring test weight . Close Draftshield 3 sec  
Stabilization time:  
Abort

# Cubis® MCM

Manuelle Massekomparatoren mit dem vollen Leistungsspektrum einer Cubis®

- Alle MCM Massekomparatoren verfügen über eine Cubis® MSA-Bedieneinheit mit farbigem Touchscreen zur schnellen und einfachen Einstellung aller Parameter und Abläufe.
- Dank der durchgängigen Wägewertanzeige kann jeder Gewichtswert zwischen 0 g und der Maximallast angezeigt werden.
- Im Windschutz integrierte Klimasensoren erfassen Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck (bei Modellen ohne Windschutz ist ein externes Klimamodul mit den entsprechenden Sensoren im Lieferumfang enthalten).
- Geführte Arbeitsschritte zum Kalibrieren gemäß der Methoden ABA, ABBA, AB1 bis BnA ermöglichen fehlerfreies und effizientes Arbeiten.
- Die Berücksichtigung der Referenzgewichtsdaten und die Führung durch den Messdurchlauf erfolgen automatisch.
- Die Messunsicherheitsbestimmung wird komplett gemäß der Richtlinie der OIML und ASTM durchgeführt. Eine externe Software oder eine Klimamessstation zur Erfassung der Umgebungsparameter ist nicht notwendig.
- Filter können optimal an die Umgebungsbedingungen angepasst werden.
- Die Elektronik und Stromversorgung für die Anzeige sind separiert vom Wägesystem, sodass ihre Wärme die Messergebnisse nicht beeinträchtigt.
- Anwendungsprogramme für Wägen, Einheitenumschaltung, individuelle Kennzeichnung, Dichtebestimmung und Statistik sind standardmäßig in Cubis® MCM Massekomparatoren implementiert.



- MCM Massekomparatoren erkennen eine Schrägstellung selbständig und bieten grafische Unterstützung bei der Nivellierung. Bei den Modellen MCM2004, MCM5004 und MCM5003 kann die Nivellierung auch motorisch durchgeführt werden.
- Cubis® MCM kennen keine Grenzen in Sachen Konnektivität und Kommunikation. Diverse Datenschnittstellen wie USB, RS-232C und Ethernet ermöglichen nahezu alle Formen der bidirektionalen Kommunikation. Auch eine Einbindung in Netzwerke oder eine Kommunikation mit externer Software über standardisierte Kommunikationsprotokolle, SICS oder Webservices ist möglich.
- Alle Daten lassen sich einfach auf einer SD-Karte speichern und auf PCs oder andere MCM Massekomparatoren übertragen.
- Die moderne Q-App-Programmierung der MCM Massebestimmungs-Software erlaubt es, auch ganz spezielle, kundenspezifische Wünsche zur Massebestimmung oder Einbindung in ihr System vorzunehmen. Sprechen Sie bitte unsere Produktspezialisten an.
- Für alle Modelle sind zusätzliche Windschütze verfügbar. Damit können Luftbewegungen durch Klimaanlage reduziert werden. So können auch bei ungünstigen klimatischen Bedingungen kleinste Standardabweichungen erreicht werden.



# Modelle

bis zu 1 kg



Modell 1	MCM6.7
Höchstlast und elektrischer Wägebereich	6,1 g
Ablesbarkeit	0,1 µg
Wiederholbarkeit s bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	0,15 µg



Modell 2	MCM36	MCM66	MCM106
Höchstlast und elektrischer Wägebereich	31 g	61 g	111 g   61 g
Ablesbarkeit	1 µg	1 µg	1 µg
Wiederholbarkeit s bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	1 µg	1 µg	1 µg



Modell 3	MCM605	MCM1005	MCM1004
Höchstlast und elektrischer Wägebereich	610 g	1.110 g   610 g	1.110 g   610 g
Ablesbarkeit	10 µg	10 µg	100 µg
Wiederholbarkeit s bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	10 µg	15 µg	50 µg



bis zu 10 kg



Modell 4	MCM2004	MCM5004	MCM5003
Höchstlast und elektrischer Wägebereich	2,5 kg	5,1 kg	5,1 kg
Ablesbarkeit	0,1 mg	0,1 mg	1 mg
Wiederholbarkeit s bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	0,05 mg	0,3 mg	0,5 mg



Modell 5	MCM10K3
Höchstlast und elektrischer Wägebereich	11 kg
Ablesbarkeit	1 mg
Wiederholbarkeit s bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	0,8 mg

bis zu 60 kg



Modell 6	MCM40K3	MCM60K3	MCM60K2
Höchstlast	41 kg	64 kg	64 kg
Ablesbarkeit	1 mg	2 mg	10 mg
Wiederholbarkeit s bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	2 mg	4 mg	6 mg



Modell 7	MCM32002
Höchstlast	32 kg
Ablesbarkeit	10 mg
Wiederholbarkeit s bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	10 mg

Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.  
<sup>1)</sup> Optimalbedingungen: automatische Messung ohne Einfluss des Bedieners, gemessen in einem Labor unter EI-Bedingungen, auf einem entkoppelten Wägestein, kein Luftzug von oben.

## Zubehör für Cubis® MCM zur Erfassung von Temperatur, Luftdruck und -feuchte\*

Zubehör und Service	Bestellnummer
Klimamodul ohne Kalibrierungszertifikat für alle MCM-Modelle	YCM20MC
Kalibrierung eines Klimamoduls YCM20MC mit DAkkS-Kalibrierschein	YCM20DAkkS
Klimamodul mit DAkkS-Kalibrierschein für alle MCM-Modelle	YCM20MC-DAkkS
Haken zur Unterflurwägung für die Modelle MCM40K3, MCM60K3, MCM60K2, MCM40K3-DAkkS, MCM60K3-DAkkS und MCM60K2-DAkkS	69EA0040
Tower für Klimamodul zur Montage des YCM20MC kann auf folgende Modelle übertragen werden MCM10K3, MCM40K3, MCM60K3, MCM60K2, MCM10K3-DAkkS, MCM40K3-DAkkS, MCM60K3-DAkkS und MCM60K2-DAkkS inkl. Anschlusskabel	YCM20MC-Tower

\* Beim Modell MCM32002 nicht als Option erhältlich

# Automatische Korrektur des Luftauftriebseffektes

Bei Massevergleichen unter atmosphärischen Bedingungen erfahren die Gewichtsstücke in Abhängigkeit von ihrem Volumen und der Luftdichte eine Auftriebskraft, die entgegengesetzt zur Gewichtskraft gerichtet ist. Weicht die Materialdichte des Prüflings von der des Referenzgewichtes ab, so muss zur Ermittlung des konventionellen Wägewertes eine Auftriebskorrektur sowie eine Normierung auf die Luftdichte  $1,2 \text{ kg/m}^{-3}$  durchgeführt werden.

Alle Modelle der Cubis® MCM manuellen Massekomparatoren (mit Ausnahme des Modells MCM32002) sind serienmäßig mit einem Modul zur Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck und Luftfeuchte zur Bestimmung der Luftdichte ausgestattet. Dieses Modul befindet sich bei den mit Windschutz ausgestatteten Komparatoren innerhalb des Wägeraumes, um die tatsächlich wirkenden Umgebungsbedingungen zu erfassen. Bei Geräten ohne Windschutz ist das Klimamodul an einem externen Tower befestigt, sodass auch in diesem Falle die für zum Massevergleich relevanten Umgebungsbedingungen erfasst werden.

Da das Klimamodul per Stecker an den Massekomparator angeschlossen wird, kann es zur Kalibrierung einfach entnommen werden. Die Kalibrierdaten und die zugehörigen Korrekturkennlinien werden auf dem internen Speicher des Klimamoduls hinterlegt. Somit stehen bei Massevergleichen zeitsynchrone und metrologisch rückführbare Klimadaten sowie deren Messunsicherheiten zur Verfügung. Für ein kalibriertes Klimamodul werden folgende Standardunsicherheiten spezifiziert:

## Temperatur:

$u_t = 0,15 \text{ K}$  im Bereich von  $18 \text{ °C}$  bis  $27 \text{ °C}$ .

## Luftdruck:

$u_p = 1 \text{ hPa}$  im Bereich von  $800 \text{ hPa}$  bis  $1.100 \text{ hPa}$

## Luftfeuchte:

$u_{hr} = 1 \%$  im Bereich  $30 \%$  bis  $70 \%$

$u_{hr} = 2 \%$  im Bereich  $70 \%$  bis  $90 \%$

Aus den gemessenen Umgebungsbedingungen und deren Unsicherheit berechnet der Massekomparator die Luftdichte. Mit Kenntnis der Dichte von Referenz- und Prüfgewicht und deren Unsicherheit, berechnet die integrierte Applikations-Software „Mass Calibration“ die Luftauftriebskorrektur samt zugehöriger Unsicherheit. Im Ergebnis des Massevergleiches wird der konventionelle Wägewert des Prüfgewichts mit den entsprechenden Unsicherheitsbeiträgen ausgegeben.



Externes Klimamodul mit YCM20MC-Tower



Innerhalb des Windschutzes angeschlossenes Klimamodul



# Manuelle Hochlastmasse- komparatoren

18 Manuelle Hochlastmassekomparatoren  
bis 3.000 kg



 **Mehr erfahren**  
Weitere Informationen erhalten Sie unter  
[www.sartorius.com](http://www.sartorius.com)

# Manuelle Hochlastmassekomparatoren

bis 3.000 kg

Alle Sartorius Hochlastmassekomparatoren sind aus hochwertigem Edelstahl gebaut. Rückwirkungen von magnetisierten Gewichten auf die Wägung können somit ausgeschlossen werden.

Die einzigartige Sandwich-Bauweise mit spannungsfrei eingebauten Wägezellen garantiert ausgezeichnete Wiederholbarkeiten, auch bei unsanfter Belastung.

Die Modelle der CCS-Serie sind mit vier hochauflösenden, aufeinander abgeglichenen DMS-Wägezellen ausgestattet. Für alle Hochlastmassekomparatoren sind Windschütze im Lieferumfang enthalten.

Die Modelle der CCT-Serie garantieren mit ihrer innovativen stabilen Drei-Punkt-Aufnahme und den drei hochauflösenden DMS-Wägezellen einen sicheren und zwangsfreien Stand. Die weit auseinanderliegenden Wägezellen minimieren Ecklastfehler und ermöglichen eine sehr gute Wiederholbarkeit.



## CCT-Serie

	CCT1000K	CCT2000K
Höchstlast	1.200 kg	2.100 kg
Ablesbarkeit	1 g	1 g
Wiederholbarkeit (optimal) s*	2 g	5 g



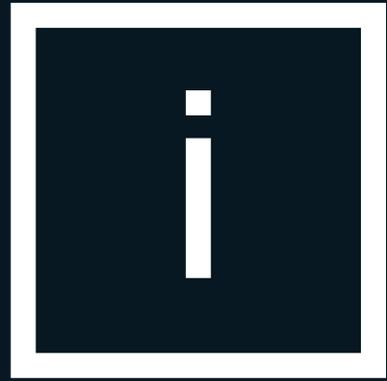
## CCS-Serie

	CCS600K	CCS1000K	CCS3000K
Höchstlast	605 kg	1.510 kg	3.010 kg
Ablesbarkeit	1 g	5 g	10 g
Wiederholbarkeit (optimal) s*	2 g	5 g	10 g

## CCI-Serie

	CCI100K2	CCI300K
Höchstlast	151 kg	303 kg
Ablesbarkeit	50 mg	1 g
Wiederholbarkeit (typisch) s*	200 mg	0,5 g

s\* Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift. Voraussetzung für die genaue Kalkulation der Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein M1-Masselabor.



Manueller Hochlastmassenkomparator der CCI-Serie

# Tisch-Wägeroboter CCR10-C

- 25 Modell CCR10.7-C, Bereich 0,1 µg/10 g
- 25 Modell CCR6.7-C, Bereich 0,1 µg/6 g
- 25 Modell CCR10.6-C, Bereich 1 µg/10 g
- 25 Wichtiges Zubehör



 **Mehr erfahren**  
Weitere Informationen erhalten Sie unter  
[www.sartorius.com](http://www.sartorius.com)



SARTORIUS

SARTORIUS



# Tisch-Wägeroboter CCR10-C

Genau, aber kompakte und kostengünstige Lösungen für die Massebestimmung und den Massevergleich

Die kompakten CCR-Robotersysteme bieten automatisierte Lösungen in Tischgröße für die Massebestimmung oder den Massevergleich mit einer maximalen Kapazität von bis zu 10 g. Mit 120 Magazinplätzen benötigen diese Systeme kein Eingreifen des Bedieners und ermöglichen somit eine kontinuierliche Verarbeitung der Messungen über Nacht oder über das Wochenende. Das Sartorius Robotersystem mit zwei Armen mit einem patentierten Mehrfach- und einem Einzelwägesystem wurde für die gleichzeitige Handhabung von Referenz- und Testgewichten entwickelt und beschleunigt die Prozesse mit seinen effizienten Bewegungsabläufen und handhabt die Gewichte mit höchster Präzision und Konsistenz. Die in der Wägeraum integrierten Klimasensoren tragen zusätzlich zur Zuverlässigkeit der Ergebnisse bei. Die automatisierte Gewichtshandhabung im Bereich von 1 mg bis 10 g eliminiert nicht nur die Fehlerraten bei der manuellen Handhabung, sondern erhöht auch die Produktivität erheblich, was langfristig zu Kosteneinsparungen führt.

## Ihre Vorteile

- 120 Magazinplätze ermöglichen Messungen über Nacht und am Wochenende
- Die Technologie des Robotersystems mit zwei Armen garantiert die effizientesten Bewegungsabläufe auf dem Markt
- Das Design der Tisch-Wägeeinrichtungen spart wichtigen Laborraum
- Die Robustheit gewährleistet die besten Wiederholbarkeitswerte
- Eingebauter Klimasensor direkt in den Wägezellen zur weiteren Unterstützung der Messgenauigkeit
- Drei Modelle erfüllen Ihre Workflow-Anforderungen

## Hoher Durchsatz ermöglicht eine Verarbeitung an Wochenenden und gibt Ressourcen frei

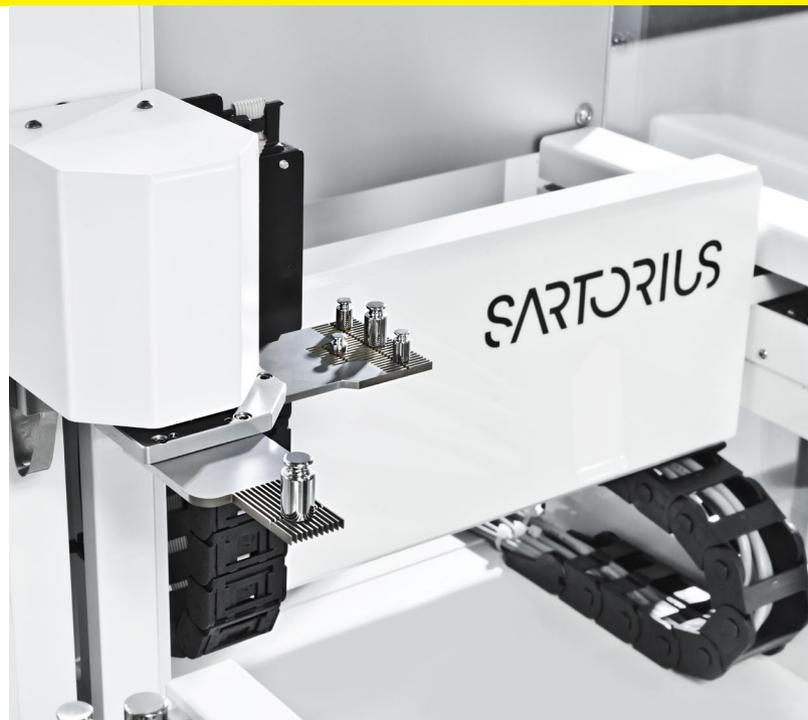
120 Magazinplätze ermöglichen das Laden einer großen Anzahl von Gewichten und die kontinuierliche Verarbeitung der Messungen über Nacht oder über das Wochenende. Das Magazin wurde entwickelt, um mögliche Gewichtsformen, die für Gewichte der OIML- und ASTM-Klasse verwendet werden, direkt aufzunehmen, ohne dass zusätzliche Gewichtsträger oder Gewichtshalter erforderlich sind.





### **Einzigartige Roboterarmtechnologie für effiziente Bewegungsabläufe**

Das Sartorius Robotersystem mit zwei Armen mit dem patentierten Mehrfach- und Einzelwägesystem wurde für die gleichzeitige Handhabung von Referenz- und Testgewichten entwickelt. Die beiden Einzelwägesysteme ermöglichen eine vereinfachte und schnelle Handhabung des Referenz- und Testgewichts direkt zwischen dem Magazin und der Wägezelle. Das Doppelarmsystem mit einem Mehrfach- und Einzelwägesystem kann bis zu vier Gewichte und das Referenzgewicht erfassen. Die vier Gewichte werden an der Sammelstation zusammengebaut und anschließend gleichzeitig gemessen. Daher ist es nicht erforderlich, die Gewichte in das Magazin oder in eine Parkposition zurückzubringen.



### Integrierter Klimasensor

Die Wägezellen aller drei Modelle verfügen über einen eingebauten Klimasensor, sodass die Parameter für Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck genau am Ort der Massebestimmung gemessen werden und somit die genaueste Korrektur des Luftauftriebs gewährleistet ist.



### Fehlerfreie Gewichtssortierung

Die speziell für diese Systeme entwickelte Gewichtssortierplatte ermöglicht eine einfache und fehlerfreie Bearbeitung der großen Anzahl von Gewichten. Jede Zeile und Spalte ist beschriftet und identisch mit der Beschriftung auf dem Gewichtsmagazin. Zusätzlich ist jede Reihe abnehmbar, was eine intuitive und effiziente Gewichtshandhabung unterstützt.

### Variabilität zur Anpassung an Ihre Workflows

Drei verschiedene Varianten decken nicht nur die Massevergleich-Anforderungen nationaler Metrologieinstitute und gesetzlicher Metrologielabore ab, die für die Klasse E1 akkreditiert sind, sondern bieten auch attraktive Lösungen für einen hohen Durchsatz für Kalibrierungslabors, die normalerweise für E2 oder F1 akkreditiert sind.



# Technische Spezifikationen

Modelle	CCR10.7-C	CCR10.6-C	CCR6.7C
Fassungsvermögen	10 g	10 g	6 g
Ablesbarkeit	0,1 µg	1,0 µg	0,1 µg
Wiederholbarkeit (typisch)	0,2 µg	0,5 µg	0,2 µg
Magazinplätze	120	120	120
Roboterarmtechnologie	Doppelarmsystem	Doppelarmsystem	Doppelarmsystem
Wägesysteme	Ein Mehrfach- und ein Einzelwägesystem	2 × Einzelwägesysteme	Ein Mehrfach- und ein Einzelwägesystem
Abmessungen (B × T × H mm)	1200 × 800 × 760	1200 × 800 × 760	1200 × 800 × 760

## Wichtiges Zubehör

Bestellcode	Beschreibung
YWT12	 <p>Wägetisch aus Granit, Gewicht: 680 kg, Abmessungen (B x T x H mm) 800 x 1200 x 800</p>
YWT13	 <p>Wägetisch aus Granit und Stahl, Gewicht: 330 kg, Abmessungen (B x T x H mm) 800 x 1200 x 800</p>
YCM20MC-Tower	 <p>Der Klima-Tower überwacht die Umgebungsvariablen der Umwelt (Temperatur, Druck und Luftfeuchte)</p>
YCM20DAKKS	DakKS-Kalibrierungszertifikat für Klimasensoren
YAW10CCR-C	 <p>Gewichtssortierplatte mit herausnehmbaren Trays für eine einfache und fehlerfreie Bearbeitung der großen Anzahl von Gewichten. Jede Zeile und Spalte ist beschriftet und identisch mit der Beschriftung auf dem Gewichtsmagazin.</p>
YSN03C   YSN03NC   YSN03RC	PC-Software ScalesNet-M
YCW322-02	2 g Klasse E2 mit DAkKS-Kalibrierschein für Modell CCR10.7-C
YCW412-02	10 g Klasse E2 mit DAkKS-Kalibrierschein für Modell CCR10.6-C
YCW352-0	5 g Klasse E2 mit DAkKS-Kalibrierschein für Modell CCR6.7-C



Mehr erfahren  
Broschüre: Kompakte CCR-Robotersysteme



Mehr erfahren  
Whitepaper: Genauer und hoher Durchsatz  
Massebestimmung mit Tischrobotersystemen



Mehr erfahren  
Datenblatt: Tisch-Wägeroboter

# Automatische Massekomparatoren und Roboter

- 28 Massekomparator CCL1007 für nationale  
Kilogramm-Prototypen
- 32 Roboter zur vollautomatischen Massebestimmung  
von 1 mg bis 1 kg





# Massekomparator CCL1007 für nationale Kilogramm-Prototypen

## Für Massevergleiche von Siliziumkugeln und Gewichtsartefakten

Sartorius beherrscht die Kerndisziplinen des Wägens wie kein anderer. Auch in der Massemetrologie setzt Sartorius Maßstäbe. Mit dem Bureau International des Poids et Mesures und dem Institut für Prozessmess- und Sensortechnik der Technischen Universität Ilmenau hat Sartorius einen Massekomparator – CCL1007 – entwickelt, mit dem man Massedifferenzen von 1 kg Massestücken auf 0,1 µg genau, auch unter Hochvakuumbedingungen bestimmen kann.

Durch eine druckstabile Vakuumkammer aus Aluminium mit Plexiglasumhausung ist der Komparator CCL1007 optimal vor klimatischen Umgebungseinflüssen geschützt. Messungen sind sowohl unter Normaldruck als auch unter Hochvakuum bis zu einem Druck von  $10^{-6}$  hPa möglich. Im Gegensatz zu herkömmlichen Vakuumkammern aus Edelstahl können bei der Aluminiumkammer keine magnetischen Rückwirkungen auf das Wägesystem und die Gewichtsstücke auftreten.

Ausgerüstet ist die Anlage mit einem voll-automatischen Lastwechsler, der bis zu acht Gewichtsstücke gleichzeitig aufnehmen kann. Da die Gewichtsstücke auf einer einzigartigen Dreipunktaufnahme gelagert werden, ist sowohl die Verwendung von zylindrischen als auch sphärischen Gewichtsstücken möglich. Damit erfüllt das Gerät wesentliche Voraussetzungen für hochgenaue metrologische Untersuchungen zur Neudefinition des Kilogramms auf Basis der Avogadrokonstanten mittels Siliziumkugel.

Dank seiner automatischen Beladevorrichtung lassen sich die Gewichtsstücke auf dem Lastwechsler positionieren, ohne dass die komplette Vakuumkammer geöffnet werden muss.

Während des Beladevorganges wird der Masseschwerpunkt des Gewichtsstückes bestimmt. Mit einem speziellen Verfahren wird eine Dezentrierung des Gewichtsstückes dabei automatisch korrigiert und dieses anschließend zentriert auf dem Lastwechsler abgesetzt. Für einen kontaminationsfreien Beladevorgang kann der Massekomparator CCL1007 zusätzlich mit einer Vakuumtransferschleuse (YVTS01C) ausgerüstet werden.

Die eigentliche Wägezelle ist im oberen Bereich der Vakuumkammer angeordnet. Über die Beladeöffnung kann hierbei auf die Substitutionslastschale zugegriffen werden, falls die Normale auf dem Lastwechsler von einem Kilogramm abweichen. Zudem ist es auch möglich, dass interne Ein-Gramm-Justiergewicht zu entnehmen und separat zu kalibrieren.

Alle Komponenten innerhalb der Vakuumkammer sind hochvakuumbeständig. Eine Kontamination der Gewichte kann deshalb ausgeschlossen werden. Die in der Vakuumkammer verwendeten Materialien sind allesamt feste Stoffe mit niedrigem Dampfdruck sowie frei von Öl und Fett.

Die notwendigen Antriebskräfte zum Drehen des Lastwechslers und zum Heben und Senken der Gewichtsstücke werden über Drehachsen mit entsprechenden Vakuumdurchführungen ins Innere der Vakuumkammer geleitet. Der Lastwechsler wird über ein spielfreies Seilzugsystem angetrieben und exakt positioniert. Mehr als 20 Vakuumflansche ermöglichen das Einbringen von zusätzlichen Sensoren in die Vakuumkammer.

Die Motoren für den Antrieb des Lastwechslers und die dazugehörigen Steuereinrichtungen befinden sich außerhalb der Vakuumkammer in einem Steuerschrank. Durch keramische Achsen und die räumliche Trennung wird ein Leistungseintrag dieser Komponenten auf die Vakuumkammer unterbunden. Somit werden zeitliche und räumliche Temperaturgradienten im Inneren der Vakuumkammer minimiert.

Gesteuert wird die Anlage über eine benutzerfreundliche Bediensoftware, welche optional um ScalesNet-M erweitert werden kann. ScalesNet-M (YSN03C, s. S. 42) ist eine Management-Software für Masselabore, die alle Anforderungen abdeckt und Geräte im Masselabor vernetzt.

Der CCL1007 stellt besondere klimatische und mechanische Anforderungen an die Räumlichkeiten, die Installation und den Betrieb. Dafür ist speziell geschultes Personal notwendig. Unsere Spezialisten begleiten Sie deshalb von der Einrichtung des Labors über die Aufstellung bis zur Inbetriebnahme und leisten Hilfestellung bei Problemen.



CCL1007 mit Vakuum-Transfersystem VTS

## Einsatzbereiche

- Ein-Kilogramm-Prototypwaage für den Masseanschluss der Hauptnormale nationaler metrologischer Institute (NMIs) an die nationalen Massennormale (Kilogramm-Prototyp) der Länder
- Ableitung der Masseskala der NMI's im Bereich 1 kg bis 1 mg. Für Gewichtgruppen und Gewichte  $\leq 200$  g sind Adapterplatten erforderlich
- Massebestimmung im Rahmen von internationalen Vergleichsmessungen (Key Comparisons) und Kalibrierungen für Staatsinstitute, Kalibrierlaboratorien und die Industrie entsprechend den in den CMC-Tabellen des BIPM angegebenen, erreichbaren Messunsicherheiten
- Experimentelle Bestimmung der Luftdichte durch Vergleichswägung spezieller Auftriebskörper in Luft und im Vakuum
- Massebestimmung von Ein-Kilogramm-Siliziumkugeln (im Rahmen des Avogadro-Projekts zur Bestimmung der Avogadro-Konstanten und Neudefinition der Masseinheit Kilogramm)
- Experimentelle Untersuchungen zum Einfluss von Reinigungsprozeduren sowie Sorptions- und Konvektionseffekten auf die Massebestimmung und zur Langzeitstabilität von Massennormalen



# Vakuum-Transfersystem VTS

Mit dem Vakuum-Transfersystem (VTS) sind nicht nur Luft-zu-Luft-Beladungen mit der Standardausführung möglich, sondern auch die Beladung von Luft zu Vakuum und von Luft zu Schutzgas. Dadurch bleiben die Messbedingungen innerhalb der Vakuumkammer während der Beladung des Lastwechslers mit Gewichtsstücken konstant. Außerdem kann die Vakuumtransferschleuse mit speziellen Transport-Containern verbunden werden.

Diese Container erlauben es, Gewichtsstücke innerhalb des Labors unter Schutzgas oder Vakuum zu lagern. So ist es möglich, die Container innerhalb der Vakuumtransferschleuse unter Schutzgas oder Vakuum zu öffnen und den Lastwechsler automatisch zu beladen. Dadurch werden die Gewichtsstücke ausschließlich den gewünschten Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Somit werden durch die Transport-Container auch Beladungen von Vakuum zu Vakuum und von Schutzgas zu Schutzgas ermöglicht.

## Technische Spezifikationen

	<b>CCL1007</b>
Höchstlast	1.031 g
Ablesbarkeit	0,1 µg
Wiederholbarkeit s*	s ≤ 0,2 µg
Wiederholbarkeit in Vakuum s *	s ≤ 0,1 µg
Wiederholbarkeit (typisch) s*	s ≤ 0,1 µg
Linearität	≤ 1 µg
Elektronischer Wägebereich	2 g
Druckbereich	10 <sup>-6</sup> -1.000 mbar
<b>Anwendungsbereich</b>	
OIML R111-Klassen	≤ E11 kg
mit Adapterplatten für Gewichtgruppen	≤ E11 mg - 1 kg
Siliziumkugel	Ø 95 mm

s\* Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 6 ABBA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift. Voraussetzung für die genaue Kalkulation der Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein E1-Masselabor.

# Roboter zur vollautomatisierten Massebestimmung

von 1 mg bis 1 kg

Robotersysteme mit neuester Wägetechnik garantieren höchste Genauigkeit bei der Massebestimmung. Der vollautomatische Massevergleich vereinfacht die Arbeit im Masselabor. Dabei wird die Massebestimmung kompletter Gewichtssätze effizient und zeitsparend durchgeführt.

Die Robotersysteme werden mit einer bedienerfreundlichen Steuerungssoftware ausgeliefert. Ein zusätzlicher PC-Arbeitsplatz ist somit nicht erforderlich. Die CCR-Robotersysteme sind standardmäßig mit YCM20MC-Klimamodulen ausgestattet, sodass alle für einen Massenvergleich relevanten Klimaparameter verfügbar sind.

Roboter zur Massebestimmung von Gewichten (1 mg – 1 kg), CCR10-1000



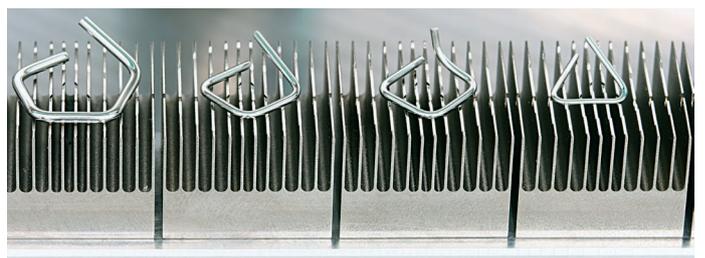
Gewichtsgabel mit 4 Gewichten



Magazin des CCR10-1000 (10 g – 1 kg)



Detail des Magazins vom CCR10-1000 (1 mg – 10 g)



Dank des modularen Aufbaus des Robotersystems lässt sich das Gerät den Kundenanforderungen entsprechend anpassen. Eine nachträgliche Erweiterung des Funktionsumfangs ist dabei jederzeit möglich: Der Anwendungsbereich umfasst Gewichtsstücke von 1 mg bis 10 g (CCR10) beziehungsweise 10 g bis 1 kg (CCR1000) und in der maximalen Ausbaustufe von 1 mg bis 1 kg (CCR10-1000). Auch die Anzahl der Magazinplätze ist kundenspezifisch: Bis zu 164 Magazinplätze sind für den Bereich von 1 mg bis 1 kg möglich. Da Sie bereits während einer laufenden Messung die Gewichtsstücke für die folgenden Messungen auf den Drehmagazinen positionieren können, entfallen langwierige Wartezeiten zur Akklimation Ihrer Gewichtsstücke.

Nachdem der Nutzer die Gewichtsstücke auf den Magazinplätzen positioniert und mittels Bediensoftware das Wägeschema eingegeben hat, werden alle Massevergleiche automatisch durchgeführt (direkter Vergleich von Gewichten oder Vergleich von Gewichtskombinationen). Entsprechende Messprotokolle mit Wäge- und Klimawerten werden generiert und stehen für die Auswertung in unterschiedlichsten Programmen zur Verfügung. Natürlich können alle Sartorius Wägeroboter auch direkt von ScalesNet-M gesteuert werden. ScalesNet-M (YSN03C, s. S. 42) ist eine Management-Software für Masselabore, die alle Anforderungen abdeckt und alle Geräte im Masselabor vernetzt.

Für die zügige Arbeitsweise des Robotersystems werden Referenz- und Prüfgewicht auf einer separaten Gewichtsgabel platziert. Die Gewichtsgabeln können Gewichtsgruppen von bis zu vier Gewichten tragen. So werden alle Gewichtsstücke einer Gewichtsgruppe zeitgleich auf der Lastschale abgesetzt.

Die Masseableitung für E1-Gewichte ist durchgehend von 1 kg bis 1 mg in einem Gerät (CCR10-1000) möglich. Ein zeitaufwendiges Umsetzen von Gewichten von einem Gerät zum anderen entfällt.

Die Magazinplätze und Gewichtsgabeln sind so konzipiert, dass beliebige Gewichtsformen wie Draht- und Plättchengewichte oder auch Knopf-, Zylinder- und Scheibengewichte sicher gehandhabt werden.

## Typische Anwender sind:

- Nationale metrologische Institute für eine Darstellung der Masseskala von 1 kg bis 1 mg
- Hersteller von Gewichtsstücken mit maximalem Durchsatz von direkten Massevergleichen
- Kalibrierlabore für eine Steigerung des Durchsatzes durch Massevergleiche auch während der Nachtstunden und am Wochenende

## Technische Spezifikationen

	CCR10	CCR1000	CCR10-1000
	1 mg – 10 g	10 g – 1 kg	1 mg – 1 kg
Höchstlast	10,5 g	1,016 g	10,5 g   1.016 g
Ablesbarkeit	0,1 µg	1 µg	0,1 µg   1 µg
Wiederholbarkeit (typisch) s*	< 0,2 µg	< 2 µg	< 0,2 µg   < 2 µg
Linearität	1 µg	20 µg	1 µg   20 µg
Elektronischer Wägebereich	3,5 g	26 g	3,5 g   26 g
Magazinplätze	39	23	39   23
Optionale Magazinplätze	26 – 65	13 – 36	13 – 101

s\* Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 6 ABBA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift. Voraussetzung für die genaue Kalkulation der Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein E1-Masselabor.





# Metrologisches Equipment und Zubehör

- 36 Klimamessstation & Datenlogger
- 38 Suszeptometer & Permeabilitätsprüfgerät –  
Komplettlösung zur Prüfung magnetischer  
Eigenschaften von Gewichten
- 40 Volumen- und Dichtebestimmung
- 42 ScalesNet-M – Die individuelle Softwarelösung  
zur professionellen Kalibrierung von Gewichten
- 46 Gewichte und Gewichtssätze

# Klimamessstation & Datenlogger

Mit der YCM16C hat Sartorius eine einzigartige Klimamessstation höchster Genauigkeit zur kontinuierlichen Datenerfassung des Raumklimas entwickelt.

## Für alle metrologischen Labore geeignet

Die Klimamessstation YCM16C ist die perfekte Lösung zur Bestimmung der Luftdichte und zur Überwachung des Raumklimas in allen metrologischen Laboren.

## Raumüberwachung

Die YCM16C ermöglicht Ihnen die für Kalibrierlabore notwendige Raumüberwachung aller Genauigkeitsklassen gemäß OIML R111-1 bis Klasse E1. Diese wird permanent kontrolliert und Ihnen am Display angezeigt.

## Luftauftriebskorrektur

In Verbindung mit der Software ScalesNet-M ist die Klimamessstation für die Luftauftriebskorrektur zur hochgenauen Massebestimmung geeignet.

## Einfache Bedienung

Die direkte Bedienung über Drehtaster ist ebenso möglich wie eine bequeme Fernsteuerung über das Netzwerk von Ihrem Schreibtisch aus. Die mitgelieferte Software synchronisiert die Raumklimamessdaten automatisch auf Ihrem PC. Dank der eingebauten USV zeichnet die Klimamessstation bei Stromausfall die Klimadaten auch ohne PC kontinuierlich und sicher auf.

## Besonderheiten

- Bis zu 16 analoge und 99 digitale Sensoren
- PC-Software zur Synchronisierung
- Datenlogger 8 MB, für bis zu 30 Tage Datenaufzeichnung
- Überwacht die Genauigkeitsklasse gemäß OIML R111
- Taupunktberechnung
- Luftdichteberechnung
- 1 integrierter Luftdrucksensor
- 1 externer Feuchte- | Temperatursensor
- WEB- und FTP-Server
- USV bei Stromausfall
- LCD-Display mit 4 Zeilen à 20 Zeichen
- direkte Bedienung über Drehtaster oder Fernsteuerung über USB | LAN | RS-232
- Firmwareupdate über SD-Karte
- Schnittstellen LAN | USB | RS-485 | RS-232
- SD-Karten-Schnittstelle (FAT16)
- Batteriebetrieb 12 V | 7 Ah



## Technische Spezifikationen

	YCM16C
Temperaturmessbereich	-30 - +60 °C
Temperaturablesbarkeit	0,001 °C
Feuchtemessbereich	0 - 100 %
Feuchteablesbarkeit	0,01 %
Druckmessbereich	300 - 1100 hPa
Druckablesbarkeit	0,001 hPa

## Optionales Zubehör

	Bestellnummer
Lufttemperatursensor 1/3 DIN	YCM16T
Lufttemperatursensor 1/10 DIN	YCM20T
Luftfeuchte- und Lufttemperatursensor	YCM16H
Luftdrucksensor	YCM16P
ScalesNet-M Software	YSN03C



Kalibrierte Luftfeuchte- | Lufttemperatursensor  
YCM16H | YCM16T



Kalibrierter Luftdrucksensor YCM16P



Lufttemperatursensor YCM20T

# Suszeptometer & Permeabilitätsprüfgerät

Komplettlösung zur Prüfung magnetischer Eigenschaften von Gewichten

## Suszeptometer

Mit der OIML R111-1 wird die Prüfung der magnetischen Eigenschaften von Gewichtsstücken empfohlen. Damit wird Erkenntnissen Rechnung getragen, dass die Suszeptibilität und die Magnetisierbarkeit der Gewichtsstücke Berücksichtigung finden müssen.

## Suszeptometer-Methode

Zur Feststellung der magnetischen Eigenschaften von Gewichtsstücken gibt es verschiedene Verfahren. Die sogenannte Suszeptometer-Methode wird in der OIML R111-1 für Gewichte der Genauigkeitsklassen E1, E2, F1 und F2 empfohlen. Mit dem Sartorius Suszeptometer YSZ01C | YSZ02C bestimmen Sie bequem, einfach und konform zur OIML R111-1 die Suszeptibilität und Magnetisierung von Gewichtsstücken.

Bei diesem Verfahren wird die Wechselwirkung zwischen einem Permanentmagneten und dem zu prüfenden Gewichtsstück mittels einer hochauflösenden Waage per Gewichtskraft bestimmt. Anhand der bekannten Eigenschaften des Prüfmagneten, des Abstandes des Gewichtsstückes vom Prüfmagneten sowie der Gewichtsgeometrie lassen sich die gesuchten magnetischen Kenngrößen des Gewichtsstückes errechnen.

Das Sartorius Suszeptometer unterscheidet sich durch seine sehr kompakte Bauform und seine integrierten Komponenten wesentlich von bekannten Geräten.

Durch die neuartige Wendevorrichtung zur Einstellung des Prüfmagneten und die einfache Höhenverstellung der

## Technische Spezifikationen

Suszeptometer	YSZ01C	YSZ02C
Ablesbarkeit	10 µg	1 µg
Anwendungsbereich gemäß OIML R111	E2   F1   F2	E1   E2   F1   F2
Höchstlast	50 kg	50 kg
Z <sub>0</sub> , Abstand der Magnetmitte zur Unterseite des Gewichtsstückes (mm)   Feldstärken Z <sub>0</sub> (A/m)	Verstellbar in festen Stufen: Z1 = 18   2.700 Z2 = 20   2.000 Z3 = 27   800	Z4 = 35   360 Z5 = 43   200
Drehmechanismus des Magneten	Einfach zu bedienen durch externen Drehknopf, Markierung für N-S-Ausrichtung des Magneten	
Software	Komfortable Applikations-Software, Standardeinstellungen und leichte benutzerspezifische Konfiguration möglich, Schnellprüffunktion, Protokollausdruck, Export der Ergebnisse	
Datenübertragungsprotokoll	HTML-Modus und Datenübergabe zur benutzerspezifischen metrologischen Software über CSV-Dateiformat	

## Optionales Zubehör

Suszeptometer	Bestellnummer
3 Referenzmagneten im Holzetui, geeignet für Sartorius Suszeptometer YSZ01C und YSZ02C	YSZ01RMC
Suszeptibilitätsnormal, als Referenz, im Holzetui, geeignet für Sartorius Suszeptometer YSZ01C und YSZ02C, mit PTB-Zertifikat der Suszeptibilität	YSZ01RSC



Suszeptometer YSZ01C | YSZ02C

Aufnahmeplattform ist die Arbeit mit dem Suszeptometer einfach und effektiv. Die Reproduzierbarkeit der Messungen wird durch dieses Design deutlich verbessert. Das Suszeptometer wird in zwei Auflösungsvarianten angeboten: Das YSZ01C bietet eine Auflösung von 10 µg, das YSZ02C eine Auflösung von 1 µg.

### Applikations-Software

Die komfortable, im Lieferumfang des Suszeptometers enthaltene Software ermöglicht eine automatisierte Messwertübernahme. Außerdem unterstützt sie den Anwender bei allen erforderlichen Handhabungsschritten und Einstellungen vor und während einer Messung. Menügeführt werden alle relevanten Daten abgefragt und der Bediener wird durch die notwendigen Schritte für die Messung geleitet. Die Ergebnisse der Prüfung werden protokolliert und können in übergeordnete Datenbanken exportiert werden.

### Permeabilitätsprüfgerät

Das Sartorius Permeabilitätsprüfgerät ist einfach zu bedienen und wird zur Bestimmung der relativen

Permeabilitätszahl von Werkstoffen mit kleinen magnetischen Eigenschaften verwendet. Das Prüfgerät arbeitet nach der Suszeptometer-Methode, die in der OIML R111:2004 (Teil 1, Absatz B.6.5) ausführlich beschrieben ist. Die magnetische Suszeptibilität „x“ berechnet sich aus der Beziehung zwischen der relativen magnetischen Permeabilität und der magnetischen Suszeptibilität ( $\mu_r = 1 + x$ ).

x = magnetische Suszeptibilität  
 $\mu_r$  = relative magnetische Permeabilität

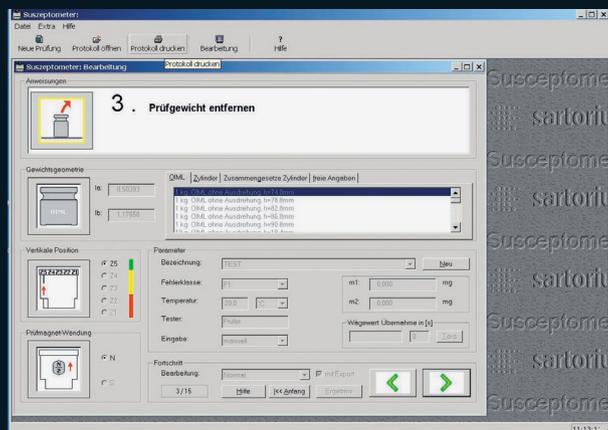
Das Messprinzip des Prüfgerätes beruht auf der gegenseitigen Anziehung eines Dauermagneten mit einem Referenzmaterial bekannter Größe sowie eines zu prüfenden, unbekanntes Werkstoffs. Damit ist es möglich, die relative Permeabilitätszahl des zu prüfenden Werkstoffs durch Auswechseln des Referenzmaterials als Grenzwert zu bestimmen.

## Technische Spezifikationen

Permeabilitätsprüfgerät	YAW61
Waagebalken mit Dauermagnet im Gehäuse, inklusive der Permeabilitätsreferenznormale [µr]	1.01   1.02   1.03   1.05   1.06   1.08   1.15   1.20   1.30   1.60   1.80   1.90   5.0



YAW61 mit optionalem Knopfgewicht



Applikations-Software für Suszeptometer

### YSZ01RMC



# Volumen- & Dichtebestimmung

## Volumenkomparatoren bis 1 kg

Die genaueste Methode zur Dichtebestimmung von Festkörpern gemäß OIML R111-1 ist der hydrostatische Massevergleich in einer Flüssigkeit.

Dieses Verfahren hat Sartorius in seinen vollautomatischen Volumenkomparator integriert: Mit dem VD1005 bietet Sartorius ein System zur Dichtebestimmung von Gewichten im Bereich von 1 g bis 1 kg an.

Der Volumenkomparator verfügt über zwei 9-Positionslastwechsler, einen im Flüssigkeitsbad und einen in der Luft.

Die beiden Lastwechsler arbeiten synchron, sodass eine Position in Flüssigkeit einer zweiten Position in Luft zugeordnet ist. Diese innovative Konstruktion des 2-fach-Wechslers ermöglicht dank der Verwendung von Substitutionsgewichten einen direkten Massevergleich in Flüssigkeit von nur einer Volumenreferenz (z. B. einer Siliziumkugel) mit unterschiedlichen Gewichten.

Mit den gabelförmigen Lastwechslern und Waagschalen können Gewichte und Gewichtgruppen von 1 g bis 1 kg direkt vom Lastwechsler auf die hängende Waagschale übergeben werden können. Es sind keine Adapterplatten notwendig, was einen positiven Effekt auf die Genauigkeit des gesamten Messsystems hat.

Ein integrierter PC mit benutzerfreundlicher Software übernimmt nach Eingabe der Daten die vollautomatische Steuerung des Volumenkomparators und die Auswertung der Dichtebestimmung.



Volumenkomparator VD1005



## Anwendungsbereich

Dichtebestimmung von Gewichten gemäß OIML R111,  
Klasse E1:  
1 g - 1 kg

## Technische Spezifikationen

	VD1005
Dichteunsicherheit*	1 kg/m <sup>3</sup>
Volumenunsicherheit*	0,00015 cm <sup>3</sup>
Gewichtsdurchmesser	6-100 mm
Maximaler Kugeldurchmesser	95 mm
<b>Technische Spezifikationen des Komparators</b>	
Höchstlast	1.010 g
Ablesbarkeit	10 µg
Wiederholbarkeit s*	< 40 µg
Wiederholbarkeit (typisch) s*	< 20 µg
Elektronischer Wägebereich	1.010 g

\* Unsicherheitsanteil des Volumenkomparators (ohne Referenzen und Prüflinge)  
s\* Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 6 ABBA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift. Voraussetzung für die genaue Kalkulation der Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein E1-Masselabor.



Thermostat YVT01C

## Optionales Zubehör für die Dichtebestimmung

	Bestellnummer
Ein-Kilogramm-Siliziumkugel mit PTB-Dichtezertifikat	YDR1000SIC
E1-Gewichtssatz 1 g - 1 kg mit PTB-Dichtezertifikat (stapelbar) als Dichtereferenz und als Substitutionsgewichtssatz für Volumenkomparatoren	YCS31-612-09



Ein-Kilogramm-Siliziumkugel YDR1000SIC



E1-Gewichtssatz YCS31-612-09, stapelbar

# ScalesNet-M

## Die individuelle Softwarelösung zur professionellen Kalibrierung von Gewichten

Sartorius bietet mit ScalesNet-M eine individuelle Lösung für die Ausrüstung von einfachen Masselabors bis hin zur Komplettausrüstung von nationalen Instituten an. Jahrelange Erfahrung führender Hersteller von Gewichten sind in ihre Entwicklung eingeflossen und haben ScalesNet-M zu einer professionellen Software für effiziente Massenkalisierung gemacht.

### Individuell

So individuell unsere Kunden auch sind, das modulare Konzept von ScalesNet-M passt sich den Wünschen an und kann jederzeit erweitert werden.

### Massenkalisierung

Die Massenkalisierung ist mit ScalesNet-M auf jedem Niveau rückverfolgbar, sicher und transparent. Von der Auftragseingabe bis zur Erstellung der Kalibrierscheine überwacht und dokumentiert ScalesNet-M alle Schritte und führt den Benutzer effizient zum Ziel. ScalesNet-M eignet sich für die Anbindung aller Komparatoren beliebiger Hersteller und ist auch flexibel bei der Einbindung vorhandener Klimamessstationen. Gleichzeitig bietet Sartorius einen weltweiten Service an: von der Erstinstallation, über die Schulung und der Einbindung der Geräte bis zur (Fern-)Wartung sowie dem Update-Service für ScalesNet-M.

### Automatische Überwachung

Alle Prüfmittel wie Referenzgewichte, Komparatoren und Klimasensoren werden von ScalesNet-M automatisch überwacht. Notwendige Kalibrierungen und Justierungen werden angemahnt sowie von ScalesNet-M durchgeführt und dokumentiert.

### Vorteile

- Sichere Kalibrierung von Gewichten
- Effizientes Management von Masselabors
- Berechnung und Bewertung nach internationalen Richtlinien wie OIML | ASTM
- Basis für ein akkreditiertes Masselabor nach DIN EN ISO/IEC 17025
- Transparente Dokumentation und Archivierung aller prozessrelevanten Daten
- Automatische Überwachung der Prüfmittel im Labor
- Darstellung der Kalibrierhistorie der Kunden- und Referenzgewichte
- Übernahme von vorhandenen Kunden- und Kalibrierdaten in die ScalesNet-M Datenbank
- Individuelle Zusammenstellung der Software-Module
- Einbindung von Komparatoren und Klimamessstationen beliebiger Hersteller
- Fehlerfreie, zeitsparende und automatische Erstellung von mehrsprachigen, linguistisch korrekten Kalibrierscheinen
- Validierfähige Software
- Individuelles Servicepaket

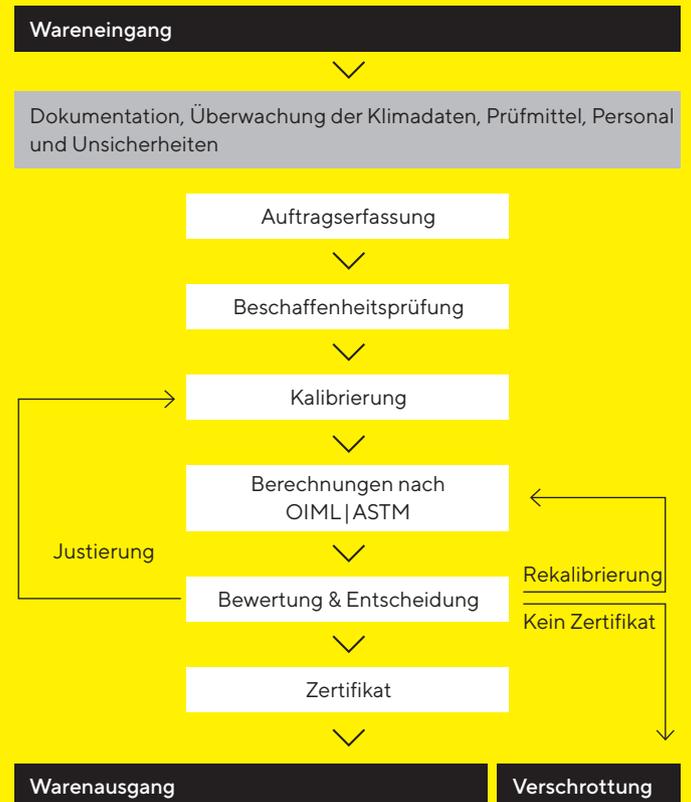


## Merkmale

- Kalibrierung von Gewichten beliebiger Klassen und Werte
- Geeignet für alle Wägezyklen gemäß internationalen Richtlinien (OIML | ASTM)
- Anschlussmessung zur Kalibrierung von E1-Gewichten
- Automatische Bewertung der Kalibrierergebnisse
- Schnellvergleich der Gewichte ohne Protokoll
- Exportfunktion der Wägewerte als CSV-Datei oder JSON-Datei
- Überwachung, Aufzeichnung und grafische Darstellung der Klimadaten
- Auftragsvorbereitung
- Integrierte Beispiele für Wägeschemata
- Darstellbare Historie aller Vorgänge
- Zyklen mit und ohne Zulagen- und Empfindlichkeitsgewichte
- Alle Gewichtsklassen gemäß OIML und ASTM bereits integriert
- Anlegen eigener Gewichtsklassen
- Automatische Unsicherheitsberechnung
- Kontinuierliche Prüfmittelüberwachung
- Automatisch syntaxkorrektes Ausdrucken und Erstellen von Kalibrierscheinen
- Vorlagen von DAkkS-Zertifikaten und Prüfprotokollen
- Frei gestaltbare Kundenzertifikate in 2 Sprachen
- SQL-Datenbankstruktur für Kunden-, Gewichts- und Kalibrierdaten
- Verwaltung von Benutzerrechten
- Automatische Generierung von Inventarlisten
- Plausibilitätstest bei Auswahl des Normalsatzes und des Komparators
- Manuelle Eingabe von Wägedaten für Komparatoren ohne RS-232-Anschluss



## Überwachung und Steuerung des Kalibrierungsprozesses mit ScalesNet-M



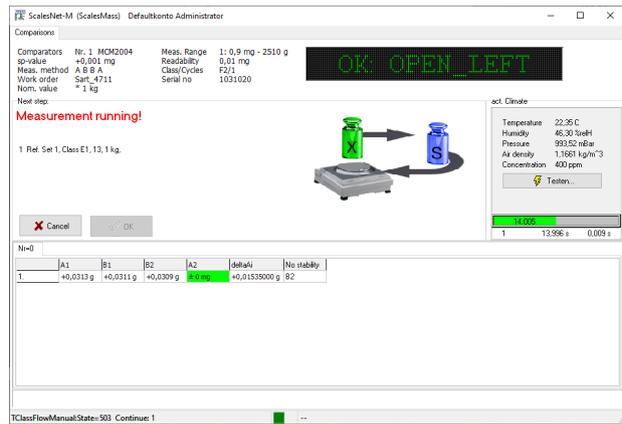
## Lieferumfang

Das Basispaket YSN03C enthält eine CD sowie einen Dongle für folgende Lizenzen:

- 1× ScalesServer, SQL-Datenbank
- 1× ScalesMass, Kalibrierung im Labor
- 1× ScalesDesk, zur Administration und Benutzerverwaltung
- 1× ScalesPrinter, zur Druckersteuerung
- 1× ScalesPlan, zur Datensicherung
- 1× Lizenz für 5× Massekomparatoren,
- 1× Lizenz für OIML R111 F1, F2, M1, M2, M3
- ASTM 2, 3, 4, 5, 6, 7, NIST-Handbücher F

## Systemanforderungen

- PC oder Laptop mit einer Bildschirmauflösung von mindestens 1024 × 768 mit aktueller Windows®-Version und Internetzugang für Fernwartung
- Lokale Administratorrechte während der Installation für alle PCs | Laptops Microsoft WORD
- PC-Anschlusskabel für Komparatoren



Software ScalesNet-M

## Protokolle

- DAKS-Kalibrierscheine
- Kalibrierprotokoll
- Inventarlisten
- Gerätelisten
- Sechser-Vergleichsprotokoll
- Disseminations-Protokoll

## Sprachen

Die Software ist in Deutsch, Englisch, Französisch und Tschechisch verfügbar. Bitte wenden Sie sich an uns, wenn Sie andere Sprachen benötigen.

## Benutzerverwaltung

- Benutzergruppen (Lese- | Schreibrechte, Administrator)
- Individuelle Benutzerkonten



# Module ScalesNet-M

## YSN03C – umfassendes Modul

Sartorius Softwaremodul zur hochgenauen Massebestimmung.

## Module zur Erweiterung der Software ScalesNet-M



### YSN03NC Netzwerkmodul

PC-Lizenz zum Anschluss an lokale Netzwerke.



### YSN03CC – Modul für eine Klimamessstation

PC-Lizenz zum Anschluss einer zusätzlichen Klimamessstation.



### YSN03LC ScalesMass-Modul

Benutzerlizenz für die simultane Massenkalibrierung an einem weiteren PC. Nur in Verbindung mit YSN03NC.



### YSN03BC – Modul für manuelle Komparatoren

PC-Lizenz zum Anschluss von bis zu fünf zusätzlichen Waagen oder manuellen Massenkompargatoren für die simultane Nutzung.



### YSN03PC ScalesDesk-Modul

Administratorlizenz für die simultane Nutzung eines weiteren Administrators an einem weiteren PC. Nur in Verbindung mit YSN03NC.



### YSN03AC – Modul für automatische Massekomparatoren

PC-Lizenz zum Anschluss automatischer Massekomparatoren mit Lastwechseleinrichtung.



### YSN03DC ScalesPrinter-Modul

PC-Lizenz zum Anschließen eines weiteren Druckers.



### YSN03MC – Modul für den Massevergleich

PC-Lizenz zum Massevergleich für E1-Gewichtsklassen und zur Kalibrierung von Gewichten aller Genauigkeitsklassen nach OIML R111 und ASTM E617.



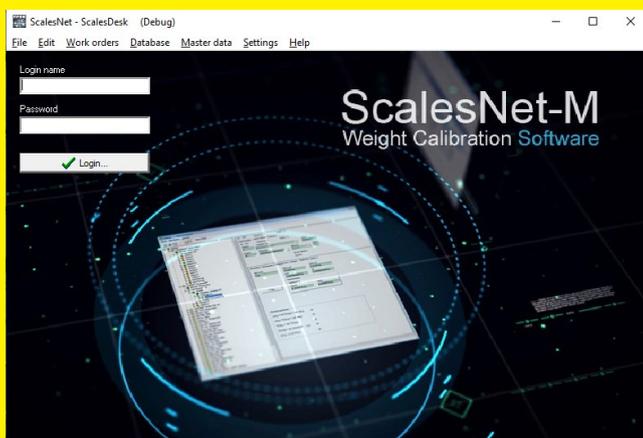
### YSN03EC Klasse E Modul

PC-Lizenz zum Kalibrieren von Gewichten gemäß OIML R111 Klassen E und F sowie Klassen 0 bis 4 gemäß ASTM E617.

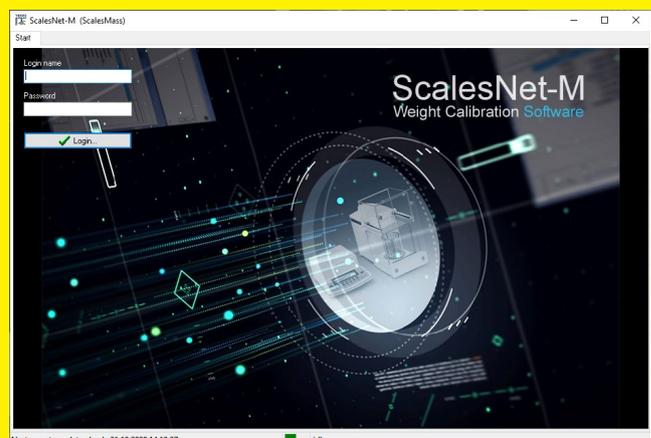


### YSN03RC – Robotermodul

PC-Lizenz zum Anschluss von einem Roboter, einem Vakuummassekomparator (wie die CCL 1007) oder einem Lastwechsler, der die Steuerungssoftware a\_control verwendet. Nur in Verbindung mit YSN03NC.



ScalesNet-M, YSN03PC Verwaltungsmodul



ScalesNet-M, YSN03LC Waagen-Kommunikationsmodul



## DAkS-Zertifikat

Sartorius Referenz-, Test-, Spezial- und Kundengewichte sind mit oder ohne DAkS-Zertifikat erhältlich.

Sartorius Gewichte erfüllen die Anforderungen an der Rückführbarkeit auf das nationale Kilogramm-Prototyp-Normal entsprechend der ISO 9001:2000. Sie unterstützen Ihr Qualitätsmanagement- und Ihre Qualitätssicherungssysteme und erfüllen die Vorgaben gemäß GLP und GMP.

Details zu unseren Gewichten und anderem Zubehör entnehmen Sie bitte unserer gesonderten Broschüre oder besuchen Sie unsere Website [www.sartorius.com](http://www.sartorius.com).

## Auszug aus unserem Gewichts- und Zubehörprogramm

Gewichtssätze	Bestellnummer DAkS-kalibriert E1	Bestellnummer DAkS-kalibriert E2
1 mg – 5 g	YCS011-351-02*	YCS011-352-02*
1 mg – 100 g	YCS011-511-02*	YCS011-512-02*
1 mg – 200 g	YCS011-521-02*	YCS011-522-02*
1 mg – 1 kg	YCS011-611-02*	YCS011-612-02*
1 mg – 5 kg	YCS011-651-02*	YCS011-652-02*
1 g – 1 kg	YCS31-611-02*	YCS31-612-02*
1 g – 5 kg	YCS31-651-02*	YCS31-652-02*
1 g – 10 kg	YCS31-711-02*	YCS31-712-02*

Glasglocke mit Untergestell	Bestellnummer
Für 1 mg – 5 g	YAW00
Für 1 mg – 200 g	YAW01
Für 100 g – 1 kg	YAW02
Für 2 kg – 5 kg	YAW03
Für 10 kg	YAW04
Für 20 kg	YAW05
Für 50 kg	YAW06

\* Gewichte mit DAkS-Zertifikat im Namen von Sartorius für die Klassen E2, F1, F2 bis 50 kg



Referenzgewichts-Set



Glasglocke mit Untergestell

## Zubehör

Hebehilfen	Nennwert	Bestellnummer
Gewichtsgabel	für 500 g	YAW41
Gewichtsgabel	für 1 kg	YAW42
Gewichtsgabel	für 2 kg	YAW43
Hebehilfen	für 5 kg	YAW50
Hebehilfen	Für 10 kg	YAW51
Hebehilfen	Für 20 kg	YAW52
Hebehilfen	Für 50 kg	YAW53
Kran mit Kettenzug		YLD01C
Greifer für Bügelgewicht		YLD02C

Wägetische	Bestellnummer
Wiegetisch aus Kunststein (L x B x H) 900 x 600 x 760 mm	YWT03
Wägetisch für Tischroboter aus Granit, Gewicht 680 kg, Abmessungen (B x T x H) 800 x 1.200 x 800 mm	YWT12
Wägetisch für Tischroboter aus Granit und Stahl, Gewicht 330 kg, Abmessungen (B x T x H) 800 x 1.200 x 800 mm	YWT13

Gewichtssortierplatte	Bestellnummer
Gewichtssortierplatte für Tischroboter. Die herausnehmbaren Trays und die identische Beschriftung mit den 120 Magazinplätze gewährleisten eine einfache und fehlerfreie Bearbeitung der großen Anzahl von Gewichten.	YAW10CCR-C

Spezielle Waagschalen	Bestellnummer
Waagschale mit Schalensatz zur Anschlusswägung für CC1000S-L	YWP04C
Zentrierschale für MCM40K3   MCM60K3   MCM60K2	YWP03C



Ein-Kilogramm-Siliziumkugel YDR1000SIC

Windschutz	Bestellnummer
für MCM67	YDS20C
für MCM1004   MCM2004   MCM5004   MCM5003   MCM36   MCM66   MCM106   MCM605   MCM1005	YDS24C
für MCM40K3   MCM60K3   MCM60K2   MCM10K3	YDS05C
für CCI60K2	YDS62C
für CCI100K2   CCI300K	YDS64C

Dichtereferenzen	Bestellnummer
1.000 g Siliziumkugel	YDR1000SIC
500 g Siliziumkugel	YDR500SIC
200 g Siliziumkugel	YDR200SIC
E1-Gewichtssatz 1 g - 1 kg mit PTB- Dichtezertifikat (stapelbar) als Dichtereferenz und als Substitutionsgewichtssatz für Volumenkomparatoren	YCS31-612-09

Drucker	Bestellnummer
Messwertdrucker mit Echtzeituhr zum Ausdrucken von Datum und Uhrzeit sowie zur statistischen Auswertung der Gewichtswerte	YDP30

Schalter	Bestellnummer
Fußschalter mit T-connector	YFS01
Handschalter mit T-connector	YHS02

Dichtebestimmung	Bestellnummer
Unterflurwägeeinrichtung für MCM40K3   MCM60K3   MCM60K2   CCE30002   CCE50002	69EA0040
Dichteset für MCM36   MCM66   MCM106   MCM605   MCM1005	YDK01LP



Wägetisch mit optionalem Zubehör



Windschutz

# Detaillierte technische Spezifikationen

- 52 Cubis® MCM Massekomparatoren bis 1 kg
- 54 Cubis® MCM Massekomparatoren 2 kg bis 10 kg
- 55 Cubis® MCM Massekomparatoren 40 kg bis 60 kg
- 56 Manuelle Massekomparatoren 100 kg – 300 kg
- 57 Manuelle Massekomparatoren 600 kg – 3.000 kg
- 58 Tisch-Wägeroboter
- 60 Stand-Wägeroboter
- 61 Massekomparator mit Vakuumkammer
- 62 Geräte zur Bestimmung von Volumen, Dichte, Suszeptibilität und Magnetismus



**Mehr erfahren**

Weitere Informationen erhalten Sie unter  
[www.sartorius.com](http://www.sartorius.com)



LM Guide Actuator

# Cubis® MCM manuelle Massekomparatoren

bis zu 1 kg



Bestellnummer mit unkalibrierten Klimasensoren	MCM6.7	MCM36	MCM66	MCM106
Bestellnummer mit kalibrierten Klimasensoren mit DAkKS-Zertifikat	MCM6.7-DAkKS	MCM36-DAkKS	MCM66-DAkKS	MCM106-DAkKS
Bauform	1	2	2	2
Höchstlast	6,1 g	31 g	61 g	111 g
Ablesbarkeit	0,1 µg	1 µg	1 µg	1 µg
Anwendungsbereich	0 – 6 g	0 – 30 g	0 – 60 g	0 – 111 g
<b>Wiederholbarkeit s</b>				
bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	0,15 µg	1 µg	1 µg	1 µg
bei Standardbedingungen E <sup>2)</sup>	0,3 µg	1,5 µg	2 µg	2 µg
bei 1/3 Last <sup>2)</sup>	0,2 µg			
bei 1/10 Last <sup>2)</sup>		0,7 µg	0,7 µg	0,7 µg
bei Standardbedingungen F <sup>3)</sup>	0,6 µg	4 µg	5 µg	5 µg
Elektronischer Wäge-   Tarierbereich	6,1 g	31 g	61 g	61 g
Substitutionsgewichte				50 g
Linearität	1 µg	6 µg	8 µg	8 µg
Ecklastfehler	0,25 µg/mm	1 µg/mm	1 µg/mm	1 µg/mm
Einschwingzeit	10 s	3 s	3 s	5 s
Zykluszeit (ABA)	90 s	90 s	90 s	90 s
<b>Grundausrüstung</b>				
Datenschnittstellen	RS-232C, USB, Ethernet, SD-Karte (optional RS-232C, PS2, Bluetooth®)			
Windschutz	■	■	■	■
zusätzliche Anwendungsprogramme	Wägen, Einheitenumschaltung, individuelle Kennzeichnung, Dichtebestimmung, Statistik			
Unterflurwägeeinrichtung	■	■	■	■
Klimasensoren	im Windschutz integriert			
<b>Optionales Zubehör</b>				
Kalibriergewicht	5 g   E2 YCW352-02	20 g   E2 YCW422-02	50 g   E2 YCW452-02	50 g   E2 YCW452-02
Klimamodul	YCM20MC	YCM20MC	YCM20MC	YCM20MC
Kalibriertes Klimamodul	YCM20MC-DAkKS	YCM20MC-DAkKS	YCM20MC-DAkKS	YCM20MC-DAkKS
2. Windschutz	YDS20C	YDS24C	YDS24C	YDS24C
Wägetisch	YWT03	YWT03	YWT03	YWT03
<b>Abmessungen</b>				
Waagschalengröße	Ø 16 mm	Ø 30 mm	Ø 30 mm	Ø 50 mm
maximale Objektgröße (T×H)	16×70 mm	30×120 mm	30×120 mm	50×120 mm
Wägezelle (B×T×H)	122×343×141 mm	222×431×301 mm	222×431×301 mm	222×431×301 mm
Elektronikeinheit (B×T×H)	239×320×56 mm	239×320×56 mm	239×320×56 mm	239×320×56 mm

Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.

<sup>1)</sup> Optimalbedingungen: automatische Messung ohne Einfluss des Bedieners, gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppelten Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>2)</sup> Standardbedingungen E: von Hand gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppeltem Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>3)</sup> Standardbedingungen F: von Hand gemessen in einem Labor mit mindestens F1-Bedingungen, auf einem nicht entkoppeltem Wägestein, Klimaanlage und geringer Luftzug von oben



Bestellnummer mit unkalibrierten Klimasensoren	MCM605	MCM1005	MCM1004
Bestellnummer mit kalibrierten Klimasensoren mit DAkkS-Zertifikat	MCM605-DAkkS	MCM1005-DAkkS	MCM1004-DAkkS
Bauform	3	3	3
Höchstlast	610 g	1.110 g	1.110 g
Ablesbarkeit	0,01 mg	0,01 mg	0,1 mg
Anwendungsbereich	0 – 610 g	0 – 1.110 g	0 – 1.110 g
<b>Wiederholbarkeit s</b>			
bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	10 µg	15 µg	0,05 mg
bei Standardbedingungen E <sup>2)</sup>	20 µg	20 µg	0,07 mg
bei 1/3 Last <sup>2)</sup>	15 µg		
bei 1/10 Last <sup>2)</sup>	10 µg	15 µg	0,05 mg
bei Standardbedingungen F <sup>3)</sup>	30 µg	50 µg	0,2 mg
Elektronischer Wäge-   Tarierebereich	610 g	610 g	610 g
Substitutionsgewichte		500 g	500 g
Linearität	100 µg	100 µg   600 g	0,1 mg   600 g
Ecklastfehler	10 µg/mm	15 µg/mm	30 µg/mm
Einschwingzeit	5 s	5 s	3 s
Zykluszeit (ABA)	90 s	90 s	90 s
<b>Grundausrüstung</b>			
Datenschnittstellen	RS-232C, USB, Ethernet, SD-Karte (optional RS-232C, PS2, Bluetooth®)		
Windschutz	■	■	■
zusätzliche Anwendungsprogramme	Wägen, Einheitenumschaltung, individuelle Kennzeichnung, Dichtebestimmung, Statistik		
Unterflurwägeeinrichtung	■	■	■
Klimasensoren	im Windschutz integriert		
<b>Optionales Zubehör</b>			
Kalibriergewicht	500 g   E2 YCW552-02	500 g   E2 YCW552-02	500 g   E2 YCW552-02
Klimamodul	YCM20MC	YCM20MC	YCM20MC
Kalibriertes Klimamodul	YCM20MC-DAkkS	YCM20MC-DAkkS	YCM20MC-DAkkS
2. Windschutz	YDS24C	YDS24C	YDS24C
Wägetisch	YWT03	YWT03	YWT03
<b>Abmessungen</b>			
Waagschalengröße	Ø 90 mm	Ø 90 mm	Ø 90 mm
maximale Objektgröße (T×H)	135×140 mm	135×140 mm	135×140 mm
Wägezelle (B×T×H)	222×431×301 mm	222×431×301 mm	222×431×301 mm
Elektronikeinheit (B×T×H)	239×320×56 mm	239×320×56 mm	239×320×56 mm

Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.

<sup>1)</sup> Optimalbedingungen: automatische Messung ohne Einfluss des Bediener, gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppelten Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>2)</sup> Standardbedingungen E: von Hand gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppeltem Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>3)</sup> Standardbedingungen F: von Hand gemessen in einem Labor mit mindestens F1-Bedingungen, auf einem nicht entkoppeltem Wägestein, Klimaanlage und geringer Luftzug von oben

# Cubis® MCM manuelle Massekomparatoren

2 kg - 10 kg



Bestellnummer mit unkalibrierten Klimasensoren	MCM2004	MCM5004	MCM5003	MCM10K3
Bestellnummer mit kalibrierten Klimasensoren mit DAkkS-Zertifikat	MCM2004-DAkkS	MCM5004-DAkkS	MCM5003-DAkkS	MCM10K3-DAkkS
Bauform	4	4	4	5
Höchstlast	2.500 g	5.100 g	5.100 g	11 kg
Ablesbarkeit	0,1 mg	0,1 mg	1 mg	1 mg
Anwendungsbereich	0 – 2.500 g	0 – 5.100 g	0 – 5.100 g	0 – 11 kg
<b>Wiederholbarkeit s</b>				
bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	0,05 mg	0,3 mg	0,5 mg	0,8 mg
bei Standardbedingungen E <sup>2)</sup>	0,1 mg	0,5 mg	0,8 mg	1 mg
bei 1/3 Last <sup>2)</sup>				
bei 1/10 Last <sup>2)</sup>	0,07 mg	0,3 mg	0,5 mg	0,8 mg
bei Standardbedingungen F <sup>3)</sup>	0,3 mg	0,8 mg	1,5 mg	3 mg
Elektronischer Wäge-   Tarierbereich	2.500 g	5.100 g	5.100 g	11 kg
Linearität	1 mg	2 mg	3 mg	6 mg
Ecklastfehler	30 µg/mm	151 µg/mm	300 µg/mm	0,5 mg/mm
Einschwingzeit	3 s	3 s	3 s	3 s
Zykluszeit (ABA)	90 s	90 s	90 s	90 s
<b>Grundausrüstung</b>				
Datenschnittstellen	RS-232C, USB, Ethernet, SD-Karte (optional RS-232C, PS2, Bluetooth®)			
Windschutz	■	■	■	
zusätzliche Anwendungsprogramme	Wägen, Einheitenumschaltung, individuelle Kennzeichnung, Dichtebestimmung, Statistik			
Unterflurwägeeinrichtung	■	■	■	■
Klimasensoren	im Windschutz integriert			Fern-Tower an Massekomparator angeschlossen
<b>Optionales Zubehör</b>				
Kalibriergewicht	2 kg   E2 YCW622-02	5 kg   E2 YCW652-02	5 kg   E2 YCW652-02	10 kg   E2 YCW712-02
Klimamodul	YCM20MC	YCM20MC	YCM20MC	YCM20MC
Kalibriertes Klimamodul	YCM20MC-DAkkS	YCM20MC-DAkkS	YCM20MC-DAkkS	YCM20MC-DAkkS
2. Windschutz	YDS24C	YDS24C	YDS24C	YDS05C
Wägetisch	YWT03	YWT03	YWT03	YWT03
Hebehilfe für 10 kg				YAW51
<b>Abmessungen</b>				
Waagschalengröße (B×T)	136×136 mm	136×136 mm	136×136 mm	200×200 mm
maximale Objektgröße (T×H)	130×200 mm	130×200 mm	130×200 mm	
Wägezelle (B×T×H)	240×276×373 mm	240×276×373 mm	240×276×373 mm	240×276×102 mm
Elektronikeinheit (B×T×H)	239×320×56 mm	239×320×56 mm	239×320×56 mm	239×320×56 mm

Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.

<sup>1)</sup> Optimalbedingungen: automatische Messung ohne Einfluss des Bedieners, gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppelten Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>2)</sup> Standardbedingungen E: von Hand gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppeltem Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>3)</sup> Standardbedingungen F: von Hand gemessen in einem Labor mit mindestens F1-Bedingungen, auf einem nicht entkoppeltem Wägestein, Klimaanlage und geringer Luftzug von oben

# 40 kg - 60 kg



Bestellnummer mit unkalibrierten Klimasensoren	MCM32002	MCM40K3	MCM60K3	MCM60K2
Bestellnummer mit kalibrierten Klimasensoren mit DAkkS-Zertifikat	n. z.	MCM40K3-DAkkS	MCM60K3-DAkkS	MCM60K2-DAkkS
Bauform	7	6	6	6
Höchstlast	32 kg	41 kg	64 kg	64 kg
Ablesbarkeit	10 mg	1 mg	2 mg	10 mg
Anwendungsbereich	10 - 30 kg	0 - 41 kg	0 - 64 kg	0 - 64 kg
<b>Wiederholbarkeit s</b>				
bei Optimalbedingungen <sup>1)</sup>	10 mg	2 mg	4 mg	6 mg
bei Standardbedingungen E <sup>2)</sup>	15 mg	3 mg	6 mg	10 mg
bei 1/3 Last <sup>2)</sup>	-			
bei 1/10 Last <sup>2)</sup>	-	2 mg	4 mg	
bei Standardbedingungen F <sup>3)</sup>	25 mg	6 mg	10 mg	25 mg
Elektronischer Wäge-   Tarierbereich	32 kg	41 kg	64 kg	64 kg
Linearität	50 mg	20 mg	40 mg	50 mg
Ecklastfehler	2 mg/mm	3,5 mg/mm	3,5 mg/mm	3,5 mg/mm
Einschwingzeit	5 s	5 s	5 s	5 s
Zykluszeit (ABA)	120 s	120 s	120 s	120 s
<b>Grundausrüstung</b>				
Datenschnittstellen	RS-232C, USB, Ethernet, SD-Karte (optional RS-232C, PS2, Bluetooth®)			
zusätzliche Anwendungsprogramme	Wägen, Einheitenumschaltung, individuelle Kennzeichnung, Dichtebestimmung, Statistik			
Unterflurwägeeinrichtung	■	mit opt. Zubehör 69EA0040	mit opt. Zubehör 69EA0040	mit opt. Zubehör 69EA0040
Klimasensoren	nein	Fern-Tower an Massekomparator angeschlossen		
<b>Optionales Zubehör</b>				
Kalibriergewicht	20 kg   E2 YCW722-02	20 kg   E2 YCW722-02	50 kg   E2 YCW752-02	50 kg   E2 YCW752-02
Klimamodul	n. z.	YCM20MC	YCM20MC	YCM20MC
Kalibriertes Klimamodul	n. z.	YCM20MC-DAkkS	YCM20MC-DAkkS	YCM20MC-DAkkS
Optionaler externer Windschutz	YDS05C   YDS03C	YDS05C   YDS03C	YDS05C   YDS03C	YDS05C   YDS03C
Hebehilfe für 10 kg	YAW51	YAW51	YAW51	YAW51
Hebehilfe für 20 kg	YAW52	YAW52	YAW52	YAW52
Hebehilfe für 50 kg			YAW53	YAW53
Kran mit Kettenzug			YLD01C	YLD01C
Greifer für Bügelgewicht			YLD02C	YLD02C
Bodenstativ Edelstahl				
<b>Abmessungen</b>				
Waagschalengröße (B×T)	Ø 230 mm	400×300 mm	400×300 mm	400×300 mm
Wägezelle (B×T×H)	400×326×126 mm	400×326×126 mm	400×326×126 mm	400×326×126 mm
Elektronikeinheit (B×T×H)	239×320×56 mm	239×320×56 mm	239×320×56 mm	239×320×56 mm

Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.

<sup>1)</sup> Optimalbedingungen: automatische Messung ohne Einfluss des Bediener, gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppelten Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>2)</sup> Standardbedingungen E: von Hand gemessen in einem Labor unter E1-Bedingungen, auf einem entkoppeltem Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>3)</sup> Standardbedingungen F: von Hand gemessen in einem Labor mit mindestens F1-Bedingungen, auf einem nicht entkoppeltem Wägestein, Klimaanlage und geringer Luftzug von oben

# Manuelle Hochlastmassekomparatoren

100 kg - 300 kg



	CCI100K2	CCI300K
Höchstlast	151 kg	303 kg
Ablesbarkeit	0,05 g	1 g
Anwendungsbereich	0 - 151 kg	0 - 303 kg
Wiederholbarkeit s*	0,3 g	1 g
Wiederholbarkeit bei 1/10 Last		
Wiederholbarkeit (typisch) s*	0,2 g	0,5 g
Elektronischer Wäge-   Tarierbereich	151 kg	303 kg
Linearität	2 g	10 g
Ecklastfehler	25 mg/mm	50 mg/mm
Einschwingzeit	10 s	10 s
<b>Grundausstattung</b>		
Schnittstellen	2× RS-232C	2× RS-232C
Windschutz	■	
Anwendungsprogramme		
Unterflurwägeeinrichtung		
PC-Anschlusskabel	■	■
<b>Optionales Zubehör</b>		
Kalibriergewicht	50 kg   F1 YCW753-02-DAkkS	100 kg   F1 YCW813-02
PC-Software ScalesNet-M	YSN03C	YSN03C
Klimamessstation für E1	YCM16C	YCM16C
2. Windschutz		YDS64C
Hebehilfe für 10 kg	YAW51	YAW51
Hebehilfe für 20 kg	YAW52	YAW52
Hebehilfe für 50 kg	YAW53	YAW53
Kran mit Kettenzug	YLD01C	YLD01C
Greifer für Bügelgewicht	YLD02C	YLD02C
Bodenstativ Edelstahl	YDH03CIS	YDH03CIS
<b>Abmessungen</b>		
Abmessungen der Waagschale (B×T)	800×600×135 mm	800×600×135 mm
Wägezelle (B×T×H)		
Elektronikeinheit (B×T×H)	303×195×90 mm	303×195×90 mm

s\* Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.

Voraussetzung für die genaue Kalkulation der Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein E1-Masslabor.

## 600 kg - 3.000 kg



	CCS600K	CCT1000K	CCS1000K	CCT2000K	CCS3000K
Höchstlast	605 kg	1.200 kg	1.510 kg	2.100 kg	3.010 kg
Ablesbarkeit	1 g	1 g	5 g	1 g	10 g
Anwendungsbereich	0 - 605 kg	0 - 1.200 kg	0 - 1.510 kg	0 - 2.100 kg	0 - 3.010 kg
Wiederholbarkeit s*	2,5 g	3 g	6 g	8 g	12 g
Wiederholbarkeit (typisch) s*	2 g	2 g	5 g	5 g	10 g
Elektronischer Wäge-   Tarierebereich	605 kg	1.200 kg	1.510 kg	2.100 kg	3.010 kg
Linearität	30 g	25 g	200 g	30 g	500 g
Ecklastfehler	0,2 g/mm	0,3 g/mm	0,6 g/mm	0,7 g/mm	1 g/mm
Einschwingzeit	20 s	30 s	20 s	30 s	20 s
<b>Grundausrüstung</b>					
Schnittstellen	2× RS-232C	2× RS-232C	2× RS-232C	2× RS-232C	2× RS-232C
Windschutz	■	■	■	■	■
PC-Anschlusskabel	■	■	■	■	■
<b>Optionales Zubehör</b>					
Kalibriergewicht	500 kg   F1 YCW853-02	1.000 kg   F2 YCW914-02	1.000 kg   F2 YCW914-02	1.000 kg   F2 YCW914-02	1.000 kg   F2 YCW914-02
PC-Software ScalesNet-M	YSN03C	YSN03C	YSN03C	YSN03C	YSN03C
Klimamessstation für E1	YCM16C	YCM16C	YCM16C	YCM16C	YCM16C
Bodenstativ Edelstahl	YDH03CIS	YDH03CIS	YDH03CIS	YDH03CIS	YDH03CIS
Stativsockel Edelstahl	YBP03CIS	YBP03CIS	YBP03CIS	YBP03CIS	YBP03CIS
<b>Abmessungen</b>					
Abmessungen der Waagschale (B×T)	830×1.030× 250 mm	1.510×1.370× 240 mm	830×1.030× 250 mm	1.920×1.710× 230 mm	1.000×1.250× 300 mm
Elektronikeinheit (B×T×H)	303×195×90 mm	303×195×90 mm	303×195×90 mm	303×195×90 mm	303×195×90 mm
Nettogewicht	150 kg	225 kg	150 kg	400 kg	300 kg
Bruttogewicht	250 kg	338 kg	250 kg	536 kg	470 kg
Palette	1,5×1,1×0,6 m	1,8×1,8×0,6 m	1,5×1,1×0,6 m	2,1×2,2×0,6 m	1,7×1,6×0,6 m

s\* Die Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 5 ABA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.  
Voraussetzung für die Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein M1-Masselabor.

# Tisch-Wägeroboter

bis zu 10 g



## Technische Spezifikationen

Modell	CCR10.7-C	CCR10.6-C	CCR6.7-C
Höchstlast	10,5 g	10,1 g	6,1 g
Anwendungsbereich	1 mg - 10 g	1 mg - 10 g	1 mg - 6 g
Ablesbarkeit	0,1 µg	1 µg	0,1 µg
Wiederholbarkeit (typisch)	0,2 µg	0,5 µg	0,2 µg
Wiederholbarkeit bei Standardbedingungen E <sup>1</sup>	0,5 µg	0,7 µg	0,3 µg
Wiederholbarkeit bei > 1 - 6 g	0,3 µg		
Wiederholbarkeit bei 0 - 1 g	0,15 µg		0,15 µg
Wiederholbarkeit bei Standardbedingungen F <sup>2</sup>	1,5 µg	2 µg	1,5 µg
Elektronischer Wägebereich & Tarierbereich	3,5 g	10,1 g	6,1 g
Substitutionsgewichte	2 × 3,5 g	-	-
Linearität	1 µg   3,5 g	4 µg	1 µg
Ecklastfehler	0,25 µg/mm	0,5 µg/mm	0,25 µg/mm
Einschwingzeit	15 s	10 s	15 s
Zykluszeit ABA in s	315 s	300 s	315 s

<sup>1</sup> Standardbedingungen E: nach der ABA-Methode in einem Labor unter E1-Bedingungen gemessen, auf einem entkoppeltem Wägestein, kein Luftzug von oben

<sup>2</sup> Standardbedingungen F: nach der ABA-Methode in einem Labor mit mindestens F1-Bedingungen gemessen, auf einem nicht-entkoppeltem Wägetisch, Klimaanlage und geringer Luftzug von oben

**Wichtig:** Die angegebenen Spezifikationen und technischen Daten gelten nur unter guten Umgebungsbedingungen. Störfaktoren am Installationsort, wie starke Zugluft (insbesondere von Klimaanlage), übermäßige Vibrationen, physikalische Auswirkungen der zu wiegenden Gegenstände (z. B. Magnetfelder oder elektrostatische Ladungen) oder Umgebungsbedingungen außerhalb der zulässigen Toleranzen können sich auf die Spezifikationen nachteilig auswirken.

## Modelle

Modell	CCR10.7-C	CCR10.6-C	CCR6.7-C
Typ	4-Achsen-Roboter	4-Achsen-Roboter	4-Achsen-Roboter
Roboterarmtechnologie	Doppelarmsystem	Doppelarmsystem	Doppelarmsystem
Wägesysteme	1 Multi × 1 Single	2 × Single	1 Multi × 1 Single
Magazinplätze	120	120	120
Schnittstellen	LAN	LAN	LAN
Windschutz	■	■	■
Einhausung	■	■	■
Laptop PC	-	-	-
PC-Software	■	■	■
In der Wägeraumhöhe integrierter Klimasensor zur Messung von Luftfeuchte, Luftdruck und Lufttemperatur	■	■	■
Prüfzertifikat	Sartorius	Sartorius	Sartorius

## Umgebungsbedingungen

Modell	CCR10.7-C	CCR10.6-C	CCR6.7-C
Zulässiger Betriebstemperaturbereich	17 – 27 °C	17 – 27 °C	17 – 27 °C
Empfohlene Betriebstemperatur	22 °C	22 °C	22 °C
Temperaturschwankung	0,3 °C/h   0,5 °C/12h	0,3 °C/h   0,5 °C/12h	0,3 °C/h   0,5 °C/12h
Max. Luftbewegung	< 0,2 m/s	< 0,2 m/s	< 0,2 m/s
Luftfeuchtebereich	40 – 60 %	40 – 60 %	40 – 60 %
Feuchtigkeitsschwankung	5 % / 4 h	5 % / 4 h	5 % / 4 h
Spannungsversorgung	100 – 240V AC / 50 – 60Hz	100 – 240V AC / 50 – 60Hz	100 – 240V AC / 50 – 60Hz

## Abmessungen

Modell	CCR10.7-C	CCR10.6-C	CCR6.7-C
Abmessungen der Waagschale (B × T)	49 × 29 mm	49 × 29 mm	49 × 29 mm
Probengröße (T × H)	18 × 20 mm	18 × 20 mm	18 × 20 mm
Äußere Abmessungen B × T × H	1.200 × 800 × 760 mm	1.200 × 800 × 760 mm	1.200 × 800 × 760 mm
Bruttogewicht	265 kg	265 kg	265 kg
Nettogewicht	190 kg	190 kg	190 kg
Anzahl der Pakete	1	1	1
Palette	1.400 × 980 × 1.400 mm	1.400 × 980 × 1.400 mm	1.400 × 980 × 1.400 mm
Optimale Höhe für das Setup	800 mm	800 mm	800 mm

## Optionales Zubehör

Modell	CCR10.7-C	CCR10.6-C	CCR6.7-C
Äußeres Kalibriergewicht	2 g   E2 YCW322-02	10 g   E2 YCW412-02	5 g   E2 YCW352-02
PC-Software ScalesNet-M	YSN03C + YSN03RC (+ YSN03MC optional)	YSN03C + YSN03RC	YSN03C + YSN03RC (+ YSN03MC optional)
Gewichtssortierplatte	YAW10CCR-C	YAW10CCR-C	YAW10CCR-C
Äußerer Klimasensor	YCM20MC-Tower	YCM20MC-Tower	YCM20MC-Tower
DakS-Kalibrierungszertifikat für Klimasensoren	YCM20DAKKS	YCM20DAKKS	YCM20DAKKS
Wägetisch Premium	YWT12	YWT12	YWT12
Wägetisch Budget	YWT13	YWT13	YWT13

# Stand-Wägeroboter

bis zu 1 kg



	CCR10	CCR1000	CCR10-1000
Höchstlast	10,5 g	1.016 g	1.021 g
Ablesbarkeit	0,1 µg	1 µg	0,1 µg   1 µg
Anwendungsbereich	1 mg – 10 g	10 g – 1 kg	1 mg – 1 kg
Wiederholbarkeit s*	0,5 µg	8 µg	0,5 µg   8 µg
Wiederholbarkeit bei 1/2 Last	0,3 µg	5 µg	0,3 µg   5 µg
Wiederholbarkeit bei 1/10 Last	0,2 µg	3 µg	0,2 µg   3 µg
Wiederholbarkeit (typisch) s*	0,2 µg	2 µg	0,2 µg   2 µg
Elektronischer Wäge-   Tarierbereich	3,5 g	21 g	3,5 g   21g
Substitutionsgewichte	2×3,5 g	30   40   50, 2×100   300   400 g	2×3,5   30   40   50, 2×100   300   400 g
Linearität	1 µg   3,5 g	20 µg   21 g	1 µg   3,5 g   20 µg   21 g
Ecklastfehler	0,25 µg/mm	0 mg	0,25 µg/mm   0 mg
Einschwingzeit	15 s	25 s	15 s   25 s
Zykluszeit ABBA	<240 s	<400 s	<240 s   <400 s
<b>Grundausrüstung</b>			
Lastwechslerpositionen	2	2	2   2
Magazinplätze	39 Pos.	23 Pos.	39 Pos.   23 Pos.
Schnittstellen	LAN   USB   RS-232	LAN   USB   RS-232	LAN   USB   RS-232
Centermatic	-	•	-   •
Einhausung	■	■	■
PC	■	■	■
PC-Software	■	■	■
Klimamodul	YCM20MC	YCM20MC	YCM20MC
<b>Optionales Zubehör</b>			
PC-Software ScalesNet-M	YSN03C	YSN03C	YSN03C
Kalibriergewicht	2 g   E2 YCW322-02-DAkks	20 g   E2 YCW422-02-DAkks	2 g   E2 YCW322-02-DAkks und 20 g   E2 YCW422-02-DAkks
<b>Erweiterungen</b>			
Upgrade-Kit	Y1000UPGRADE	Y10UPGRADE	
Referenzmagazin	Y10R: (26)	Y1000R: (13)	Y10R:(26)   Y1000R:(13)
2. Drehmagazin	Y10M: (39)	Y1000M: (23)	Y10M:(39)   Y1000M:(23)
<b>Abmessungen</b>			
Abmessungen der Waagschale (B×T)	49×29 mm	104×68 mm	49×29 mm   104×68 mm
Probengröße (T×H)	18×20 mm	100×120 mm	18×20 mm   100×120 mm
Außenabmessungen (B×T×H)	1.900×1.250×2.328 mm	1.900×1.250×2.328 mm	1.900×1.250×2.328 mm
Nettogewicht	1.900 kg	1.900 kg	1.900 kg

s\* Die Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 6 ABBA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.  
Voraussetzung für die Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein E1-Masselabor.

# Massekomparatoren

mit Vakuumkammer



	CCL1007	YVP01C	YVTS01C	YVC01C
Höchstlast	1.031 g		1 kg	1 kg
Ablesbarkeit	0,1 µg			
Anwendungsbereich	1 mg – 1 kg			
Wiederholbarkeit s*	0,2 µg			
Wiederholbarkeit in Vakuum s*	0,1 µg			
Wiederholbarkeit (typisch) s*	0,1 µg			
Elektronischer Wäge-   Tarierbereich	2 g			
Linearität	1 µg			
Bereichsensitivität	0,2 µg – 500 mg			
Einschwingzeit	80 s			
Zykluszeit ABBA	480 s			
Druckbereich	10E-6 – 1.000 mbar	10E-6 – 1.000 mbar	10E-6 – 1.000 mbar	10E-6 – 1.000 mbar
Helium-Leckrate	< 10E-7 (mbar*l)/s	< 10E-7 (mbar*l)/s	< 10E-7 (mbar*l)/s	< 10E-7 (mbar*l)/s
<b>Grundausrüstung</b>				
Lastwechslerpositionen	8		1	
Schnittstellen	LAN   USB   RS-232			
isoCAL				
Centermatic	■			
Einhausung	■			
Steuerung	■		■	
PC	■			
PC-Software	■			
<b>Optionales Zubehör</b>				
Turbopumpenstand	YVP01C		YVP02C	YVP02C
Vakuum-Transfersystem	YVTS01C			
Vakuum-Container	YVC01C		YVC01C	
Klimamessstation für E1	YCM16C			
PC-Software ScalesNet-M	YSN03C			
Kalibriergewicht	2 g   E2 YCW322-02			
<b>Abmessungen</b>				
Probengröße (T×H)	34 – 95 × 110 mm		34 – 95 × 110 mm	34 – 95 × 110 mm
Durchmesserbereich für eine Siliziumkugel	45 – 100 mm		45 – 100 mm	45 – 100 mm
Vakuumkammer (B×T×H)	960 × 860 × 1.260 mm		1.081 × 1.044 × 1.261 mm	
Steuereinheit (B×T×H)	600 × 800 × 2.000 mm			
Nettogewicht	350 kg	45 kg	200 kg	

s\* Die typische Standardabweichung „s“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 6 ABBA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.

Voraussetzung für die genaue Kalkulation der Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein E1-Masslabor.

# Geräte zur Bestimmung von Volumen, Dichte, Suszeptibilität und Magnetismus



	VD1005	YSZ02C	YSZ01C
Höchstlast	1.110 g	50 kg	50 kg
Ablesbarkeit	10 µg	1 µg	10 µg
Anwendungsbereich	1 g – 1 kg	2 g – 50 kg	2 g – 50 kg
Wiederholbarkeit s*	40 µg	8 µg	20 µg
Wiederholbarkeit (typisch) s*	20 µg	5 µg	10 µg
Elektronischer Wäge-   Tarierbereich	305 g	10 g	10 g
Linearität	0,12 mg	0,05 mg	0,1 mg
Einschwingzeit	20 s	15 s	15 s
Unsicherheit der Dichte	1 kg/m <sup>3</sup>		
Unsicherheit des Volumens	0,00015 cm <sup>3</sup>		
<b>Grundausrüstung</b>			
Lastwechslerpositionen	2×9		
Schnittstellen	LAN   USB   RS-232	RS-232	RS-232
Windschutz	■	■	■
Einhausung	■		
Steuerung	■		
PC	■		
PC-Software	■	■	■
Lufttemperatursensor	1		
Luftfeuchtesensor	1		
Luftdrucksensor	1		
Flüssigkeitstemperatursensor	2		
Prüfzertifikat	BEV	Sartorius	Sartorius
PC-Anschlusskabel		■	■
Klimamessstation	■		
<b>Optionales Zubehör</b>			
Kalibriergewicht	200 g   E2 YCW522-00	10 g   E2 YCW412-00	10 g   E2 YCW412-00
Wägetisch	YWT20C	YWT03	YWT03
Kran mit Kettenzug		YLD01C	YLD01C
Greifer für Bügelgewicht		YLD02C	YLD02C
1 kg PTB-Referenzsuszeptibilität		YSZ01RSC	YSZ01RSC
Magnetkalibrier-Set für Suszeptometer		YSZ01RMC	YSZ01RMC
Dichtereferenz (Si)	200   500   1.000 g		
Dichtereferenz, Gewichtssatz 1 g – 1 kg	YCS31-612-09		

s\* Die Standardabweichung „s\*“ ist die Wiederholbarkeit, berechnet aus 6 ABBA-Zyklen, nach Eliminierung der Drift.  
Voraussetzung für die Standardabweichung sind gute klimatische Bedingungen entsprechend der OIML R111 für ein E1-Masselabor.







# Berechnungen und Anwendungsbereiche

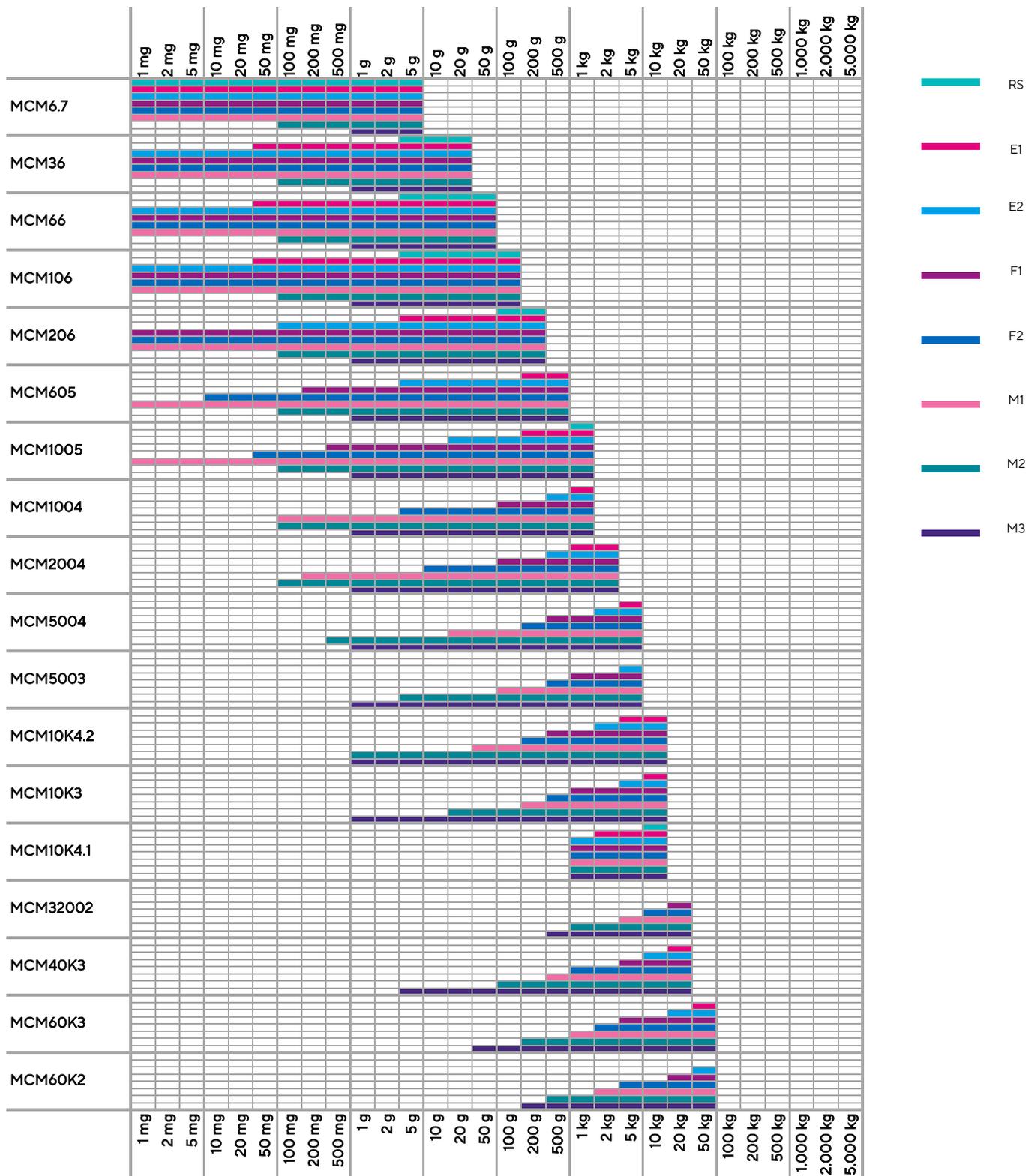
- 66 Anwendungsbereiche gemäß OIML R111-1:2004
- 68 Anwendungsbereiche gemäß ASTM E617
- 70 Berechnung der Unsicherheiten nach OIML R111

 **Mehr erfahren**  
Weitere Informationen erhalten Sie unter  
[www.sartorius.com](http://www.sartorius.com)

# Einsatzbereiche

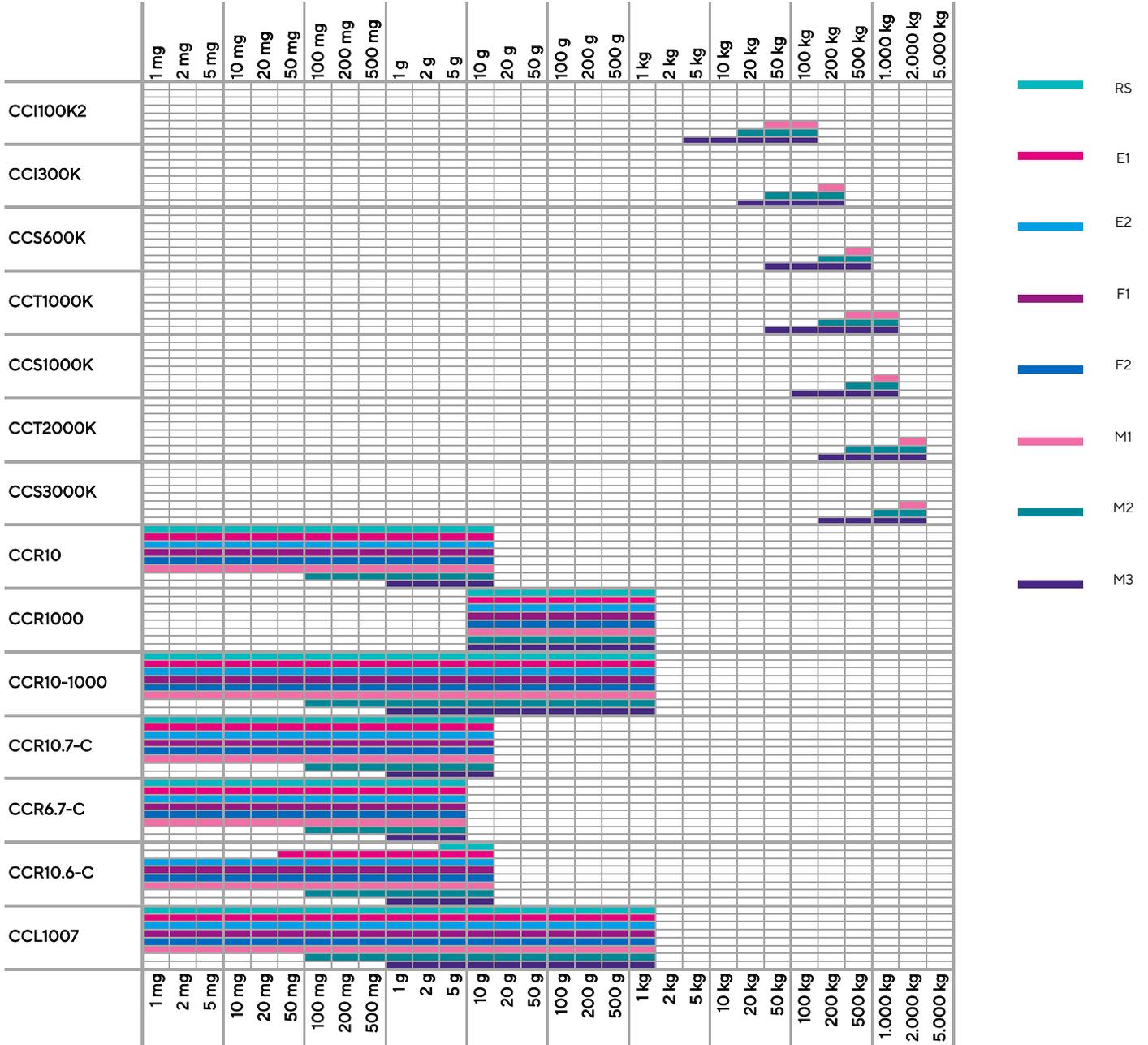
gemäß OIML R111-1:2004

Empfohlener Anwendungsbereich gemäß OIML R111



RS: Referenzstandard mit 1/5 Unsicherheitsbeitrag der Toleranzgrenze der Klasse E1

Empfohlener Anwendungsbereich gemäß OIML R111



RS: Referenzstandard mit 1/5 Unsicherheitsbeitrag der Toleranzgrenze der Klasse E1





# Berechnung der Unsicherheiten

gemäß OIML R111

Die Abbildungen „Anwendungsbereiche gemäß OIML R111-1 und ASTM E617-13“ geben einen Überblick über die Eignung der Sartorius Massekomparatoren für Massevergleiche in den verschiedenen Genauigkeitsklassen bei einem Vertrauensniveau von 95 % ( $k = 2$ ).

Im Folgenden werden die wesentlichen Grundlagen zur Ermittlung dieser Bereiche erläutert.

Die erweiterte Unsicherheit des konventionellen Wägewertes des Testgewichtes ergibt sich aus:

$$U(m_{ct}) = k \times u_c(m_{ct}) \quad [1, \text{Formel C.6.5-3}]$$

Diese muss für jedes Gewichtsstück der Bedingung genügen

$$U(m_{ct}) \leq \frac{1}{3} \text{MPE} \quad \text{vgl. [1, Formel C.5.2-1, Tab.] 1]$$

(MPE: Maximum Permissible Error)

Die kombinierte Standardunsicherheit des Testgewichtes ergibt sich aus:

$$u_c(m_{ct}) = \sqrt{u_w^2(\Delta m_c) + u^2(m_{cr}) + u_b^2 + u_{ba}^2} \quad [1, \text{Formel C.6.5-1}]$$

aus der Standardunsicherheit des Wägeprozesses:

$$u_w(\Delta m_c) = s(\Delta m_c) / \sqrt{n} \quad [1, \text{Formel C.6.1-1}]$$

aus der Standardunsicherheit des Referenzgewichtes:

$$u(m_{cr}) = \sqrt{(U/k)^2 + u_{\text{inst.}}^2(m_{cr})} \quad [1, \text{Formel C.6.2-1}]$$

aus der Standardunsicherheit der Luftauftriebskorrektur mit

$$\rho_{al} = \rho_0: \quad \text{vgl. [1, Formel C.6.3-1], [3, Formel 34.67]}$$

$$u_b = m_{cr} \sqrt{[(\rho_r - \rho_t) / (\rho_r \times \rho_t) u(\rho_a)]^2 + (\rho_a - \rho_0)^2 (u(\rho_t)^2 / \rho_t^4 + u(\rho_r)^2 / \rho_r^4)}$$

und der kombinierte Standardunsicherheit der Waage:

$$u_{ba} = \sqrt{u_s^2 + u_d^2 + u_E^2 + u_{ma}^2} \quad [1, \text{Formel C.6.4-5}]$$

Diese setzt sich aus der Standardunsicherheit der Empfindlichkeit des Komparators zusammen:

$$u_s = |\Delta m_c| \sqrt{u^2(m_s) / m_s^2 + u^2(\Delta I_s) / \Delta I_s^2} \quad [1, \text{Formel C.6.4-1}, \text{ bzw. vereinfacht}]$$

$$u_s \approx |\Delta m_c| u(m_s) / m_s \approx 5 \times 10^{-4} |\Delta m_c| \quad \text{vgl. [3, Abschnitte 3.4.6.2-3.4.6.3]}$$

der Standardunsicherheit der Anzeigauflösung:

$$u_d = d\sqrt{2}/(2\sqrt{3})$$

[1, Formel C.6.4-2]

der Standardunsicherheit aufgrund der exzentrischen Belastung:

$$u_E = 0$$

vgl. [1, Abschnitt C.6.4.4.1]

und der Standardunsicherheit aufgrund von Magnetismus zusammen:

$$u_{ma} = 0$$

vgl. [1, Abschnitt C.6.4.5]

Berechnet man die Luftdichte aus den Klimagrößen Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte, so ergibt sich die Standardunsicherheit der Luftdichte nach [1, Formel C.6.3-3] zu:

$$u(\rho_a) = \sqrt{u_F^2 + (\partial\rho_a/\partial p u_p)^2 + (\partial\rho_a/\partial t u_t)^2 + (\partial\rho_a/\partial hr u_{hr})^2}$$

mit der Standardunsicherheit der Formel:

$$u_F = 2 \times 10^{-4} \rho_a$$

vgl. [1, Abschnitt E.3]

und den Sensitivitätskoeffizienten:

$$\begin{aligned} \partial\rho_a/\partial p &\approx +1 \times 10^{-5} \text{Pa}^{-1} \\ \partial\rho_a/\partial t &\approx -4 \times 10^{-3} \text{K}^{-1} \\ \partial\rho_a/\partial hr &\approx -9 \times 10^{-3}, \text{ with } 0 \leq hr \leq 1 \end{aligned}$$

vgl. [4, Abschnitt 2.2]

Zur Verifizierung der Eignung der Massekomparatoren für die verschiedenen Genauigkeitsklassen ist eine Budgetierung der Unsicherheitsanteile notwendig. Als praxistauglich haben sich hierbei die Vorgaben erwiesen.

$$u_w(\overline{\Delta m_c}) \leq \frac{4}{5} u_c(m_{ct}) \quad \text{and} \quad u(m_{ct}) = u_b = u_{ba} \leq \frac{1}{3} u_c(m_{ct})$$

Werden diese Einzelanforderungen eingehalten, so ist die kombinierte Unsicherheit stets kleiner als die geforderte Unsicherheitsgrenze.

Aus der Forderung für die Standardunsicherheit des Wägeprozesses  $u_w(\overline{\Delta m_c})$  lässt sich ebenso eine Forderung für die Reproduzierbarkeit  $s$  des Massekomparators ableiten.

$$u_w(\overline{\Delta m_c}) = s(\Delta m_c)/\sqrt{n} \leq \frac{4}{5} u_c(m_{ct}) = \frac{2}{5} U(m_{ct}) = \frac{2}{15} \text{MPE}, \text{ i.e. } s(\Delta m_c) \leq \frac{2}{15} \text{MPE}\sqrt{n}$$

Die notwendige Anzahl an Messzyklen ist den Angaben der OIML bzw. ASTM für die entsprechende Genauigkeitsklasse zu entnehmen.

Der Berechnung der Diagramme zur Eignung der Massekomparatoren für die verschiedenen Genauigkeitsklassen liegt die in der Tabelle angegebene jeweilige Anzahl von ABA-Zyklen zugrunde.

# Beispiel

Im Folgenden wird die Erstellung des Unsicherheitsbudgets am Beispiel der Kalibrierung eines 20-kg-Gewichtsstückes der Genauigkeitsklasse E2 ( $n = 3$ ) mit dem Massekomparator MCM60K3 aufgezeigt. Dieses Beispiel zeigt ebenso die Eignung des Massekomparators für die entsprechende Genauigkeitsklasse.

Massekomparator: MCM60K3 mit kalibriertem internen Klimamodul YCM20MC

Wiederholbarkeit:  $s = 6 \text{ mg}$

Digitale Skalenteilung:  $d = 2 \text{ mg}$

Zulässige Fehlergrenze: MPE = 30 mg (20 kg, Genauigkeitsklasse E2)

Referenzgewicht: Genauigkeitsklasse E1, mit DAkkS-Zertifikat

Konventionelle Masse:  $m_{cr} = 20 \text{ kg} - 5 \text{ mg}$

Erweiterte Unsicherheit:  $U(m_{cr}) = 3 \text{ mg}$ ,  $k = 2$

Dichte:  $\rho_r = 8012,7 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $u(\rho_r) = 1,25 \text{ kg m}^{-3}$

Testgewicht: Konventionelle Masse:  $m_{ct} = 20 \text{ kg} + 15 \text{ mg}$

Dichte:  $\rho_t = 7950 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $u(\rho_t) = 70 \text{ kg m}^{-3}$  [1, Tab. B.7, Edelstahl]

Umgebungsbedingungen: Messwerte des internen Klimamoduls

Temperatur:  $t = 20 \text{ °C}$ ,  $u_t = 0,15 \text{ K}$

Luftdruck:  $p = 970 \text{ hPa}$ ,  $u_p = 1 \text{ hPa}$

Luftfeuchte:  $hr = 50 \%$ ,  $u_{hr} = 1 \%$

Luftdichte:  $\rho_a = 1,148 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $u(\rho_a) = 0,001 \text{ kg m}^{-3}$   
(berechnet durch Applikations-Software des Massekomparators)

Unsicherheiten:

$$u_w(\overline{\Delta m_c}) = 6 \text{ mg}/\sqrt{3} = 3,46 \text{ mg}$$

$$u(m_{cr}) = 3 \text{ mg}/2 = 1,50 \text{ mg}, \text{ mit } u_{\text{inst.}}(m_{cr}) = 0$$

$$u_b = 1,15 \text{ mg}$$

$$u_{ba} = 0,82 \text{ mg}, \text{ mit}$$

$$u_s = 5 \times 10^{-4} \times 20 \text{ mg} = 0,01 \text{ mg}$$

$$u_d = 2 \text{ mg} \times \sqrt{2}/(2\sqrt{3}) = 0,82 \text{ mg}$$

$$u_E = 0 \text{ mg} \text{ (bereits in } u_w \text{ enthalten)}$$

$$u_{ma} = 0 \text{ mg} \text{ (da Gewichtsstück OIML-konform ist)}$$

$$u_c(m_{ct}) = \sqrt{(3,46 \text{ mg})^2 + (1,50 \text{ mg})^2 + (1,15 \text{ mg})^2 + (0,82 \text{ mg})^2} = 4,03 \text{ mg}$$

$$U(m_{ct}) = 2 \times 4,03 \text{ mg} = \mathbf{8,06 \text{ mg}} \leq \frac{1}{3} 30 \text{ mg} = \mathbf{10 \text{ mg}}$$

Mit dieser Beispielrechnung wurde nachgewiesen, dass die erweiterte Unsicherheit des konventionellen Wägewertes des Testgewichtes kleiner als 1/3 der zulässigen Fehlergrenze ist. Somit ist die vorgenommene Kalibrierung mit dem verwendeten Massekomparator konform zur OIML R111-1.

# Literatur

1. OIML R111-1, Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3, Part 1: Metrological and technical requirements, Edition 2004 (E)
2. ASTM E617-13, Standard Specification for Laboratory Weights and Precision Mass Standards, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, 2013
3. Kochsiek, M., Gläser, M., "Comprehensive Mass Metrology", Wiley-VCH Verlag Berlin (2000), Sec.3.4, "Mass determination with balances" (Roman Schwartz)
4. Picard, A., Davis, R.S., Gläser, M., Fujii, K., "Revised formula for the density of moist air (CIPM-2007)", Metrologia 45 (2008) 149-155
5. GUM 1995, Guide to the expression of uncertainty in measurement, JCGM 100:2008, 2008

**Tabelle:** Anzahl der ABA-Wägezyklen

OIML Klasse	E1	E2	F1	F2	M1	M2	M3
ASTM Klasse	0	1   2	3   4	5	6	7	F
Zyklen n	5	3	2	1	1	1	1
$s_{\max}(\Delta m_c) = \frac{2}{15} \text{MPE} \sqrt{n}$	0,30 MPE	0,23 MPE	0,19 MPE	0,13 MPE	0,13 MPE	0,13 MPE	0,13 MPE

Es ist im Einzelfall nachzuweisen, dass die vorgegebenen Grenzwerte der erweiterten Unsicherheit des konventionellen Wägewertes des Testgewichtes eingehalten werden.



MASS COMPARATOR  
MC12004

Sartorius

🌐 Mehr erfahren  
Weitere Informationen erhalten Sie unter  
[www.sartorius.com](http://www.sartorius.com)

## Deutschland

Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG  
Otto-Brenner-Straße 20  
37079 Göttingen  
Tel: +49 551 308 0

## USA

Sartorius Corporation  
565 Johnson Avenue  
Bohemia, NY 11716  
Tel.: +1 631 254 4249  
Tel. (gebührenfrei): +1 800 635 2906



Weitere Ansprechpartner finden Sie auf  
[www.sartorius.com](http://www.sartorius.com)