

# Temperaturwechsel /-schock

Treo – Labor für Umweltsimulation GmbH, 15.04.2025



# Temperaturprüfungen von elektronischen Geräten

---

**Häufigste Temperaturprüfungen:** Kurze statische Tests bei kalten und warmen Lager- und Betriebstemperaturen.

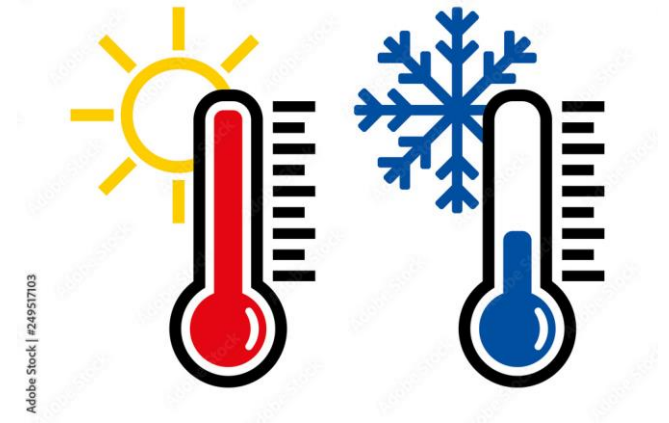
**Zweck:** Nachweis der grundsätzlichen Eignung für Lagerung und Betrieb.

**Einschränkung:** Geringe Aussagekraft über die Lebensdauer.

**Lebensdauerfaktor:** Häufigkeit und Geschwindigkeit von Temperaturwechseln entscheidend.

**Lösung:**

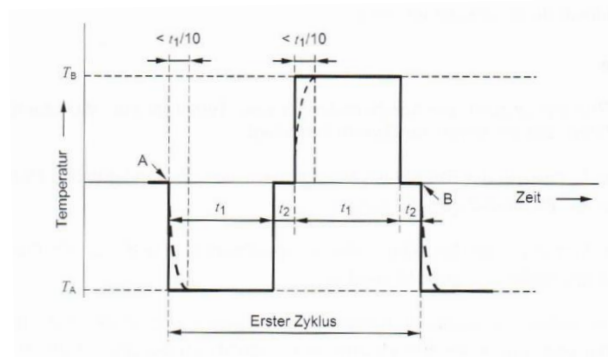
Temperaturwechselprüfungen als sinnvolle Ergänzung zur Erkennung von Schwachstellen und Lebensdauerabsicherung.



# Temperaturwechsel in Prüfschränken: Methoden

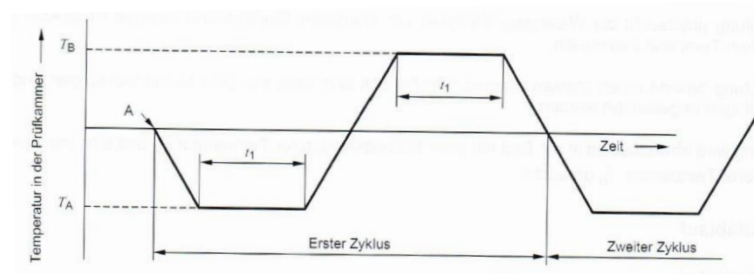
## Rasche Temperaturwechsel mit vorgegebener Überföhrungsdauer (Na)

- Zwei-Kammer-Methode, z.B.:
- EN 60068-2-14 Na
- ISO 16750-4 § 5.3.2
- MIL-STD-810 Methode 503



## Temperaturwechsel mit spezifizierter Änderungsgeschwindigkeit (Nb)

- Ein-Kammer-Methode, z.B.:
- EN 60068-2-14 Nb,
- ISO 16750-4 § 5.3.1



Rasche Temperaturwechsel, 2-Bäder – Methode (Nc) gibt es auch noch, ist aber eher speziell.



Quellen: DIN EN 60068-2-14, CTS Clima Temperatur Systeme GmbH, Weiss Technik GmbH

# Temperaturwechsel in Prüfschränken: Anwendung

## Anwendung [DIN EN 60068-2-14]

Temperaturwechselprüfungen werden in folgenden Fällen empfohlen:

- Beurteilung des elektrischen Leistungsvermögenswährend des Temperaturwechsels, Prüfung Nb;
- Beurteilung des mechanischen Leistungsvermögenswährend des Temperaturwechsels, Prüfung Nb;
- Beurteilung des elektrischen Leistungsvermögens nach einer spezifizierten Anzahl von raschen Temperaturwechseln, Prüfung Na oder Nc;
- Beurteilung, ob die mechanischen Komponenten, Materialien und die Kombination von Materialien geeignet sind, einem raschen Temperaturwechsel standzuhalten, Prüfung Na oder Nc;
- Beurteilung, ob der Aufbau von Bauteilen geeignet ist, einer erzeugten Beanspruchung standzuhalten, Prüfung Na oder Nc.



# Temperaturwechsel in Prüfschränken: Parameter

## Prüfparameter [DIN EN 60068-2-14]

- Umgebungstemperatur Labor
- Obere Temperatur
- Untere Temperatur
- Verweildauer
- Übergangsdauer oder Änderungsgeschwindigkeit
- Anzahl der Prüfzyklen



Die obere und untere Temperatur sind als Umgebungstemperatur zu verstehen, die von den meisten Prüflingen erst mit einer bestimmten Verzögerung erreicht wird.

Eine Prüfung außerhalb des üblichen Lager- oder Betriebstemperaturbereichs darf nur in speziellen Fällen spezifiziert werden.

Es handelt sich um eine beschleunigte Prüfung wenn die Anzahl der Temperaturwechsel in einer gegebenen Verweildauer größer ist als unter Feldbedingungen.

# Temperaturwechsel in Prüfschränken: Verweildauer

## Wahl der Verweildauer [DIN EN 60068-2-14]

Die Verweildauer sollte auf den Anforderungen, die in 7.2.3, 8.2.3, 9.2.3 oder in der Einzelbestimmung angegeben sind, basieren unter Beachtung folgender Punkte.

- a) Die Beanspruchung beginnt, sobald sich der Prüfling in der neuen Umgebung befindet.
- b) Ist die Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen dem Prüfling und dem Prüfmedium kleiner als 3 K bis 5 K, oder wie in der Einzelbestimmung angegeben, ist ein Angleich gegeben. Die Dauer des Angleichs ( $t_s$ ) beginnt mit der Beanspruchung und endet, wenn sich die Temperatur innerhalb des spezifizierten Unterschieds befindet. Für diese Messung darf ein repräsentativer Punkt (oder mehrere repräsentative Punkte) auf der Oberfläche des Prüflings genutzt werden.
- c) Die Verweildauer  $t_1$  muss größer als die Dauer des Angleichs  $t_s$  sein. Bild 1 enthält eine graphische Darstellung dieses Prozesses. Dies kann für wärmeerzeugende Prüflinge unzweckmäßig sein.

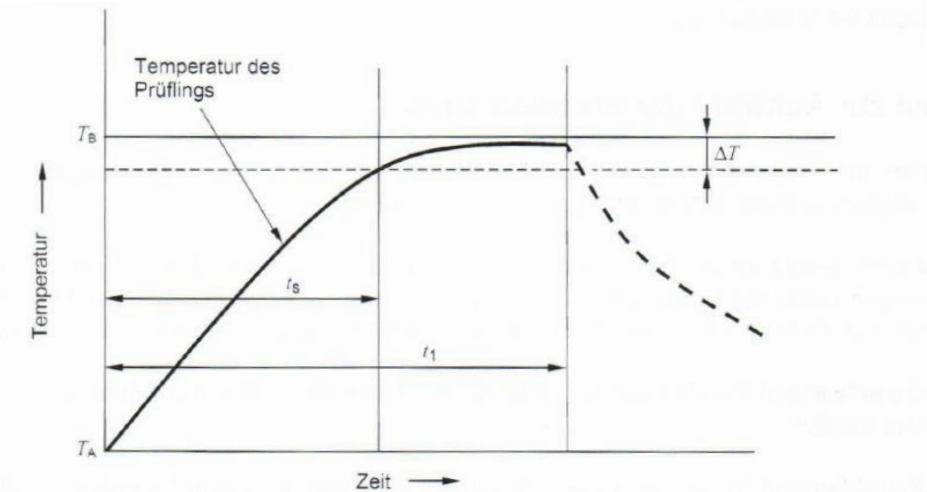


Bild 1 – Bestimmung der Verweildauer  $t_1$



# Temperaturwechsel in Prüfschränken: Temperaturrampen

## Rasche Temperaturwechsel mit vorgegebener Überföhrungsdauer (Na)

- Zwei-Kammer-Methode: Überföhrungsdauer

Wenn im Falle der Zwei-Kammer-Methode bei großen Abmessungen der Prüflinge die Überföhrungszeit von  $\leq 3$  Minuten nicht eingehalten werden kann, darf die Überföhrungszeit in diesem Fall ohne nennenswerten Einfluss auf das Ergebnis wie folgt erhöht werden:

$$t_2 \leq 0,05 t_s$$

Dabei ist

$t_2$  die Überföhrungsdauer;

$t_s$  die Dauer des Angleichs des Prüflings.

## Temperaturwechsel mit spezifizierter Änderungsgeschwindigkeit (Nb)

- Ein-Kammer-Methode: Änderungsgeschwindigkeit

Die Lufttemperatur muss, zwischen 90 % und 10 % der Temperaturdifferenz  $D = T_B - T_A$ , ansteigen oder abfallen. Die zulässige Toleranz der Änderungsgeschwindigkeit beträgt von 20 %. Bevorzugte Werte sind:

$(1 \pm 0,2)$  K/min,

$(3 \pm 0,6)$  K/min,

$(5 \pm 1)$  K/min,

$(10 \pm 2)$  K/min oder

$(15 \pm 3)$  K/min,

=> Auswahl des Prüfschranks!

falls in der Einzelbestimmung nicht anderweitig spezifiziert.



# Temperaturwechsel in Prüfschränken: Zyklenzahl

## Anzahl der Prüfzyklen

### Zwei-Kammer-Methode:

- DIN EN 60068-2-14: „Falls in der Einzelbestimmung nicht anderweitig spezifiziert, werden **5** Prüfzyklen bevorzugt.“
- ISO 16750-4: **300** (Class A & B), 100 (Class C - I)
- MIL-STD-810:
  - a. Procedure I-A - One-way Shock(s) from Constant Extreme Temperature: **Mindestens 1**
  - b. Procedure I-B - Single Cycle Shock from Constant Extreme Temperature: **Mindestens 1 in jede Richtung**
  - c. Procedure I-C - Multi-Cycle Shocks from Constant Extreme Temperature: **Mindestens 3 in jede Richtung**
  - d. Procedure I-D - Shocks to or From Controlled Ambient Temperature: **Mindestens 1**

### Ein-Kammer-Methode:

- DIN EN 60068-2-14: „Falls in der Einzelbestimmung nicht anderweitig spezifiziert, muss der Prüfling **zwei** aufeinander folgende Zyklen durchlaufen.“
- ISO 16750-4: „Perform **30** test cycles as specified.“



# Temperaturwechsel in Prüfschränken: Zyklenzahl

## Anzahl der Prüfzyklen: Kalkulationsmodelle

Beispiel: Coffin-Manson (einfache Version, z.B. aus MAN-Norm M 3499-1):

Nach COFFIN-MANSON können die im Betrieb eines Produktes auftretenden Temperaturwechsel mit nachfolgender Formel für eine Raffung im Test umgerechnet werden.

$$n_{Lab} = n_{real} \cdot \left[ \frac{\Delta T_{real}}{\Delta T_{Lab}} \right]^k$$

$n_{Lab}$  Anzahl der Temperaturwechsel Labor

$n_{real}$  Anzahl der Temperaturwechsel bei realer Belastung im Betrieb

$\Delta T_{Lab}$  Temperaturhub in der Laborprüfung [K]

$\Delta T_{real}$  Temperaturhub bei realer Belastung im Betrieb [K]

$k$  = 2,0 (für gelötete Baugruppen)

### Beispiel:

$n_{real}$   $2 * 250 * 15 = 7500$   
2 vollständige Durchwärmungen &  
Abkühlungen pro Arbeitstag  
250 Arbeitstage pro Jahr  
15 Jahre Lebensdauer

$\Delta T_{Lab}$  im Einbaubereich A und B gilt  $T_U = -40\text{ °C}$   
bis  $T_O = +80\text{ °C} \Rightarrow 120\text{ K}$

$\Delta T_{real}$  mittlere typische Temperatur vor Motor-  
start =  $+10\text{ °C}$ , typische Betriebstempera-  
tur =  $+40\text{ °C} \Rightarrow 30\text{ K}$

$$n_{Lab} = 7500 \text{ Zyklen} * \left[ \frac{30\text{ K}}{120\text{ K}} \right]^2 = 468 \text{ Zyklen}$$

### Aber Achtung:

Änderung der Temperaturen kann Schädigungs-  
mechanismen ändern.

9 min,  $250\text{ °C}$ :



3 min,  $750\text{ °C}$ :

