

SmartCal™ User Guide



Verifizierte Leistung
Schnelle Resultate
Einfaches Testen

Testverfahren
FAQ
Produkthinweise

Referenzsubstanz zum Testen von Halogen Moisture Analyzern

METTLER TOLEDO



SmartCal Produktinformationen

Produktname:	cSmartCal, SmartCal																						
Substanz:	Molekularsieb (Zeolith) Diese Substanz ist als ungefährlich eingestuft. Nicht verschlucken. Detaillierte Informationen entnehmen Sie bitte dem im Internet verfügbaren Sicherheitsdatenblatt (MSDS): ▶ www.mt.com/msds																						
Bestimmungsgemässer Gebrauch:	Referenzsubstanz für die Leistungsprüfung von Moisture Analyzern. Nicht für Mikrowellen-Moisture Analyser geeignet.																						
Lagerung:	Bei Raumtemperatur lagern. Die Blisterpackung erst unmittelbar vor Gebrauch öffnen.																						
Entsorgung:	Kann mit dem normalen Hausmüll entsorgt werden. Die örtlichen und nationalen Umweltschutzbestimmungen beachten.																						
Haltbarkeit:	Das Haltbarkeitsdatum ist auf der Blisterpackung und auf den Päckchen aufgedruckt. Bei sachgemässer Lagerung ist die einwandfreie Funktion von SmartCal bis zu diesem Datum garantiert (z. B. Exp08.2013).																						
Zertifikat:	Das Analysezertifikat für cSmartCal und das Herstellungszertifikat für SmartCal sind als PDF-Datei erhältlich: ▶ www.mt.com/smartcal-certificate																						
Bestellinformationen:	<table><tr><td>cSmartCal, 24 Stück:</td><td>30005791</td></tr><tr><td>cSmartCal, 12 Stück:</td><td>30005793</td></tr><tr><td>SmartCal, 24 Stück:</td><td>30005790</td></tr><tr><td>SmartCal, 12 Stück:</td><td>30005792</td></tr><tr><td>StarterPac cSmartCal:</td><td>30005918</td></tr><tr><td>StarterPac SmartCal:</td><td>30005917</td></tr></table> <table><tr><td>Zertifiziertes Justiergewicht, 50 g (für HG/HR), Klasse F1:</td><td>11119530</td></tr><tr><td>Zertifiziertes Justiergewicht, 20 g (für HB), Klasse F1:</td><td>11119529</td></tr><tr><td>Zertifiziertes Justiergewicht 100 g (für HX/HS), Klasse F1:</td><td>11119531</td></tr><tr><td>Zertifiziertes Temperatur-Kalibrierkit, HA-TCC:</td><td>00214528</td></tr><tr><td>HX/HS Moisture Analyzer</td><td>30020851</td></tr></table>	cSmartCal, 24 Stück:	30005791	cSmartCal, 12 Stück:	30005793	SmartCal, 24 Stück:	30005790	SmartCal, 12 Stück:	30005792	StarterPac cSmartCal:	30005918	StarterPac SmartCal:	30005917	Zertifiziertes Justiergewicht, 50 g (für HG/HR), Klasse F1:	11119530	Zertifiziertes Justiergewicht, 20 g (für HB), Klasse F1:	11119529	Zertifiziertes Justiergewicht 100 g (für HX/HS), Klasse F1:	11119531	Zertifiziertes Temperatur-Kalibrierkit, HA-TCC:	00214528	HX/HS Moisture Analyzer	30020851
cSmartCal, 24 Stück:	30005791																						
cSmartCal, 12 Stück:	30005793																						
SmartCal, 24 Stück:	30005790																						
SmartCal, 12 Stück:	30005792																						
StarterPac cSmartCal:	30005918																						
StarterPac SmartCal:	30005917																						
Zertifiziertes Justiergewicht, 50 g (für HG/HR), Klasse F1:	11119530																						
Zertifiziertes Justiergewicht, 20 g (für HB), Klasse F1:	11119529																						
Zertifiziertes Justiergewicht 100 g (für HX/HS), Klasse F1:	11119531																						
Zertifiziertes Temperatur-Kalibrierkit, HA-TCC:	00214528																						
HX/HS Moisture Analyzer	30020851																						

Inhalt

1. Einführung	4
2. Funktionsprinzip von SmartCal	6
2.1 Routineüberprüfung von Moisture Analyzern	6
2.2 SmartCal prüft das Instrument nahe am Verwendungspunkt	6
2.3 SmartCal funktioniert wie ein Vergrößerungsglas	7
2.4 Vergleich mit realen Proben	8
2.5 cSmartCal – höchste Sicherheit für höchste Anforderungen	8
3. SmartCal Testverfahren	9
3.1 Vorbedingungen	10
3.2 Geräteeinstellungen (Methodenparameter)	10
3.3 Messung durchführen	10
3.4 Nach der Messung (10 Minuten)	10
3.5 Auswertung	11
4. Kontrollgrenzen	12
5. Interpretation von SmartCal Testresultaten	14
5.1 Beispiele für typische Testresultate und Abweichungen	14
5.2 Mögliche Ursachen für Werte ausserhalb der Toleranzen	18
6. Erzielung optimaler Testresultate mit SmartCal	20
6.1 Korrekte Justierung des Moisture Analyzers	20
6.2 Vorbedingungen für den SmartCal Test	21
6.3 Normalisierung auf Umgebungsbedingungen	21
1. Beispiele Normalisierung	22
2. Thermohygrometer zur Normalisierung	23
3. Berechnung des normalisierten Feuchtegehalts (MC _N)	23
6.4 Verbesserung der Wiederholbarkeit von SmartCal Resultaten	26
7. Empfohlene Testbedingungen	27
7.1 Testfrequenz	27
7.2 Testtemperatur	27
8. Vergleich mit anderen Testsubstanzen	28
9. Häufig gestellte Fragen (FAQ)	29

Der SmartCal StarterPac enthält:

- Set mit 12 cSmartCal oder SmartCal
- Thermohygrometer
- SmartCal User Guide

- CD mit
 - SmartCal User Guide
 - SmartCal Kurzanleitung
 - Excel® Messberichten
 - Normalisierungstabelle
 - SOP

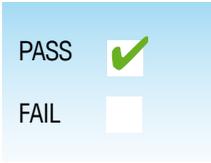
1. Einführung

Moisture Analyzer dienen der schnellen, präzisen und zuverlässigen Bestimmung des Feuchtegehalts. Fehlerhafte Feuchtemesswerte können direkte Auswirkungen auf Produktionsprozesse und die Qualität der Endprodukte haben.

Die regelmässige Verifizierung von Messinstrumenten ist unverzichtbar für gültige Resultate und gleichbleibend hohe Qualität. Bei Moisture Analyzern werden die Waage und das Heizmodul traditionell separat mit einem Gewicht und einem Thermometer getestet. Diese Tests bestätigen die Funktionalität der einzelnen Komponenten, der Vorgang ist jedoch zeitaufwändig und kompliziert. Bediener lassen daher häufig viel Zeit zwischen Kalibrierungen verstreichen, was zu einer unzureichenden Überwachung des Instruments führt – in der Qualitätskontrolle ein Risikofaktor.

METTLER TOLEDO hat SmartCal entwickelt, um jederzeit hochwertige Resultate sicherzustellen. Die einzigartige temperaturempfindliche Substanz mit bekanntem Feuchtegehalt ermöglicht die schnelle und einfache Prüfung der Instrumentenfunktion mit nur einem Test. Der SmartCal Test basiert auf einer regulären Messung mit einem Moisture Analyzer. Der spezifische Feuchtegehalt macht SmartCal zu einer idealen Referenzsubstanz für die Leistungsprüfung von Moisture Analyzern.

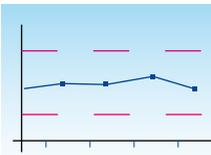
SmartCal liefert...



- einen klaren Hinweis, ob das Instrument innerhalb der Herstellerspezifikationen arbeitet und entsprechend für Routinemessungen freigegeben werden kann



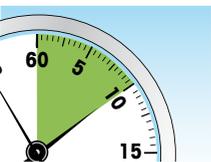
- dokumentierte Testresultate bezüglich der Instrumentenleistung – zur Unterstützung Ihrer Qualitätsdokumentation für Audits



- eine Trendübersicht über die Leistung des Instruments



- einen einfachen Instrumententest, der auch von nicht geübten Arbeitern durchgeführt werden kann



- schnelle Resultate – der Test dauert nur 10 Minuten



- eine zertifizierte und vollständig rückverfolgbare Testsubstanz (cSmartCal)

SmartCal – der Routinetest zur Validierung von Moisture Analyzern.

2. Funktionsprinzip von SmartCal

2.1 Routineüberprüfung von Moisture Analyzern

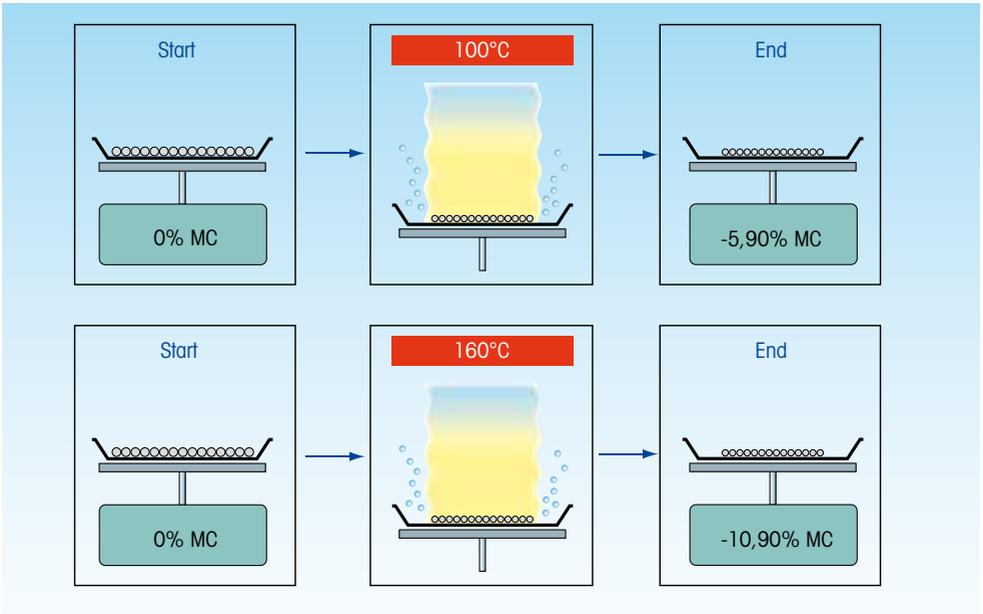
Thermogravimetrische Messungen (Trocknungsverlust) erfordern ein präzises Wägeinstrument und ein Heizsystem, das die spezifizierte Trocknungstemperatur erreicht. Zur Erzielung gültiger Resultate muss unbedingt die einwandfreie Funktion sowohl der Waage als auch des Heizsystems sichergestellt werden. Diese Sicherheit wird durch eine regelmässige Kalibrierung des Messgeräts erreicht.

Ein Moisture Analyzer besteht aus einem Heizsystem und einer integrierten Waage. Traditionell werden diese Instrumente mit einem Testgewicht und einem Kit zur Temperaturkalibrierung überprüft. Dieses Verfahren ist mühsam und zeitraubend, daher werden Kalibrierungen meistens zu selten durchgeführt – ein klares Manko in der Qualitätskontrolle von Moisture Analyzern. Die innovative, einfach zu handhabende Referenzsubstanz SmartCal löst dieses Problem, indem sie eine schnelle Funktionsprüfung des gesamten Instruments ermöglicht. Die Handhabung der Testsubstanz ist mit der einer echten Probe identisch. Die Verwendung einer Substanz mit bekanntem Feuchtegehalt (siehe Kapitel 4 „Kontrollgrenzen“) sorgt für ein praktisches, schnelles und direktes Testverfahren.

2.2 SmartCal prüft das Instrument nahe am Verwendungspunkt

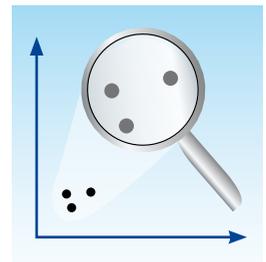
Bei der Bestimmung des Feuchtegehalts mit einem Moisture Analyzer ist das Resultat für die meisten Substanzen - wie bei jeder anderen thermogravimetrischen Messung - von der gewählten Trocknungstemperatur abhängig. Daher ist das Erreichen der gewählten Trocknungstemperatur sehr wichtig. Entsprechend sollte das Instrument so nahe wie möglich am typischen Verwendungspunkt (Trocknungstemperatur) überprüft werden.

Wie bereits erwähnt, weist SmartCal einen spezifischen Feuchtegehalt auf. Je nach gewählter Trocknungstemperatur entweicht eine bestimmte Menge an Feuchtigkeit (siehe 4 „Kontrollgrenzen“). Eben diese Eigenschaft macht SmartCal zur idealen Referenzsubstanz für die Leistungsüberprüfung von Moisture Analyzern. METTLER TOLEDO bietet SmartCal Kontrollgrenzen in der Nähe fast aller gängigen Trocknungstemperaturen an: 70 °C, 100 °C, 130 °C und 160 °C.



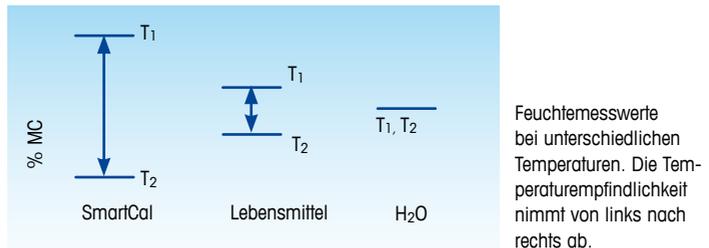
2.3 SmartCal funktioniert wie ein Vergrößerungsglas

Da selbst kleinste Änderungen des Instruments festgestellt werden sollen, muss die Testsubstanz bereits bei geringfügigen Änderungen der Instrumenteneigenschaften eine deutliche Änderung des Feuchtegehalts anzeigen. In diesem Sinne lässt sich SmartCal mit einem „Vergrößerungsglas“ vergleichen, denn es zeigt selbst kleinste Veränderungen am Instrument in Form relativ starker Änderungen der Feuchtemesswerte an.



2.4 Vergleich mit realen Proben

Typische Proben sind weniger empfindlich auf Änderungen der Trocknungstemperatur als SmartCal. Die Abbildung veranschaulicht die Funktion des Vergrößerungsglases von SmartCal, das einen deutlich breiteren Feuchtebereich aufweist als typische Substanzen.



2.5 cSmartCal – höchste Sicherheit für höchste Anforderungen

SmartCal ist erhältlich mit Produktionszertifikat von METTLER TOLEDO und als cSmartCal, das von einer unabhängigen und akkreditierten nationalen Prüfanstalt (BAM - Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Deutschland) getestet und zertifiziert wird. cSmartCal ist vollständig auf die SI-Einheit (kg) rückführbar und beinhaltet Angaben zur Messunsicherheit. Es richtet sich an Unternehmen, die ein Höchstmass an Sicherheit zur Erfüllung strengster Auflagen benötigen. Jedes Zertifikat ist archiviert und unter Angabe der Losnummer abrufbar unter www.mt.com/smartcal-certificate.



3. SmartCal Testverfahren

In diesem Kapitel wird das grundlegende Messverfahren beim SmartCal Test beschrieben. Kapitel 6 „Erzielung optimaler Testresultate mit SmartCal“ erläutert optimales Vorgehen mit SmartCal, darunter Aspekte wie die korrekte Justierung des Moisture Analyzers, Vorbedingungen für den SmartCal Test und die Verbesserung der Wiederholbarkeit.

3.1 Vorbedingungen

- Korrekte Installation des Instruments (keine Zugluft, kein direktes Sonnenlicht, stabiler Aufstellort).
- Korrekte Justierung unter Betriebsbedingungen.
- Moisture Analyzer im Arbeitsraum akklimatisiert und mindestens eine Stunde am Stromnetz angeschlossen.
- Abgekühlter Heizraum.
- SmartCal im Arbeitsraum akklimatisiert.
- Thermohygrometer im Arbeitsraum akklimatisiert.

Dies sind die wichtigsten Voraussetzungen für die sachgemässe Verwendung von SmartCal. Wenn eine höhere Wiederholbarkeit und Genauigkeit des SmartCal Tests erforderlich ist, siehe Kapitel 6. „Erzielung optimaler Testresultate mit SmartCal“.

3.2 Geräteeinstellungen (Methodenparameter)

- Abschaltkriterium: Zeit - 10 Minuten
- Standardtrocknung
- Anzeige: % MC
- Trocknungstemperatur: 70, 100, 130 oder 160 °C
(wählen Sie die Temperatur, die der üblichen Trocknungstemperatur am nächsten liegt)

3.3 Messung durchführen

- Probenschalenhalter mit Aluminiumprobenschale in Instrument einlegen und tarieren.
- Nehmen Sie ein SmartCal Päckchen aus der Blisterpackung, reißen Sie es auf und verteilen Sie den gesamten Inhalt gleichmäßig auf der Probenschale (drehen und kippen Sie ggf. die Schale, bis sie vollständig mit Granulat bedeckt ist).
- Starten Sie unverzüglich die Messung.

3.4 Nach der Messung (10 Minuten)

- Tragen Sie den angezeigten Feuchtemesswert (% MC) in das Messprotokoll ein. Excel® Messprotokolle für die verschiedenen Trocknungstemperaturen sind auf der mit dem SmartCal StarterPac gelieferten CD-ROM oder unter www.mt.com/SmartCal verfügbar. Die CD-ROM enthält ebenfalls Messprotokolle, die Sie ausdrucken und manuell ausfüllen können.
- Tragen Sie die Raumtemperatur und die relative Feuchte in das Messprotokoll ein.
- Normalisieren Sie den Feuchtemesswert (erforderlich, falls die Raumtemperatur nicht 20 °C und die relative Feuchte nicht 50 % beträgt). Bei Verwendung des Excel® Messprotokolls erfolgt die Normalisierung automatisch.

Zur manuellen Normalisierung kann die Tabelle auf Seite 28 in diesem Handbuch verwendet werden. Diese Tabelle ist auch auf der mit dem StarterPac gelieferten CD-ROM enthalten. Tragen Sie den normalisierten Feuchtemesswert (% MC_N) in das Messprotokoll ein.

TIPP: Detaillierte Informationen zu Gründen und Zeitpunkten einer Normalisierung sowie zu deren Durchführung finden Sie in Abschnitt 6.3 „Normalisierung auf Umgebungsbedingungen“.

3.5 Auswertung

Vergleichen Sie den normalisierten Feuchtemesswert mit den Kontrollgrenzen (siehe Seite 12):

- Liegt der Wert innerhalb des Toleranzbereichs, hat das Instrument den Funktionstest bestanden.
- Liegt der Wert ausserhalb des Toleranzbereichs, kann ein Problem am Instrument vorliegen oder die Testbedingungen wurden nicht eingehalten.

Wenn ein Resultat ausserhalb der Kontrollgrenzen liegt:

1. Ermitteln Sie mögliche Ursachen für den nicht konformen Wert (siehe 5.2 „Mögliche Ursachen für Werte ausserhalb der Toleranzen“).
2. Beseitigen Sie die Ursache.
3. Wiederholen Sie die SmartCal Messung. (Wichtig: Lassen Sie das Instrument abkühlen, bevor Sie den nächsten SmartCal Test starten.)
4. Liegt das Resultat noch immer ausserhalb der Kontrollgrenzen, justieren Sie das Instrument mit einem Gewicht und dem Temperaturkalibrierkit. (Wichtig: Lassen Sie das Instrument abkühlen, bevor Sie mit der Justierung beginnen.)
5. Wiederholen Sie die SmartCal Messung. (Wichtig: Lassen Sie das Instrument vor dem Test abkühlen.)

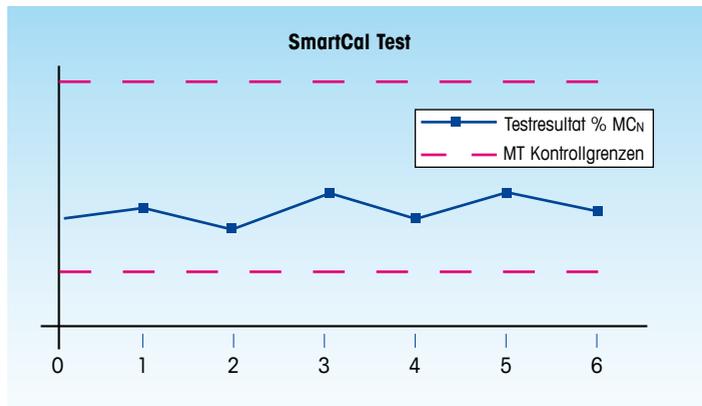
Zusätzliche Unterstützung ist beim METTLER TOLEDO Service verfügbar. Weitere Empfehlungen zur Auswertung von Testresultaten finden Sie in Abschnitt 5.1 „Beispiele für typische Testresultate und Abweichungen“.

4. Kontrollgrenzen

SmartCal prüft die Funktionsfähigkeit des Instruments mit einer normalen Feuchtemessung. Bei korrekter Installation und Einrichtung des Instruments sollten alle SmartCal Resultate innerhalb der Kontrollgrenzen für die spezifische Testtemperatur liegen.

Hinweis: Diese Kontrollgrenzen beziehen sich auf alle Produktreihen der METTLER TOLEDO Halogen Moisture Analyzer und sind nur auf diese anwendbar.

METTLER TOLEDO
Kontrollgrenzen
(rosa Linien).



Wenn der Moisture Analyzer einwandfrei funktioniert, sollten die SmartCal Testresultate innerhalb der Kontrollgrenzen liegen, wenn auch nicht notwendigerweise in der Mitte des Spezifikationsbereichs.

Testtemperatur [°C]	cSmartCal Kontrollgrenzen [% MC _N]	SmartCal Kontrollgrenzen [% MC _N]
70	3.3 - 4.3	3.2 - 4.4
100	5.3 - 6.3	5.2 - 6.4
130	7.5 - 8.7	7.4 - 8.8
160	10.0 - 11.6	9.9 - 11.7

Die Kontrollgrenzen von cSmartCal und SmartCal bei 4 verschiedenen Testtemperaturen. Gültig für METTLER TOLEDO Halogen Moisture Analyzer. MC_N: Auf 20 °C und 50% RH normalisiert.

Bei niedrigeren Testtemperaturen ist der spezifizierte Bereich kleiner. Der relative Fehler der Zieltemperatur ist immer derselbe, d. h. der absolute Fehler ist bei geringen Temperaturen kleiner und bei höheren Temperaturen grösser. Proben, die höhere Testtemperaturen erfordern, weisen in der Regel eine geringere Temperaturempfindlichkeit und einen breiteren Toleranzbereich auf.

Messungen in speziellen Umgebungen oder untypische Handhabung

SmartCal Kontrollgrenzen basieren auf Resultaten von unter Standardbedingungen verwendeten Moisture Analyzern (siehe 3.1 und 6.2 „Vorbedingungen für den SmartCal Test“). Bei Verwendung des Moisture Analyzers unter besonderen Bedingungen, wie z. B. Luftzug durch Abzugshauben, oder bei untypischer Handhabung (z. B. Arbeiten ohne Probenschalenhalter oder mit einem warmen Instrument) können die Werte ausserhalb der Kontrollgrenzen liegen. Wenn aber die Testbedingungen gleich bleiben, kann SmartCal trotzdem zur Leistungsüberprüfung des Instruments über die Zeit verwendet werden und entsprechende Kontrollgrenzen können estgelegt werden falls benötigt.

TIPP: SmartCal Test mit einem warmen Moisture Analyzer

(bei Dauereinsatz)

Wie bei einer normalen Kalibrierung oder Justierung sollte der SmartCal Test mit einem kalten Instrument erfolgen, da nur auf diese Weise identische Bedingungen und wiederholbare Resultate innerhalb der Kontrollgrenzen gewährleistet sind.* Befindet sich das Instrument jedoch im Dauereinsatz, sodass kein SmartCal Test mit einem abgekühlten Instrument möglich ist, kann die SmartCal Testmessung zwar trotzdem erfolgen, allerdings ergibt sich ein höherer Feuchtegehalt als normal. Zur Erzielung einer optimalen Wiederholbarkeit der Resultate empfehlen wir, die Startbedingungen so gleich wie möglich zu halten. Die Startbedingungen sind abhängig vom vorherigen Gebrauch des Instruments (Trocknungstemperatur und -zeit, Zeit seit der letzten Messung).

* Bei Verwendung einer festen Zeit als Abschaltkriterium hängt der Feuchtemesswert stärker vom Ausgangszustand ab.

5. Interpretation von SmartCal Testresultaten

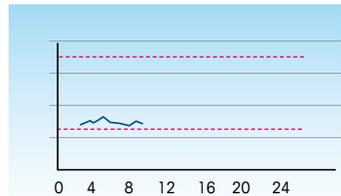
5.1 Beispiele für typische Testresultate und Abweichungen

Nachstehend sind einige typische SmartCal Resultate mit Hinweisen zur Auswertung der Resultate und Massnahmen im Falle von Abweichungen aufgeführt. Die Auswertung basiert auf den Westgard-Regeln (www.westgard.com).



Fall

Normale Situation: Alle SmartCal Testmessungen liegen innerhalb der Kontrollgrenzen.



Fall

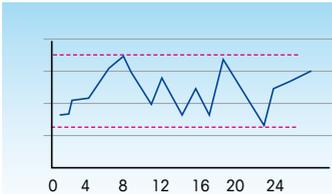
Alle Testmessungen liegen sehr dicht am oberen oder unteren Kontrollgrenzwert.

Beschreibung

Die Werte müssen nicht notwendigerweise in der Mitte des Spezifikationsbereichs liegen; ihre Nähe zu den Grenzwerten könnte jedoch auf einen systematischen Fehler hinweisen (z. B. Installation, Vorbedingungen, SmartCal Testmessung und Normalisierung).

Massnahmen zur Behebung

Hinweise zur Erzielung von SmartCal Werten, die näher an der Mitte des Spezifikationsbereichs liegen, finden Sie in Kapitel 6. „Erzielung optimaler Testresultate mit SmartCal“.



Fall

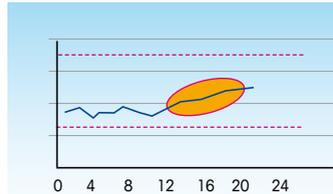
Alle SmartCal Testmessungen liegen innerhalb der Kontrollgrenzen, weisen jedoch eine starke Streuung auf.

Beschreibung

Typische Ursachen für eine breite Streuung der Messwerte sind instabile Testbedingungen infolge von Luftströmungen, Handhabung oder Verwendung eines warmen Instruments.

Massnahmen zur Behebung

Hinweise zur Erzielung einer besseren Reproduzierbarkeit finden Sie in Abschnitt 6.4 „Verbesserung der Reproduzierbarkeit von SmartCal Resultaten“.



Fall

Die SmartCal Testresultate weisen einen Trend auf.

Beschreibung

Mehrere aufeinander folgende Testmessungen zeigen einen Trend in dieselbe Richtung.

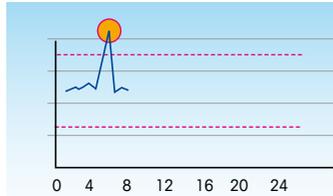
Mögliche Gründe:

- Die Normalisierung wurde nicht korrekt durchgeführt.
- Das Schutzglas ist verunreinigt.
- Der Reflektor ist verunreinigt.
- Der Temperatursensor ist defekt oder verunreinigt.
- Das Instrument ist defekt.

Massnahmen zur Behebung

- Prüfen Sie, ob die Normalisierung korrekt erfolgt.
- Kalibrieren Sie das Heizmodul und die Waage, ggf. justieren.
- Reinigen oder wechseln Sie das Schutzglas aus.
- Wechseln Sie den Reflektor aus.
- Wechseln Sie den Temperatursensor / das Kabel aus (MT-Service-Techniker).

A: Ausserhalb der Kontrollgrenzen



B: Innerhalb der Grenzen, aber eine Messung zeigt signifikante Abweichung



Fall

Einzelne Messabweichung.

Beschreibung

Eine einzelne Messung liegt ausserhalb der Kontrollgrenzen (A) oder weicht signifikant von den vorherigen Messungen ab (B). Dies deutet meist auf fehlerhafte Handhabung oder Testbedingungen hin und heisst nicht notwendigerweise, dass ein Fehler am Instrument vorliegt.

Massnahmen zur Behebung

Liegt eine Messung ausserhalb des spezifizierten Bereichs, wiederholen Sie die Messung mit frischer Testsubstanz. Vergewissern Sie sich vor Beginn der neuen Messung, dass alle möglichen Ursachen untersucht wurden. Siehe hierzu Abschnitt 5.2 „Potenzielle Gründe für Werte ausserhalb der Toleranzen“.

Beobachten Sie sorgfältig die nachfolgenden Messungen. Wenn das Testresultat den früheren Messungen ähnelt, kann von einer einzelnen fehlerhaften Messung und einem einwandfreien Betrieb des Instruments ausgegangen werden. Wenn die Wiederholungsmessung ebenfalls ausserhalb der Toleranzen liegt oder signifikant von den anderen Werten abweicht und alle Fehlerquellen ausgeschlossen werden können, ist eine Überprüfung des Instruments erforderlich.



Fall

Die Messwerte weisen einen Sprung auf.

Beschreibung

Zwischen zwei Messreihen tritt eine signifikante Abweichung auf; beide Reihen weisen einzeln eine gute Wiederholbarkeit auf und liegen innerhalb der Kontrollgrenzen.

Dieser Sprung und die gute Wiederholbarkeit, sowohl vor als auch nach dem Sprung, weisen auf eine signifikante Änderung der Messbedingungen hin:

- Instrument wurde bewegt
- Geänderte Umgebungsbedingungen (Luftstrom, Klimaanlage)
- Instrument wurde justiert
- Testparameter wurden geändert
- SmartCal Produktionstoleranzen

Massnahmen zur Behebung

- Kalibrieren Sie den Halogen Moisture Analyzer, ggf. justieren.
- Prüfen Sie, ob die richtigen Testparameter verwendet werden.
- Wenn das Instrument korrekt zwischen zwei Messreihen unter Arbeitsbedingungen justiert wurde und hier der Grund für den Sprung liegt, sind keine Massnahmen erforderlich.

TIPP: Wenn nur der aktuelle Status des Instruments geprüft werden soll, z. B. im Rahmen einer Routineprüfung, ist eine Kalibrierung ausreichend und zu empfehlen. Eine Justierung empfiehlt sich nur dann, wenn die Kalibrierung ausserhalb der Toleranzen liegt.



Fall

Unterschiede zwischen zwei Moisture Analyzern.

Beschreibung

Wenn Sie zwei oder mehr Instrumente mit SmartCal testen, zeigt jedes Instrument seinen eigenen Bereich an SmartCal Feuchteresultaten an, selbst dann, wenn alle Instrumente korrekt justiert sind.

Der Grund: SmartCal verstärkt als hochempfindliche Testsubstanz selbst kleinste Produktionsschwankungen und bautechnische Abweichungen zwischen Instrumenten und verschiedenen Produktfamilien (HR, HG oder HB) (siehe auch Kapitel 4 „Kontrollgrenzen“). Abweichende Umgebungsbedingungen wie z.B. Luftströmungen führen ebenfalls zu unterschiedlichen SmartCal Testresultaten zwischen den Instrumenten.

5.2 Mögliche Ursachen für Werte ausserhalb der Toleranzen

Installation und Wartung



- Das Instrument wurde niemals, fehlerhaft oder nicht unter Einsatzbedingungen justiert.
- Die Korrekturwerte des Temperatur-Kalibrierkits (HA-TCC) wurden nicht korrekt angewandt.
- Das Temperatur-Kalibrierkit ist defekt.
- Der Einsatzort des Instruments wurde nach der letzten Justierung/Kalibrierung geändert.
- Das Instrument ist Luftströmungen ausgesetzt (offenes Fenster, Lüfter, Klimaanlage, Abzugshaube).
- Das Schutzglas, der Reflektor oder der Temperatursensor ist verunreinigt oder beschädigt.
- Die Umgebungstemperatur hat sich seit der letzten Justierung/Kalibrierung signifikant geändert.



Für Hinweise zur ordnungsgemässen Installation siehe 6.1 „Korrekte Justierung des Moisture Analyzers“ und den Leitfaden zur Feuchtebestimmung unter ► www.moisture-guide.com.



Handhabung

- Es wurden die falschen Methodenparameter verwendet.
- Die Normalisierung auf Umgebungsbedingungen wurde nicht bzw. nicht korrekt durchgeführt (siehe 6.3 "Normalisierung auf Umgebungsbedingungen").
- Das Instrument war vor Testbeginn nicht vollständig abgekühlt.
- Der Test wurde nicht unmittelbar nach dem Öffnen des SmartCal Päckchens gestartet.
- Der Inhalt des SmartCal Päckchens wurde nicht vollständig in die Probenschale gegeben.
- Die Probe wurde nicht gleichmässig in der Probenschale verteilt.
- Die Probenschale war verformt.
- Die Probenschale streift am Probenschalenhalter oder am Windschutz; der Windschutz war nicht richtig zentriert.
- Das Instrument war nicht akklimatisiert oder nicht lange genug an die Stromversorgung angeschlossen.
- Der Probenschalenhalter wurde nicht benutzt.



Testsubstanz

- Das Päckchen oder die Versiegelung waren beschädigt.
- SmartCal wurde nicht wie empfohlen gelagert (siehe 10 „SmartCal Produktinformationen“).
- Das Haltbarkeitsdatum von SmartCal ist abgelaufen.

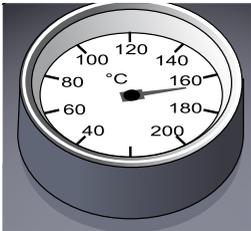


6. Erzielung optimaler Testresultate mit SmartCal

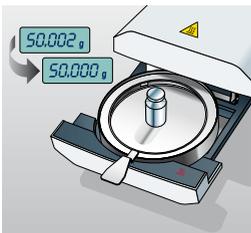
Die Feuchtemessung mit einem Moisture Analyzer basiert auf der Trocknung einer Probe in Kombination mit einem hochpräzisen Wägevorgang. Die Genauigkeit und die Wiederholbarkeit sind folglich stark von der korrekten Installation des Instruments abhängig. Bei der Installation ist auf den Aufstellort und die Umgebung sowie auf die korrekte Justierung von Waage und Heizmodul zu achten.

SmartCal ist eine Referenzsubstanz, die anzeigt, ob Ihr Moisture Analyzer korrekt installiert ist und innerhalb der Herstellerspezifikationen arbeitet. Beachten Sie die folgenden Leitlinien, um SmartCal Resultate innerhalb der Kontrollgrenzen mit hoher Wiederholbarkeit zu erzielen.

6.1 Korrekte Justierung des Moisture Analyzers



- Die Waage und das Heizmodul sollten justiert werden:
 - beim erstmaligen Einsatz des Moisture Analyzers,
 - beim Wechsel des Aufstellorts,
 - bei starken Änderungen der Raumtemperatur,
 - nach einer Nivellierung (gilt nur für die Waage).
- Justieren Sie den Moisture Analyzer unter den vorgesehenen Einsatzbedingungen.
- Verwenden Sie ein zertifiziertes Gewicht und Temperatur-Kalibrierkit (HA-TCC) und achten Sie auf die Anwendung der Korrekturwerte des Thermometers (auf dem Zertifikat angegeben).
- Thermometer, Gewicht und Moisture Analyzer müssen vor Beginn einer Justierung/Kalibrierung kalt sein (Raumtemperatur). Warten Sie nach einer Feuchtebestimmung mindestens eine Stunde, bevor Sie den Moisture Analyzer kalibrieren oder justieren.



Für weitere Hinweise zur Installation Ihres Moisture Analyzers siehe

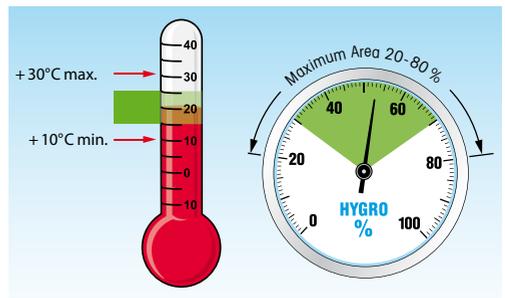
► www.moisture-guide.com

6.2 Vorbedingungen für den SmartCal Test

- Die Heizkammer sollte Raumtemperatur aufweisen. Lassen Sie sie nach einer Feuchtebestimmung ca. 1 Stunde lang vollständig abkühlen, bevor Sie die SmartCal Messung starten.
- Benutzen Sie den Probenschalenhalter.
- Vermeiden Sie Luftzug (offene Fenster, Lüfter, Klimaanlage).
- Der Moisture Analyzer muss auf Raumbedingungen akklimatisiert sein.
- Das Instrument muss mindestens 1 Stunde an die Spannungsversorgung angeschlossen sein.
- Das Thermohygrometer für die Normalisierung muss auf Raumbedingungen akklimatisiert sein.

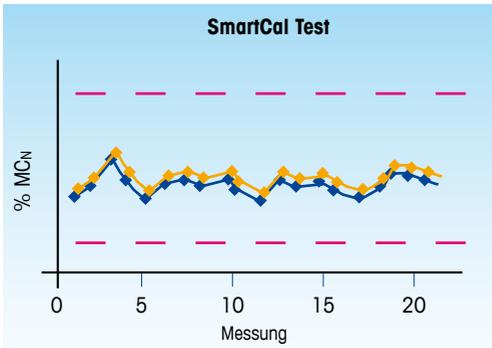
6.3 Normalisierung auf Umgebungsbedingungen

Die SmartCal Spezifikationen entsprechen Messungen, die unter Standardbedingungen (20 °C, 50 % relative Feuchte) durchgeführt wurden. Bei einem SmartCal Test unter anderen Bedingungen weicht das Testresultat (% MC) von dem Resultat unter Standardbedingungen ab, kann jedoch mit einem Korrekturwert normalisiert werden (% MC_N). Die Bestimmung dieses Korrekturwerts erfolgt auf Basis der Umgebungsbedingungen während der SmartCal Messung.

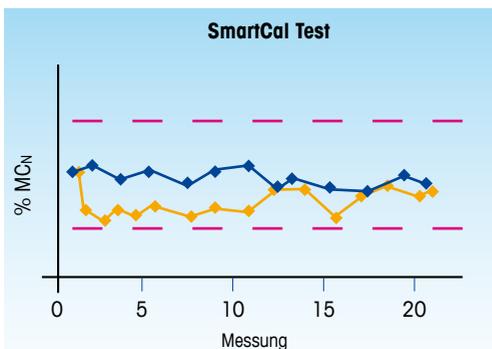


1. Beispiele für Normalisierung

Nachstehend sind zwei Fälle beschrieben, die zeigen, wann eine Normalisierung wichtig ist und wann sie als vernachlässigbar betrachtet werden könnte.



Die Messungen wurden unter stabilen Umgebungsbedingungen vorgenommen. Bei sämtlichen Messungen schwankte die Raumtemperatur zwischen 19 und 21 °C und die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 47 und 53 %. Die normalisierten (blaue Linie) und nicht-normalisierten (gelbe Linie) Messungen sind beinahe identisch. Das heisst, dass Sie die SmartCal Feuchtemesswerte nicht notwendigerweise normalisieren müssen, sofern in Ihrem Arbeitsbereich ganzjährig relativ stabile klimatische Bedingungen im Bereich der Standardwerte (20 °C, 50 % RH) herrschen.



Wenn Ihre Arbeitsumgebung jedoch signifikant von den Standardbedingungen abweicht oder die Umgebungsbedingungen stark schwanken, sollten Sie Ihre Feuchtemesswerte wie in diesem Beispiel gezeigt normalisieren. Die Messungen wurden bei 16 bis 22 °C und 23 bis 79 % relativer Feuchte vorgenommen. Die Differenz zwischen den beiden Kurven ist eine Folge der abweichenden Umgebungsbedingungen. Die normalisierten Messwerte (blaue Linie) weisen jedoch auf eine gute Wiederholbarkeit des Instruments hin.

2. Thermohygrometer zur Normalisierung

Zur Berechnung der Korrekturwerte müssen Temperatur und relative Feuchte von einem Thermohygrometer aufgezeichnet werden. Das SmartCal StarterPac enthält ein geeignetes Thermohygrometer für den sofortigen Start der SmartCal Leistungsüberprüfung Ihres Moisture Analyzers. Wenn Sie ein zertifiziertes Thermohygrometer benötigen, empfehlen wir folgende Anbieter mit weltweitem Service.

Elpro-Buchs AG: www.elpro.com

Rotronic AG: www.rotronic-humidity.com

3. Berechnung des normalisierten Feuchtegehalts (MC_N)

Die Normalisierung des nach der SmartCal Messung angezeigten Feuchtegehalts kann manuell oder mit dem Excel[®] Messprotokoll erfolgen.

Manuelle Normalisierung

Die Normalisierung erfolgt, indem der Korrekturwert aus der Korrekturtabelle (siehe Tabelle) zu dem Resultat der SmartCal Messung hinzuaddiert wird:

$$\% \text{ MC}_N = \% \text{ MC} + \text{Korrekturwert}$$

Zeichnen Sie die Umgebungsbedingungen mit dem Thermohygrometer auf und wählen Sie die passenden Korrekturwerte. Die Normalisierungstabelle finden Sie auf der CD im StarterPac oder unter www.mt.com/smartcal.

		Raumtemperatur [°C]						
		10	15	20	25	30	35	40
	20	-0,31	-0,28	-0,24	-0,18	-0,12	-0,03	0,07
	25	-0,29	-0,25	-0,20	-0,13	-0,05	0,06	0,19
	30	-0,27	-0,22	-0,16	-0,08	0,02	0,16	0,31
	35	-0,24	-0,19	-0,12	-0,03	0,09	0,24	0,42
	40	-0,22	-0,16	-0,08	0,03	0,16	0,33	0,54
Rel. Feuchte [%]	45	-0,20	-0,13	-0,04	0,08	0,23	0,42	0,66
	50	-0,18	-0,10	0,00	0,13	0,30	0,51	0,77
	55	-0,16	-0,07	0,04	0,18	0,37	0,60	0,89
	60	-0,14	-0,04	0,08	0,24	0,44	0,69	1,01
	65	-0,12	-0,01	0,12	0,29	0,51	0,78	1,12
	70	-0,09	0,02	0,16	0,34	0,58	0,87	1,24
	75	-0,07	0,04	0,20	0,39	0,64	0,96	1,36
	80	-0,06	0,07	0,24	0,45	0,71	1,06	1,47

Korrekturwerte zur Anpassung von SmartCal Resultaten auf Standardbedingungen.

Die Werte in der Normalisierungstabelle sind in Schritten von 5 °C und 5 % RH eingeteilt. Liegen die Umgebungsbedingungen zwischen diesen Schritten, kann der Korrekturwert abgeschätzt werden.

Beispiel 1:	
% MC aus SmartCal Messung	5,56 %
Relative Feuchte	55 %
Raumtemperatur	25 °C
Korrekturwert für 55 % RH und 25 °C	+0,18 %
% MC_N = % MC + Korrekturwert	5,74 %

 -5,56 % → 5,56 %

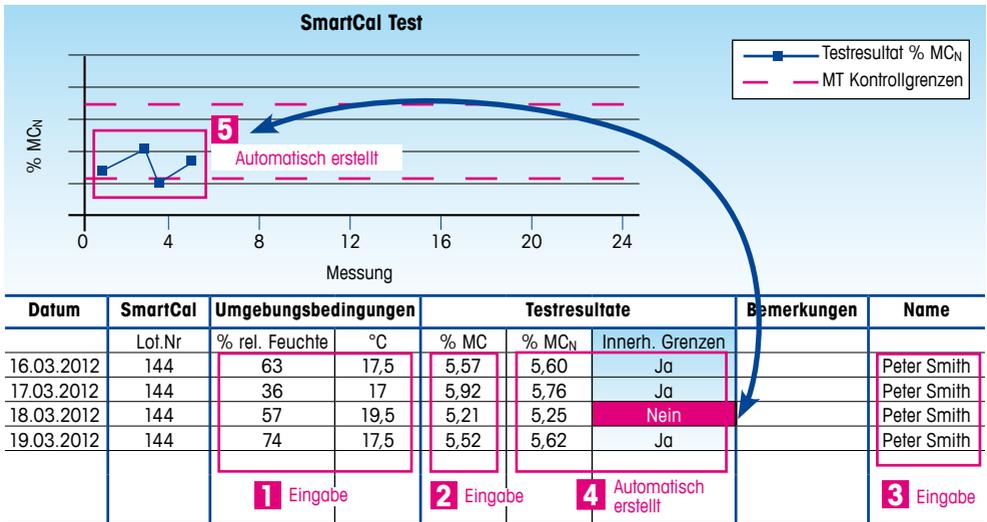
Beispiel 2:	
% MC aus SmartCal Messung	5,92 %
Relative Feuchte	36 %
Raumtemperatur	17 °C
Geschätzter Wert für 36 % RH und 17 °C	-0,15 %
% MC_N = % MC + Korrekturwert	5,77 %

 -5,92 % → 5,92 %

Normalisierung mit elektronischem Messprotokoll

Das SmartCal StarterPac enthält eine CD mit einem elektronischen Excel®-basierten Protokoll (siehe Abbildung unten). Für jede SmartCal Testtemperatur ist ein Excel®-Protokoll vorhanden. Tragen Sie die Umgebungsbedingungen (Schritt 1) und den mit der SmartCal Messung ermittelten Feuchtegehalt (Schritt 2) ein. Excel® berechnet daraufhin automatisch den normalisierten Feuchtegehalt (MC_N) und vergleicht das Resultat mit den Kontrollgrenzen der jeweiligen Testtemperatur (Schritt 3). Die Visualisierung per Diagramm erfolgt ebenfalls automatisch (Schritt 4). Verwenden Sie bitte ein Messprotokoll für jedes Instrument.

SmartCal Excel® Messprotokoll für eine Testtemperatur von 100 °C.



6.4 Verbesserung der Wiederholbarkeit von SmartCal Resultaten

Wiederholbare SmartCal Resultate sind abhängig von Faktoren wie der Handhabung der SmartCal Probe, der Reduzierung externer Störeinflüsse und den korrekten Vorbedingungen für den SmartCal Test (siehe 6.2 „Vorbedingungen für die SmartCal Messung“).

Handhabung von SmartCal

- Benutzen Sie den Probenschalenhalter.
- Verwenden Sie die Aluminiumprobenschalen.
- Verteilen Sie den Inhalt des SmartCal Päckchens nach dem Öffnen gleichmässig in der Probenschale.
- Verwenden Sie den gesamten Inhalt des Päckchens (Zielgewicht 8,5 g).
- Starten Sie unverzüglich die Testmessung.

Reduzierung externer Störeinflüsse

- Vermeiden Sie Luftzug (z. B. offene Fenster und Türen). Wenn der SmartCal Test unter starken oder variierenden Luftströmungen erfolgt, sind die Resultate weniger wiederholbar und können ausserhalb der Kontrollgrenzen liegen (in der Regel zu hoch).
- Führen Sie den SmartCal Test bei 10 °C bis 30 °C und 20 % bis 80 % relativer Feuchte durch. Wir empfehlen für SmartCal Tests Bedingungen im Bereich von 15 °C bis 25 °C und 30 % bis 70 % relative Feuchte.

7. Empfohlene Testbedingungen

7.1 Testfrequenz

Eine Empfehlung für die optimale Testfrequenz mit SmartCal auf Basis Ihres individuellen Prozesses erhalten Sie unter

► www.mt.com/smartcal-frequency-recommendation

Die Empfehlung einer allgemeingültigen spezifischen Testfrequenz ist nicht praktikabel, da sie von den individuellen Risiken des Prozesses abhängt, in dem die Feuchtemessung erfolgt. Die Haupteinflussfaktoren auf die Testfrequenz sind die potenziellen Auswirkungen fehlerhafter Messungen auf den Geschäftsbetrieb, das Personal oder die Umgebung und die Kritikalität des Prozesses bzw. der Probe. In Abhängigkeit von diesen Faktoren kann die Testfrequenz von täglichen bis zu vierteljährlichen Messintervallen variieren.

Kalibrierung und Wartung

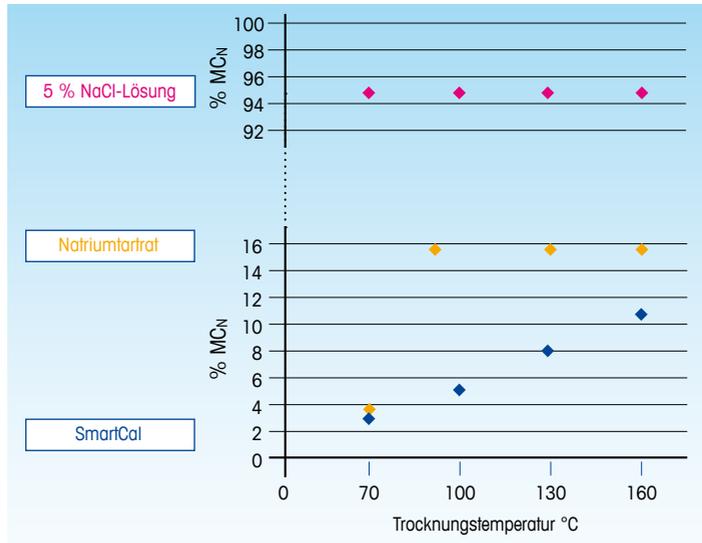
SmartCal ist ein Funktionstest, der zur besseren Kontrolle der Qualität von Messresultaten dient. Dieser Schnelltest stellt jedoch keinen Ersatz für vorbeugende Wartung, Justierung und Funktionstests dar. Zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit und einwandfreien Funktion aller Komponenten ist eine regelmäßige Kalibrierung mit zertifizierten Gewichten und einem Temperatur-Kalibrierkit erforderlich.

7.2 Testtemperatur

Es wird empfohlen, das Instrument unter möglichst realen Einsatzbedingungen zu prüfen. Wählen Sie daher die SmartCal Testtemperatur aus (70 °C, 100 °C, 130 °C, 160 °C), die Ihren Trocknungstemperaturen am nächsten liegt. Dies gilt insbesondere für Trocknungstemperaturen temperaturempfindlicher Substanzen.

8. Vergleich mit anderen Testsubstanzen

Natriumtartrat ist eine Substanz mit einem chemisch definierten Gehalt an Kristallwasser (15,66 %). Es ist jedoch in seiner Funktion auf die Prüfung des Wägesystems limitiert. Eine Bestimmung des Feuchtegehalts von Natriumtartrat bei 130 °C bzw. 160 °C ergibt in etwa denselben Wert (ca. 15,66 %, siehe Abbildung). Die Substanz eignet daher nicht zur Überprüfung des Heizmoduls, da keine Abweichung zwischen gewählter und tatsächlicher Trocknungstemperatur feststellbar ist. Dies gilt für alle nicht temperaturempfindlichen Substanzen (z. B. NaCl-Lösung). SmartCal hingegen ist ein temperaturabhängiges Testsystem: Je höher die Trocknungstemperatur, desto höher der gemessene Feuchtegehalt (siehe Abbildung).



9. Häufig gestellte Fragen (FAQ)

1. Warum liegen meine Testresultate nicht in der Mitte?

Die SmartCal Testresultate eines korrekt justierten und installierten Instruments müssen nicht zwangsläufig in der Mitte der Kontrollgrenzen liegen. Die Mitte des Bereichs ist nicht der Zielwert für jedes einzelne Instrument, sondern ergibt sich aus den Werten für alle Produktlinien der Halogen Moisture Analyzer von METTLER TOLEDO.

2. Kann ich Warmstartmessungen mit SmartCal durchführen?

Im Prinzip können SmartCal Tests mit einem warmen Instrument erfolgen, wenn die Startbedingungen identisch sind. Das Ziel einer Testmessung besteht wie bei der Temperaturkalibrierung oder Justierung darin, für eine beste Wiederholbarkeit möglichst genaue Startbedingungen zu erzeugen. Aus diesem Grund wird wenn möglich ein Kaltstart empfohlen.

Hinweis: Das typische Abschaltkriterium bei einer Feuchtebestimmung ist die Gewichtsabnahme pro Zeiteinheit. Der Feuchtegehalt korreliert daher mit dem Trocknungsgrad der Probe und ist so weniger vom Ausgangszustand des Geräts abhängig. Bei Verwendung einer festen Zeit als Abschaltkriterium hängt der Feuchtemesswert stärker vom Ausgangszustand ab.

3. Nach einer Justierung liegen die SmartCal Werte noch immer ausserhalb der Kontrollgrenzen. Ist mein Instrument defekt?

Ist der Moisture Analyzer korrekt justiert (siehe Kapitel 6.1) und sind alle anderen Ursachen (siehe Kapitel 5.2) ausgeschlossen, sollten die Resultate innerhalb der Kontrollgrenzen liegen.

Weitere Abklärungen:

- Zeigt das Temperatur-Kalibrierkit die richtige Temperatur an?
- Wenden Sie sich an einen METTLER TOLEDO Servicetechniker.

4. Warum schwanken die SmartCal Resultate stärker als Resultate von meiner echten Probe?

Die Referenzsubstanz reagiert sehr empfindlich auf die Trocknungstemperatur. Diese Eigenschaft macht sie geeignet für einen Funktionstest unter Einbeziehung der Trocknungstemperatur (siehe Kapitel 2).

5. Warum wird die Testsubstanz beim Funktionstest nicht vollständig getrocknet?

Ein zuverlässiger und wiederholbarer Funktionstest kann in nur 10 Minuten erfolgen ohne eine vollständige Trocknung der Testsubstanz.

6. Wie werden die Kontrollgrenzen festgelegt?

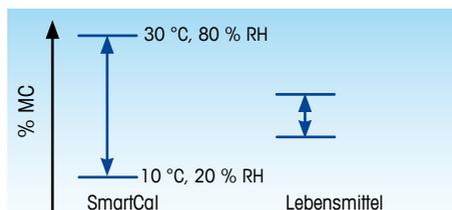
Unter Verwendung verschiedener Halogen Moisture Analyzer wurden zahlreiche Messreihen mit allen SmartCal Temperaturen durchgeführt. Der Mittelwert des Bereichs entspricht also dem Mittelwert aller Produktlinien der Halogen Moisture Analyzer von METTLER TOLEDO.

7. Kann ich SmartCal für andere Moisture Analyzer verwenden?

Im Prinzip ist die Verwendung von SmartCal auch für andere Instrumente als die METTLER TOLEDO Halogen Moisture Analyzer möglich (jedoch nicht für Mikrowellen-Moisture Analyzer). Auf Grund anderer Konstruktionen oder Technologien unterscheiden sich die Feuchtemesswerte jedoch von unseren Kontrollgrenzen. Diese und die Normalisierungswerte gelten nur für sachgemäss installierte Halogen Moisture Analyzer von METTLER TOLEDO.

8. Müssen Messungen mit meinen Proben auf Umgebungsbedingungen normalisiert werden?

Typische Proben sind im Allgemeinen weniger empfindlich gegenüber Umgebungsbedingungen als SmartCal. Wie dargestellt weist SmartCal im Vergleich mit typischen Substanzen einen deutlich breiteren Bereich auf. Daher müssen Messungen mit echten Proben in der Regel nicht normalisiert werden.



9. Kann ich die Stahlprobenschale verwenden?

Wir empfehlen die Aluminiumprobenschale. Die 6mm-Stahlprobenschale könnte auch verwendet werden. Benutzen Sie möglichst immer den gleichen Typ Schale.





www.mt.com/smartcal

Für weitere Informationen

Mettler-Toledo AG

Laboratory & Weighing Technologies
CH-8606 Greifensee, Schweiz
Telefon +41-44-944 22 11
Fax +41-44-944 30 60

Technische Änderungen vorbehalten
© 11/2012 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland 30005933a