

Highly Accelerated Life Test

Zuverlässigkeit erhöhen – Kosten reduzieren

Wie kann man die Zuverlässigkeit von Produkten bei gleichzeitiger Reduzierung von Entwicklungszeit und -kosten ermöglichen? Die Antwort darauf besteht aus einem Wort: HALT. Hinter diesen vier Buchstaben verbirgt sich der Begriff „Highly Accelerated Life Test“, der es ermöglicht Schwachstellen im Produkt frühzeitig zu identifizieren und beheben zu können.

Der Erfolg eines Unternehmens ist nicht zuletzt von der Qualität und Zuverlässigkeit seiner Produkte abhängig. Mangelnde Zuverlässigkeit kann zu erhöhten Gewährleistungskosten sowie Imageverlust führen. Als Beispiel sind hier nur die Rückrufaktionen der Automobilindustrie in den letzten Jahren genannt. Zudem sehen sich die Unternehmen der Herausforderung gegenüber, neue Produkte schnellstmöglich zu entwickeln und in hochwertiger Qualität auf den Markt zu bringen. Um diesen Spagat erfolgreich zu meistern, kommt zunehmend das HALT-Verfahren ins Spiel.

Bei HALT handelt es sich um einen Test, der in der Entwicklungsphase eines Produktes durchgeführt wird, sobald erste Prototypen zur Verfügung stehen. Während HALT werden die Systeme über die Spezifikationsgrenzen bzgl. Temperatur und Vibration hinaus beansprucht, um Ausfälle zu provozieren und somit Schwachstellen aufzudecken. Dabei können zusätzlich noch Betriebsparameter wie z. B. die Versorgungsspannung variiert werden. Im Rahmen von HALT werden die Funktions- sowie Zerstörungsgrenzen des Prüflings identifiziert. Ziel ist es, diese Grenzen durch Behebung der Schwachstellen möglichst weit auszuweiten, um damit eine höhere Zuverlässigkeit des Produktes zu erreichen. HALT unterscheidet sich grundsätzlich von traditionellen Umweltprüfungen und verfolgt einen anderen Zweck. Denn HALT soll



Bild 1: HALT/HASS-Kammer

nicht den Prüfling bezüglich spezifizierter Umwelt-Parameter qualifizieren, sondern den Prüfling stimulieren, bis es zu Ausfällen kommt, um so Schwachstellen aufzudecken.

Auch wenn die Beanspruchung bei HALT nicht vergleichbar mit den realen Anforderungen im Feld ist, haben Untersu-

chungen gezeigt, dass die Schwachstellen, die man bei HALT nach wenigen Stunden bzw. Tagen ermittelt, die gleichen sind, welche im Feld oft erst nach mehreren Jahren zu Ausfällen führen.

Vorgehensweise beim HALT

Ein wichtiger Punkt bei der Durchführung einer HALT-Prüfung ist eine gute Vorbereitung und Testplanung. Hierzu zählt u. a.

- ▶ die Analyse von bereits bekannten Schwachstellen,
- ▶ die Definition von Fehlerkriterien,
- ▶ die Festlegung der Stressfaktoren,
- ▶ Planung und Aufbau der Aufspannvorrichtung für mechanische Beanspruchung,
- ▶ Festlegung der Prüflingsanzahl (Ersatzsysteme sind empfehlenswert),
- ▶ das Erstellen von Funktionstests zur Überwachung während HALT sowie
- ▶ Definition der zu überwachenden Parameter bzw. Funktionstests während HALT.

Daraufhin wird dann gemeinsam vom Entwicklungsingenieur des Produktes und

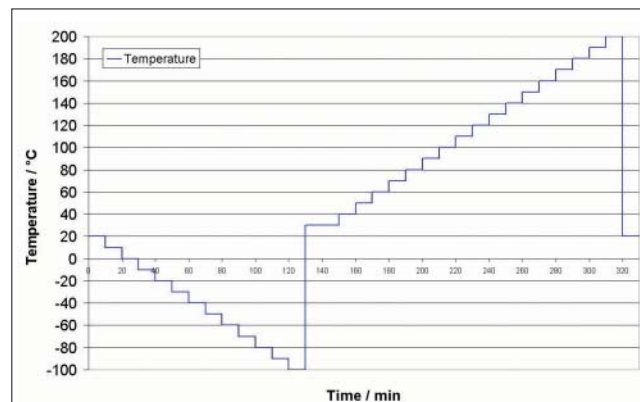


Bild 2: Profilbeispiel für eine Temperaturstufenprüfung

dem HALT-Experten ein Testplan aufgestellt. Bevor die eigentlichen Tests beginnen, wird die Funktion der Prüflinge sowie des Überwachungs-Equipments getestet.

Für HALT wird eine spezielle HALT-Kammer benötigt (Bild 1). Die Besonderheit dieser Kam-

AUTOR
 Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Böck ist Vertriebsleiter im Siemens Center for Quality Engineering in München.

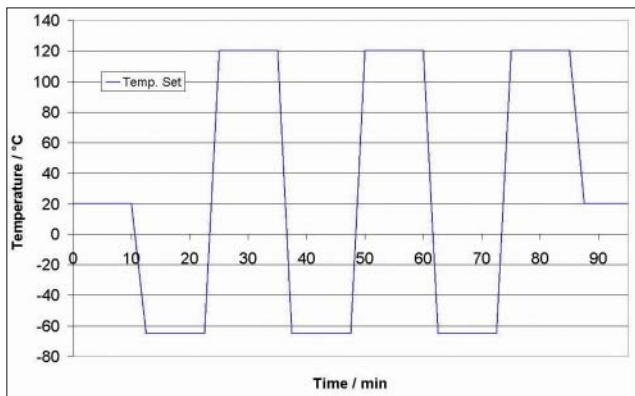


Bild 3: Schnelle Temperaturwechselprüfung

mer ist u. a. der weite Temperaturbereich von $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ sowie der schnelle Temperaturwechselkoeffizient von bis zu 60 K/min . Für die mechanischen Tests ist hervorzuheben, dass die Kammer Anregungen mit 6 Freiheitsgraden simuliert in einem Frequenzbereich von 20 Hz bis 10000 Hz und einer Effektivbeschleunigung von bis zu 50 g_{rms} .

ze),

- ▶ schnelle Temperaturwechselprüfung,
- ▶ Vibrationsprüfung sowie
- ▶ kombinierte Vibrationsprüfung mit schnellem Temperaturwechsel.

Bei allen Prüfungen erfolgt eine schrittweise Erhöhung der Beanspruchung, solange bis es zu Funktionsstörungen bzw. Zerstörung einzelner Komponenten des

Die Vorgehensweise bei HALT ist nicht strikt vorgegeben, sondern richtet sich auch nach dem jeweiligen Prüfling. Eine typische Vorgehensweise [1], die sich bewährt hat, ist das Aussetzen des Produktes durch nacheinander folgende vier verschiedene Beanspruchungen:

- ▶ Temperaturstufenprüfung (Kälte und Hitze),

KOMPAKT

- ▶ Beim HALT (Highly Accelerated Life Test)-Verfahren wird der Prüfling stufenweise immer höheren mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt, um schnellstmöglich Fehler zu provozieren und damit Schwachstellen aufzudecken. Die Behebung dieser Schwachstellen führt zu erweiterten Betriebsgrenzen, was wiederum in einer höheren Zuverlässigkeit des Produktes resultiert.

Prüflings kommt oder bis das Limit der Technologie erreicht wird (z. B. Schmelzpunkt bei Plastik). Gleichzeitig können noch Betriebsparameter wie z. B. die Betriebsspannung variiert werden, um zusätzliche Stress-Bedingungen zu schaffen.

Bei all den Tests ist die Funktionsüberwachung des Prüflings von enormer Bedeutung, um Ausfälle exakt dokumentieren zu können. Sobald es zu einem Ausfall kommt, wird der Test gestoppt, der Ort des Fehlers gesucht und die Ursache analy-

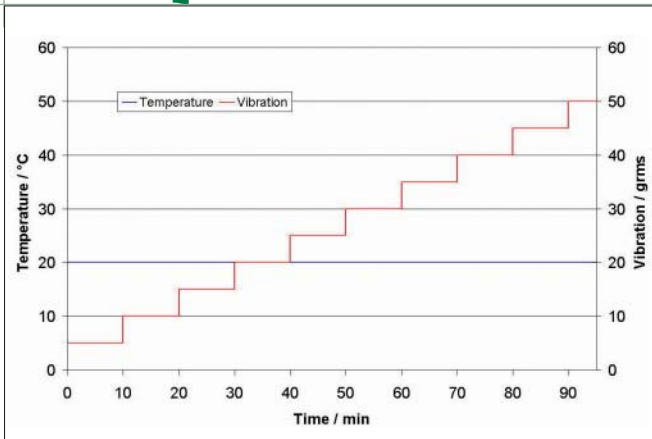


Bild 4: Vibrationsprüfung

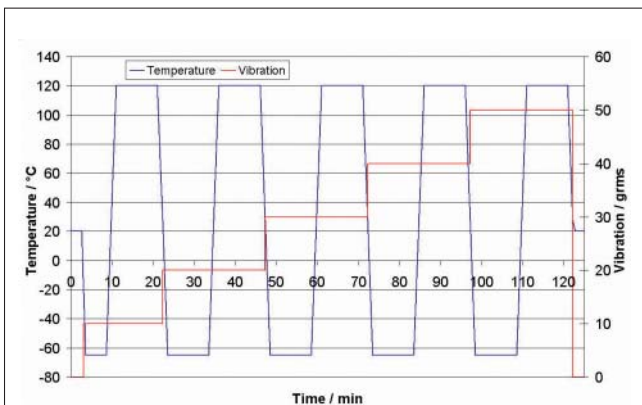


Bild 5: Kombinierte Vibrationsprüfung mit schnellem Temperaturwechsel

siert. Sodann sollte, wenn möglich, der Fehler zumindest temporär behoben werden und die Tests weitergeführt werden. Denn ein Ziel von HALT ist es, die Funktions- bzw. Zerstörungsgrenzen des Produktes möglichst weit auszudehnen.

Die einzelnen Prüfungen

Bei der Temperaturstufenprüfung wird die Temperatur in der Kammer schrittweise in 10 K-Schritten erniedrigt bis -100 °C bzw. bis das Produkt oder die Technologie an die Grenzen stößt. Anschließend erfolgt eine stufenweise Erhöhung der

Rauschprofil von 20 Hz bis 10000 Hz in 6 Freiheitsgraden. Die Beschleunigung wird dabei stufenweise um jeweils 5 grms erhöht (Bild 4).

Zu guter Letzt erfolgt eine Kombination der Prüfungen wie in Bild 3 und Bild 4, d. h. es erfolgt eine stufenweise Erhöhung der mechanischen Beanspruchung unterlegt mit dem Temperaturwechselprofil (Bild 5).

Damit man von HALT profitieren kann, ist es wichtig, alle aufgetretenen Ausfälle bzw. Fehler zu dokumentieren und zu analysieren. Ob letztendlich alle Fehlerursachen behoben werden, hängt zum einen von dem damit verbundenen Aufwand und den entsprechenden Kosten ab, zum anderen von der Differenz zwischen dem Grenzwert aus der Spezifikation und dem Wert, bei dem der Fehler auftrat. Falls dieser Abstand zu gering ist, ist es statistisch gesehen wahrscheinlich, dass der Fehler bei einzelnen Systemen im Feld bereits innerhalb der Spezifikationsgrenzen auftreten kann.

HASS: Highly Accelerated Stress Screen

Wie kann nun sichergestellt werden, dass die Serienprodukte auch die bei HALT ermittelten Grenzwerte erfüllen? Hierzu dient das HASS-Verfahren (Highly Accel-

erated Stress Screen) [2]. Mit HASS können eventuelle Probleme im Fertigungsprozess bzw. bei Komponenten schnell identifiziert und behoben werden. Hierzu werden die Systeme einem Stress-Screening unterzogen, dessen Profil auf den Ergebnissen von HALT beruht. Auch bei HASS werden die Systeme einer Beanspruchung über die Spezifikationsgrenzen hinaus unterzogen.

Die Erstellung eines geeigneten HASS-Profiles ist produktabhängig und erfordert einige Erfahrung. Denn zum einen sollen alle latenten Schwachpunkte des Produktes entdeckt werden, zum anderen darf der HASS-Test das Produkt nicht derart vorbelasten, dass die Lebensdauer relevant beeinflusst wird.

Zusammenfassung
Für Unternehmen ist es heute eine große Herausforderung, Schwachstellen möglichst frühzeitig bei der Entwicklung von neuen Produkten zu finden und zu beheben, um Zeit und Geld einzusparen. Mit HALT haben Entwicklungsingenieure ein ideales Verfahren, um dieses Ziel zu erreichen. Denn mit HALT lassen sich so die Entwicklungskosten reduzieren und eine schnellere Markteinführung realisieren. Die durch HALT erreichte Ausweitung der Funktionsgrenzen des Produktes führt zu einer erhöhten Zuverlässigkeit und damit zu reduzierten Service- und Gewährleistungskosten.

Eine ideale Ergänzung zu HALT stellt HASS dar, welches die HALT-Philosophie auf die Fertigung überträgt. HALT findet immer mehr Verbreitung in allen Industriezweigen wie z. B. Automotive, Telekommunikation, Medizintechnik, Automatisierungstechnik etc. – eben überall, wo es darauf ankommt, zuverlässige Produkte schnell und kostengünstig zu entwickeln.

Literatur

- [1] HALT-Guideline by Qualmark Corp.
- [2] HASS-Guideline by Qualmark Corp.
- [3] <http://www.pruefinstitut.de>

Literatur

- [1] HALT-Guideline by Qualmark Corp.
- [2] HASS-Guideline by Qualmark Corp.
- [3] <http://www.pruefinstitut.de>

▼
CENTER FOR QUALITY ENGINEERING

Das Center for Quality Engineering gehört zur Siemens Networks GmbH & Co. KG. (SN CTO CQE SE) und ist ein akkreditiertes Prüflabor, welches Qualifizierungen im Bereich EMV, Produktsicherheit und Umweltsimulation anbietet. Zum Thema HALT und HASS bietet das Center for Quality Engineering neben der Testdurchführung auch Workshops und Seminare an.

▶ infoDIRECT 415pr1206

www.all-electronics.de
▶ [Link zu Siemens Networks-Center for Quality Engineering \(SN CTO CQE SE\)](#)