

Test



HTV

Umfassende Konzepte rund um das Testen elektronischer Komponenten

HTV bietet eine Vielzahl an Dienstleistungen rund um das Testen elektronischer Bauteile und Baugruppen (auch in Serienstückzahlen) an, z. B.:

- Elektrischer Test gemäß Datenblatt
- Selektion spezifischer Parameter
- Prüfung optischer Parameter (z. B. von LEDs oder Displays)
- Mechanischer Test, z. B. Pull- und Sheartest
- Umweltprüfung und Qualifikation
- Kundenspezifische Testprogrammerstellung (z. B. Selektion)
- Fehleranalyse
- Testprogrammentwicklung für ASICs
- MTBF-Berechnung zur Ermittlung der Zuverlässigkeit von Baugruppen und Geräten

Seit mehr als 30 Jahren zählen der Test und die Testprogrammerstellung zu den HTV Kernkompetenzen.

Ein **großer, hochmoderner Maschinenpark**, bestehend aus zahlreichen vollautomatischen Großtestsystemen verschiedener Hersteller und einer Vielzahl selbst entwickelter Testsysteme, ermöglicht hochpräzise Messungen an komplexesten Schaltkreisen in einer Kapazität von **mehreren hunderttausend Teilen** pro Tag. Hierbei kann nahezu jedes Bauteil auch bei unterschiedlichsten Umgebungstemperaturen umfassend geprüft werden.

Die hierfür benötigten Testprogramme werden vom HTV Entwicklungsteam erstellt und auf die spezifischen Kundenforderungen zugeschnitten.

Unternehmen nahezu aller Branchen vertrauen bereits seit Jahrzehnten auf die Testkompetenz von HTV: **So finden bei HTV getestete Teile u. a. in den Bereichen Kraftfahrzeug, Telekommunikation, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik oder Sicherheitstechnik, Anwendung.**



Sicherstellung der elektrischen Funktionalität von Bauteilen und Baugruppen

Mögliche Anwendungsbereiche:

- Bauteilprüfung gemäß Datenblatt oder Kundenspezifikation
- Elektrischer Test von Baugruppen (z. B. Server, Sensoren, Displays)
- Selektion von Bauteilen nach kundenspezifischen elektrischen Parametern (auch in Serienstückzahlen)
- Wafer-Test
- Funktionstest elektronischer Komponenten mit Hochspannung, Hochstrom oder Hochfrequenz
- Funktions- und Originalitätsprüfung von Bausteinen
 - Prüfmuster-Programmierung mit anschließender Verifizierung
 - Blankcheck zur Überprüfung auf „unprogrammierten Speicher“

Mithilfe einer Vielzahl hochkomplexer Großtestsysteme sowie eigens für die gewünschten Untersuchungen erstellten Prüfapplikationen und Testprogrammen, kann bei HTV die elektrische Funktionalität für jegliche elektronischen Bauteile und ganze Baugruppen sichergestellt werden (Digital, Analog, Mixed Signal).

Bauteilprüfung gemäß Datenblatt oder Kundenspezifikation

Bei der „Prüfung gemäß Datenblatt“, z. B. im Rahmen einer **Wareneingangsprüfung**, werden verschiedenste Parameter, auch bei unterschiedlichsten Temperaturen, (Raum-, Hoch-, oder Tieftemperatur, z. B. -60°C bis +150°C) getestet.

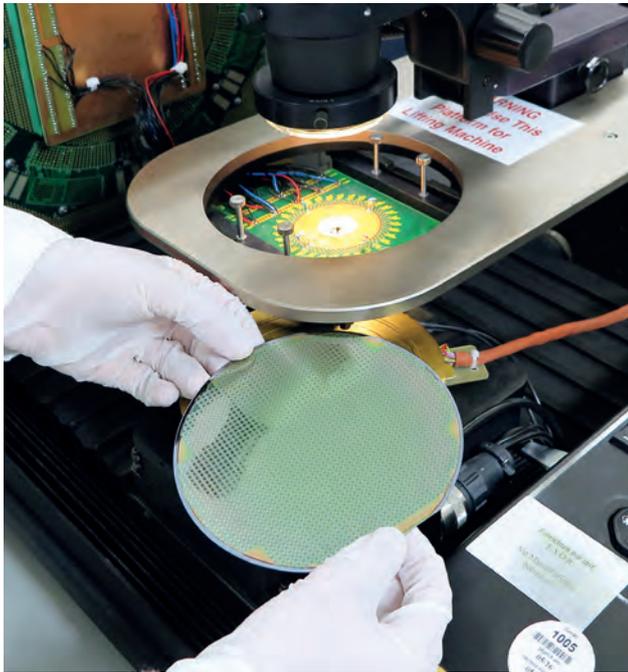
Bei Bedarf können hierbei nicht nur die elektrischen, sondern auch die mechanischen Eigenschaften (Abmessungen, Aufbau) sowie der äußere Allgemeinzustand der Bauteile beurteilt werden. Insbesondere für Spezialapplikationen, die häufig Bausteine verwenden, welche die vom Hersteller garantierten Spezifikationen übertreffen, kommt der „Bauteilprüfung gemäß Kundenspezifikation“ große Bedeutung zu. Für diese analogen und digitalen Bausteine werden kundenspezifische Grenzen (Temperatur, Spannung, elektrische Kennwerte) definiert, deren Einhaltung mithilfe verschiedenster Tests sichergestellt wird.



Elektrischer Test mit dem ThermoStream

Durch die Vielzahl unterschiedlicher Mess- und Prüfsysteme sowie diverse Spezialaufbauten ist es möglich, nicht nur Einzelbauteile (z. B. ICs, ASICs, Transistoren, Operationsverstärker) sondern auch komplexe Sensoren, Aktoren, Displays und ganze **Baugruppen** umfassend zu überprüfen.





Wafertest

Auch bei Bauteilen unklarer Herkunft ist die Prüfung gemäß Datenblatt unabdingbar, da so bereits ohne weiterführende Analysen (wie z. B. Röntgen, Wischtest) eine erste Aussage bezüglich der **Originalität** des Bausteins getroffen werden kann.

Eine weitere Methode zur Überprüfung der Originalität aber auch der **allgemeinen Funktion** für programmierbare Bauteile ist der **Blankcheck**. Hiermit kann u.a. festgestellt werden, ob sich ein Chip im Bauteil befindet, die ID-Nummer des Chips korrekt ist oder ob das Bauteil bereits programmiert wurde.

Eine „**Überprüfung durch Programmierung**“, bei der ein Prüfmuster programmiert und der Baustein anschließend verifiziert wird, ermöglicht z. B. eine Aussage darüber, inwiefern das Bauteil ansprechbar und alle Speicherstellen fehlerfrei beschreib- und löschar sind.

Selektion von Bauteilen nach Kundenspezifikation

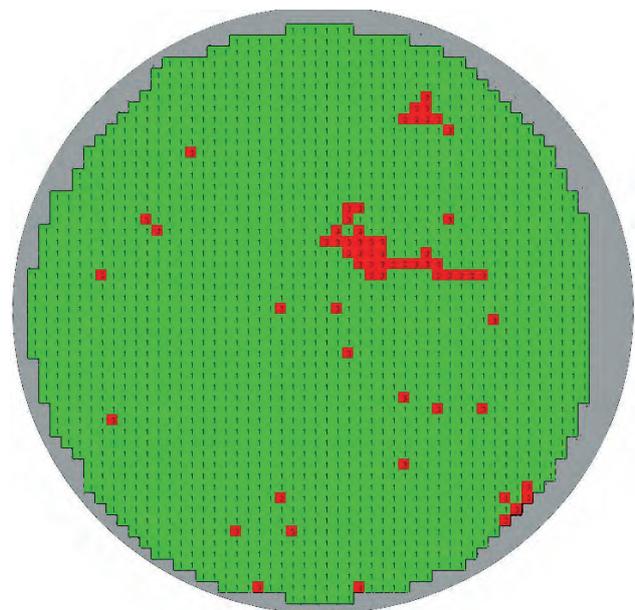
Mithilfe einer Selektion können die Bauteile nach diversen kundenspezifischen elektrischen Parametern sortiert werden.

Eine Einteilung in individuelle Selektionsklassen ermöglicht es, die Bausteine spezifisch definierten Parameterbereichen zuzuordnen. So lassen sich beispielsweise LEDs verschiedener Farbtemperaturbereiche jeweils in einzelne Klassen aufteilen, was die Entstehung sichtbarer Farb- oder Helligkeitsabweichungen beim späteren Einsatz verhindert.

Test von Wafern

Um fehlerhafte Dies frühzeitig zu erkennen, ermöglichen mehrere Handling- und Kontaktiersysteme den Test von noch auf Wafern befindlichen Bausteinen (auch unter Temperaturbeaufschlagung).

Um nach späterem Zersägen des Wafers ein Aussortieren der Fail-Teile zu ermöglichen, werden diese farblich (Inken) oder in einer elektronischen Wafermap markiert.



Elektronische Wafermap

Pass
Fail



Lichtmesstechnik für opto-elektronische Komponenten

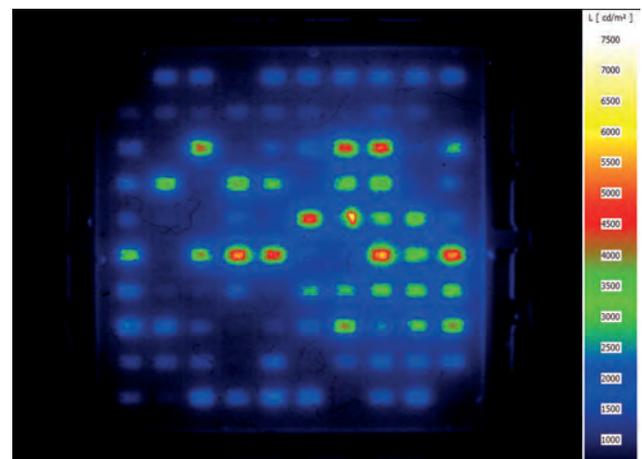
Mögliche Verfahren:

- **Radiometrische Spektralmessungen, z. B.:**
 - Strahlstärke [W/sr], Bestrahlungsstärke [W/qm]
 - Spektrum [W/sr/nm], Peakwellenlänge, Schwerpunktwellenlänge, Halbwertsbreite
- **Photometrische Spektralmessungen, z. B.:**
 - Spektrum, dominante Wellenlänge
 - Lichtstärke [cd, mcd] und Beleuchtungsstärke [lx]
 - Farbort (x,y) und Farbräume: CIE RGB, CIE XYZ, CIE LAB ($L^*a^*b^*$)
 - Vermessung von Displays (z. B. LCD, OLED)
- **Ortsaufgelöste Messung der Leuchtdichte**
 - Messung der Homogenität von LED-Arrays und Clustern
 - Vollcharakterisierung von Displays und Anzeigen (Helligkeit, Farbpunkte, Kontrast, Homogenität)
- **Messung verschiedenster optischer Parameter nach Kundenwunsch**
- **Industriethermographie mit Wärmebildkamera**

Für den Erfolg eines Produktes spielen neben der allgemeinen Qualität und Funktionalität von Baugruppen, wie z. B. Displays oder Leuchtmittel, auch die lichttechnischen Eigenschaften eine entscheidende Rolle für dessen Vermarktung. Hierbei kommt insbesondere z. B. der Langzeitstabilität von Lichtstärke, -farbe sowie Farbwiedergabe (Ra) und Kontrast große Bedeutung zu.

Durch vollständig parametrisierbare und automatisierte Messplätze kann bei HTV die Prüfung optischer Parameter nach **Datenblatt** oder **kundenspezifischen Vorgaben** sowohl in kleinen, als auch in **Serienstückzahlen** erfolgen.

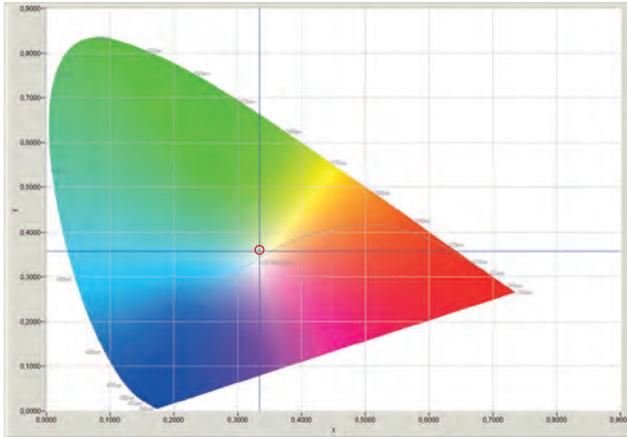
Radiometrische oder **photometrische Spektralmessungen** ermöglichen die Charakterisierung von LEDs, OLEDs, Leuchten und anderen Lichtquellen, beispielsweise hinsichtlich Ihrer Strahlungsleistung und -stärke, Strahldichte, Lichtstärke sowie Leuchtdichte.



Leuchtdichteverteilung auf defektem LED-Cluster

Neben einzelnen LEDs oder Leuchten werden bei HTV auch Displays oder komplexe beleuchtete Aufbauten (Schalter, Knöpfe, Schriften, Hinterleuchtungen) vermessen. So können durch eine ortsaufgelöste **Messung der Leuchtdichte** beispielsweise Helligkeit, Farbpunkte,

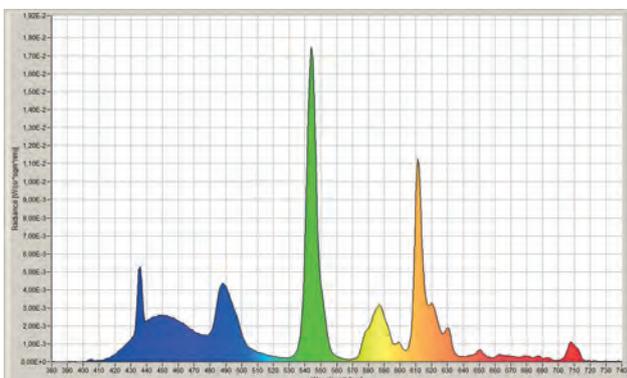




CIE-Diagramm mit Farbpunkt einer weißen LED

Kontrast und Homogenität von Displays und Anzeigen charakterisiert werden. Auch die Analyse des Kontrastverhaltens eines Displays unter unterschiedlichen Blickwinkeln, eine der wichtigen Kenngrößen bei der Beurteilung der Displayqualität, ist möglich.

In vielen Anwendungen ist die **Selektion** nach bestimmten lichttechnischen Werten (z. B. dominante Wellenlänge, Farbort, Lichtstärke) notwendig. Häufig verschieben sich die optischen Parameter von z. B. LEDs jedoch bereits während den ersten Betriebsstunden der Leuchtdioden. So verändert eine unterschiedlich starke Drift, beispielsweise der dominanten Wellenlänge einer LED, den optischen Eindruck für den Betrachter bzw. ändert sie bei



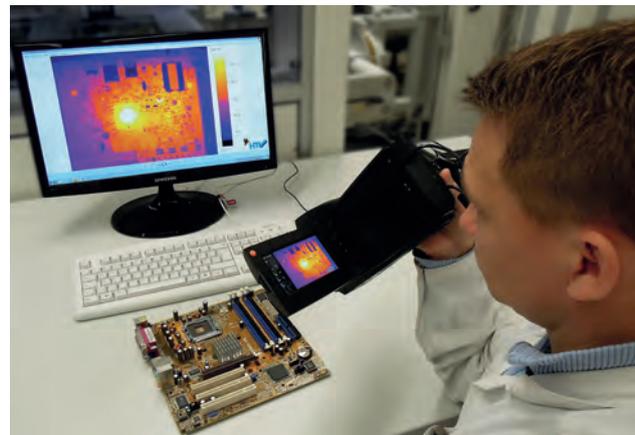
Spektrum eines Displays mit CCFL Beleuchtung

einer medizintechnischen Anwendung die Kalibrierung eines Gerätes.

Mithilfe eines **Burn-Ins**, einem Verfahren zur künstlichen Voralterung, können bei HTV Frühausfälle vermieden, die lichttechnischen Eigenschaften stabilisiert und die Komponenten gemäß ihrer Parameter selektiert werden. Instabile LEDs oder Displays (z. B. starke Veränderungen hinsichtlich des Farbortes) werden aussortiert.

Bei der **Industriethermographie mittels Wärmebildkamera** werden Wärmequellen und Hot-Spots auf Baugruppen sowie in Geräten und Anlagen identifiziert.

Eine gleichzeitige Aufnahme von IR- und Echtbild dient der besseren Zuordnung und ermöglicht die Bewertung der Temperaturextremität.



Aufnahmen mit der Wärmebildkamera



Vermeidung bzw. Eliminierung von Frühausfällen durch künstliche Alterung/Qualifikation

Angewandte Normen:

- AEC-Q100/200
- ANSI/ESD
- DIN
- ECSS-Q-ST-60
- EEE-INST-002
- J-STD-002, J-STD-020
- JESD
- JIS-C-5321
- JS-001
- MIL

Mögliche Anwendungsbereiche:

- Vermeidung von Frühausfällen durch Voralterung/beschleunigte Alterungstests
- Qualifikationen
 - Klimabeständigkeit
 - Lebensdauerprüfung
 - Überlastungstest
 - Parameterprüfungen
 - ESD-Test (Überprüfung der Unempfindlichkeit gegenüber elektrostatischen Aufladungen)
 - Dichtigkeitsprüfung (Helium-Leck Test)



Voralterung elektronischer Komponenten mithilfe des Burn-In Verfahrens

Zur Erhöhung der Qualität und Zuverlässigkeit eines Produkts stellt das Eliminieren von **Frühausfällen** durch Voralterung in der Serienfertigung nach verschiedenen Normen und Standards eine essentielle Testdienstleistung dar.

Mithilfe einer Vielzahl möglicher Methoden (u. a. Burn-In, Hochtemperaturlagerung) nimmt die künstliche Alterung Betriebszeit im Zeitraffer vorweg.

Bei der Hochtemperaturlagerung (HTL) z. B. werden die Bauteile in einem Hochtemperaturschrank bei Temperaturen von beispielsweise 100°C bis 150°C (abhängig vom

Bauteil) gelagert. Die Dauer der Lagerung ergibt sich hierbei aus dem gewünschten Zeitraffungsfaktor.

Beim statischen Burn-In werden die Bauteile im Burn-In Schrank mit angelegter Versorgungsspannung für beispielsweise 168 Stunden bei 125°C gealtert, was einer ungefähren Betriebszeit von einem halben Jahr entspricht.

Da die Ausfallrate von vielen Komponenten dem typischen Verlauf der Badewannenkurve folgt, können so, nach anschließender Prüfung und Bewertung der Bauteile, die meist durch Qualitätsschwankungen verursachten Frühausfälle eindeutig identifiziert und aussortiert werden.



2/2

Ob Bauteile ihren Datenblattwerten oder bestimmten kundenspezifischen Vorgaben genügen, wird mithilfe der **Qualifikation**, der speziell bei sicherheitsrelevanten oder Automotive-Anwendungen vor dem endgültige Serieneinsatz große Bedeutung zukommt, festgestellt.

Bei einer Qualifikation werden nach einer protokollierten Parametermessung an Neuteilen gleichartige Bauteile verschiedenen Prozeduren zur Voralterung oder Nachahmung der Bedingungen des späteren Einsatzgebietes (z. B. Klimatest) unterzogen.

Während dieser Behandlung erfolgen Zwischenmessungen und nach Abschluss eine Schlussmessung.

Treten bei den darauffolgenden Tests durch die veränderten Umgebungsbedingungen (z. B. hohe Temperatur und Luftfeuchte, elektrostatische Aufladung) Messabweichungen zur Parametermessung auf, so müssen diese individuell interpretiert und ausgewertet werden.

Methoden zur Überprüfung der Klimabeständigkeit:

- statischer Burn-In (gleichbleibende Parameter)
- dynamischer Burn-In (Variation verschiedener Parameter)
- Temperaturlagerung (von -60°C bis +250°C)
- dynamische Hochtemperaturlagerung/ Temperatur-Wechsel-Belastung
- Temperaturschock
- Tests bei geregelter Temperatur und Luftfeuchte (konstant oder zyklisch)
- Pressure-Cooker



Tests mit Temperaturschock von -60 bis +125 °C sind insbesondere für die Branchen Luft- und Raumfahrt sowie Militär von essentieller Bedeutung



Bestromung von LEDs zur Voralterung

Prüfungen wie z. B. Überlastungstests und Lebensdauerprüfungen können die Qualifikation sinnvoll ergänzen. So können Bauteile durch viele verschiedene Lebensdauerprüfungen beispielsweise gemäß AEC-Q100/200 für den Einsatz im Automobilbereich qualifiziert werden.

Auch weiterführende analytische Untersuchungen, z. B. hinsichtlich Veränderungen der Bauteilanschlüsse durch Temperaturbeaufschlagung, sind mithilfe einer Vielzahl von Analysemethoden (z. B. Röntgen, Erstellung von Schlibfbildern, mikroskopische Untersuchungen) möglich.



Umfassende Tests und Analysen speziell für Baugruppen

Angewandte Normen:

- IPC
- J-STD
- MIL-P
- MIL-STD
- DEF-STD
- IPC-TR
- IPC-TM
- IEC Standards

Mögliche Verfahren:

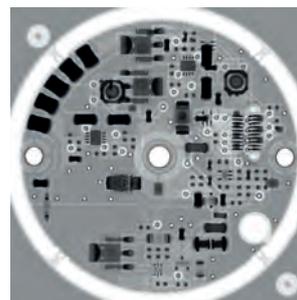
- **Fehleranalysen**
 - Elektrischer Test
 - Lichtmikroskopie
 - Schliffbilderstellung und Schliffbildmikroskopie, bei Bedarf mit Ionenstrahl-Ätzen
 - 2D-/3D-Röntgen
 - REM/EDX Untersuchung
 - Nanoindentation
- **Qualifikationen**
 - Klimabeständigkeit
 - Lebensdauerprüfung
 - Überlastungstest
 - Parameterprüfungen
 - ESD Test (Überprüfung der Unempfindlichkeit gegenüber elektrostatischen Aufladungen)
- **IPC-A-610/600 Analyse**
 - standardisierte Bewertung der Qualität von Baugruppen und Rohleiterplatten
- **Messung der ionischen Kontamination**
- **Voralterung**
 - Vermeidung von Frühausfällen durch beschleunigte Alterungstests

Aufgrund eventueller Fertigungsfehler ist das ganzheitliche Testen bzw. Untersuchen von Baugruppen zur Sicherstellung der Qualität und Funktionalität von essentieller Bedeutung.

Zudem genügt man nur durch ausreichende Testtiefe den eventuell anstehenden Forderungen des Gesetzgebers bezüglich Produkthaftung.

Eine sinnvolle Planung und Kombination mehrerer Prüfverfahren **bereits in der Entwicklungsphase** ermöglicht die frühzeitige Identifizierung und Lokalisierung möglicher Schwachstellen, die oftmals durch nicht im Vorfeld abschätzbare Effekte bei Gestaltung des Layouts oder Art der Bauelemente auftreten können. Verzichtet man auf den Baugruppentest, so bleiben Fehler und Schwachstellen zunächst unentdeckt. **Fertigungsprobleme, Vertragsstrafen** bei nicht pünktlicher Lieferung oder **Regressansprüche** durch Ausfälle im Feld können die Folge sein, die häufig **enorme Kosten** und eine nachhaltige **Schädigung des Firmenimages** verursachen. Durch ausreichende Testtiefe und eine individuelle Teststrategie kann dieses Risiko jedoch für jede Baugruppe auf ein Minimum reduziert werden.

Bei HTV werden Baugruppen umfassend und hochpräzise mithilfe **verschiedenster Verfahren nach Kundenvorgaben oder anhand gängiger Normen** (z. B. IPC-A-610) untersucht. Dabei werden bei Bedarf die jeweils passenden Prüfmittel hausintern gefertigt und die dazu passende Testsoftware programmiert.



Baugruppentest anhand von 2D-Röntgen und elektrischem Test

Auftretende Fehler können dank einer Vielzahl **spezifischer Analysemethoden** ausführlich untersucht und deren Ursachen eindeutig identifiziert werden.



Entwicklung, Testprogramme, Packaging

Durch enge Zusammenarbeit mit zahlreichen europäischen Halbleiter- und ASIC-Herstellern bietet die HTV Firmengruppe **Unterstützung beim gesamten Entstehungsprozess auf dem Spezialgebiet anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen (ASICs) an.**

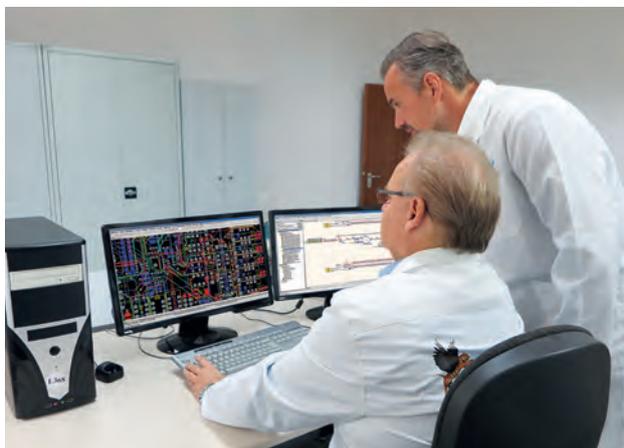
Idee des Kunden und Spezifikations-erstellung

Hat der Kunde sich für den Einsatz eines ASICs entschieden, beispielsweise um im Rahmen einer Flächenoptimierung mehrere Komponenten auf der Leiterplatte zu ersetzen, unterstützt HTV zunächst bei der Erstellung einer passgenauen Spezifikation (z. B. Einsatzgebiet, Funktionsumfang).

Kooperation mit Designhaus und Erstellung spezifischer Testprogramme

In Zusammenarbeit mit einem Designhaus wird ein sogenanntes „Pflichtenheft“ erstellt, indem Funktion (Analog, Digital, Mixed Signal) und erforderliche Parameter festgelegt werden.

Das Designhaus setzt das Pflichtenheft um und entwirft Schaltung und ASIC-Design. Parallel wird bei HTV bereits speziell zugeschnittene Testsoftware zur Datenblatt- und Funktionsprüfung entwickelt.



Vom Wafer bis hin zum fertigen Bauteil:
Alles aus einer Hand!



Waferfertigung und -test mit anschließendem Packaging

Im Anschluss werden die Wafer in einer Foundry produziert und bei HTV auf hochpräzisen Großtestsystemen getestet. Entsprechen die Wafer den gewünschten Parametern und Funktionen, findet das Packaging ins gewünschte Gehäuse beim HTV Tochterunternehmen **MAF GmbH in Frankfurt (Oder)** statt. Werden bei den ersten in Hardware (Silizium) produzierten Teilen noch Abweichungen festgestellt, erfolgt eine neue Abstimmung des ASIC Designs.

Bauteiltest und Konfektionierung

Ein **umfassender elektrischer Endtest** entsprechend spezifizierter Einsatztemperaturen und individuellen Anforderungen stellt bei Bedarf die einwandfreie Funktionalität des neu entwickelten und gehäuseten Bausteins sicher. Anschließend werden die elektronischen Bauteile mittels voll- oder halbautomatischer Tape & Reel Systeme optisch vermessen und in einen Blistergurt verpackt.



Ermittlung der Zuverlässigkeit von Baugruppen, Geräten und Anlagen

Angewandte Normen:
 - IEC 60050-191
 - SN 29500
 (Siemens Werks-Norm)

Mögliche Untersuchungen:

- Berechnung des **MTBF (Mean Time Between Failures)-Wertes** einer Baugruppe
- Ermittlung zugrundeliegender **Ausfallraten und Ausfallwahrscheinlichkeiten einzelner Bauteile**

Die **MTBF** ist der Erwartungswert der „mittleren“ Betriebsdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen und gilt für instandzusetzende Einheiten (Baugruppen, Geräte und Anlagen) als Kenngröße der Zuverlässigkeit. **Je höher der MTBF-Wert, desto zuverlässiger ist das Gerät.**

Die für die MTBF-Berechnung **zugrundeliegenden Ausfallraten technischer Komponenten**, insbesondere elektronischer Bauteile, variieren je nach Bauteiltyp sehr stark (siehe Tabelle 1) und werden in **FIT** (Failure in Time) angegeben. **Je höher der FIT-Wert, desto häufiger das Versagen der Bauteile laut Statistik.**

Anhand der vom Kunden übergebenen Stückliste (bill of materials (BOM)) und der geplanten Umgebungsbedingungen bestimmt HTV die FIT-Werte für einzelne Bauteile.

Unter der Annahme, dass der Ausfall eines beliebigen Einzelteils zum Versagen des gesamten Gerätes führt, stellt die **Summe der Ausfallraten aller Bauteile die Ausfallrate des gesamten Gerätes** dar.

Die **Ausfallwahrscheinlichkeit komplexer Geräte kann so mithilfe von HTV bereits in der Konstruktions- oder Planungsphase berechnet bzw. abgeschätzt und verglichen werden.**

Wertvolle Erkenntnisse bezüglich der Lebensdauer von Geräten, auch hinsichtlich von Garantiefragen, sind so möglich.

Bauteiltyp	Ausfallrate (λ) in FIT*
Widerstand (Metallschicht)	0,2
Universal-Diode	1
Keramik Kondensator	1
Aluminium Kondensator mit flüssigem Elektrolyt	5
Transistor (FET)	5
Flash-Speicher (512KBit)	30

* 1 FIT entspricht 1 Ausfall pro 10⁹ Bauelementstunden im Betrieb

Ausfallraten (λ) für verschiedene Bauteiltypen gemäß SN 29500

