

# SmartCal™ 사용자 가이드



검증된 성능  
빠른 결과  
쉬운 시험

시험 방법  
FAQ  
제품 정보

## 시험용 기준 물질 할로겐 수분 분석기

METTLER TOLEDO

## SmartCal 제품 정보

제품명:	cSmartCal, SmartCal																							
물질:	분자형 체(제올라이트) 위험 물질로 구분되지 않았습니다. 먹지 마십시오.  자세한 정보는 다음 주소에서 MSDS(Material Safety Datasheet)를 참조하십시오. <a href="http://www.mt.com/msds">www.mt.com/msds</a>																							
내부 용도:	수분 분석기의 성능 검증을 위한 기준 물질. 마이크로 웨이브 방식 수분 분석기에는 적합하지 않음																							
저장:	실온에 보관하십시오. 사용 전에 블리스터 팩을 열지 마십시오.																							
폐기:	일반 쓰레기처럼 처분할 수 있습니다. 지역 및 국가 환경 규정을 준수하십시오.																							
저장 수명:	만료일은 블리스터 팩과 스틱에 인쇄되어 있습니다. 올바르게 저장한 경우, SmartCal의 기능은 만료일까지 보장됩니다 (예: Exp08,2013).																							
인증:	cSmartCal의 분석 및 SmartCal 생산 인증은 다음 주소에서 PDF 파일로 구할 수 있습니다. <a href="http://www.mt.com/smartcal-certificate">www.mt.com/smartcal-certificate</a>																							
주문 정보:	<table><tr><td>cSmartCal, 24세트:</td><td>30005791</td></tr><tr><td>cSmartCal, 12세트:</td><td>30005793</td></tr><tr><td>SmartCal, 24세트:</td><td>30005790</td></tr><tr><td>SmartCal, 12세트:</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>인증된 조정용 분동 50 g(HG/HR용), F1 클래스:</td><td>11119530</td></tr><tr><td>인증된 조정용 분동 20 g(HB용), F1 클래스:</td><td>11119529</td></tr><tr><td>인증된 조정용 분동 100 g(HX/HS용), F1 클래스:</td><td>11119531</td></tr><tr><td>인증된 온도 조정 세트, HA-TCC:</td><td>00214528</td></tr><tr><td>HX/HS 수분분석기</td><td>30020851</td></tr></table>	cSmartCal, 24세트:	30005791	cSmartCal, 12세트:	30005793	SmartCal, 24세트:	30005790	SmartCal, 12세트:	30005792	StarterPac cSmartCal:	30005918	StarterPac SmartCal:	30005917	인증된 조정용 분동 50 g(HG/HR용), F1 클래스:	11119530	인증된 조정용 분동 20 g(HB용), F1 클래스:	11119529	인증된 조정용 분동 100 g(HX/HS용), F1 클래스:	11119531	인증된 온도 조정 세트, HA-TCC:	00214528	HX/HS 수분분석기	30020851	
cSmartCal, 24세트:	30005791																							
cSmartCal, 12세트:	30005793																							
SmartCal, 24세트:	30005790																							
SmartCal, 12세트:	30005792																							
StarterPac cSmartCal:	30005918																							
StarterPac SmartCal:	30005917																							
인증된 조정용 분동 50 g(HG/HR용), F1 클래스:	11119530																							
인증된 조정용 분동 20 g(HB용), F1 클래스:	11119529																							
인증된 조정용 분동 100 g(HX/HS용), F1 클래스:	11119531																							
인증된 온도 조정 세트, HA-TCC:	00214528																							
HX/HS 수분분석기	30020851																							

---

# 목차

<b>1. 소개</b>	<b>4</b>
<b>2. SmartCal 작동 원리</b>	<b>6</b>
2.1 수분 분석기의 일상 시험	6
2.2 사용시점에 기기 성능 검증하는 SmartCal	6
2.3 확대경과 같이 작동하는 SmartCal	7
2.4 실제 샘플과 비교	8
2.5 최고의 요건을 위한 최고의 보장, SmartCal 인증	8
<b>3. SmartCal을 이용한 시험 절차</b>	<b>9</b>
3.1 사전조건	10
3.2 기기 설정(방법 파라미터)	10
3.3 측정 실시	10
3.4 측정 후(10분)	10
3.5 평가	11
<b>4. 제어 한계</b>	<b>12</b>
<b>5. SmartCal 시험 결과 해석</b>	<b>14</b>
5.1 일반적인 시험 결과 및 편차의 예	14
5.2 범위를 벗어난 값에 대한 잠재적 이유	18
<b>6. SmartCal을 이용 최고의 결과를 얻는 법</b>	<b>20</b>
6.1 수분 분석기의 올바른 조정	20
6.2 SmartCal 시험을 위한 사전조건	21
6.3 주변 조건으로 정규화	21
1. 정규화 예	22
2. 정규화용 온습도계	23
3. 정규화된 수분 함량 교정(MC <sub>N</sub> )	23
6.4 SmartCal 시험 결과의 반복성 개선	26
<b>7. 권장 시험 조건</b>	<b>27</b>
7.1 시험 주기	27
7.2 시험 온도	27
<b>8. 다른 시험 물질과 비교</b>	<b>28</b>
<b>9. 자주 묻는 질문</b>	<b>29</b>

---

## SmartCal StarterPac 구성품:

- cSmartCal 인증 또는 SmartCal 세트 12개
- 온습도계
- SmartCal 사용자 가이드
  
- CD(다음 내용 포함)
  - SmartCal 사용자 가이드
  - SmartCal 간편 운영 지침
  - Excel® 측정 보고서
  - 정규화 표
  - SOP

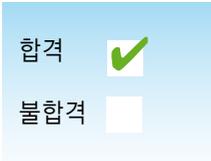
### 1. 소개

수분 분석기는 수분 함량을 빠르고 정확하며 신뢰할 수 있게 결정합니다. 잘못된 수분 측정 결과는 생산 공정과 최종 제품 품질에 직접적인 영향을 끼칠 수 있습니다.

측정 장치의 정기적인 검증은 유효한 결과를 보장하고 품질을 유지하는 데 필수적입니다. 수분 분석기의 경우, 일반적으로 분동 및 온도계를 사용하여 저울과 가열 모듈을 따로 검사했습니다. 이러한 시험은 각 구성품의 기능을 검증하지만 시험 과정은 시간이 많이 소모되며 까다로워, 교정 중에 운영자가 장시간 자리를 비워 장비 감시가 부적절하게 이루어지며, 이것은 품질 관리에 위험요소입니다.

언제나 고품질 수분 측정 결과를 보장하기 위해 METTLER TOLEDO는 SmartCal을 제공합니다. 수분 함량이 알려진 이 독특한 온도 민감형 물질은 단일 시험에만 사용되어 빠르고 쉽게 기기의 전체적인 기능을 검증합니다. SmartCal 시험은 수분 분석기의 정기 측정에 바탕을 두고 있습니다. SmartCal에는 일정량의 수분이 있어, 수분 분석기의 성능 검증에 이상적인 기준 물질로 사용할 수 있습니다.

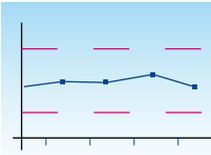
## SmartCal의 장점



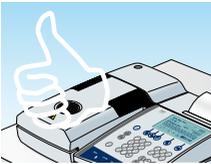
- 기기가 제조 규격 내에서 작동하므로 일상 측정용으로 사용할 수 있다는 명확한 표시.



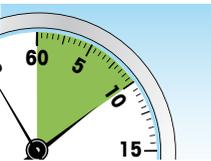
- 기기 성능에 대한 시험 결과의 문서화로 감사용 품질 문서 지원.



- 기기 성능 동향 개요.



- 기술이 없는 운영자도 쉽게 실시할 수 있는 기기 시험 절차.



- 단 10분 만에 끝나는 신속한 결과.



- 인증 및 완벽하게 추적 가능한 시험 물질(cSmartCal).

SmartCal - 수분 분석기 검증을 위한 일상 시험.

---

## 2. SmartCal 작동 원리

### 2.1 수분 분석기의 일상 시험

---

열중량 측정(건조 손실) 결과는 정확한 저울과 지정된 건조 온도를 달성할 수 있는 가열 장치에 좌우됩니다. 유효한 결과를 얻기 위해, 저울과 열원이 모두 올바르게 작동해야 합니다. 이것은 측정 장치를 정기적으로 교정하여 확신할 수 있습니다.

수분 분석기는 가열 장치와 저울이 통합되어 있습니다. 이러한 기기는 일반적으로 시험 분동과 온도 교정 키트로 교정합니다. 이 절차는 시간이 많이 필요하며, 지루하여 교정이 충분히 자주 실시되지 않습니다. 즉, 수분 분석기 품질 관리의 사각 지대입니다. 이러한 문제는 사용이 혁신적으로 편리한 기준 물질인 SmartCal을 사용하여 전 기기의 올바른 작동을 신속히 검증하여 해결합니다. 시험 물질은 실제 샘플과 같은 방법으로 취급합니다. 그러나, 수분 함량이 알려진 물질을 사용함으로 ( 4. "제어 한계" 참조), 시험 절차는 기기를 실질적이고, 빠르며, 직접 검증하는 방법을 제공합니다.

### 2.2 사용시점에 기기 성능 검증하는 SmartCal

---

수분 분석기로 수분 함량을 결정할 때, 대부분의 물질에 대한 분석 결과는 다른 열 중량 측정과 마찬가지로 선택한 건조 온도에 좌우됩니다. 따라서, 선택한 건조 온도의 달성이 매우 중요하며, 이러한 이유로 기기는 가능한 일반적인 사용 포인트

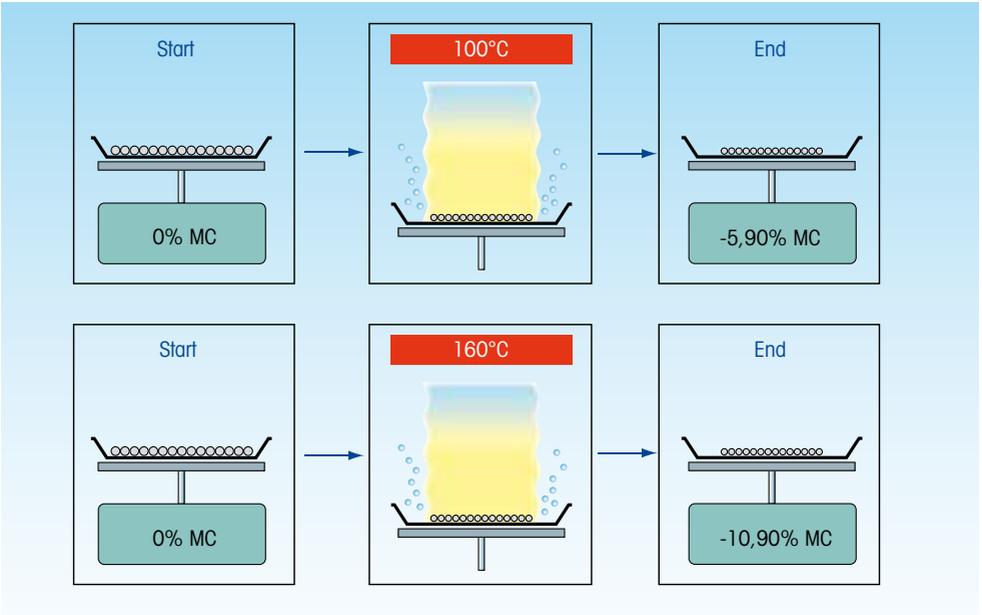
(건조 온도)와 가까운 온도에서 검증해야 합니다.

앞서 밝힌 바와 같이 SmartCal에는 일정한 수분이 포함되어 있습니다. 정의된 양의 수분이 건조 온도에 따라 방출됩니다

(4. "제어 한계" 참조). 이러한 특징으로 인해 SmartCal은 수분

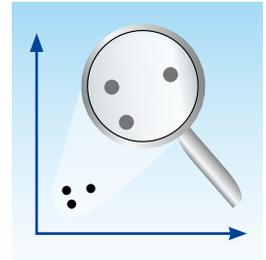
분석기의 성능 시험에 이상적인 기준 물질입니다. METTLER

TOLEDO는 SmartCal에 대해 가장 일반적으로 사용되는 건조 온도에 가까운 70°C, 100°C, 130°C 및 160°C의 제어 한계를 제공합니다.



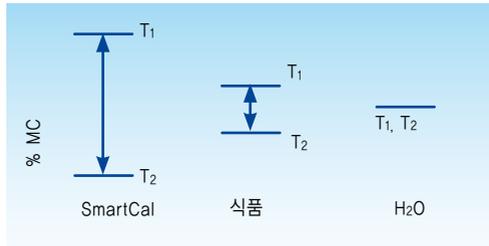
### 2.3 확대경과 같이 작동하는 SmartCal

기기의 작은 변화도 검출해야 하기 때문에, 기기 특성이 조금만 변해도 시험 물질은 수분 함량이 크게 변해야 합니다. 이 때문에, SmartCal은 기기의 작은 변화도 상대적으로 큰 수분 결과로 파악하므로 "확대경"과 비교할 수 있습니다.



## 2.4 실제 샘플과 비교

일반적인 샘플은 건조 온도 변화에 대해 SmartCal처럼 민감하지 않습니다. 그림은 일반적인 물질에 비해 수분 범위가 넓은 SmartCal의 확대경과 같은 특징을 보여줍니다.



서로 다른 온도에서 수분 결과. 온도 감도는 좌에서 우로 감소.

## 2.5 최고의 요건을 위한 최고의 보장, cSmartCal

SmartCal은 두 가지 버전이 있습니다. METTLER TOLEDO의 생산 인증이 있는 SmartCal과 독립적이고 인증된 국가 시험 기관 (BAM - 물질 연구 및 시험을 위한 연방 연구소, 독일)에서 시험하고 인증한 cSmartCal이 있으며, SI 단위(kg)로 완전한 추적성을 제공하고 불확도 문서가 포함되어 있습니다. cSmartCal은 엄격한 규제를 준수하기 위해 최고의 안전이 필요한 회사에 적합합니다. 각 로트별 분석 인증(SmartCal)과 생산 인증(SmartCal)이 보관되며 다음 주소에서 로트 번호로 찾을 수 있습니다.

▶ [www.mt.com/smartcal-certificate](http://www.mt.com/smartcal-certificate)



---

## 3. SmartCal을 이용한 시험 절차

본 장은 SmartCal 시험의 기본적인 측정 절차를 설명합니다. 6장 "SmartCal을 이용 최고의 결과를 얻는 법"은 수분 분석기의 올바른 조정, SmartCal 시험용 사전조건 및 반복성 향상과 같은 이슈를 포함한 최고의 SmartCal 사용 방법을 설명합니다.

### 3.1 사전조건

---

- 올바른 기기 설치(공기 흐름과 직사광선이 없고, 안정적인 장소)
- 운영 조건에서 올바른 조정
- 측정실에 적응되고 최소한 1시간 이상 AC 전원에 연결된 수분 분석기
- 냉각된 가열 챔버
- 작업현장 적응된 SmartCal 패키지
- 작업현장 적응된 온습도계

이것이 SmartCal을 올바로 사용하는 데 가장 중요한 사전조건입니다. 높은 SmartCal 반복성과 정확도가 필요한 경우, 섹션 6. "SmartCal을 이용 최고의 결과를 얻는 법"을 참조하십시오.

### 3.2 기기 설정(분석법 파라미터)

---

- 가열 중지 시간: 10분
- 표준 건조
- 디스플레이: % MC
- 건조 온도: 70, 100, 130 또는 160°C  
(일반적으로 사용하는 건조 온도와 가장 가까운 온도 선택)

---

### 3.3 측정 실시

---

- 알루미늄 샘플 접시가 포함된 샘플 팬 핸들러를 기기에 놓고 영점 조정을 하십시오.
- 블리스터 팩에서 SmartCal 스틱을 제거하여 찢어서 열고, 샘플 팬에 모든 내용물을 고르게 분포시키십시오(필요하면, 입자가 접시를 고르게 덮을 때까지 접시를 조심스럽게 돌리고 기울이십시오).
- 즉시 측정하십시오.

### 3.4 측정 후(10분)

---

- 측정 기록에 표시된 수분함량(% MC)을 입력하십시오. SmartCal StarterPac과 함께 제공된 CD-ROM이나 [www.mt.com/SmartCal](http://www.mt.com/SmartCal)에서 다른 건조 온도용 Excel® 측정 기록을 구할 수 있습니다. 또한 CD-ROM에도 출력하여 수동으로 기입할 수 있는 측정 기록이 있습니다.
- 측정 기록에 실내 온도와 상대 습도를 입력하십시오.
- 수분함량을 정규화하십시오(실내 온도가 20°C가 아니고 상대 습도가 50%가 아닌 경우 필요합니다). Excel® 측정 기록을 사용하면 자동으로 정규화가 이루어집니다. 수동 정규화의 경우, 본 지침서 28페이지의 표를 사용해야 합니다. 이 표는 StarterPac과 함께 제공되는 CD-ROM에도 포함되어 있습니다. 측정 기록에 정규화된 습도값(% MC<sub>N</sub>)을 입력하십시오.

■ 팁: 정규화가 필요한 이유와 시점 그리고 정규화 방법은 섹션 6.3 "주변 조건으로 정규화"에서 자세히 다룹니다.

---

### 3.5 평가

---

정규화 수분함량값을 제어 한계와 비교하십시오 (12페이지 참조):

- 값이 공차 범위 내에 있으면, 기기는 기능 시험을 통과한 것입니다.
- 값이 공차 범위를 벗어나면, 기기에 문제가 있거나 시험 조건이 충족되지 않았을 수 있습니다.

결과가 제어 범위를 벗어난 경우:

1. 값이 벗어난 원인을 파악하십시오(5.2 "범위를 벗어난 값에 대한 잠재적 이유" 참조).
2. 원인을 수정하십시오.
3. SmartCal 측정을 다시 하십시오(중요: 다음 SmartCal 시험을 시작하기 전에 계측기를 냉각하십시오).
4. 결과가 여전히 한계를 벗어나면, 분동 및 온도 교정 키트로 기기를 조정하십시오(중요: 조정하기 전에 계측기를 냉각하십시오).
5. SmartCal 측정을 다시 하십시오(중요: 시험하기 전에 계측기를 냉각하십시오).
6. 결과가 여전히 한계를 벗어난 경우, METTLER TOLEDO 서비스에 문의하십시오.

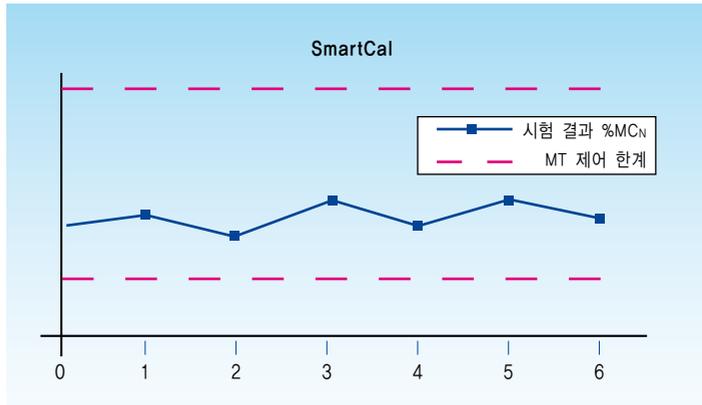
메틀러 토레도 서비스팀으로 부터 추가적인 지원이 가능합니다. 시험 결과 평가 방법에 대한 추가 제안은 섹션 5.1 "일반적인 시험 결과 및 편차의 예"를 참조하십시오.

## 4. 제어 한계

SmartCal은 정상적인 일반 측정 절차를 통해 기기 기능을 검증합니다. 계측기가 올바르게 설치되면, SmartCal 시험의 모든 결과가 특정 시험 온도에 대해 제어 한계 내에 있어야 합니다.

참고: 이러한 제어 한계는 METTLER TOLEDO 할로겐 수분 분석기모든 제품을 포함하며 해당 계측기에만 적용할 수 있습니다.

METTLER TOLEDO 제어 한계(분홍선).



수분 분석기가 올바르게 작동하면, SmartCal 시험 결과는 제어 한계 내에 있어야 하지만, 지정된 범위 중앙에 있어야 할 필요는 없습니다.

시험 온도 [° C]	cSmartCal 제어 한계 [%MC <sub>N</sub> ]	SmartCal 제어 한계 [%MC <sub>N</sub> ]
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

4개의 다른 시험 온도에서 SmartCal 인증 및 SmartCal의 제어 한계, MT 할로겐 수분 분석기에 유효, MC<sub>N</sub>: 20°C 및 50% RH로 정규화.

---

낮은 시험 온도에 대해 지정 범위가 작습니다. 목표 온도의 상대 오차는 항상 같으므로 절대오차는 낮은 온도에 대해 작고 높은 온도에 대해 큼니다. 높은 시험 온도가 필요한 샘플은 일반적으로 온도 감도가 낮고 허용 오차가 넓습니다.

### 특별 환경 또는 비일반적인 취급 상황에서 측정

SmartCal 제어 한계는 표준 작업 환경에서 사용되는 수분 분석기의 결과를 바탕으로 합니다(3.1 및 6.2 “SmartCal 시험을 위한 사전조건” 참조). 공기 흐름에 노출된 환경(예: 배기 후드가 없는 경우)과 같이 특수한 환경이나 비일반적인 취급 상황(예: 팬 핸들러가 없거나 뜨거운 기기 사용)에서 수분 분석기를 사용하는 경우, SmartCal 값은 제어 한계를 벗어날 수 있습니다. 그러나, 여전히 SmartCal을 사용하여 기기 성능을 평가할 수 있습니다. 기기별 SmartCal 한계는 이러한 특정한 시험 조건에 있는 사용자가 결정해야 하며 기기별 측정 보고서에 명시되어야 합니다. 그러나 시험 조건이 같다면, SmartCal은 기기의 성능 평가를 위해 계속 사용할 수 있고, 필요하다면 해당하는 제어 한계를 선정할 수 있습니다.

#### 팁: 데워진 수분 분석기로 (항상 사용 중이라면) SmartCal 시험

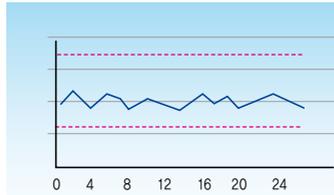
기존 교정 또는 조정처럼, SmartCal 시험은 차가운 기기로 실시해야 합니다. 이것만이 동일한 기기 조건을 보장하여 재현 가능한 결과가 제어 한계\* 내에 있게 합니다. 하지만, 계측기를 항상 사용하여 차가운 기기로 SmartCal 시험을 할 수 없는 경우, SmartCal 시험 측정을 여전히 할 수 있지만 일반적인 수분 함량보다 높은 값이 나옵니다. 최상의 재현 결과를 얻기 위해 시작 조건을 가능한 동일하게 유지할 것을 추천합니다. 시작 조건은 기기의 이전 사용에 좌우됩니다(건조 온도, 건조 시간, 마지막 측정 후 흐른 시간).

\*가열 중지 조건으로 고정 시간을 사용하는 경우, 수분 분석 결과는 초기 상태에 의존도가 높습니다

## 5. SmartCal시험 결과 해석

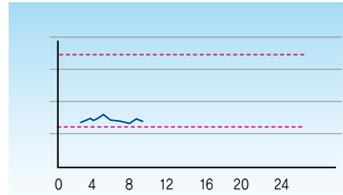
### 5.1 일반적인 시험 결과 및 편차의 예

시험 결과 평가 방법과 편차 발생 시 조치에 대해 설명하기 위해 일반적인 SmartCal 결과를 일부 소개합니다. 해석은 Westgard 법칙 이론에 따릅니다 ([www.westgard.com/westgard-rules](http://www.westgard.com/westgard-rules)).



#### 사례

정상 상태: SmartCal 시험 측정값이 모두 제어 한계 내에 있습니다.



#### 사례

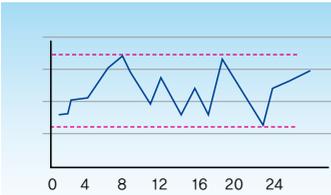
모든 시험 측정값이 제어 상한 또는 하한에 매우 가깝습니다

#### 설명

규격 범위 중앙에 값이 있어야 할 필요는 없지만, 값이 한계값에 가까운 것은 계통 오차를 나타낼 수 있습니다(예: 계측기 설치, 사전조건, SmartCal 시험 측정 및 정규화).

#### 수정 조치

Smartcal 값을 규격 범위 중앙으로 이동시키십시오. 6장, "SmartCal을 이용 최고의 결과를 얻는 법"을 참조하십시오.



**사례**

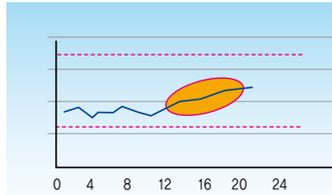
SmartCal 시험 측정값이 모두 한계 내에 있지만 크게 흩어져 있습니다

**설명**

일반적으로 측정값이 크게 흩어진 것은 공기 흐름, 뜨거운 기기 처리 또는 사용과 같은 불안정한 시험 조건을 나타냅니다.

**수정 조치**

보다 나은 반복성을 얻으려면, 6.4장 "SmartCal 결과의 반복성 개선"을 참조하십시오.



**사례**

경향을 보여주는 SmartCal 시험 결과

**설명**

일련의 시험 측정값이 동일한 방향으로 경향을 보여줍니다.

**가능한 원인:**

- 정규화가 올바르게 진행되지 않았습니다.
- 보호 유리가 오염되었습니다.
- 반사기가 오염되었습니다.
- 온도 센서에 장애가 있거나 오염되었습니다.
- 기기에 장애가 있습니다.

**수정 조치**

- 정규화가 올바르게 실시됐는지 검증하십시오.
- 가열 모듈과 저울을 교정하고, 필요하면 조정하십시오.
- 보호 유리를 세척 또는 교체하십시오.
- 반사기를 교체하십시오.
- MT 서비스 기술자를 통해 온도 센서/케이블을 교체하십시오.

A: 제어 한계 벗어남



B: 제어 한계 내에 있지만 이전 측정값과 큰 편차



### 사례

#### 단일 측정 편차

#### 설명

단일 측정값이 제어 한계(A)를 벗어나거나 이전 측정값(B)과 크게 차이가 납니다. 이것은 일반적으로 조작 또는 시험 조건 오류로서 반드시 기기가 오작동한다고 볼 수 없습니다.

#### 수정 조치

측정값이 지정된 범위를 벗어나면, 새로운 시험 물질로 다시 측정하십시오.

5.2 "범위를 벗어난 값에 대한 잠재적 이유"를 참조하고 다시 측정하기 전에 원인을 다시 확인하십시오.

후속 측정값을 면밀히 관찰하십시오. 시험 결과가 이전 측정값과 비슷하면 단일 측정 장애로 볼 수 있으며 기기의 작동은 여전히 정상입니다. 반복 측정값이 여전히 한계를 벗어나거나 다른 값과 크게 차이나고 모든 오류 원인이 제거된 경우, 기기를 검사해야 합니다.



**사례**  
측정값의 갑작스런 변화

**설명**  
이전 및 이후 측정 시리즈 사이에 큰 편차가 있습니다. 두 시리즈 모두 반복성이 좋고 제어 한계 내에 있습니다.

갑작스런 변화와 그 이전 및 이후의 양호한 반복성은 측정 조건에 큰 변화가 있음을 보여줍니다.

- 기기 이동.
- 주변 환경 조건의 변화 (공기 흐름, 공기 조건).
- 기기 조정.
- 시험 방법 파라미터의 변경.
- SmartCal 생산 허용 오차.

**수정 조치**

- 할로겐 수분 분석기를 교정하고 필요하면 조정하십시오.
- 올바른 시험 방법 파라미터를 사용하는지 확인하십시오.
- 동일한 작업 환경에서 계측기를 올바르게 조정하고 이로 인해 갑작스런 변화가 발생한 경우, 수정 조치를 하지 않아도 됩니다.

**팁:** 일상 시험과 같이 기기의 현재 상태를 검사해야 하는 경우, 교정만 실시할 것을 권장합니다. 교정이 허용 범위를 벗어난 경우에만 조정을 실시하십시오.



**사례**  
두 수분 분석기 사이의 차이

**설명**  
SmartCal로 두 개 이상의 기기를 시험하는 경우, 조정이 모두 올바르게 됐더라도 각 계측기는 자신만의 SmartCal 습도 결과 범위를 나타냅니다. 이것은 SmartCal이 매우 민감한 시험 물질이며 기기와 다른 생산 라인(HR, HG 또는 HB)사이의 작은 생산 편차 및 제조 차이도 확대되는 것으로 설명될 수 있습니다 (4. "제어 한계" 참조). 더욱이, 외풍과 같은 작업 환경의 편차는 기기간 SmartCal 시험 결과에 차이를 발생시킬 수 있습니다.

## 5.2 범위를 벗어난 값에 대한 잠재적 이유

### 설치 및 유지보수



- 기기를 조정하지 않았거나, 올바르게 조정하지 않았거나, 작업 조건에서 조정하지 않았습니다.
  - 온도 교정 키트(HA-TCC)의 올바른 값이 올바르게 적용되지 않았습니다.
  - 온도 교정 키트에 장애가 있습니다.
  - 기기 위치가 마지막 조정/교정 후 변경되었습니다.
  - 기기가 외풍(창문 열림, 팬, 공조기, 배기 후드)에 노출되었습니다.
  - 보호 유리, 반사기 또는 온도 센서가 오염 또는 파손되었습니다.
  - 주변 온도가 마지막 조정/교정 후 크게 변경되었습니다.
- 올바른 설치는 6.1 "수분 분석기의 올바른 조정" 및 수분 가이드를 참조하십시오. ▶ [www.moisture-guide.com](http://www.moisture-guide.com).



## 취급

- 잘못된 방법 설정을 사용했습니다.
- 주변 조건으로 정규화가 이루어지지 않았거나 잘못 실행했습니다 (6.3 "주변 조건으로 정규화" 참조).
- 시험 시작 전에 계측기가 완전히 냉각되지 않았습니다.
- SmartCal 스틱을 연 후, 시험이 즉시 시작되지 않았습니다.
- SmartCal 스틱의 내용물을 모두 샘플 팬에 분지 않았습니다.
- 샘플이 샘플 팬에 고르게 퍼지지 않았습니다.
- 샘플 팬이 변형되었습니다.
- 샘플 팬이 팬 핸들러나 바람막이에 스킨거나 바람막이의 중앙이 맞지 않습니다.
- 기기가 적응되지 않았거나 전원 공급기에 충분히 오래 연결되지 않았습니다.
- 샘플 팬 핸들러가 사용되지 않았습니다.



## 시험 물질

- 스틱이나 실이 손상되었습니다.
- 권장 사항에 따라 SmartCal이 보관되지 않았습니다 (10. "SmartCal 제품 정보" 참조).
- SmartCal 유통기한이 만료되었습니다.

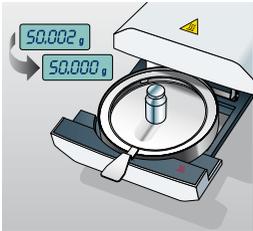
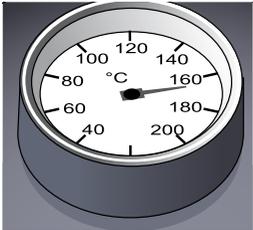


## 6. SmartCal을 이용 최고의 결과를 얻는 법

수분 분석기를 이용한 수분 측정은 고정밀 칭량 절차와 결합한 샘플 건조에 바탕을 둡니다. 따라서, 정확도와 반복성은 기기 설치 품질과 밀접히 관련되어 있습니다. 기기 설치는 저울 및 가열 장치의 올바른 조정과 함께 기기의 장소 및 환경을 고려해야 합니다.

SmartCal은 기기가 올바르게 설치되어 제조업체 규격 내에서 작동하는지를 나타내는 기준 물질입니다. 다음 지침을 따라 제어 한계 내에서 반복성이 양호한 Smartcal 결과를 얻으십시오.

### 6.1 수분 분석기의 올바른 조정



- 다음 상황에서 저울과 가열 모듈을 조정해야 합니다:  
처음으로 수분 분석기를 작동할 때,  
기기 위치를 변경한 후,  
실내 온도가 크게 변화한 후,  
수평 조정 후(저울만 해당).
- 수분 분석기를 사용하는 조건에서 조정하십시오.
- 인증된 분동 및 인증된 온도 교정 키트(HA-TCC)를 사용하고 올바른 온도값을 적용하십시오(인증서에 기록됨).
- 온도계, 분동 및 수분 분석기는 수정/교정 전에 냉각(실내 온도) 되어야 합니다. 수분 분석기를 교정 또는 수정하기 전에 수분함량 결정 후 최소 1시간 기다리십시오.

수분 분석기 설치에 대한 자세한 정보는 다음 주소를 참조하십시오.

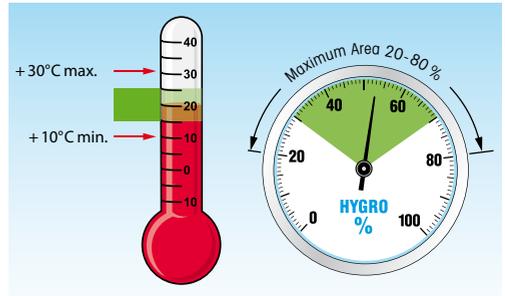
▶ [www.moisture-guide.com](http://www.moisture-guide.com)

## 6.2 SmartCal 시험을 위한 사전조건

- 가열실이 실내 온도와 같아야 합니다. 수분함량 측정 후, 약 1시간 동안 기다려 SmartCal 측정을 시작하기 전에 완전히 냉각되게 하십시오.
- 샘플 팬 핸들러를 사용하십시오.
- 공기 흐름을 피하십시오(열린 창문, 팬, 공조기).
- 수분 분석기는 실내 조건에 적응시켜야 합니다.
- 기기는 최소한 1시간 동안 전원 공급기에 연결되어야 합니다.
- 정규화용 온습도계는 실내 조건에 적응시켜야 합니다.

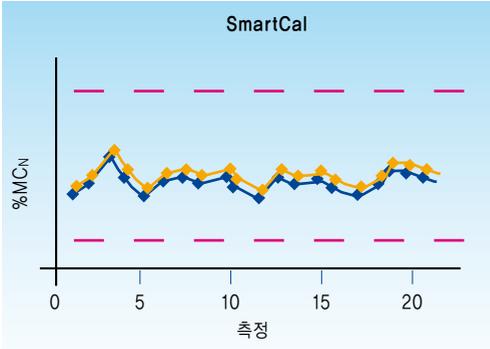
## 6.3 주변 조건으로 정규화

SmartCal 규격은 표준 조건 20°C 및 50% RH(Relative Humidity)에서 실시한 측정과 부합합니다. SmartCal 시험을 다른 조건에서 실시한 경우, 시험 결과 (% MC)는 표준 조건에서 실시한 결과와 다르지만 수정값으로 정규화(% MC<sub>N</sub>)시킬 수 있습니다. 이러한 수정값은 시험 측정 중 파악된 주변 조건을 이용하여 결정합니다.

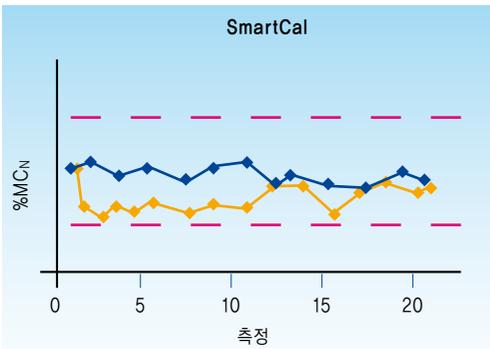


## 1. 정규화 예

아래 두 사례는 정규화 실시 이유 및 시기가 중요한 까닭과 정규화가



측정은 안정적인 조건에서 실시됐습니다. 측정 중 실내 온도는 19 - 21°C, 상대 습도는 47 - 53%로 유지됐습니다. 정규화(청색선)와 비정규화(황색선) 측정값이 거의 일치합니다. 즉, 연중 표준 조건(20°C, 50% RH)과 유사한 안정적인 기후 조건인 지역에서 작업하는 경우, SmartCal 습도 결과를 정규화하지 않아도 됩니다.



그러나 작업 환경이 표준 조건에서 크게 벗어나거나 주변 환경이 크게 변하면, 이 예와 같이 습도 결과를 정규화해야 합니다. 여기서 측정은 온도 16 - 22°C 및 상대 습도 23 - 79%에서 실시됐습니다. 두 곡선은 주변 조건의 변화로 인해 다릅니다. 그러나, 정규화된 측정값(청색선)은 기기의 양호한 반복성을 보여줍니다.

---

## 2. 정규화용 온습도계

수정값을 계산하기 위해, 온습도계로 온도와 상대 습도를 기록해야 합니다. Smartcal StarterPac에는 적절한 온습도계가 있어 Smartcal로 수분 분석기 성능을 즉시 검사할 수 있습니다. 인증된 온습도계가 필요하면, 전세계적으로 서비스를 제공하는 국제적인 공급업체 두 곳을 추천합니다.

Elpro-Buchs AG: [www.elpro.com](http://www.elpro.com)

Rotronic AG: [www.rotronic-humidity.com](http://www.rotronic-humidity.com)

## 3. 정규화된 수분 함량 교정(MCN)

SmartCal 측정 후 표시된 수분 함량 정규화는 수작업이나 Excel® 측정 보고서를 통해 할 수 있습니다.

### 수동 정규화

정규화는 수정 차트(표 참조)가 제공한 수정값을 SmartCal 측정 결과에 더해 실시합니다.

온습도계로 주변 조건을 기록하고 조건에 맞는 수정값을 선택하십시오. 정규화 표는 StarterPac의 CD나 다음 주소에서 구할 수 있습니다. [www.mt.com/smartcal](http://www.mt.com/smartcal).

		실내 온도[°C]						
		10	15	20	25	30	35	40
상대 습도[%]	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
	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	

표준 조건에서 SmartCal  
결과에 대한 수정값.

정규화 표는 5°C 및 5% RH 단위로 표현되어 있습니다. 주변 조건이  
이 사이에 있으면, 수정값을 예상할 수 있습니다.

예 1:	
Smartcal 측정에서 % MC	5.56%
상대 습도	55%
실내 온도	25°C
55% RH 및 25°C에 대한 수정값	+0.18%
<b>%MC<sub>N</sub> = %MC + 수정값</b>	<b>5.74%</b>

 -5.56 % → 5.56 %

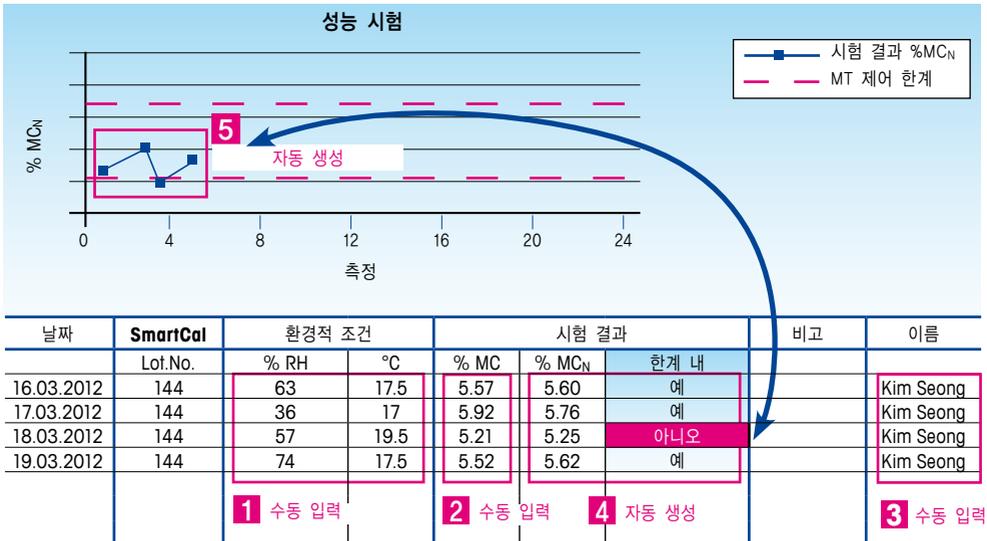
예 2:	
Smartcal 측정에서 % MC	5.92%
상대 습도	36 %
실내 온도	17°C
36% RH 및 17°C에 대한 예상값	-0.15%
<b>%MC<sub>N</sub> = %MC + 수정값</b>	<b>5.77%</b>

 -5.92 % → 5.92 %

## 전자 측정 보고서를 이용한 정규화

SmartcalStarterPac에는 Excel® 기반 전자 측정 보고서가 담긴 CD가 포함되어 있습니다(아래 그림 참조). SmartCal시험 온도별로 Excel® 보고서가 있습니다. 주변 조건을 입력하고(1단계) SmartCal 측정을 통해 결정한 수분 함량을 입력하십시오(2단계). Excel® 이 자동으로 정규화된 수분 함량(MC<sub>N</sub>)을 계산하고 결과를 각 시험 온도의 제어 한계와 비교합니다(3단계). 도표를 통한 시각화도 자동으로 실행됩니다(4단계). 각 계측기별로 하나의 측정 보고서를 사용하십시오.

시험 온도 100°C용 SmartCal  
Excel® 측정 보고서.



---

## 6.4 SmartCal 시험 결과의 반복성 개선

---

재현 가능한 SmartCal 결과는 SmartCal 샘플 취급, 외부 간섭 절감 및 SmartCal 시험용 사전조건 충족(6.2 "SmartCal 측정용 사전조건" 참조)과 같은 요소에 좌우됩니다.

### SmartCal 취급

- 샘플 팬 핸들러를 사용하십시오.
- 알루미늄 샘플 팬을 사용하십시오.
- SmartCal 스틱을 열고 부은 다음 내용물을 샘플 팬 전체에 고르게 분포시키십시오.
- 스틱 내용물을 모두 사용하십시오(목표 중량 8.5 g).
- 즉시 시험 측정을 실시하십시오.

### 외부 간섭 축소

- 공기 흐름을 피하십시오(예: 창문 열림, 출입문 열림). SmartCal 시험을 강력한 또는 변화하는 외풍이 있는 곳에서 실시하는 경우, 결과의 반복성이 떨어지고 제어 한계를 벗어날 수 있습니다 (일반적으로 너무 높은 결과).
- 10 - 30°C 및 20 - 80% RH 환경에서 SmartCal 시험을 실시하십시오.  
15°C - 25°C 및 30% - 70% RH에서 SmartCal 사용을 권장합니다.

---

## 7. 권장 시험 조건

### 7.1 시험 주기

---

각 공정에 따른 권장 사항은 다음 주소를 방문하십시오.

▶ [www.mt.com/smartcal-frequency-recommendation](http://www.mt.com/smartcal-frequency-recommendation)

주기는 수분 어플리케이션이 사용되는 각 공정과 관련된 위험에 따라 좌우되기 때문에 특정한 시험 주기는 일반적으로 권장하지 않습니다. 시험 주기에 영향을 주는 주요 요소는 사업 공정, 사람 또는 환경에 대한 잘못된 잠재된 측정 영향과 공정 또는 샘플의 중요성이 있습니다. 이러한 요소에 따라, 시험 주기는 일일 시험에서 분기별 시험까지 다양하게 변합니다.

#### 교정 및 유지보수

SmartCal은 측정 결과의 품질을 보다 잘 제어할 수 있게 하는 성능 검사기입니다. 그러나, 시험이 신속하다고 해서 예방 유지보수, 조정 및 기능 시험이 불필요한 것은 아닙니다. 인증된 분동 및 온도 교정 키트로 주기적인 교정을 실시하여 모든 구성품의 추적성과 적절한 기능을 보장해야 합니다.

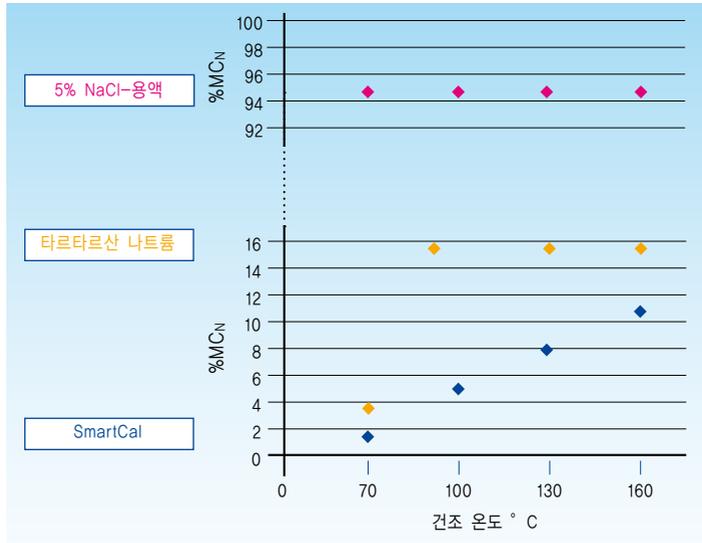
### 7.2 시험 온도

---

작업 조건이나 이와 유사한 조건에서 기기를 검증할 것을 권장합니다. 이러한 이유로, SmartCal 시험 온도(70°C, 100°C, 130°C, 160°C)를 건조 온도와 가장 가깝게 선택하십시오. 특히, 건조 온도와 가까운 온도에 민감한 물질의 경우 더욱 주의하십시오.

## 8. 다른 시험 물질과 비교

타르타르산 나트륨은 화학적으로 정의된 결정수(15.66%)를 담고 있는 물질입니다. 그러나, 타르타르산 나트륨은 계량 시스템 검증에만 제한되어 있습니다. 130<sup>o</sup> 또는 160<sup>o</sup>C에서 타르타르산 나트륨의 수분 함량은 거의 동일합니다(ca. 15.66 %, 그림 참조). 따라서 선택된 건조 온도와 실제 건조 온도 사이의 편차를 파악할 수 없으므로 가열 장치의 성능 검증에 적합하지 않습니다. 이것은 온도에 민감하지 않은 모든 물질에서 같습니다(예: 염화 나트륨 용액). 하지만 SmartCal은 온도 의존형 시험 시스템입니다. 즉, 건조 온도가 높을수록, 측정된 수분 함량이 높습니다(그림 참조).



---

## 9. 자주 묻는 질문

### 1. SmartCal 시험 결과가 제어 한계 중간에 있지 않습니까?

올바로 조정 및 설치된 기기에 대한 SmartCal 시험 결과가 제어 한계 중간에 있어야 할 필요는 없습니다. 범위의 평균값은 METTLER TOLEDO 할로겐 수분 분석기 라인의 모든 제품의 평균값이며 각 기기의 목표값이 아닙니다.

### 2. SmartCal 로 따뜻한 상태에서 측정을 시작할 수 있습니까?

원칙적으로, 시작 조건이 같다면 따뜻한 기기로 SmartCal 시험을 할 수 있습니다. 온도 교정 또는 수정과 마찬가지로 시험 측정의 목표는 가능한 유사한 시작 조건을 유지하여 최고의 반복성을 달성하는 것입니다. 냉각 상태에서 정의하면 명확하고 뚜렷한 시작 조건을 얻을 수 있습니다.

실제 수분함량 결정에서, 일반적인 전원 꺼짐 기준은 시간당 중량 손실(mg/s)입니다. 따라서, 수분 분석 결과는 샘플의 건조도와 연관되어 있으며 기기의 내부 상태에 덜 의존합니다. 전원 꺼짐 기준으로 고정 시간을 사용하는 경우, 수분 분석 결과는 초기 상태에 의존도가 높습니다.

### 3. 조정 후에도 SmartCal 값이 제어 한계를 벗어난 경우, 기기에 장애가 있는 것입니까?

수분 분석기를 올바르게 조정하고 (6.1 "수분 분석기의 조정") 다른 원인 (5.2 "범위를 벗어난 값에 대한 잠재적 이유")을 배제할 수 있는 경우, 수분 분석기 결과는 제어 한계 내에 있어야 합니다.

확실한 결과를 위해 다음과 같이 조치하십시오.

- 온도 교정 키트가 올바른 온도를 나타내고 있습니까?
- METTLER TOLEDO 서비스 기술자에게 문의하십시오.

### 4. 왜 실제 샘플 결과보다 SmartCal 결과가 더 차이가 납니까?

기준 물질은 건조 온도에 매우 민감합니다. 이러한 속성 때문에 건조 온도가 포함된 성능 확인에 적합합니다(2. "작동 원리" 참조).

**5. 왜 시험 물질이 성능 검사 중 완전히 건조되지 않습니까?**  
신뢰할 수 있고 재현 가능한 성능 검사는 시험 물질을 완전히 건조시키지 않고도 10분 내에 실시할 수 있습니다.

**6. 제어 한계는 어떻게 결정됩니까?**

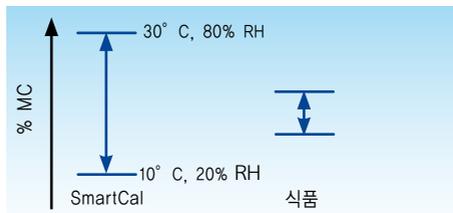
모든 SmartCal 건조 온도에서 다양한 할로겐 수분 분석기에 대해 여러 차례 측정을 실시했습니다. 범위의 평균값은 METTLER TOLEDO 할로겐 수분 분석기 라인의 모든 제품의 평균값에 해당합니다.

**7. 다른 수분 분석기에 Smartcal을 사용할 수 있습니까?**

원칙적으로 SmartCal은 METTLER TOLEDO 할로겐 수분 분석기 이외의 기기에 사용할 수 있습니다. 하지만, 다른 구조 또는 기술로 인해 수분분석 결과는 당사의 제어 한계와 다를 것입니다. 제공된 제어 한계와 정규화값은 올바르게 설치된 METTLER TOLEDO 할로겐 수분 분석기에만 유효합니다.

**8. 샘플로 측정된 값을 주변 조건에 정규화시켜야 합니까?**

일반적으로, 보통 샘플은 SmartCal처럼 주변 조건에 민감하지 않습니다. 그림에서 볼 수 있듯이, SmartCal은 일반 물질에 비해 범위가 훨씬 넓습니다. 이러한 이유로, 일반적으로 실제 샘플의 측정값은 정규화하지 않아도 됩니다.



**9. 스틸 샘플 팬을 사용할 수 있습니까?**

알루미늄 샘플 팬을 권장합니다. 하지만, 6 mm 스틸 샘플 팬도 사용할 수 있습니다. 샘플 팬은 일관되게 사용해야 합니다.



[www.mt.com/smartcal](http://www.mt.com/smartcal)

자세한 정보

**Mettler-Toledo AG**

Laboratory & Weighing Technologies

CH-8606 Greifensee, Switzerland

전화: +41-44-944 22 11

팩스: +41-44-944 30 60

Subject to technical changes

© 11/2012 Mettler-Toledo AG

스위스에서 인쇄 30005939a