

# Rund um's Kalibrieren

[Aufnahme Abrufen](#)

# Richtig geprüft – und doch falsch?

*Oder: Was tun, wenn der Chef anruft?*

Dr. A. Giehl

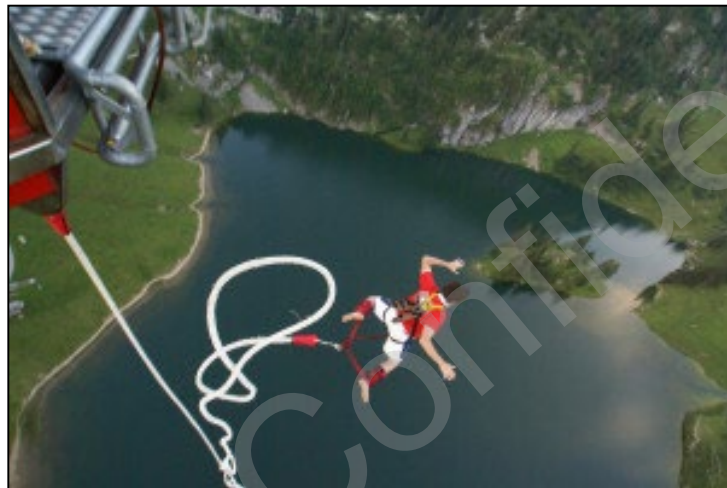
Technical and Standards Director Europe

Q-Lab Deutschland GmbH

# Hält Ihr Produkt, was Sie versprochen haben?



PSA-Textilien



Hobby – Gurte, Bänder, Fallschirm



Wohnen, Flammschutz von  
Teppich, Gardinen

Materialversagen kann mehr oder weniger schwerwiegend sein -  
es ist immer ein Imageschaden

# Die häufigsten Fragen:

- Welches ist der richtige Test ? (realistische Simulation)
- Wie lange muß ich für eine Produktgarantie von ### Jahren testen?
- **Kann man die Prüfung beschleunigen?**
- Was bedeutet ein Testergebnis für die Realität? (Korrelation)
- **Kann ich mich auf das Ergebnis verlassen?**

*Aus dem Nähkästchen geplaudert*

# Heute: Rund um’s Kalibrieren

# Deine Feinde – deine Waffen

## Einflussgröße

Sonne



## Gerätesensor

Radiometer

Hitze



BP/iBP + Kammertemperatur

Feuchte



Feuchtesensor



Radiometer (neu)



Radiometer (alt)  
BP / iBP



Kombisensor Feuchte +  
Kammertemperatur

**Alle Sensoren für die Q-Lab Tester kommen mit Kalibrier Zertifikat. Aber nicht alle Sensoren lassen sich re-kalibrieren**

# Warum kalibrieren?

## Si vis pacem para bellum (Platon, Cicero, Augustinus)

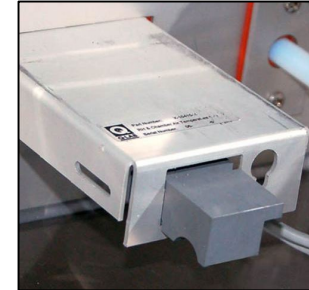
- Nur mit geschärften Waffen kann man seine Feinde besiegen
- Wer vorbereitet ist (=kalibriert+dokumentiert), kann schnell reagieren (auf Fragen)
- Bei nicht-akzeptabler Abweichung zurück bis zum letzten Kalibrierpunkt (ggf. 1 Jahr!)
- Regelmäßiges Kalibrieren/Verifizieren erhöht die Verlässlichkeit



Radiometer (neu)



Radiometer (alt)  
BP / iBP

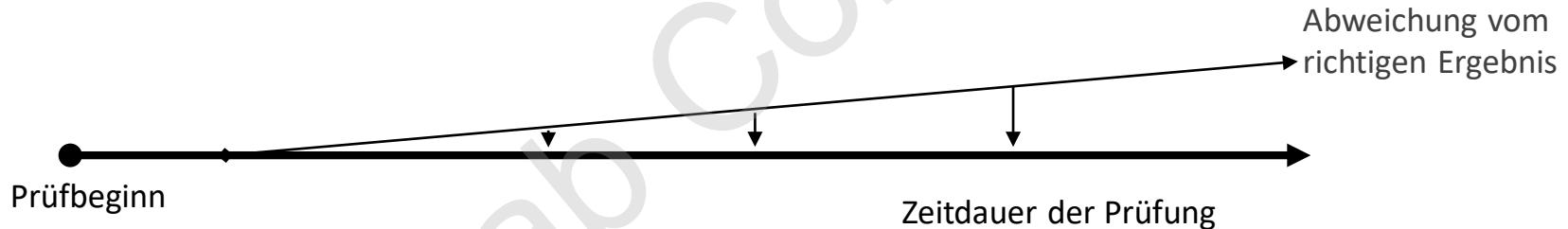


Kombisensor Feuchte +  
Kammertemperatur

# Warum kalibrieren?

## Reproduzierbarkeit/Verlässlichkeit

- Alle namhaften Gerätehersteller empfehlen, regelmäßig die Gerätesensoren (z.B. Bestrahlung und Temperatur) zu prüfen.
- Abweichungen können auch während einer längeren Prüfung auftreten

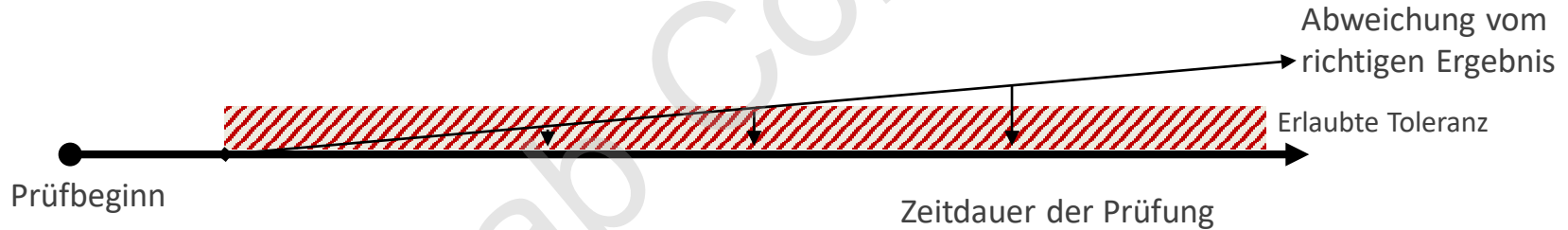




# Warum kalibrieren?

## Reproduzierbarkeit/Verlässlichkeit

- Alle namhaften Gerätehersteller empfehlen, regelmäßig die Gerätesensoren (z.B. Bestrahlung und Temperatur) zu prüfen.
- Abweichungen können auch während einer längeren Prüfung auftreten



- Auch kleine Abweichungen führen bei langer Prüfdauer zu signifikant unterschiedlichen Ergebnissen.

# Reproduzierbarkeit von Ergebnissen



- Abweichung beim Start: 1°
- Die Abweichung am Ziel beträgt 6300km
- Sie verfehlen ihr Ziel um fast 3000km

# Regelmäßig kalibrieren

- regelmäßig alle Sensoren zu kalibrieren, verringert die Abweichung



- Auch bei langer Prüfdauer bleibt die Abweichung gering

# Der einfache kundenseitige Abgleich der Q-SUN Xenon Geräte mittels CR20/UC20 Radiometer

How simple is it to calibrate  
the Q-SUN Xe-3  
xenon test chamber?

# Durch Beschleunigung schneller zum Ergebnis?

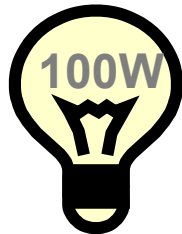
## Ja, aber.....

der Fehler wächst mit

Hinweis: stark  
vereinfachte  
Analogie



$$\times \quad 20\text{h} \quad = \quad 1 \text{ kWh}$$

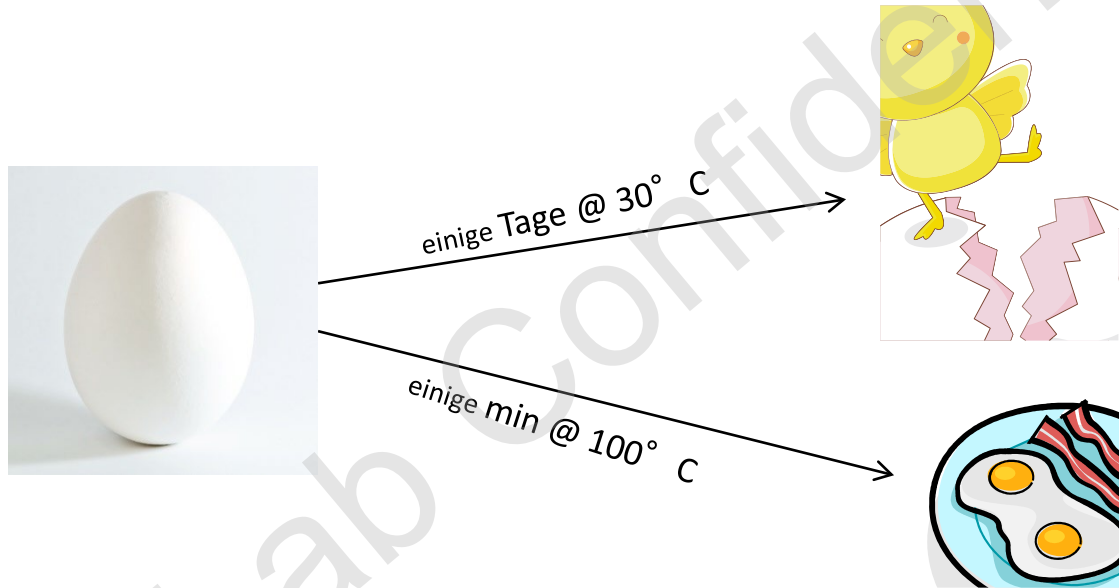


$$\times \quad 10\text{h} \quad = \quad 1 \text{ kWh}$$

Die gleiche Bestrahlungsdosis wird rechnerisch durch höhere Leistung in entsprechend kürzerer Zeit erreicht.

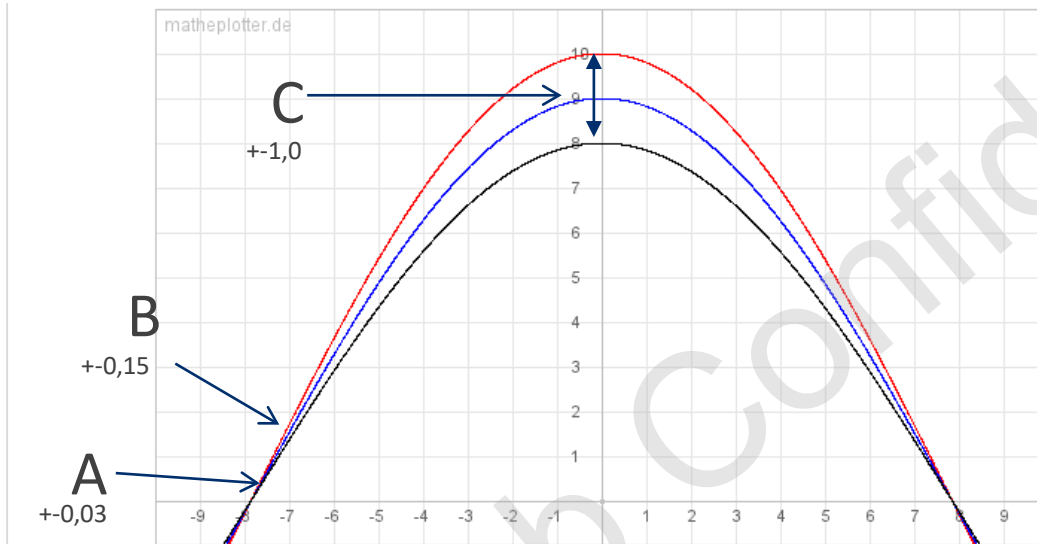
Rechnereien sind geduldig und haben oft viele Nachkommastellen.

# Aber nicht alles lässt sich gleichermaßen beschleunigen



Auch Fehler werden „beschleunigt“ oder man erhält sogar ein anderes Ergebnis.  
-> kühlen Kopf bewahren, gesunden Menschenverstand einschalten, Ergebnis hinterfragen

# Immer in dem Bereich kalibrieren, wo auch die Prüfung stattfindet (Bestrahlungsstärke, Temperatur)

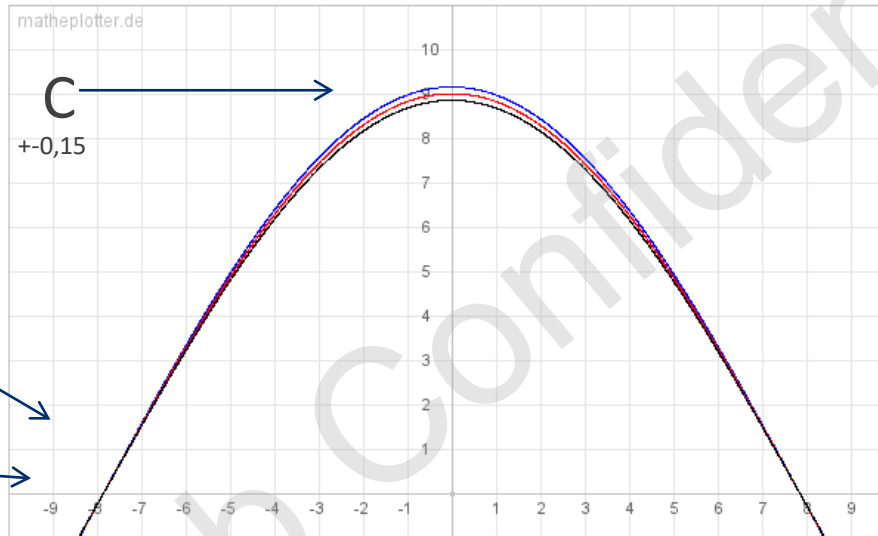


Kalibrieren an einer ungeeigneten Stelle (A, B) kann zu einer großen Abweichung im Bereich der Prüfung (C) führen.

Fiktives Beispiel: Die Messgröße kann mit einer Genauigkeit von 0,15 bestimmt werden (Punkt B). Im Punkt A führt dies zu einem sehr guten, in B zu einem sehr schlechten Ergebnis

| x    | -8    | -7   | -6   | -5   | -4   | -3   | -2   | -1   | 0  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| f(x) | -0.29 | 1.7  | 3.32 | 5.4  | 6.97 | 8.25 | 9.21 | 9.8  | 10 | 9.8  | 9.21 | 8.25 | 6.97 | 5.4  | 3.62 | 1.7  | -0.29 |
| g(x) | -0.26 | 1.53 | 3.26 | 4.86 | 6.27 | 7.43 | 8.29 | 8.82 | 9  | 8.82 | 8.29 | 7.43 | 6.27 | 4.86 | 3.26 | 1.53 | -0.26 |
| h(x) | -0.23 | 1.36 | 2.9  | 4.32 | 5.57 | 6.6  | 7.37 | 7.84 | 8  | 7.84 | 7.37 | 6.6  | 5.57 | 4.32 | 2.9  | 1.36 | -0.23 |

# Immer in dem Bereich kalibrieren, wo auch die Prüfung stattfindet (Bestrahlungstärke, Temperatur)



Kalibrieren an der richtigen  
(höchsten) Stelle führt zu  
vernachlässigbaren  
Abweichungen in anderen  
Bereichen

**C**  
+0,15

**B**  
+0,03

**A**  
+0,01

| x    | -8    | -7   | -6   | -5   |
|------|-------|------|------|------|
| f(x) | -0.29 | 1.7  | 3.62 | 5.4  |
| g(x) | -0.26 | 1.53 | 3.26 | 4.86 |
| h(x) | -0.23 | 1.36 | 2.9  | 4.32 |

| x    | -8    | -7   | -6   | -5   | -4   | -3   | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| f(x) | -0.27 | 1.56 | 3.32 | 4.94 | 6.37 | 7.55 | 8.43 | 8.97 | 9.15 | 8.97 | 8.43 | 7.55 | 6.37 | 4.94 | 3.32 | 1.56 | -0.27 |
| g(x) | -0.26 | 1.53 | 3.26 | 4.86 | 6.27 | 7.43 | 8.29 | 8.82 | 9    | 8.82 | 8.29 | 7.43 | 6.27 | 4.86 | 3.26 | 1.53 | -0.26 |
| h(x) | -0.26 | 1.5  | 3.21 | 4.78 | 6.17 | 7.3  | 8.15 | 8.67 | 8.85 | 8.67 | 8.15 | 7.3  | 6.17 | 4.78 | 3.21 | 1.5  | -0.26 |



# Beispiel aus der Praxis: TUV vs. Wide-Band

zur Erinnerung: die meisten Schädigungen entstehen durch den UV-Anteil

## DIN EN 9022

**Table 1** — Spectral energy distribution of the radiation source

| Spectral range  |                  | Ultraviolet |                   | Visible           |                   |                   | Infrared            |
|-----------------|------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Wavelength band | nm               | 280 to 320  | beyond 320 to 400 | beyond 400 to 520 | beyond 520 to 640 | beyond 640 to 780 | beyond 780 to 3 000 |
| Irradiance      | W/m <sup>2</sup> | 5 ± 2       | 63 ± 15           | 200 ± 20          | 186 ± 20          | 174 ± 20          | 492 ± 100           |

1120W/m<sup>2</sup> +/-180W/m<sup>2</sup>  
@280-3000nm

+/- 20%

Toleranz-  
bereiche

+/- 40%    +/- 25%

## DIN EN ISO 4892-2

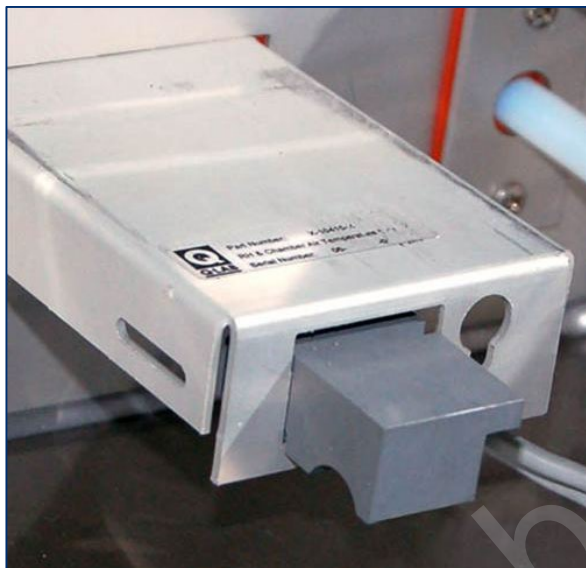
**Table 3** — Exposure cycles with temperature control by black-standard thermometer (BST)<sup>a</sup>

| Method A — Exposures using daylight filters (artificial weathering) |                                   |   |  |                                     |                        |                           |
|---|-----------------------------------|---|--|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Cycle No.   | Exposure period                   | Irradiance <sup>b</sup>                       |  | Black-stand-ard tempera-<br>ture °C | Chamber temperature °C | Relative humidity %       |
|   |                                   | Broadband (300 nm to 400 nm) W/m <sup>2</sup> | Narrowband (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm) |                                     |                        |                           |
| 1   | 102 min dry<br>18 min water spray | 60 ± 2<br>60 ± 2                              | 0,51 ± 0,02<br>0,51 ± 0,02                 | 65 ± 3<br>—                         | 38 ± 3<br>—            | 50 ± 10 <sup>c</sup><br>— |

+/- 3%

Regel-  
bereiche

# Der Kombisensor Feuchte/Kammertemperatur



Neues Design mit verbessertem Spritzschutz.  
Trotzdem nach 1 Jahr austauschen!

- Lieferung mit Zertifikat
- 1 Jahr gültig
- Plug & Play Stecksystem
- Austausch gegen neuen Sensor
  
- Merke: Feuchte ist relativ

!! rH% !!

# Der Kombisensor Feuchte/Kammertemperatur



### Luftfeuchte-Rechner, relativ und absolut in Abhängigkeit der Temp

Online-Rechner (benötigt Javascript, Dezimaltrenner)

|                        |       |                                      |                  |
|------------------------|-------|--------------------------------------|------------------|
| Ausgangs-Temperatur    | T1 =  | <input type="text" value="70"/>      | °C               |
| Sättigungsmenge Wasser | S1 =  | <input type="text" value="196.863"/> | g/m <sup>3</sup> |
| Relative Feuchte       | RF1 = | <input type="text" value="40"/>      | %                |
| Absolute Feuchte       | AF =  | <input type="text" value="78.7452"/> | g/m <sup>3</sup> |
| Taupunkt               | TP =  | <input type="text" value="48.8467"/> | °C               |
| Luftmenge              | V =   | <input type="text" value="100"/>     | m <sup>3</sup>   |
| Maximaler Wasseranteil | Wm =  | <input type="text" value="19686.3"/> | g                |
| Enthaltenes Wasser     | We =  | <input type="text" value="7874.52"/> | g                |

Wenn die Temperatur sinkt, steigt die relative Feuchte

|                        |       |                                      |                  |
|------------------------|-------|--------------------------------------|------------------|
| Geänderte Temperatur   | T2 =  | <input type="text" value="67"/>      | °C               |
| Sättigungsmenge Wasser | S2 =  | <input type="text" value="174.952"/> | g/m <sup>3</sup> |
| Maximaler Wasseranteil | Wm2 = | <input type="text" value="17495.2"/> | g                |
| Relative Feuchte       | RF2 = | <input type="text" value="45.0097"/> | %                |
| Niederschlag           | NS =  | <input type="text" value="0.00000"/> | g                |

- Seien Sie bei der rel. Feuchte nicht zu pingelig.
- Nachkommastellen machen hier keinen Sinn

# Temperaturgleichförmigkeit = Feuchtegleichförmigkeit

Aufsicht von oben in die Kammer



|  |   |   |             | Sensor       | 20%rH | 90%rH | transit |
|--|---|---|-------------|--------------|-------|-------|---------|
|  |   |   |             | 1            | 39,3  | 39,2  | 35,8    |
|  | 1 | 3 |             | 2            | 40,1  | 38,5  | 34,5    |
|  |   |   |             | 3            | 39,2  | 39,2  | 35,6    |
|  |   |   | 9           | 4            | 40,1  | 38,5  | 34,5    |
|  |   |   |             | 5            | 39,6  | 39,3  | 35,4    |
|  |   |   |             | 6            | 39,3  | 38,6  | 34,5    |
|  | 2 | 4 |             | 7            | 39,8  | 39,5  | 35,9    |
|  |   |   |             | 8            | 39,3  | 38,8  | 34,6    |
|  |   |   |             | 9            | 39,5  | 39,5  | 34,9    |
|  |   |   | Vorne/Front |              |       |       |         |
|  |   |   |             | Avg          | 39,58 | 39,01 | 35,08   |
|  |   |   |             | max          | 40,1  | 39,5  | 35,9    |
|  |   |   |             | min          | 39,2  | 38,5  | 34,5    |
|  |   |   |             | max-min      | 0,9   | 1     | 1,4     |
|  |   |   |             | Dev from max | 0,52  | 0,49  | 0,82    |
|  |   |   |             | Dev from min | 0,38  | 0,51  | 0,58    |

# BP / iBP Sensoren

## Schwarztafel / Schwarzstandard

Schwarzstandard auf  
Kunststoffplatte  
(ISO)

Schwarztafel: Reine Metallplatte  
ohne Rückenplatte  
(ASTM, SAE Jxxx)



Für viele Tests gegeneinander austauschbar, aber nicht beim kalibrieren

# Temperaturkalibrierung QUV und Q-FOG

Direkter Vergleich mit einem kalibrierten Thermometer möglich

| Models            | Serial Numbers | Status                                |
|-------------------|----------------|---------------------------------------|
| QUV All           | All            | Temperature calibration kit available |
| Q-FOG SSP and CCT |                |                                       |
| Q-SUN Xe-1        |                |                                       |



Insulated Container

Lid Designed to Hold Sensors



QUV Door Hanger Assembly

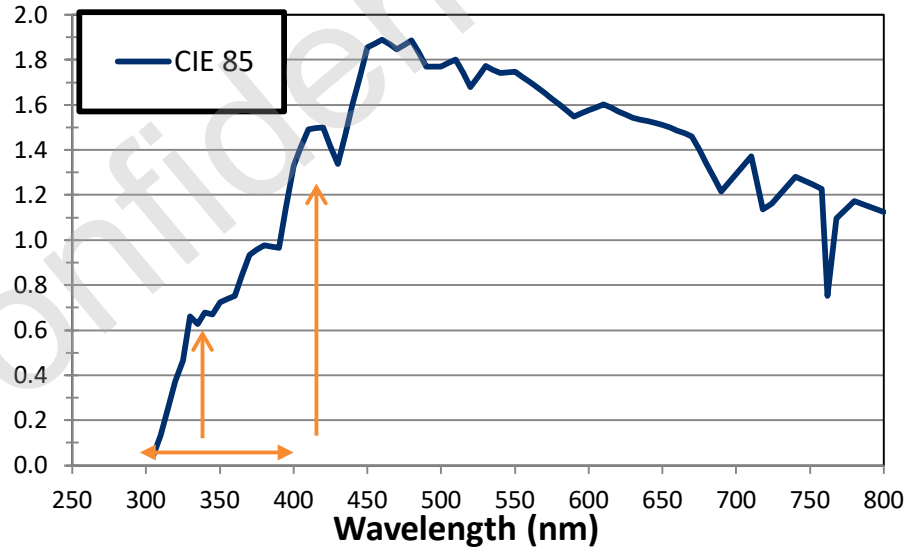
Figure 1: Temperature sensor calibration kit.

# Bestrahlungsstärke

## 340nm, 420nm, TUV



Irradiance  
(W/m<sup>2</sup>/nm)



Zur Erinnerung:  
 $0,51\text{W/m}^2 @340 = 60\text{W/m}^2 @\text{TUV}$

Erst Sensor reinigen, dann kalibrieren !



# Reinigung der Sensoren

## mit einem weichen Tuch und Alkohol, z.B. iPropanol

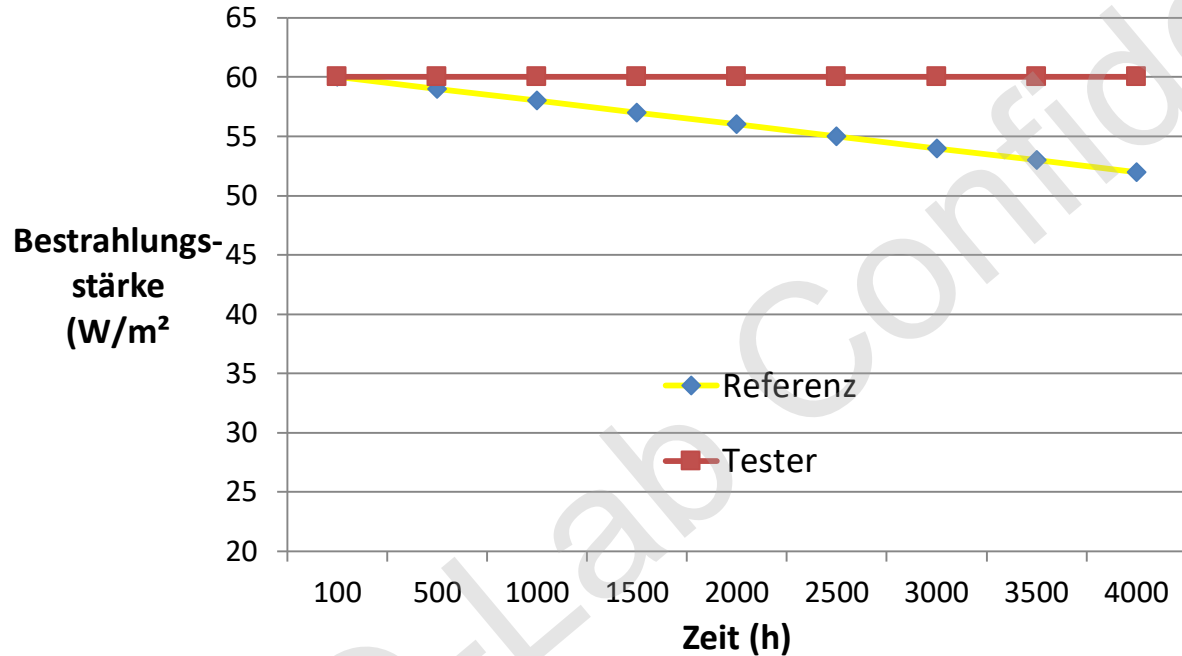


| Referenz (Kalibrierversion 2)   | Bestrahlungsstärke                       |      |      |  |  |       |      |      |
|---|--|------|------|--|--|-------|------|------|
|   | UV-A Lampe (W/m <sup>2</sup> /nm @340nm) |      |      |  | UV-B Lampe (W/m <sup>2</sup> /nm @310nm) |       |      |      |
|   | #1                                       | #2   | #3   | MW   | #1                                       | #2    | #3   | MW   |
| Null  | 0.00                                     | 0.00 | 0.00 | 0.00   | 0.00                                     | 0.00  | 0.00 | 0.00 |
| Spanne, gesamt  | 1.70                                     | 1.71 | 1.69 | 1.70   | 1.55                                     | 1.55  | 1.54 | 1.55 |
| Spanne, Mitte   | 0.79                                     | 0.80 | 0.79 | 0.79   | 0.64                                     | 0.64  | 0.63 | 0.64 |
| Gerät im Test (Kalibrierversion 2)  |  |      |      |  |  |       |      |      |
| Wie erhalten - Null   |  |      |      | 0.00   |  |       |      | 0.00 |
| Wie erhalten - Spanne, gesamt   | (A)                                      |      |      | 1.66   |  |       |      | 1.49 |
| Nach Reinigung, Null  |  |      |      | 0.00   |  |       |      | 0.00 |
| Nach Reinigung - Spanne, gesamt   | (B)                                      |      |      | 1.65   |  |       |      | 1.48 |
| Nach Kalibrierung - Null  |  |      |      | 0.00   |  |       |      | 0.00 |
| Nach Kalibrierung - Spanne, gesamt  | (C)                                      |      |      | 1.70   |  |       |      | 1.55 |
| Nach Kalibrierung - Spanne, Mitte   |  |      |      | 0.79   |  |       |      | 0.64 |
| % Abweichung nach Reinigung - Spanne, gesamt  | (B-A)/A                                  |      |      | -1%  |  |       |      | -1%  |
| % Abweichung nach Reinigung und Kalibrierung - Spanne, gesamt   | (C-A)/A                                  |      |      | 2%   |  |       |      | 4%   |
| Zustand bei Erhalt:   | Gut. Weiter mit Kalibrierung.            |      |      | Die Kalibrierversicherheit im 95% Vertrauensbereich bei Deckungsfaktor k=2 beträgt ±6.5% |  |       |      |      |
| Kommentar:  |  |      |      |  |  |       |      |      |
| Labor, Temperatur:  | 23.5°C                                   |      |      | Labor, relative Feuchte:   |  | 35.3% |      |      |
| Kalibrierung durchgeführt durch:  | Mouna Shakkour                           |      |      | Freigegeben durch: Boris Pach  |  |       |      |      |
| Mouna Shakkour - Labortechniker   |  |      |      | Boris Pach - Technischer Manager   |  |       |      |      |
| Dieses Zertifikat darf nicht – auch nicht auszugsweise – ohne Genehmigung der Q-Lab Corporation vervielfältigt werden   Seite 2 von 2 |  |      |      |  |  |       |      |      |
| Q-Lab Deutschland GmbH, In den Hallen 30, D-66115 Saarbrücken, Germany   Vertrieb@Q-Lab.com   +49-(0)681-857-470                      |  |      |      |  |  |       |      |      |



# Reinigung der Sensoren

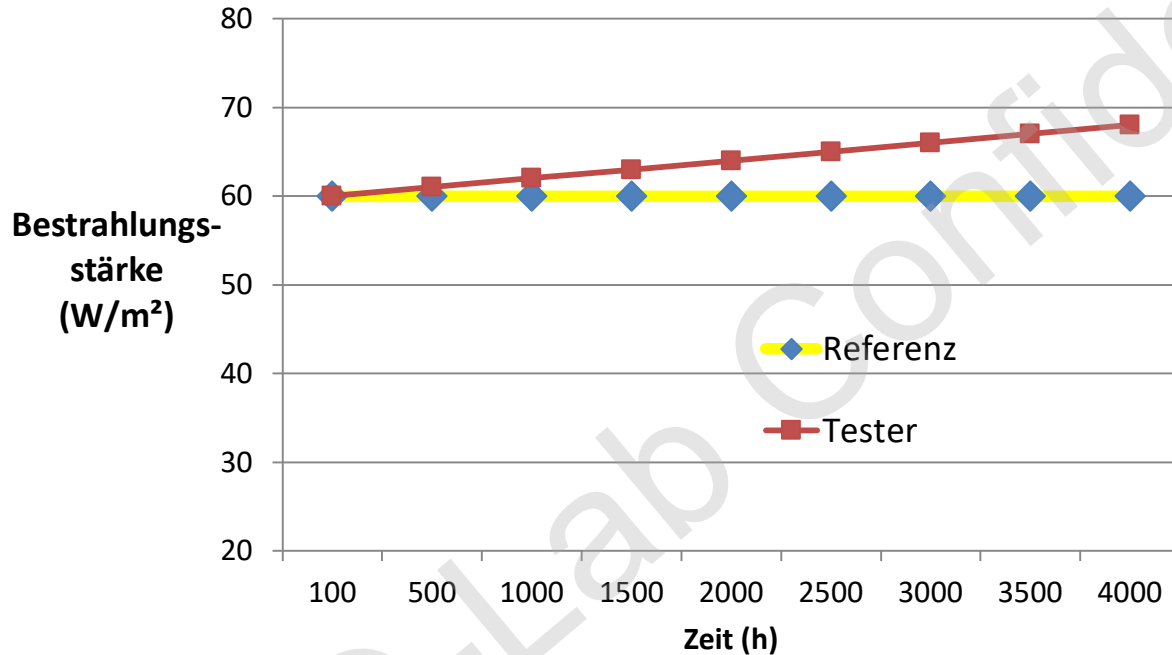
hilft, eine fortschreitenden Drift zu verhindern  
was passiert, wenn der Referenzsensor blind wird?



Der Referenzsensor würde eine immer geringere Bestrahlungsstärke sehen, aber in Realität...

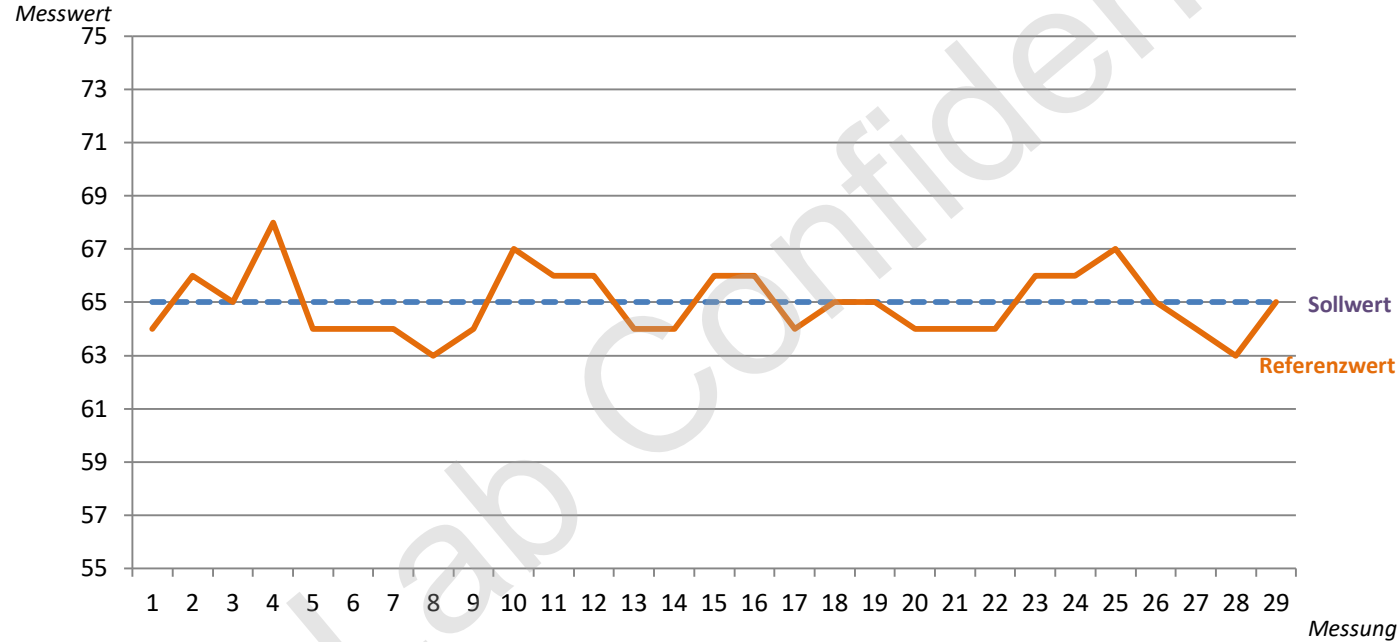
# Reinigung der Sensoren

hilft, eine fortschreitenden Drift zu verhindern  
was passiert, wenn der Referenzsensor blind wird?



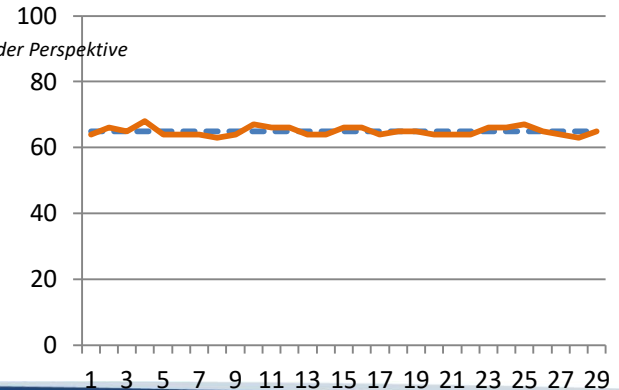
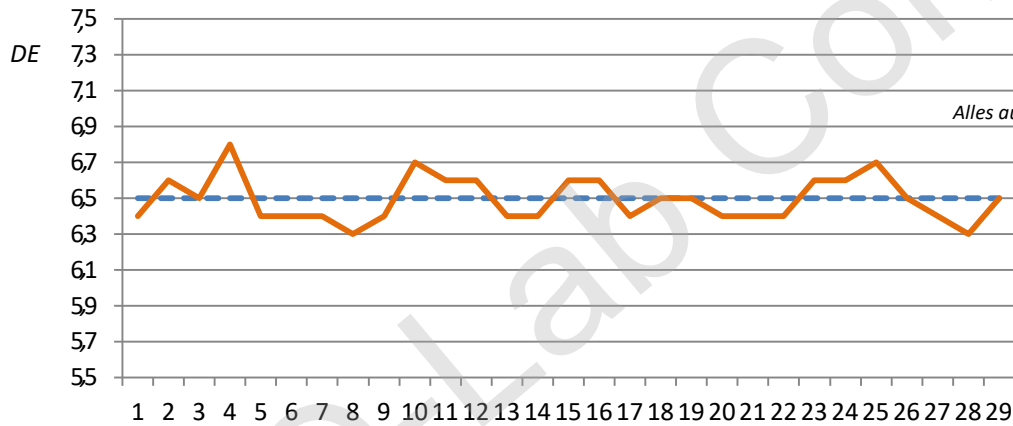
Der Referenzsensor verschiebt den Gerätesensor zur höheren Bestrahlungsstärke. Der Test wird „härter“. Falsch-negative Ergebnisse sind möglich.

# So sollte Ihre regelmäßige Verifizierung per Referenzsensor aussehen:



# Zusätzlich: „interne Standards“

- Muß in ausreichender Menge und konstanter Qualität vorrätig sein
- Zeigen kurzfristige Abweichungen zwischen den Kalibrierintervallen
- Belegen langfristige Konstanz des Prüfgerätes gegenüber Auditor/Kunden

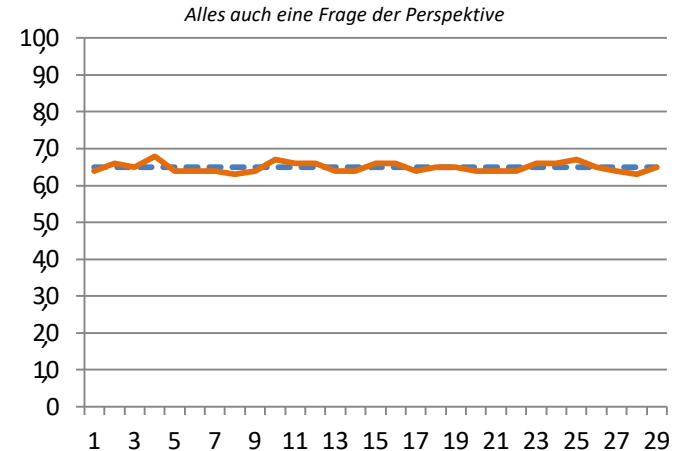
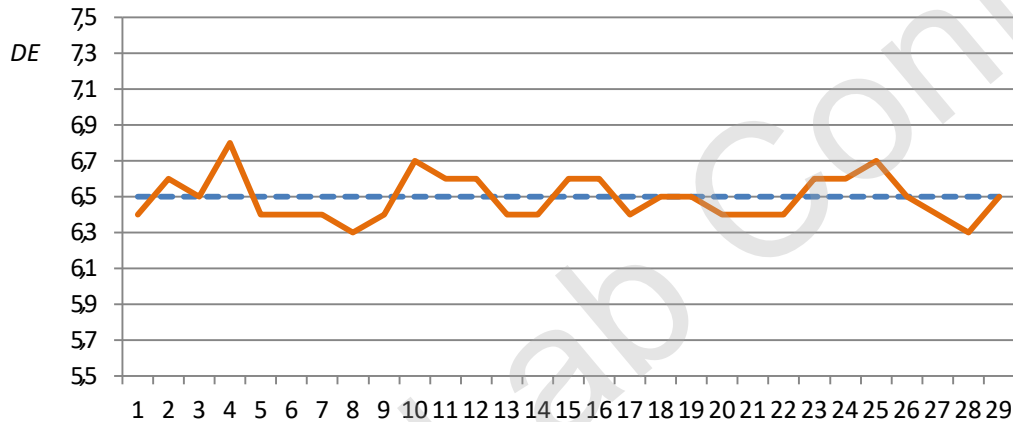


# Zusätzlich: „interne Standards“

- Blaue Wolle, PS-Chip, eigenes Material
- immer an der gleichen Stelle im Apparat mitprüfen, z.B. unterhalb des BST im Xe-3 oder oberhalb im Xe-2
- läuft bei jedem Test mit, Prüfdauer an die eigenen Muster angepasst, z.B. 500 oder 1000h
- Auswertung wie bei PV1303 gegen den jeweiligen Vorgänger und als langfristige Datenreihe

# Zusätzlich: „interne Standards“

- Auswertung wie bei PV1303 gegen den jeweiligen Vorgänger und als langfristige Datenreihe




# Das Kalibrierzertifikat

Daten, Fakten, Hintergründe



# Das Kalibrierzertifikat

form X-15358-L rev. 3.21-Aug-2020



**Q-LAB**

Kalibrierzertifikat #03032112347191340/D  
**CR20/CR20/340/D Radiometer zur Verwendung mit  
 der SOLAR EYE Bestrahlungskontrolle in Q-SUN  
 Xenon Testgeräten**

Dieses Radiometer wurde unter Verwendung von Messtechnik, rückföhrbar auf ein Nationales Metrologisches Institut (NMI), gemäÙ der ASTM Methode G130, Teil 6.4 kalibriert. Es sollte ausschlieÙlich für die Messung von Xenon Lampen in Q-SUN Xenon Testgeräten mit Filtertyp Daylight-Q verwendet werden. Q-Lab's Kalibrierlabor ist nach ISO 17025 durch A2LA im Bereich Kalibrierung von Radiometern akkreditiert.

**Rückverfolgungskette**

Radiometer ⇨ 3 Ref. Std. Radiometer ⇨ 3 Master Radiometer ⇨ Spektroradiometer ⇨ FEL Lampe ⇨ NMI

|                                   |  |  |
|-----------------------------------|--|--|
| <p><b>Firma<br/>Anschrift</b></p> | <p>Seriennummer: 12-34719-1-340/D<br/>                 Letzte Kalibrierung: 6-Feb-2019</p> | <p>Kalibrierdatum: 3-Mar-2021<br/>                 Gültig bis: 3-Mar-2022<br/>                 ASTM G191, Abschnitt 6.1.4 und ISO 9270, Abschnitt 6.1.1 erfordern eine jährliche Kalibrierung. Daher gibt Q-Lab als Standardantrag bei „Gültig bis“ einen Zeitraum von 12 Monaten ab dem ursprünglichen Kalibrierungsdatum des Radiometers an. Die ISO 17025 erlaubt Nutzern jedoch nach eigenem Ermessen ein anderes Datum oder ein leeres Datumfeld anzufordern.</p> |
|-----------------------------------|--|--|

Ref. Std. Radiometer Seriennummern: #1: 20-19822-12-UC20/340 #2: 20-19843-12-UC20/340 #3: 19-22510-12-UC20/340

| Referenz       | Bestrahlungsstärke (W/m <sup>2</sup> /nm@340nm) |      |      |      |
|----------------|---|------|------|------|
|                | #1  | #2   | #3   | MW   |
| Null           | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Spanne, gesamt | 0.70  | 0.71 | 0.71 | 0.71 |
| Spanne, Mitte  | 0.35  | 0.35 | 0.35 | 0.35 |

| Gerät im Test   |      |
|---|------|
| Wie erhalten - Null   | 0.00 |
| Wie erhalten - Spanne, gesamt (A)                                     | 0.65 |
| Nach Reinigung - Null   | 0.00 |
| Nach Reinigung - Spanne, gesamt (B)                                   | 0.68 |
| Nach Kalibrierung - Null  | 0.00 |
| Nach Kalibrierung - Spanne, gesamt (C)                                | 0.71 |
| Nach Kalibrierung - Spanne, Mitte                                     | 0.35 |
| % Abweichung nach Reinigung - Spanne, gesamt (B-AVA)                  | 5%   |
| % Abweichung nach Reinigung und Kalibrierung - Spanne, gesamt (C-AVA) | 9%   |

Zustand bei Erhalt: Gut. Weiter mit Kalibrierung. Die Kalibrierunsicherheit im 95% Vertrauensbereich bei

Kommentar: \_\_\_\_\_ Deckungsfaktor k=2 beträgt ±6.5%

Labor, Temperatur: 19.3°C Labor, relative Feuchte: 34.4%

Kalibrierung durchgeführt durch: Mouna Shakkour Freigegeben durch: Boris Pach

Mouna Shakkour - Labortechniker Boris Pach - Technischer Manager

Dieses Zertifikat darf nicht – auch nicht auszugsweise – ohne Genehmigung der Q-Lab Corporation vervielfältigt werden | Seite 2 von 2  
 Q-Lab Deutschland GmbH, In den Hallen 30, D-66115 Saarbrücken, Germany | Vertrieb@Q-Lab.com | +49-(0)681-857-470

- A2LA** Akkreditierungslogo
- ILAC** International Accreditation Laboratory Cooperation
- MRA** Mutual Recognition Agreement

Rückverfolgungskette:  
 Werks-, ISO-, DAkkS-  
 Kalibrierung?

Daten der Referenzgeräte und  
 Messwerte der Kalibrierung,  
 Kommentare und  
 Laborbedingungen





# Toleranzen vs. Regelbereiche

(“operational fluctuations”, aktuelles ISO-Projekt)

## DIN EN 9022

Table 1 — Spectral energy distribution of the radiation source

| Spectral range  |                  | Ultraviolet |                   | Visible           |                   |                   | Infrared            |
|-----------------|------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Wavelength band | nm               | 280 to 320  | beyond 320 to 400 | beyond 400 to 520 | beyond 520 to 640 | beyond 640 to 780 | beyond 780 to 3 000 |
| Irradiance      | W/m <sup>2</sup> | 5 ± 2       | 63 ± 15           | 200 ± 20          | 186 ± 20          | 174 ± 20          | 492 ± 100           |

Toleranz-  
bereiche

+/- 40%    +/- 25%

1120W/m<sup>2</sup> +/-180W/m<sup>2</sup>  
@280-3000nm

+/- 20%

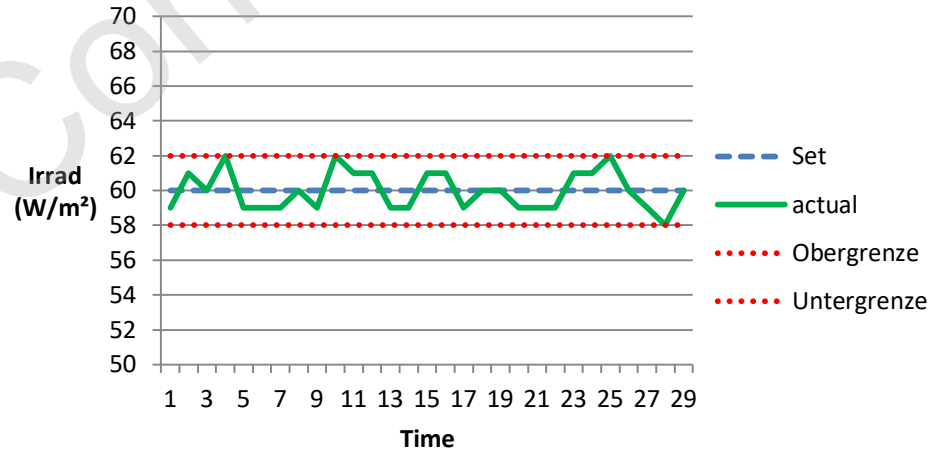
## DIN EN ISO 4892-2

Table 3 — Exposure cycles with temperature control by

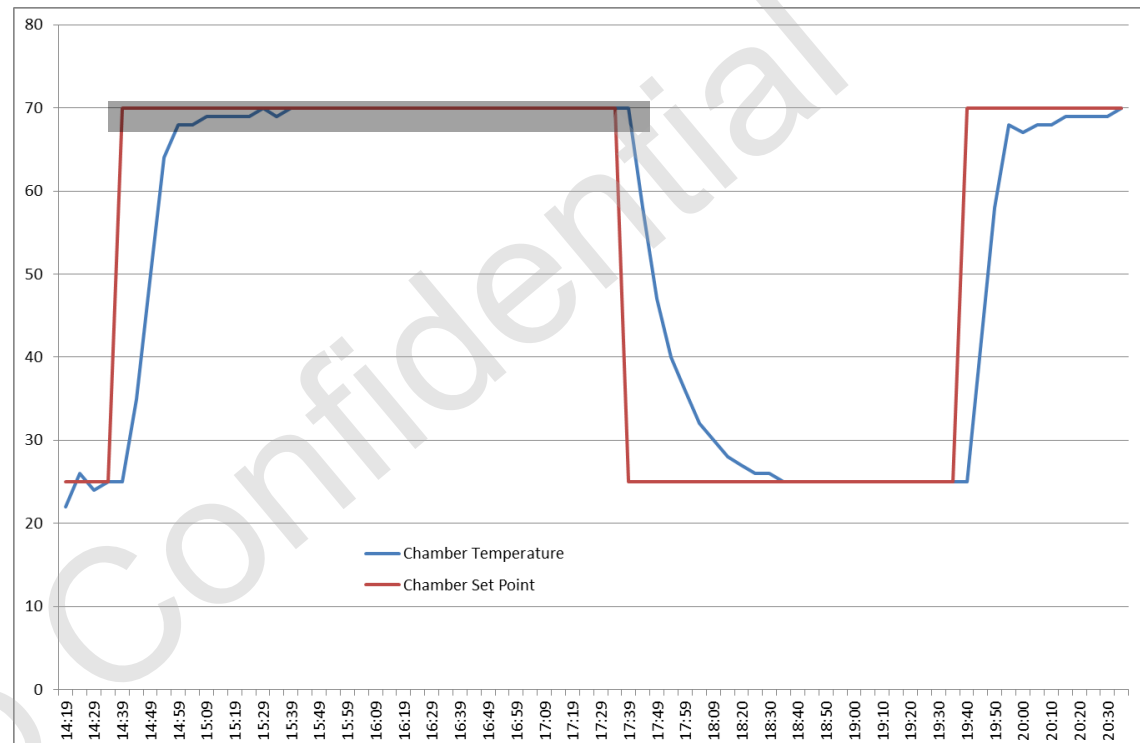
| Method A — Exposures using daylight filter |                                   |   |  |
|--|-----------------------------------|---|--|
| Cycle No.                                  | Exposure period                   | Irradiance <sup>b</sup>                       |  |
|  |                                   | Broadband (300 nm to 400 nm) W/m <sup>2</sup> | Narrowband (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm) |
| 1  | 102 min dry<br>18 min water spray | 60 ± 2<br>60 ± 2                              | 0,51 ± 0,02<br>0,51 ± 0,02                 |

Regel-  
bereiche

+/- 3%



# Rampen und Regelbereich



- Einige Standards fordern Rampen, z.B. „schneller als“ oder „innerhalb von“
- Ziel ist der Regelbereich, optimalerweise ohne Überschießen
- Die Stripchart Software dient zur Überprüfung und Dokumentation gleichermaßen

# Dokumentation

# Dokumentation, Speicherung, Entsorgung

**Papier ade:** Eigentlich kann der Computer alles besser und schneller



Abheften oder lieber gleich wegschmeißen?

# Tägliche Kontrollen, regelmäßige Arbeiten

## Tipps und Tricks

Month/Year: November, 2020

Machine Identification: Xe3# 01

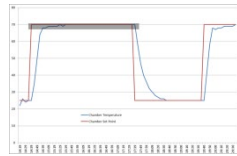
| Day | Time | Total Hours | Test Cycle |     | Irradiance Set/OK | BPT Set/OK | Air Set/OK | RH Set/OK | Cal Tag/OK | P/R Tag/OK | H <sub>2</sub> O Spray/OK | Test Log Actions | Initials |
|-----|------|-------------|------------|-----|-------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|---------------------------|------------------|----------|
|     |      |             | All        | Now |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 1   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 2   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 3   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 4   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 5   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 6   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 7   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 8   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 9   |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 10  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 11  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 12  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 13  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 14  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 15  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 16  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 17  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 18  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 19  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 20  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 21  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 22  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 23  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 24  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 25  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |
| 26  |      |             |            |     |                   |            |            |           |            |            |                           |                  |          |

Q-Sun Irradiance Calibration Log

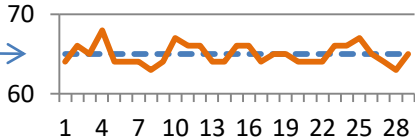
Machine Number: Xe3#

| Date | Machine Hrs. | Filter Type | Target Irradiance W/m <sup>2</sup> | Wave Length | CR-20 S/N | As Found W/m <sup>2</sup> |   |   | In Tolerance | Done & Initial |
|------|--------------|-------------|------------------------------------|-------------|-----------|---------------------------|---|---|--------------|----------------|
|      |              |             |                                    |             |           | 1                         | 2 | 3 |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |
|      |              |             |                                    |             |           |                           |   |   |              |                |

Tägliche Arbeiten und Kontrollen am Tester; aber viele Daten sind bereits in StripChart verfügbar:



Regelmäßige Arbeiten und Wartung am Computer dokumentieren (Laborleitung), Erinnerungen aus Outlook



# Rund ums Kalibrieren:

- Kalibrieren ist wichtig, es erhöht die Verlässlichkeit
- Kalibrieren ist einfach und schnell
- Kalibrieren kann durch zusätzliche Maßnahmen („interne Standards“) unterstützt, aber nicht ersetzt werden.
- Das Kalibrierzertifikat enthält wertvolle Informationen
- Dokumentation erfolgt am besten papierlos am PC

# Vielen Dank!



## Fragen?