

# Alterung von Peltierelementen

Zur Bestimmung der Lebensdauer werden Quick-Ohm-Peltierelemente verschiedenen Prüfverfahren unterzogen.

Es muss hierbei unterschieden werden, zwischen einem Defekt, der ein Bauteil unbrauchbar werden lässt und einer Alterung, die die Funktionsweise des Bauteils verändert. Der Defekt, wie man ihn beispielsweise von Glühlampen her kennt, der von einem Augenblick zum nächsten eine Funktionslosigkeit nach sich zieht, tritt bei Peltierelementen nicht auf, wenn sie korrekt verbaut werden. Ein solch plötzlicher Defekt ist ein Indiz dafür, dass das Element falsch eingebaut oder behandelt wurde.

Mit fortschreitender Lebensdauer unterliegt das Element jedoch einer Alterung, die hauptsächlich zwei unterschiedliche Ursachen hat.

Die sogenannte Zyklfestigkeit eines Peltierelementes beschreibt den Alterungsprozess des Elementes nach einer zyklischen Beanspruchung. Eine zyklische Beanspruchung ist ein Vorgang, bei dem ein Peltierelement in festgelegtem Rhythmus derart angesteuert wird, dass die Kaltseiten-Oberfläche des Elementes in eben diesem Rhythmus ihre Temperatur ändert.

Bei einer solchen Wechselbeanspruchung werden, bedingt durch die thermische Materialausdehnungen, mikroskopische Bewegungen im Element verursacht. Diese Bewegungen beanspruchen den inneren Aufbau des Peltierelementes. Sie verursachen kleine Risse im Material und hierüber eine Erhöhung des Innenwiderstandes. Dieser Alterungsprozess ist mechanischer Natur.

Um ein valides Prüfverfahren zu definieren, hat man innerhalb des Hauses Quick-Ohm die Anzahl der Zyklen, die eine Innenwiderstandsänderung von 5% verursachen, als das Maß der Zyklfestigkeit definiert. Hierbei ist zu beachten, dass das Element nach einer solchen Beanspruchung nicht funktionslos geworden ist, ihm jedoch eine Einschränkung der Funktionsfähigkeit nachzuweisen ist.

Es ist nachvollziehbar, dass die dynamische Form des Zyklus, den das Element durchfährt, einen entscheidenden Einfluss auf seine Beanspruchung hat. Ebenso ist festzustellen, dass die Temperaturspanne und die Änderungsfrequenz der Zyklen unendlich variabel sind. Wenn eine Zyklfestigkeit angegeben wird, so hat dieser Wert nur im Zusammenhang mit der exakten Beschreibung des Zyklus eine quantitative Aussagekraft. Je höher die Temperaturänderung innerhalb des Zyklus desto kritischer ist die Beanspruchung.

In Quick-Ohm-Peltierelementen vom Typ „M“ ist eine flexible Schicht eingearbeitet, die die besagte mechanische Beanspruchung gegenüber Peltierelementen ohne eine solche Zwischenlage um ein Vielfaches reduziert.

Es gibt darüber hinaus eine zweite Beanspruchung, die ein Peltierelement altern lässt.

Die im Peltierelement verbauten Thermoelemente bestehen aus einer Vielzahl von positiv und negativ dotierten Halbleiterquadern. Durch diese Dotierung entstehen partiell begrenzte Ladungsüberschüsse. Mit zunehmender Temperatur diffundieren die zusätzlichen Elektronen bzw. die „Löcher“ in die angrenzenden Lötverbindungen, was eine Schwächung des Peltier- als auch des Seebeck-Effektes nach sich zieht.

Auch hier ist im Hause Quick-Ohm eine Lösung gefunden worden, die den Alterungsprozess entscheidend verlangsamt. In Quick-Ohm-Elemente werden sogenannte Antidiffusionsschichten eingearbeitet, die den soeben beschriebenen negativen Effekt erheblich abschwächen.

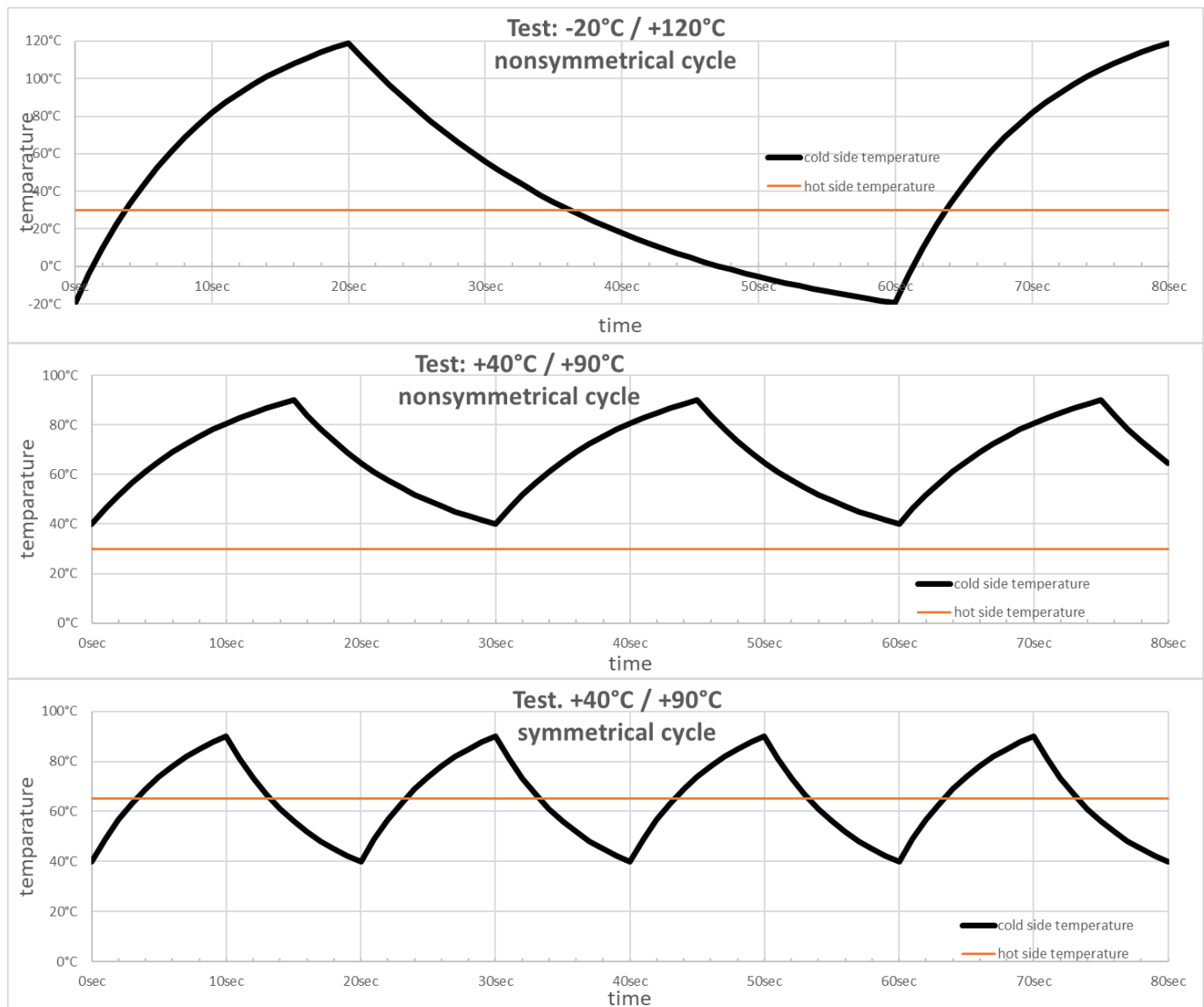
Die sorgfältige Auswahl einwandfreier Rohstoffe macht Quick-Ohm Peltierelemente zu den haltbarsten Modulen auf dem Markt. So wird beispielweise das Halbleitermaterial bereits in dem Stadium, da es sich noch in großen Blöcken befindet, auf seine technischen Eigenschaften hin untersucht. Hierdurch wird vermieden, dass fehlerhaftes Material in die Produktion gelangt. Da die thermisch aktiven Komponenten im Peltierelement elektrisch in Reihe geschaltet werden, verursacht bereits ein defektes Einzelteil den Ausfall des gesamten Moduls. Unter der Betrachtung, dass die Anzahl der Einzelteile eines Peltierelementes einen Wert von bis zu 1800 erreicht, kann ein wirksames Qualitätsmanagement nicht hoch genug wertgeschätzt werden.

## Die Alterung von Quick-Ohm-Peltierelementen, verursacht durch zyklische Beanspruchung:

Art des Zyklus‘	Test -20°C /+120°C	Test +40°C/+90°C unsymmetrische Zyklen	Test +40°C/+90°C symmetrische Zyklen
<b>A-Serie</b>		ca. 20.000	
<b>M-Serie</b>	10.000-15.000	200.000-300.000	800.000-1.000.000
<b>MM-Serie</b>	20.000-30.000	400.000-600.000	1.500.000-2.000.000

Die Zahlen beschreiben die Durchschnittliche Anzahl der beschriebenen Zyklen, die eine 5%‘ige Veränderung des Innenwiderstandes im Peltierelement verursachen.

Das Element wird hierbei sowohl mechanisch (im mikroskopischen Bereich) als auch thermisch belastet. Die Standzeit eines Elementes bei einer +20°C/+70°C Zyklus-Beanspruchung wird, bedingt durch die geringere, relative Temperatur, höher sein, als der beschriebenen +40°C/+90°C Zyklus. Etc.



## Die Alterung von Quick-Ohm-Peltierelementen, verursacht durch thermische Beanspruchung:

Ein Quick-Ohm-Peltierelement wird nach durchschnittlichen 50.000 Stunden Dauerbetrieb bei 50°C eine nachweisliche Innenwiderstandsänderung von 5% erfahren. Das entspricht einem Dauerbetrieb von mehr als 5 Jahren. Hierbei ist es unerheblich, ob die Temperatur von außen zugeführt wird, oder ob das Element durch Strombeaufschlagung auf die beschriebene Temperatur gebracht wird.

Eine Temperaturerhöhung um 50K beschleunigt den Prozess um Faktor 10. So dass bei einer Temperatur von 100°C die definierte 5% Innenwiderstandsänderung nach etwa 5000 Stunden eintritt. Eine Absenkung der Temperatur auf 0°C wiederum, erhöht die Lebensdauer des Elementes um den Faktor 10.