# ABSCHLUSSWORKSHOP ZIM-VERBUNDPROJEKT TDMA

# Standard-Reflowlöten für thermisch sensible Bauelemente

TU Dresden Technikum Nöthnitzer Straße 66

Datum: 27.11.2013

Beginn: 10:00 Uhr



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



# TDMA-Workshop 27. November 2013 in Dresden

# Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher elektronischer Bauelemente

Prof. Klaus-Jürgen Wolter, Dr. Martin Oppermann, Oliver Albrecht Technische Universität Dresden, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik Kontakt: wolter@iavt.de oppermann@iavt.de albrecht@iavt.de www.iavt.de

#### Bernd Enser

Sanmina-SCI Germany GmbH
Kontakt: bernd.enser@sanmina.com www.sanmina-sci.com

#### Michael Just

IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH Kontakt: michael.just@ima-dresden.de www.ima-dresden.de

#### Sandy Klengel

Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials IWM Halle Kontakt: sandy.klengel@iwmh.fraunhofer.de www.cam.fraunhofer.de

#### Jörg Strogies

Siemens AG, Corporate Technology
<a href="mailto:Kontakt">Kontakt</a>: joerg.strogies@siemens.com <a href="http://www.siemens.com/corporate-technology/de/">http://www.siemens.com/corporate-technology/de/</a>

#### **AGENDA**

10:00 Uhr	Begrüßung und Vorstellung des neuen Technikums  Thomas Zerna, TU Dresden
10:30 Uhr	Vorstellung des ZIM-Verbundprojektes TDMA Klaus-Jürgen Wolter, TU Dresden
10:45 Uhr	Die Wünsche der Elektronikindustrie und das Projekt TDMA Bernd Enser, Sanmina-SCI
11:15 Uhr	Bauelemente, Prozesse und Versuche – Das Vorgehen in TDMA Jörg Strogies, Siemens AG
12:00 Uhr	Mittagspause
13:00 Uhr	Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards Oliver Albrecht, TU Dresden
13:30 Uhr	Zerstörende Diagnostik an den Testboards und ihre Ergebnisse Sandy Klengel, Fraunhofer IWM-H
14:00 Uhr	Die TDMA-Messhardware: LiMess, OnliMon und ICTest Martin Oppermann, TU Dresden
14:30 Uhr	Die wissensbasierte Entscheidungshilfe – Zuverlässigkeitsdaten auf Knopfdruck Michael Just, IMA Dresden
15:30 Uhr	Führung durch das Technikum

# Inhalt

#### Präsentationen

Thema 1 Die Wünsche der Elektronikindustrie und das Projekt TDMA	9
Thema 2 Bauelemente, Prozesse und Versuche – Das Vorgehen in TDMA	26
Thema 3  Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards	39
Thema 4 Zerstörende Diagnostik an den Testboards und ihre Ergebnisse	60
Thema 5 Die TDMA-Messhardware: LiMess, OnliMon und ICTest	73
Thema 6 Die wissensbasierte Entscheidungshilfe – Zuverlässigkeitsdaten auf Knopfdruck	85
Anlage Datenblätter der TDMA-Hard- & Software	93

#### TDMA – Eine kurze Einführung in die Problematik

Die Entwicklungen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik sind durch eine fortschreitende Miniaturisierung und der parallelen Erhöhung der Komplexität der resultierenden elektronischen Komponenten geprägt, welche in der Literatur mit dem Mooreschen Gesetz und weiterführend mit den Begriffen "More Moore" und "More than Moore" beschrieben sind. Der Übergang zu nanoskaligen Strukturbreiten in der Halbleitertechnik zieht durch die damit einhergehende Miniaturisierung auf allen Systemebenen einen Paradigmenwechsel in der weiterverarbeitenden Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) nach sich, wo Halbleiter, Bauelement und Baugruppe zu einem System bzw. Package verbunden werden und maßgeblich zur Qualität elektrischer Erzeugnisse beiträgt. Somit ist die Entwicklung der Elektronik untrennbar mit der Entwicklung der zugehörigen AVT sowie der Entwicklung der für die Qualitätskontrolle eingesetzten Methoden und Verfahren der notwendigen Prüf- und Inspektionstechnik verbunden.

Eine zusätzliche Herausforderung erfuhr die Packaging-Entwicklung durch das Inkrafttreten der EG-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (kurz: RoHS) am 01.07.2006, welche den Einsatz bleifreier Lote für die Herstellung elektronischer Baugruppen in weiten Teilen der Industrie vorschreibt. Ausnahmen bestehen hauptsächlich noch in der Elektronik für Luft- und Raumfahrt und im Automobilbereich.

Bereits im Vorfeld der Gültigkeit dieser Richtlinie und erst recht seit ihrer Einführung wurden sowohl im Rahmen von geförderten Projekten als auch durch die praktische Nutzung bleifreier Lote in der Industrie Wissen, Erfahrungen und Vorgehensweisen für die meisten Bauelemente und Technologien zur Produktion zuverlässiger elektronischer Baugruppen und Geräte gewonnen. Dabei zeigte sich aber auch, dass es eine große Zahl von Bauelementetypen und Gehäusebauformen gibt, die nicht für die hohen Peak-Temperaturen beim Löten von bleifreien Loten spezifizierbar sind. Dies betrifft beispielsweise SMT-Elektrolytkondensatoren, Kunststoffkondensatoren, Suppressordioden, Transformatoren und Spulen, Mikroprozessoren, Resonatoren, optoelektronische Bauelemente (z.B. LEDs), Relais und viele weitere. Dies trifft in besonderem Maße auch auf zukünftige Bauelemente wie z.B. MEMS zu.

All diese Bauelemente müssen nach der Bestückung und dem Löten der überwiegenden Anzahl der Bauelemente in aufwändigen Einzelprozessen nachbestückt und selektiv gelötet werden. Meist geschieht dies in Handarbeit. Außer dem ökonomischen Nachteil zusätzlicher Fertigungs- und Prüfprozesse bringt diese Verfahrensweise auch Einschränkungen in der Zuverlässigkeit solcher Produkte mit sich. Entsprechend Abbildung 1 sind solche Einschränkungen aber in weiten Teilen der Industrie nicht akzeptabel.

Insbesondere gilt dies für Automotive-Elektronikzulieferer, für die zwar der generelle Zwang zur bleifreien Produktion erst ab 2016 gilt, die aber schon heute alle Neuentwicklungen und Modulvariantenentwicklungen bleifrei ausführen müssen. Diese Neu- und Weiterentwicklungen müssen für eine kostengünstige und effiziente Fertigung konstruiert sein, um die Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Maßstab bei sehr hohen Lebensdauer- und Zuverlässigkeitsanforderung (≥ 20 Jahre, ≥ 300.000km - siehe ebenfalls Abbildung 1) zu gewährleisten.



Abbildung 1: Anforderungen an die Lebensdauer elektronischer Baugruppen nach Einsatzgebiet

Ziel der hier vorgestellten Erkenntnisse und Ergebnisse des Projektes TDMA (Thermisch induzierte Damage-Mechanismen elektronischer Baugruppen und Ableitung von Korrekturmaßnahmen) war die Evaluierung von strukturellen und funktionellen Schädigungsmechanismen an nicht für bleifreie Fertigungstechnologien spezifizierten Bauelementen bei Prozessierung in Standardtechnologien für bleifreie Elektronik mit Löttemperaturen ≤ 260°C und die Entwicklung von technischen Lösungen zur Anpassung der Technologien und der Spezifikationen zum Erreichen hochzuverlässiger Baugruppen unter ökonomisch günstigen Bedingungen. Die an der erfolgreichen Durchführung des Projektes beteiligten Firmen und Institute zeigt Abbildung 2. Die dabei entstandenen Testboards sind in Abbildung 3 zu sehen.



Abbildung 2: Das TDMA-Konsortium

Da sich die Elektronikfertigung in Deutschland besonders durch komplexe hochinnovative Baugruppen mit hohem Qualitätsanspruch auszeichnet und von Exportanteil ist. stellt diese einem hohen geprägt Entwicklung gesamtwirtschaftlich einen Beitrag zur Festigung des Wirtschaftsstandorts Deutschland dar und wird explizit vom ZVEI gefördert und unterstützt.

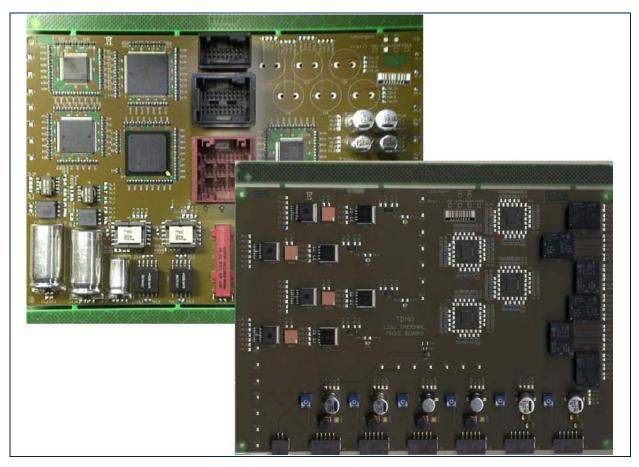


Abbildung 3: Im Projekt TDMA entwickelte Testboards

Im Laufe des Projektes entstanden ca. 100 GByte Daten (Bilder und Messwerte), deren vollständige Aufarbeitung und Bewertung noch Zeit in Anspruch nehmen wird. Schon jetzt kann man sagen, dass viele Bauelementetypen robuster sind, als ihre Spezifikation erwarten lässt. Trotzdem gab es Ausfälle, die eindeutig auf thermomechanischen Stress zurückgeführt werden konnten (z.B. Drahtabrisse in Übertragern). Mittels der extremen Inspektionstiefe konnte zwischen Ausfällen bzw. Vorschädigungen durch die Fertigung und Ausfällen durch die Zyklierung unterschieden werden.

Ein unerwartetes Ausfallbeispiel durch hohen thermischen Stress während der Fertigung zeigt die folgende Abbildung. Hierbei handelt es sich um einen Sperrwandler (untersucht mittels Röntgen-CT), bei dem sich der Schutzlack um den Wickeldraht durch die thermische Belastung verflüchtigt und damit zum Windungsschluss geführt hat.

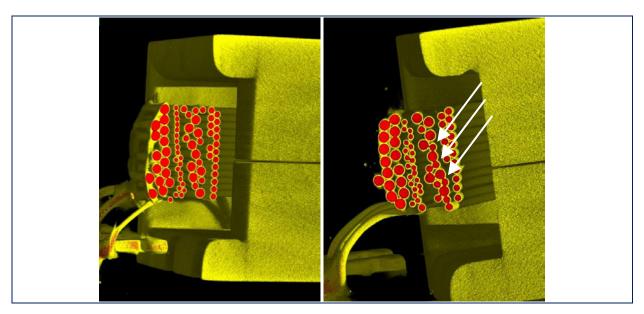


Abbildung 4: Sperrwandler in Falschfarbendarstellung – links fehlerfrei, rechts mit Windungsschlüssen (siehe weiße Pfeile)

Mit diesem Workshop soll dem Anwender aus der Industrie eine erfolgversprechende Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch kritischer Bauelemente, die das Potenzial zur Lösung der oben genannten Aufgaben hat, vorgestellt werden. Im Mittelpunkt stehen dabei vor allem die Experimente, die Untersuchungsmethoden, die dafür notwendige bzw. vorgeschlagene Hardware und die Aufbereitung der Daten in einer wissensbasierten Entscheidungshilfe.

#### Thema 1

# Die Wünsche der Elektronikindustrie und das Projekt TDMA

Bernd Enser - Sanmina-SCI Germany GmbH



#### ZIM-VERBUNDPROJEKT TDMA

"Die Wünsche der Elektroindustrie und das Projekt TDMA"

Vortragender: Bernd Enser, SANMINA Germany GmbH

Date: 27.11.2013

#### Begrüßung



#### **Bernd Enser**

Director Quality and Operational Excellence – Sanmina EMEA

Global Automotive Operations



#### History:

- 12 years with Alcatel Switching Systems
- 10 years with Sanmina (Quality and Operations)
- 10 years with ZVEI (FG4, AKQ, APG Autom., others)

Folle 2

#### Inhalt



- 1) ZVEI Der Verband und seine Organisation
- 2) Historische ZVEI Aktivitäten zum Thema
- 3) Guideline "Aufbau und Verbindungstechniken" im Detail
- 4) Referenzen zum "TDMA Projekt"
- 5) Position des ZVEI zum "TDMA Projekt"
- 6) Weitere Vorgehensweise und Ausblicke



Futte 3

# Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.





- 1.600 Mitgliedsfirmen und 4 Korporativorganisationen
- Kompetenznetzwerk mit mehr als 5.000 ehrenamtlichen Experten

Know-how von 150 Mitarbeitern

Größte Vertretung der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie in Europa

Einer der mitgliederstärksten Verbände dieser Industrie weltweit

Polle i

#### Die deutsche Elektroindustrie in Zahlen



Beschäftigte in Deutschland Ende 2012:	842.000 (+ 48.000 seit April 2010)
Beschäftigte bei deutschen Unternehmen im Ausland:	659.000
Umsatz 2012: davon mit Auslandskunden	171 Mrd. Euro (Vj. 178 Mrd.) 81,6 Mrd. Euro (Vj. 83 Mrd.)
Aufwendungen für FuE 2012	13,5 Mrd. Euro

Anteil der ZVEI-Mitglieder über 80 % der Elektro-Industrie

Folle 5

#### Der ZVEI - Ein starker Partner





Ansprechpartner in den Bereichen:

- Energy
- Industry
- Components, Mobility & Systems
- Life, Health & Home
- Interessenvertretung auf nationaler und internationaler Ebene
- Bündelung von Technologie- und Marktinformationen
- Plattform für Meinungsbildung und Erfahrungsaustausch
- 28 Fachverbände und 11 Abteilungen und Referate

Polle (

#### **Unsere Themen**





- . Konjunktur und Wachstum
- · Forschung und Innovation
- Bildung und Nachwuchsförderung
- Corporate Social Responsibility
- Energieeffizienz
- Sichere Energieversorgung
- Elektromobilität
- Effiziente Verkehrskonzepte
- · Gesundheitsinfrastruktur und -wirtschaft
- · Ambient Assisted Living

ote 7

#### Aktuelle Arbeitsgebiete





- Strukturen und Methoden der Forschungsförderung
- Technologie-Roadmaps
- Freier Warenverkehr, Standardisierung, Zertifizierung, Akkreditierung, Marktüberwachung
- Patent- und Produkthaftungsfragen, QSV, AGB
- Energiepolitik, Versorgungssicherheit, Energieeffizienz
- Zollrecht, Handelshemmnisse
- Altgeräteentsorgung und ElektroG
- · WEEE, EuP, REACH, RoHS
- Schutz geistigen Eigentums und Bekämpfung von Produktpiraterie

Folle 8

#### Überblick ZVEI-Fachverbände



- Automation
- Batterien
- Consumer Electronics
- Electrical Winding & Insulation Systems
- Electronic Components and Systems
- Elektrobahnen und -fahrzeuge
- Elektro-Haushalt-Großgeräte
- Elektro-Haushalt-Kleingeräte
- Elektro-Hauswärmetechnik
- Elektromedizinische Technik
- Elektroschweißgeräte
- Elektrowerkzeuge

- Energietechnik
- Fahr- und Freileitungsbau
- Installationsgeräte und -systeme
- · Kabel und isolierte Drähte
- Licht
- PCB and Electronic Systems
- Satellit & Kabel
- Sicherheit
- Starkstromkondensatoren
- Transformatoren und Stromversorgungen

olle 9

#### Aufgaben der Fachverbände





- Meinungsaustausch und Informationen zu wirtschaftlicher Lage und aktueller Marktsituation
- Information über technische Trends (Roadmaps) und Umweltfragen
- Standardisierung in Abstimmung mit anderen Verbänden
- Mitgestaltung Leitmessen
- Meinungsbildung durch Öffentlichkeitsarbeit
- Zusammenarbeit auf europäischer Ebene
- Produktübergreifende Themen in Arbeitskreisen

Polle 10

## Kontakt



**ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V.** 

Lyoner Straße 9 · 60528 Frankfurt am Main

Fon: 069 6302-0 • Fax: 069 6302-351 Mail: zvei@zvei.org • www.zvei.org

#### Wer sind wir... ZVEI Organisation





## Wer sind wir... Beispiele für Geschäftsbereiche





Communications



Enterprise Computing & Storage u.a. in den links genannten



Multimedia



Industrial & Semiconductor



Defense & Aerospace



Medical



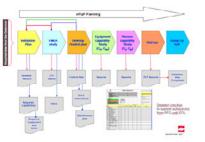
**Automotive** 



Clean Technology

Mitglieder der beiden Fachverbände arbeiten u.a. in den links genannter Geschäftsbereichen.

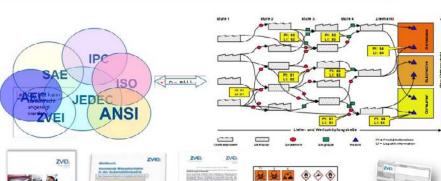
Die technischen Herausforderungen im Speziellen auf die Fertigung von PCBAs sind im Wesentlichen Identisch.



Follo 12

#### Die Technische Kommission Plattform und Schnittstelle





ZVEL









Leitfäden

Weißbücher

Positions Umweltschutz papiere

Checklisten

Fulle 1

#### Inhalt



- 1) ZVEI Der Verband und seine Organisation
- 2) Historische ZVEI Aktivitäten zum Thema
- 3) Guideline "Aufbau und Verbindungstechniken" im Detail
- 4) Referenzen zum "TDMA Projekt"
- 5) Position des ZVEI zum "TDMA Projekt"
- 6) Weitere Vorgehensweise und Ausblicke



Fulle 15

#### **ZVEI AVT Guideline – References**



#### <u>Historical view on AVT guideline:</u>

- Major trigger of "AVT Guideline" was the change from leaded connections to "lead free" connections on PCBAs.
- Focus was on component compliancy to higher temperature range and relation to manufacturing process characteristics.
- While working on above mentioned items, it turned out that scope should be maybe extended as there are much more indications and inter-relations to be taken into consideration.
  - PCB as one of the main components in the BOM
  - Reliability of PCBA and relation to mission profile
  - Other standards and guidelines, being affected or standing in relation to above topic

#### **ZVEI AVT Guideline – References**



#### **Main Targets of Guideline:**

- AVT guideline is a comprehensive document, describing major challenges and solutions <u>how to deal with thermal</u> <u>mission profiles for "lead free" soldering processes</u> and its affect to used material and components.
- It was first time that aspects like <u>component characteristics</u> are mirrored to manufacturing process setups and impacts.
- It respects and describes main challenging areas, like PCB, active and passive components but as well actual requirements of existing standards.
- It offers and <u>describes already "proven by use" cases</u> and demonstrates how to transfer such results to new applications.

Folle 17

#### Inhalt



- 1) ZVEI Der Verband und seine Organisation
- 2) Historische ZVEI Aktivitäten zum Thema
- 3) Guideline "Aufbau und Verbindungstechniken" im Detail
- 4) Referenzen zum "TDMA Projekt"
- 5) Position des ZVEI zum "TDMA Projekt"
- 6) Weitere Vorgehensweise und Ausblicke



Fulle 15

#### **ZVEI AVT Guideline – Details**



#### **Inhaltsverzeichnis:**

- · Pb-freie Aufbau- und Verbindungstechnik
- Bauelemente
- Schaltungsträger (PCB)
- Prozesse
- · Board level Reliability
- Normung
- · Zusammenfassung
- Literatur
- Anhang
  - Checkliste PCB
  - · Qualifikationsergebnisse Bauelemente
  - Normen
  - · Schädigungsbeispiele
  - PPAP Informationen
  - · Customer Specific Checklist

Folle 19

#### **ZVEI AVT Guideline – Details**



#### Resumee:

- Guideline AVT stelle umfassenden Leitfaden hinsichtlich Aufbau- und Verbindungstechniken dar
- Inhalte sich sehr praxisorientiert und hinsichtlich des Detaillierungsgrades mit den entsprechenden Anlagen sehr effizient gestaltet
- Spezielle Detaillierung hinsichtlich Schlüsselthemen (z.B. Leiterplatten) ergänzen bisherige Industriestandards durch Komprimierung von Fachwissen
- → Gut anwendbare Guideline

Fole 20

#### Inhalt



- 1) ZVEI Der Verband und seine Organisation
- 2) Historische ZVEI Aktivitäten zum Thema
- 3) Guideline "Aufbau und Verbindungstechniken" im Detail
- 4) Referenzen zum "TDMA Projekt"
- 5) Position des ZVEI zum "TDMA Projekt"
- 6) Weitere Vorgehensweise und Ausblicke



Fulle 2

Thermal caused Damage mechanism for electronic components / assemblies and its prevention



Vorsitzer: Prof. Dr. Wolter - TU Dresden

1. Initiative

2. ZVEI AVT Guideline - References

- 3. TCDM Project Highlights
- 4. TCDM Project Main outputs
- 5. Summary and Outlook

**Vortrag Electroncia 2012** 

Folle 22

#### Referenzen zum TDMA Projekt



#### ... im Wesentlichen:

- TDMA wurde im Nachgang zur bereits bestehenden "AVT-Guideline" initiiert.
- TDMA Rahmenbedingungen stellten sowohl zeitlich, als auch inhaltlich eine ideale Ergänzungsplattform zu "AVT" dar.
- Möglichkeit der Teilnahmen als "assoziierter Partner" ermöglichte für größere Unternehmen eine gewisse Einflussnahmen auf die Zielgrößen des Projektes.
- Zeitlicher Rahmen von über 2 Jahren ermöglichte umfassendere Praxisanalysen.
- Teilnahme von Universität und Fraunhofer Institut ermöglichte fundierte Analysen unter Einbeziehung von entsprechendem Equipment.

Folle 23

#### Referenzen zum "TDMA" Projekt



#### **Kernpunkte:**

- Umsetzung des "AVT-Inhaltes" in Referenzschaltungsträger
- Erstellung eines Qualifikationskonzeptes zur Herausarbeitung der thermisch induzierten Schadmechanismen
- Entwicklung von Analysemethoden / -werkzeugen auch im Hinblick einer industriellen Anwendung
- · Verifizierung der Ursache-/ Wirkungsparameter
- Zusammenfassung des erarbeiteten Wissens in einer entsprechenden Datenbank
- Erstellung einer Interaktiven Datenbank zur Übertragung des Wissens auf neutrale Prozess

#### **TDMA - Expected Project Results**





System Solutions

ulle 25

#### **TDMA-Hardware**



# Development of "Online Monitoring Solution

- · Development of a system (IC TEST) to verify
- electrical contact; Software- and Hardware functions of components
- · Development of a system (LI MESS) to verify
- E.g. LED function and their brightness degradation
- Development of a system (Onli Mon) to verify
- Soft- and Hardware functions of units
- · LabView Program for its control
- · Multiplexer unit with 160 channels



one 26

#### **TDMA IC Test**



- Measurement of max. 8 ICs with each 64 controlled Pins
- Control and measurement by PicoLog 1216 Function control and data log via LabView-Programm



#### **TDMA OnliMon**



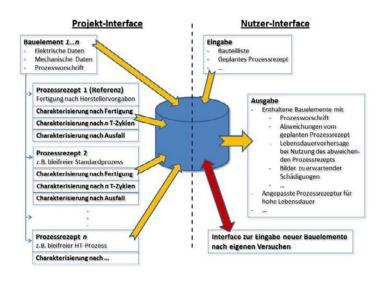
- 4 components per channel + temperature measurement
- 6 times MUX for online measurements on LTM-Boards
- RS232-interface to PC (preparation for USB)
- Each port can be configures individually for R, L, C or LED
- Connection to 160 fach MUX, program control and data logger via PC (LabView)





#### "Knowledge based decision database" I





#### Inhalt



Fulle 29

- 1) ZVEI Der Verband und seine Organisation
- 2) Historische ZVEI Aktivitäten zum Thema
- 3) Guideline "Aufbau und Verbindungstechniken" im Detail
- 4) Referenzen zum "TDMA Projekt"
- 5) Position des ZVEI zum "TDMA Projekt"
- 6) Weitere Vorgehensweise und Ausblicke



Fulle 3

#### Position des ZVEI zum "TDMA" Projekt



#### **Management:**

- Das "TDMA" Projekt wurde bislang dem Vorstand im ZVEI Fachverband PCB-ES und ECS vorgestellt
- Weiterhin wurde auf der Electronica 2012 im ZVEI Market Place eine Projektübersicht gegeben
- Generell besteht Interesse am Inhalt sowie an den Ergebnissen
- Im Speziellen sind die "Monitoring Tools" sowie die "Interaktive Datenbank" von starkem Anwenderinteresse, da sich hier eventuell in Zusammenhang mit "Robustness Validation" entsprechendes Einsparungspotential ergeben könnte
- Dazu wäre es notwendig die Inhalte des "TDMA" Projektes entsprechend aufzubereiten und in ein paar wenigen Seiten darzustellen

Folle 31

#### Position des ZVEI zum "TDMA" Projekt



#### **Grundposition:**

- Der ZVEI ist gerne bereit, die Synergien zwischen "AVT" und "TDMA" unter Einhaltung der Interessen seiner Mitgliedsfirmen, zu unterstützen.
- Unter diesem Aspekt wurden bereits w\u00e4hrend der Projektplanung von "TDMA" folgende Themen implementiert
  - Online Monitoring
  - Interactive Knowledge Database
- Zur Verifizierung der Projektergebnisse, sowie zur entsprechenden Umsetzung im industriellen Serienprozess, sollten nun Referenzfirmen angeworben werden, welche sich ggf. bereit erklären, die durch "TDMA" entwickelten Prozesse, Werkzeuge und Softwareanwendungen, zu testen.

·	

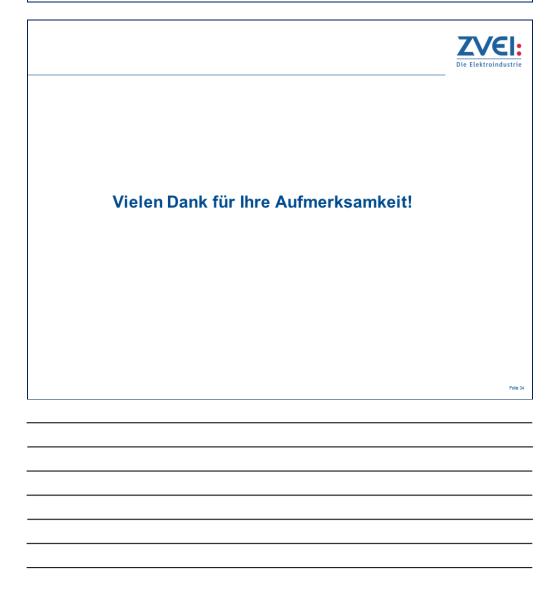
#### Position des ZVEI zum "TDMA" Projekt



#### **Grundposition:**

- Die gewonnenen Ergebnisse können dann innerhalb der ZVEI Arbeits- und Fachgruppen, vorgestellt werden.
- Demnach würde nicht nur ein entsprechender Sachstand kommuniziert, sondern auch eine Verbreitung von Wissen und Kenntnissen angestrebt.
- Diejenigen Mitgliedsfirmen, welchen das Konzept entspricht, können dann auf die Mitglieder des TDMA Projektes zugehen und sich ggf. Werkzeuge oder Software beschaffen.
- Freeware kann nach entsprechender Validierung und Qualifikation und insofern hier keine Urheberrechte betroffen sind, auch über ZVEI Netzwerk verlinkt werden.

Folle 33

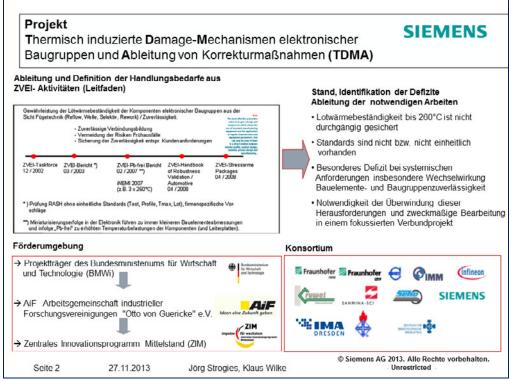


#### Thema 2

#### Bauelemente, Prozesse und Versuche – Das Vorgehen in TDMA

Klaus Wilke & Jörg Strogies - Siemens AG





#### Bauelemente, Prozesse und die Versuchsmatrix

#### Gliederung

- Stand, Identifikation der Defizite bezüglich Beschreibung thermisch sensitiver **Bauelemente**
- · Bauelementekategorien und spezifische Herausforderungen
- · Konzepte der experimentellen Untersuchungen des Bauelementeportfolios, systemisches Herangehen bzgl. Beschreibung Prozessierbarkeit und Technische Zuverlässigkeit
- · Ableitung der Versuchsmatrix
- Beschreibung Setup der Versuche
- · Inspektionsanforderungen und Struktur im experimentellen Ablauf

Seite 3

27.11.2013

Jörg Strogies, Klaus Wilke

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

SIEMENS Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

Ausgangssituation/Herausforderung für ZVEI-Arbeitskreis und nachfolgendes Projekt TDMA: Nicht prozesskonforme Bauelemente (Status Abfragen innerhalb der Siemens AG aus dem Jahre 2008)

#### SMT-Bauteile:

- Zweipoler (Chip-Bauelemente): z.B. C-C, C-R mit AgPd-Anschlüssen, Suppressordiode
   Aktive SMD's: z.B. SOT 223, T max 235°C
   Aluminium-Elkos: nur eingeschränkt reflowgeeignet, verschiedene Hersteller, T max nur 235...240° oder T max nur 230...250°C
- Kunststoffkondensatoren: z.B.: T max 230°C
- Resonatoren, z.B.: 220°C, 8 s
- Transformer
- Microprozessor, T max 240°C
- Elektromechanische Bauteile (z.B.: T max 230...240°C oder T max 225°C
   Quarze, Filter, z.B.T max 240°C, T max 230°C; Wave Filter
- Wickelgüter, z.B., T max 220°C oder T max 215°C
   Sicherungen, z.B. T max 136°C
   Area-Array-Bauteile, z.B. T max 240°C
- Optoelektronische BT: T max 99°C, LED's
- Akustik-BE, z.B. T max 210°C oder T max 99°C
- Relais

Se

- Steckerstifte

#### THT-Bauteile:

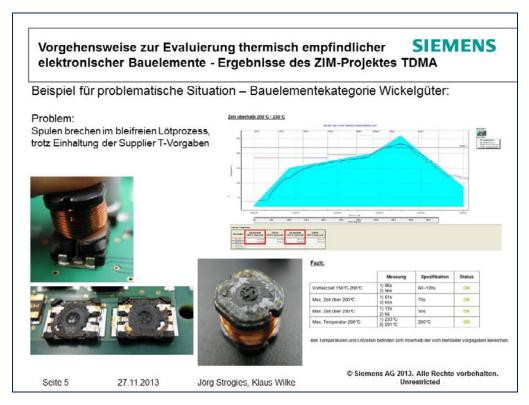
- Kondensatoren, z.B. 105°C / 10 min oder 120°C Folienkondensator, z.B. 260°C / 10 s

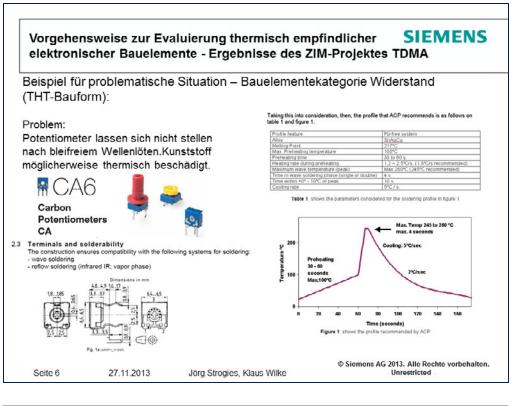
ite 4	27.11.2013	Jörg Strogies, Klaus Wilke

Zwang zu kostentreibenden Sonderverfahren bis hin zur manuellen Lötung

Zuverlässigkeitsrisiken bei grenzwertiger Verarbeitung in Massenlötverfahren

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten. - Unrestricted -





Beispiel für problematische Situation - Bauelementekategorie mechanischelektrische Komponenten: Leiterplatten





Typische Fehlermodi aus Analysen

Thermische Beständigkeit, Delaminationsfestigkeit in den bleifreien Lötprozessen:

Durch Eigenschaften der ausgewählten Basismaterialien und LP-Herstellungsprozesse bestimmt.  $\mbox{Hauptparameter: } \mbox{$T_{260/288}$, $T_{delam}$, $T_{decomp}$, $T_{g}$,}$ 

CTE, Feuchteaufnahme. geforderte Feldeigenschaften, wie max. Temp., bestimmen u.a. weiter die Basismaterialauswahl





Seite 7

27.11.2013

Jörg Strogies, Klaus Wilke

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

#### **SIEMENS** Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

#### 1) Allgemeine Angaben:

- max. Anzahl aufeinanderfolgender T-Prozesse (Lötvorgänge + Art (Reflow / Welle / Selektiv...))
- Eignung SMD für Wellenlöten (Kleben + Löten)
- Eignung THD für Reflowlöten (THT Reflow/ THR)
- Angabe, worauf sich T-Werte beziehen: Gehäusetemperatur Oberseite

#### 2) Diskrete Angaben:

#### A) für Reflowlötprozesse (Forced Convection & Vapor Phase)

- Beschreibung einer Hüllkurve, unter der das Profil frei gewählt werden kann.
- T <sub>Peak</sub>
- t T > 217°C Zeit im Peak: t Peak = t T>TPeak 5 K max. ansteigender Gradient (+\Delta T/\Delta t)
- max. abfallender Gradient  $(-\dot{\Delta}T/\Delta t)$
- Profillänge: 50°C → 217°C abfallend (RT → Peak eher nicht so gut)
- Vorheizung: T-Bereich 150°C...190°C, linear / Sattel

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

- Unrestricted

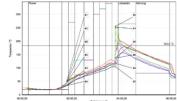
Seite 8

27 11 2013

Jörg Strogies, Klaus Wilke

#### B) für Wellenlötprozesse (Vollwelle & Selektiv)

- geeignet für Vollwelle / Selektivwelle: ja / nein
- max. Löttemperatur (Temperatur Lotbad bzw. Lotwelle; T Bad > T Welle) z.B. 320°C (Temperatur höher beim Selektiv-Wellenlötprozess, schließt Temperatur beim Vollwellenlöten (z.B. 260°C / 265°C) mit ein)
- max. Aufheizgradient, max. Abkühlgradient
- max. Lotkontaktzeit (z.B. 10 s), entspr. t T > 217°C
- T max Vorheizung (z.B. 120...140°C)
- Lötzeit: z.B. 50°C ... < 217°C abfallend (nach der Welle)
- X mal erlaubt



© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

Seite 9

27.11.2013

Jörg Strogies, Klaus Wilke

#### **SIEMENS** Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

#### C) für Handlötung

- in Anlehnung an Wellenlötprozesse bezügl. Temperaturen, Zeiten, Gradienten

#### D) für Rework / Repair

- Profilvorgaben entspr. Reflowlöten (bei Reparaturprozessen unter Nutzung Heißgas / IR)
- bzw. entspr. Wellenlöten (beim Handlöten)

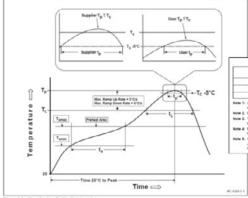
Seite 10

27.11.2013

Jörg Strogies, Klaus Wilke

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten. - Unrestricted -

#### Beschreibung der thermischen Sensitivität von SMD - Plastic Packages etabliert



Anforderungen für Plastic Packages Abstufungen Dicke und Volumen

→ Zielrichtung bleifreie Verarbeitung mit SAC-Loten, Zusammenspiel Feuchte- und Temperaturbelastung

Package Thickness	Volume mm² <350	Volume mm* 350 - 2000	Volume mm² >2000
<1.6 mm	260 °C	260 °C	260 °C
1.6 mm - 2.5 mm	260 °C	250 °C	245 °C
>2.5 mm	250 °C	245 °C	245 °C

Fig. 2. Production considers determine from using to guide, long, long, long, long, water receiving all rest uses.

2. The measures composed temperature received using refere long-size on pushage thereign and under the see of convection reflew processes and under. The use of convection reflew processes are the convection of the convec

IPC/JEDEC J-STD-020D.1 March 2008

Teilweise Notwendigkeit der Verarbeitung von Packages mit niedrigerer zulässiger Package Peak Temperatur (beispielsweise 240°C) – Erkenntnisgewinn zu vorhandenen Reserven notwendig

Seite 11

27.11.2013

Jörg Strogies, Klaus Wilke

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

# Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher SIEMENS elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

Beschreibung der thermischen Sensitivität von Bauelementen, die nicht unter Kategorie der Molded Plastic Packages fallen uneinheitlich und teilweise auch hinsichtlich der Verarbeitbarkeit lückenhaft

Klassifizierung gemäß Norm "Classification of Non-IC Electronic Components for Assembly Processes" **ECA/IPC/JEDEC J-STD-075 (letzte Version 08/2008)** – bisher aber eher geringe Akzeptanz und Anwendung bei Komponentenlieferanten - Beschreibung der Komponenteneigenschaften bzgl. Reflow- und Wellenlöten

PSL Classification	Is the component process sensitive?	Classification Temp (T <sub>e</sub> )
WO	No	-
WI	Yes,	275 °C (User Maximum and Supplier Minimum)
W2	Yes,	270 °C
W3	Yes,	265 °C
W4	Yes,	260 °C
W5	Yes <sub>1</sub>	255 °C
W6	Yes,	250 °C
W7	Yes,	245 °C
W8	Yes,	240 °C
W9	Yes1,2	-

Beschreibung der sensitiven Komponenten mit Buchstabencode



Yes." —
St. character is specified.

PSL Classification	Is the component process sensitive?	Classification Temp (T <sub>e</sub> )
R0	No	-
R1	Yes,	N/A
R2	Yes,	N/A
R3	Yes,	N/A
R4	Yes,	260 °C (User Maximum and Supplier Minimum)
R5	Yes,	255 °C
R6	Yes,	250 °C
R7	Yes,	245 °C
R8	Yes,	240 °C
R9	Yes <sup>1,2</sup>	-

Beschreibung weiterer Einschrankungen

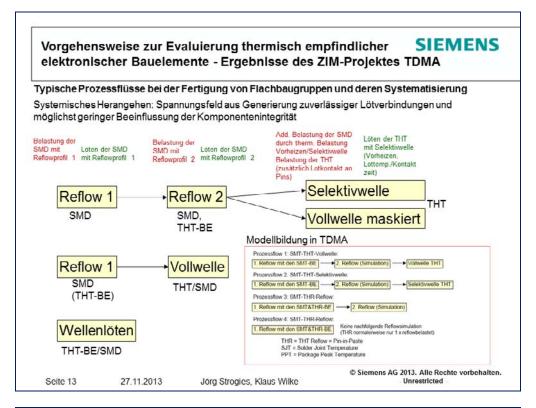
PSL 3 <sup>rd</sup> Character	Puffeition			
(Blank)	Component has no additional process limitations beyond the Classification Temperatures listed Tables 5-1 or 5-2.			
A Component has a Thermal Spike limitation.				
C	Component has a Preheat limitation.			
ε	Component has a Time in Wave limitation.			
	Component has a Time (I <sub>c</sub> ) Above 217 °C liquidous temperature (T <sub>c</sub> ) limitation.			
6	Component has a Time (t,) Within 5 °C of T, Smitation.			
н	Component has a Ramo Down Rate limitation.			
	J Component has a Number of Passes Reflows Imitation.			
H. Component has a Flux limitation.				
M Component has a Cleaning limitation.				
N	Component has limitations: C: F: G and J.			
P	Component has sinisations: C; F; G and M.			
. 15	Component has limitations C. F and Q.			
٧	Component has additional limitations but the combination has not been assigned a code. Details of Proceurspace limitations will need to be obtained from the Supplier.			

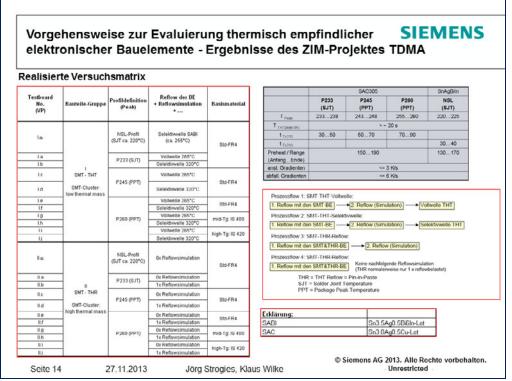
1: See Table 5.2 is 3" PSC, character is specified.
 2: The component has been determined to be process sensitive but this standard does not specify the process sensitivity exceptions. The Supplier ms be contacted for recommended solder process conditions.

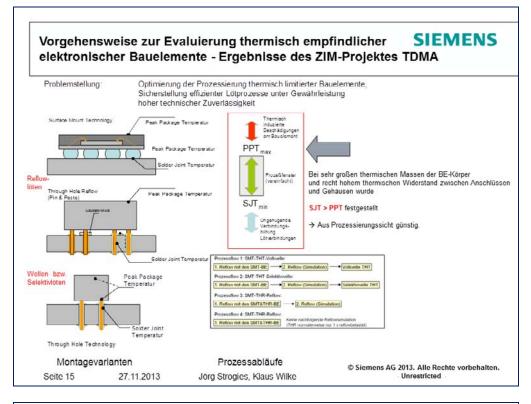
Seite 12 27.11.2013 Jörg Strogies, Klaus Wilke

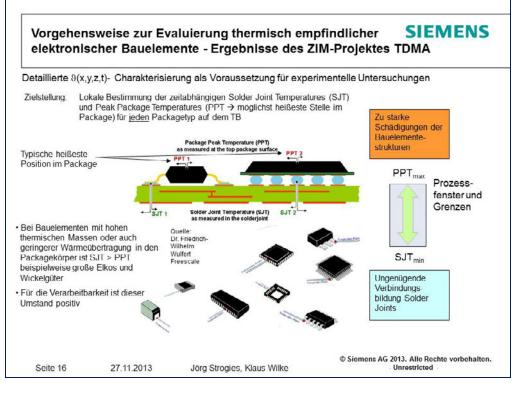
© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

Unrestricted



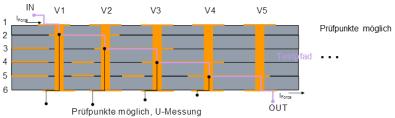






Beurteilung Verdrahtungsträger boardinterne viabasierende Daisy Chain (Beurteilung Layer- und Viaintegrität)

Beispiel 6L-Board - nur konventionelle drilled vias



4-Polmethode zur elektrischen Charakterisierung möglich

Typische Fehlermodi aus Prozessierung, die elektrisch detektiert werden können

- Risse an Übergang Pads/Hülsen (Viakragen)
- Risse Metallagen (vergraben)
- Risse in Hülsen
- Partiell Auswirkungen von Delaminationen im Verdrahtungsträger

Seite 17 27.11.2013 Jörg Strogies, Klaus Wilke

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

#### Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher SIEMENS elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

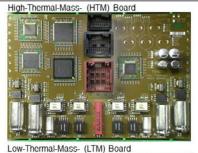
#### Herangehensweise an die Realisierung Anforderung:

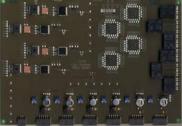
Effiziente Versuchsläufe mit sehr heteogenem BE-Portfolio

- -> Test von Bauelementen verschiedener Kategorien:
- mechanisch-elektrische Bauelemente (Stecker, Leiterplatten)
- elektromechanische Bauelemente (Relais)
- Kondensatoren (Schwerpunkt Becherelkos),
- Wickelgüter (Spulen, Übertrager)
- Plastic Packages

#### Notwendigkeit:

-gemeinsame Testboards, möglichst weitgehende Optionen zur elektrischen Charakterisierung





© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten. Unrestricted

Seite 18 27.11.2013 Jörg Strogies, Klaus Wilke

#### Anzahl verschiedener Bauelementtypen nach Boards und Kategorien

ΓM:		

Plastic Packages LED Elkos Stecker/Buchsen Relais Potentiometer/Trimmer 4 0 8 3 0 0

#### LTM-Board

Plastic Packages LED Elkos Stecker/Buchsen Relais Potentiometer/Trimmer 6 2 3 1 1 2

Seite 19

27.11.2013

Jörg Strogies, Klaus Wilke

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

# Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher SIEMENS elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

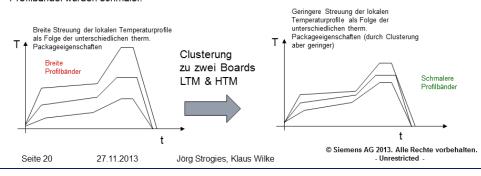
 $Gemeinsame\ Testboards-Heraus forderungen\ unterschiedlicher\ W\"{a}rme\"{u}bergang\ und\ unterscheidliche\ thermische\ Massen$ 

 $\label{local-control} \textit{Folge: Sehr differente lokale Temperaturprofile} - \textit{Beeintr\"{a}} \textit{chtigung der Versuchsrealisierung}$ 

Maßnahme: Staffelung der Bauelemente gemäß ihrer abgeschätzten thermischen Massen und Zuordnung zu zwei verschiedenen Testboards:

- Low Thermal Mass Board (LTM)
- High Thermal Mass Board (HTM)

Durch diese Maßnahme konnten die lokalen Temperaturprofile angeglichen werden, die resultierenden Profilbänder wurden schmaler.



# Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher SIEMENS elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

		SAC305		SnAgBiln
	P233 (SJT)	P245 (PPT)	P260 (PPT)	NSL (SJT)
	Stannol	Senju	Stannol	Koki
T <sub>Peak</sub>	233238	243248	255260	220225
T <sub>T&gt;(Tpeak-5K)</sub>		> ~	20 s	-
t <sub>T&gt;220</sub>	3050	5070	7090	
t <sub>T&gt;210</sub>				3040
Preheat / Range		150°C190°C		130°C170°C
(AnfangEnde bei Temperatur von)		60s 120s		60s 120s
anst. Gradienten		<=	3 K/s	•
abfall. Gradienten		<=	6 K/s	

- Obergrenze Thermal Budget Zielrichtung JEDEC J-STD-20D, bisher keine Ausnahmen für Elkos, Wickelgüter, Stecker → Ziel ist deren Einsatzerweiterung in Richtung SMT-Packages (→ J-STD-075)
- Beachtung lotpastenspezifischer Erfordernisse
- $\bullet \text{``Laborprofile''} \to \mathsf{Prozesszeiten}, \mathsf{Energieeffizienz} \, \mathsf{usw}. \, \mathsf{zun\"{a}chst} \, \, \mathsf{von} \, \, \mathsf{untergeordneter} \, \mathsf{Bedeutung}$

Seite 21 27.11.2013 Jörg Strogies, Klaus Wilke

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

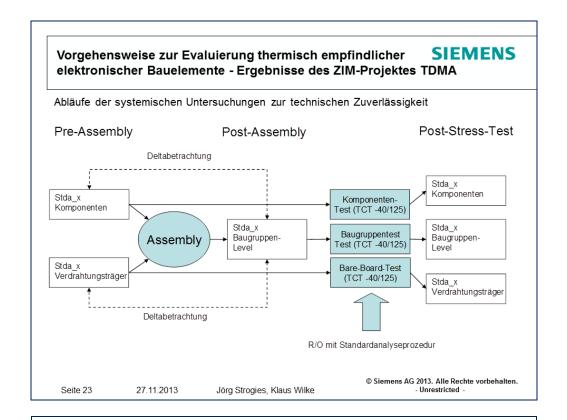
Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher SIEMENS elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

Detaillierte Profilierung – HTM/LTM-Board

Profilbänder

Peak-Temp. aus HTM:	Prof	ilen genutz	t für Fertigung der Bau	ıgrupp	en,
Profil "SJT233"	$\rightarrow$	SJT	231 242°C	PPT	211 (225 ohne zwei kälteste) 243°C
Profil "PPT245"	$\rightarrow$	SJT	240 252°C	PPT	220 (232 ohne zwei kälteste) 253°C
Profil "PPT260"	$\rightarrow$	SJT	243 256°C	PPT	222 (236 ohne zwei kälteste) 256°C
Profil "NSL"	$\rightarrow$	SJT	219 231°C	PPT	201 (218 ohne zwei kälteste) 232°C
LTM:					
Profil "SJT233"	$\rightarrow$	SJT	233 239°C	PPT	232 243°C
Profil "PPT245"	$\rightarrow$	SJT	234 245°C	PPT	238 248°C
Profil "PPT260"	$\rightarrow$	SJT	252 259°C	PPT	251 260°C
Profil "NSL"	$\rightarrow$	SJT	221 228 °C	PPT	222 232°C
Seite 22	27.	11.2013	Jörg Strogies, Klaus W	ilke	© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten. - Unrestricted -

36



# Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher SIEMENS elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

Abläufe der systemischen Untersuchungen zur technischen Zuverlässigkeit

### Tests und Analysen

Zerstörungsfreie Analysen: - visuelle Inspektion (Cracks, Delaminationen...)

- X-ray (2D, 3D)

elektrische Charakterisierung AVT-naher
 Merkmale (neuartiges Konzept zur elektrischen

Prüfung)

- Ultraschallmikroskopie

Zerstörende Analysen: - metallografische Analysen

- ggf. weiterführende stoffliche Analytik

(REM / EDX)

- & weitere Analysen im Bedarfsfalle

Beschleunigte Alterungen: - schnelle thermische Zyklen TCT -40°C/+125°C

(30'/10"/30")

Seite 24 27.11.2013 Jörg Strogies, Klaus Wilke Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.

37

# Vorgehensweise zur Evaluierung thermisch empfindlicher SIEMENS elektronischer Bauelemente - Ergebnisse des ZIM-Projektes TDMA

Tests und Analysen → Erweiterung der im Bereich der Plastic IC – Packages etablierten Analysen auf weitere Bauelementekategorien (Elkos, Wickelgüter, Stecker, Relais)

- Zielstellung im Projekt: Erarbeitung von Kernmerkmalen und Vorschläge für deren zerstörungsfreie bzw. zerstörende Inspektion sowie deren Realisierung an den zu generierenden Testboards
- Erarbeitung modifizierter Standardanalyseprozeduren

27.11.2013



Modifikationen, Inputs von Herstellern, beispielsweise bei Inspektion von Alu-Becherelkos (→Bauelementehersteller Frolyt im Konsortium)

© Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten.



Seite 25

Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen für Zusatz- und Hilfswerkstoffe Ausrüstungen und Prozessparameter Geometrisch/stoffliche Gestaltung der BE (in ausgewählten Fällen)

Jörg Strogies, Klaus Wilke

### Thema 3

### Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards

Oliver Albrecht - TU Dresden, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik



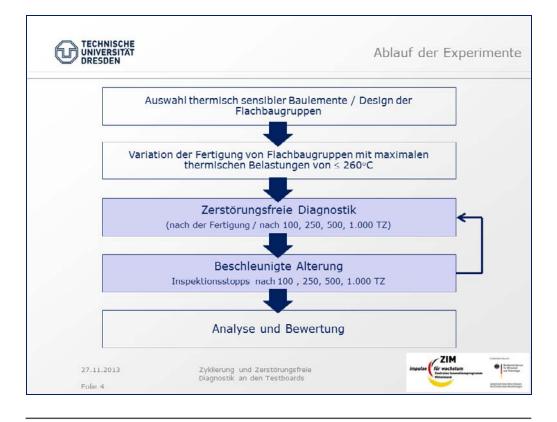




- Charakterisierung des Alterungs- und Schädigungsfortschritts nach der Fertigung und nach bestimmten Zeitpunkten der Beschleunigten Alterung
- · Bestimmung von Ausfallraten und Abschätzung der Lebensdauern
- Charakterisierung von Fehlermerkmalen und Ausfallmechanismen
- Heterogenität der Bauelemente beeinflusst Auswahl und Anwendung der zerstörungsfreien Prüfverfahren
- Verschiedene Defektarten bedingen den Einsatz verschiedener, sich ergänzender, zerstörungsfreier Prüfverfahren

27.11.2013 Folie 3







- · Generierung von Informationen zur
  - · Auslegung,
  - · Haltbarkeit,
  - · und Qualifizierung elektronischen Produkten
- Da die Lebensdauer elektronischer Produkte mitunter viele Jahre beträgt, müssen die Auswirkungen der Alterung über die Lebensdauer gerafft oder beschleunigt werden
- Gängige Verfahren
  - · Temperatur-/Klimaprüfung,
  - · Temperaturschockprüfung,
  - Vibrationsprüfung

27.11.2013 Folie 5 Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards





### Verfahren und Regime der Beschleunigten Alterung

- Temperaturschockverfahren (TCT): Zweikammersytem der Firma Feutron (TSK 200)
- Regime (ein Zyklus):

Kaltkammer: -40°C (30 min) schneller Wechsel: 10 sek

Warmkammer: +125°C (30 min)





Offline

mit Online-Messung



27.11.2013

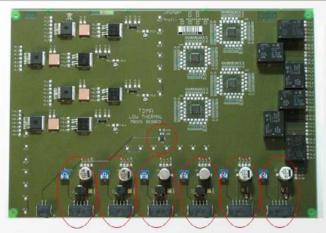
Folie 6







### Online-Monitoring während der beschleunigten Alterung



### Online-Messung:

- · LTM-Board
- Beschleunigte Alterung von 84 Boards gleichzeitig
- Überwachung von 26 Boards á 6 Kanäle + Temperatur
- Temperaturmessung und Board-Identifikation über T-Sensor DS18B20U

27.11.2013

Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards







### Aufbau der Testboards für das Online-Monitoring

### Simulation (CAD)



# Realer Aufbau

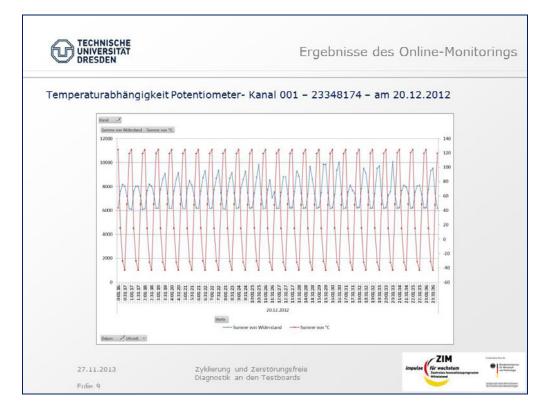


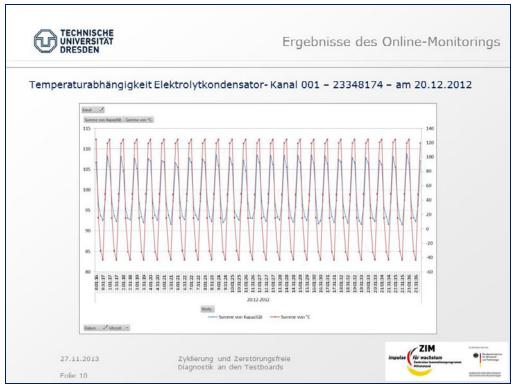
27.11.2013

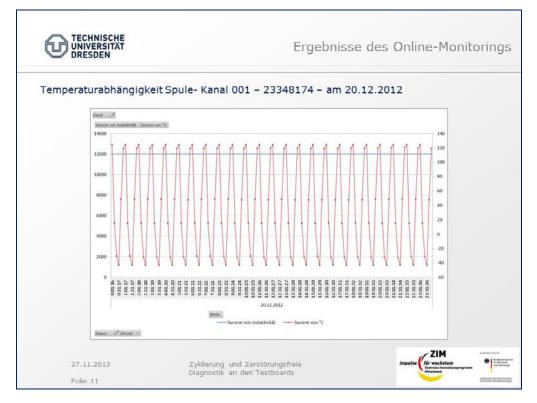
Folie 8

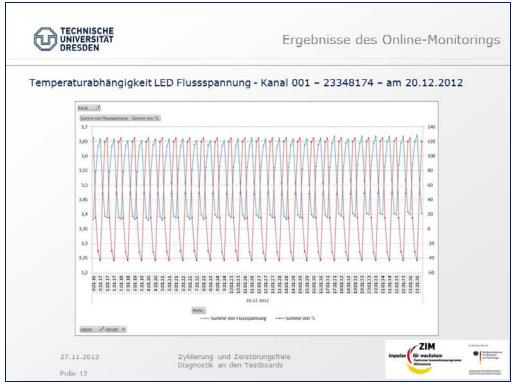
Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards imputse Für wachstum
Tastralia hannellangengramm
Hittelniand

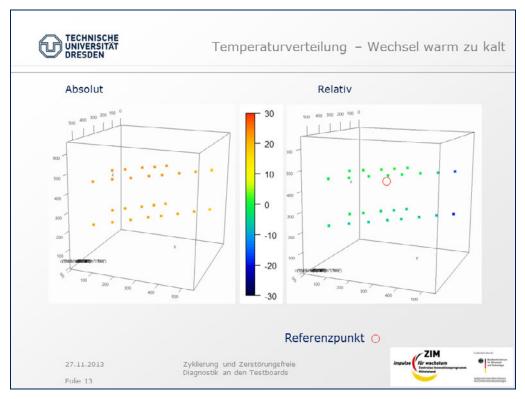
Market State In State

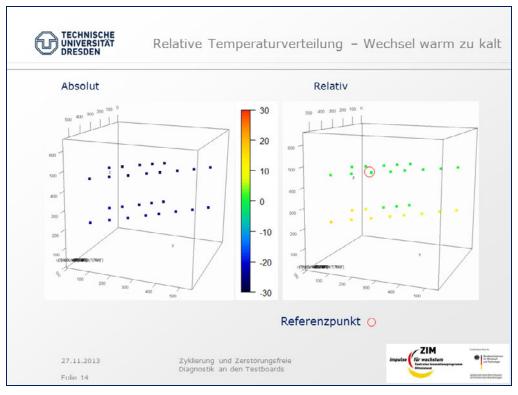


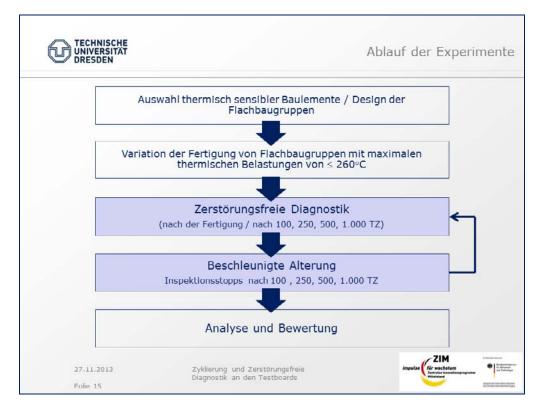










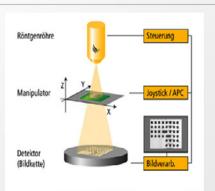


Zerstörungsfreie Prüfverfahren	Zerstörenden Prüfverfahren	Elektrische Prüfverfahren
Optoelektronische     Inspektlonsverfahren     Grauwertbildauswertung     Farbbildauswertung     Laserabtastung      Röntgenmikroskopie     Durchstrahlung     Laminographie     Tomographie      Ultraschallmikroskopie      Thermographie	Gefügeanalyse     Schliffe, REM     Lichtmikroskopie     EBSD      Elementeanalyse     EDX      Oberflächenanalyse     REM     Augerelektronenspektroskopie	Funktionstest     In-Circuit-Test     Boundary-Scan-Test
Technologieeinführung Prozessüberwachung	Zuverlässigkeitsbewertung Schadensanalyse	Sicherung der Qualitä
	Vortrag 4	Vortrag 5



### Röntgenmikroskopie - Funktionsprinzip

- Wechselwirkung von hochenergetischer elektromagnetischer Strahlung mit Materie
- Nutzung von Absorptionsunterschieden in Abhängigkeit von Energie, Material und Dicke
- Auflösungsvermögen abhängig von geometrischer Unschärfe und Pixelabmessungen des Digitaldetektors
- Probenmanipulation in 5 Achsen
- Automatische Prüfabläufe möglich



Quelle: phoenix x|ray

16.04.2013 Folie 17

Tutorial 8: Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards







### Röntgenmikroskope - Anwendungen

- Zerstörungsfreie Inspektion von elektronischen Bauelementen und Baugruppen, besonders mit kontrastierenden Materialien
- Lötstellenanalyse







Bonddrahtinspektion





Innere Strukturen









16.04.2013 Folie 18

Tutorial 8: Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards



### Ultraschallmikroskopie - Funktionsprinzip

- Wechselwirkung von mechanischen Wellen an Grenzflächen zwischen zwei verschiedenen schall-elastischen Materialien
- Produkt aus spezifischer Schallgeschwindigkeit und Dichte charakterisiert die Schallkennimpedanz
- Reflektion und Transmission ist abhängig von Impedanzunterschieden
- Übergang von schallharten zu schallweichen Materialien führt zu Phasenverschiebung der Amplitude



16.04.2013

Folie 19

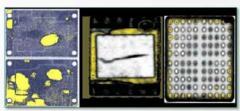
Tutorial 8: Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards





### Ultraschallmikroskope - Anwendungen

- Zerstörungsfreie Inspektion von Musterserien und Stichproben von gehäusten, planaren Bauelementen und Baugruppen sowie Leiterplatten
- Schichtweise Detektion nach Fehlern wie Delaminationen, Gaseinschlüssen, Rissen und punktuellen Mikrodefekten, insbesondere in Laminaten, großflächigen Verklebungen (z.B. Heatsinks) und DCB-Schaltungsträgern



- Eindringtiefe frequenz- und materialabhängig bis zu mehreren Millimetern
- Laterale und axiale Auflösung frequenz- und materialabhängig ab 10 μm
- gasgefüllte Delaminationen axial > 30 nm detektierbar

16.04.2013

Folie 20

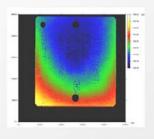
Tutorial 8: Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testhoards







- optische Bestimmung von Lage- und Formtoleranzen
- Konfokale Mikroskopie: Messung von Topografie, Höhenprofil oder Schichtdicke & Ermittlung von Oberflächenrauheiten, Ebenheiten und Koplanaritäten
- Bestimmung der Verwindung und Verwölbung von planaren Bauelementen



16.04.2013 Folie 21

Tutorial 8: Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testhoards



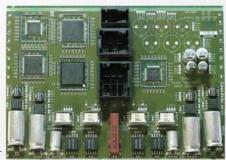






### Anwendung der zerstörungsfreien Diagnostik HTM-Board

- 100% Röntgeninspektion
- Ultraschallinspektion an allen planaren Bauelementen (Mikrocontroller)
- Geometrische Lasermessung an allen planaren Bauelementen
- Elektrische Charakterisierung aller Bauelemente inkl. TDMA-ICTest



16.04.2013 Folie 22

Tutorial 8: Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testhoards







- 100% Röntgeninspektion
- Ultraschallinspektion an allen planaren Bauelementen (Power-Swichts, Antennen, QFN)
- Elektrische Charakterisierung aller Potentiometer, Alu-Elkos, Spulen und LED's, u.a. mittels TDMA-OnliMon (Offline-Funktion)
- Helligkeitsmessung aller LED's mittels TDMA-LiMess



16.04.2013

Folie 23

Tutorial 8: Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testhoards





### Übertrager I – Allgemeine Angaben

· Betriebstemperatur: -40 °C ... +85 °C

 Lötwärmebeständigkeit: nach IEC 61760-1: T(max) ≤ 245°C; T > 230°C für 20s; T > 220°C für 45s-90s

	T <sub>peak</sub> SJT [°C]	T <sub>peak</sub> PPT [°C]	Spec	Beschleunigte Alterung	Spec
NSL	226,2	221,6	1	-40 °C +125 °C	×
P233 SJT	238,7	234,1	<b>√</b>	-40 °C +125 °C	×
P245 PPT	246,9	242,4	×	-40 °C +125 °C	×
P260 PPT	253,7	249,0	×	40°C +125°C	×

Spec eingehalten

Spec verletzt Keine Angabe möglich

27.11.2013 Folie 24

k.A.







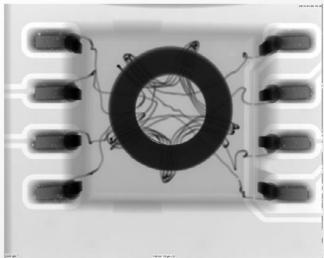
### Übertrager I – Ausfallquoten

Versuchspunkt	Nach der Fertigung	Nach 100 TZ	Nach 250 TZ	Nach 500 1Z	Nach 1.000 TZ
II. a   NSL   FR4   1x	0%	0%	63%	63%	88%
II. b   NSL   FR4   2x	0%	0%	50%	63%	75%
II.a   P233 SJT   FR4   1x	0%	4%	29%	75%	92%
II.b   P233 SJT   FR4   2x	0%	13%	47%	47%	88%
II.c   P245 PPT   FR4   1x	0%	23%	48%	70%	90%
II.d   P245 PPT   FR4   2x	0%	18%	35%	65%	93%
II.e   P260 PPT   FR4   1x	0%	5%	53%	83%	93%
II.f   P260 PPT   FR4   2x	0%	20%	53%	73%	95%
II.g   P260 PPT   IS400   1x	0%	3%	48%	78%	98%
II.h   P260 PPT   IS400   2x	0%	18%	40%	78%	90%
II.i   P260 PPT   IS420   1x	0%	23%	63%	75%	95%
II.j   P260 PPT   IS420   2x	0%	18%	35%	80%	98%
				(	ZIM
27.11.2013		yklierung und Zerstöru iagnostik an den Testb			Ür wechstum fastralas kassvalissapragramm



### Übertrager I - Schadensbild

- Schädigungsverlauf anhand Röntgeninspektion für 0/100/250/500/1000 T-Zyklen
   Schadensbild: Häufung von Drahtabrissen







### Sperrwandler I - Allgemeine Angaben

· Betriebstemperatur:

keine Angabe

Lötwärmebeständigkeit:

für SnPb-Lopasten spezifiziert

T(max) ≤ 235 °C; T > 183°C für max. 210s

	T <sub>peak</sub> SJT	T <sub>peak</sub> PPT	Spec	Beschleunigte Alterung	Spec
NSL	223,8	219,1	<b>√</b>	-40 °C +125 °C	k.A.
P233 SJT	236,9	233,4	×	-40 °C +125 °C	k.A.
P245 PPT	245,6	241,5	×	-40 °C +125 °C	k.A.
P260 PPT	254,1	250,1	×	-40 °C +125 °C	k.A.

k.A.

Spec eingehalten Spec verletzt Kelne Angabe möglich

27.11.2013

Folie 27

Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards





### Sperrwandler I - Ausfallquoten

Versuchspunkt	Nach der Fertigung	Nach 100 TZ	Nach 250 1Z	Nach 500 1Z	Nach 1.000 TZ
II. a   NSL   FR4   1x	0%	0%	0%	0%	0%
II. b   NSL   FR4   2x	0%	0%	0%	0%	0%
II.a   P233 SJT   FR4   1x	0%	0%	0%	0%	0%
II.b   P233 SJT   FR4   2x	3%	3%	3%	3%	3%
II.c   P245 PPT   FR4   1x	0%	0%	0%	0%	0%
II.d   P245 PPT   FR4   2x	23%	20%	18%	18%	18%
II.e   P260 PPT   FR4   1x	35%	28%	28%	30%	25%
II.f   P260 PPT   FR4   2x	73%	60%	60%	60%	58%
II.g   P260 PPT   IS400   1x	20%	15%	13%	13%	13%
II.h   P260 PPT   IS400   2x	78%	68%	65%	65%	65%
II.i   P260 PPT   IS420   1x	8%	3%	3%	3%	3%
II.j   P260 PPT   IS420   2x	88%	60%	45%	43%	43%

27.11.2013 Folie 28

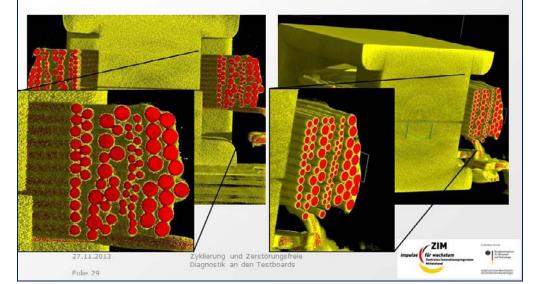






### Sperrwandler I - Schadensbild

Belspiel Board #23350214 - Windungskurzschlüsse (CT an Trafo T8 - Falschfarbendarstellung)
T8 Referenz





### Sperrwandler II - Allgemeine Angabe

+10 °C ... +115 °C • Betriebstemperatur:

· Lötwärmebeständigkeit: k.A.

	T <sub>peak</sub> SJT	T <sub>peak</sub> PPT	Spec	Beschleunigte Alterung	Spec
NSL	227,6	225,8	k.A.	-40 °C +125 °C	×
P233 SJT	240,4	236,6	k.A.	-40 °C +125 °C	×
P245 PPT	248,8	245,6	k.A.	-40°C +125°C	×
P260 PPT	255,8	252,0	k.A.	-40 °C +125 °C	×

Spec eingehalten Spec verletzt Keine Angabe möglich

27.11.2013 Folie 30



# TECHNISCHE UNIVERSITÄT Sperrwandler II - Ausfallquoten (Spec verletzt± 40%)

Versuchspunkt	Nach der Ferligung	Nach 100 TZ	Nach 250 TZ	Nach 500 TZ	Nach 1.000 TZ
I. a   NSL   FR4   1x	0%	0%	0%	0%	0%
I. b   NSL   FR4   2x	0%	0%	0%	0%	0%
I.a   P233 SJT   FR4   1x	0%	0%	0%	0%	0%
I.b   P233 SJT   FR4   2x	4%	0%	0%	0%	0%
I.c   P245 PPT   FR4   1x	65%	3%	0%	0%	0%
I.d   P245 PPT   FR4   2x	88%	8%	8%	5%	3%
I.e   P260 PPT   FR4   1x	79%	15%	18%	15%	15%
I.f   P260 PPT   FR4   2x	90%	23%	25%	20%	18%
I.g   P260 PPT   IS400   1x	90%	43%	35%	25%	25%
I.h   P260 PPT   IS400   2x	96%	10%	10%	10%	10%
I.i   P260 PPT   IS420   1x	73%	28%	30%	28%	28%
I.j   P260 PPT   IS420   2x	98%	25%	28%	23%	13%



### Sperrwandler II - Schadensbilder

Hohe Ausfallquoten nach der Fertigung durch Unterschreitung der geforderten Induktivität  $\rightarrow$  Veränderung der magnetischen Eigenschaften

Vermutung: Veränderung des Luftspaltes



→ Aufgabe für die zP



27.11.2013 Folie 32







### Übertrager II – Allgemeine Angaben

· Betriebstemperatur: k.A. · Lötwärmebeständigkeit: k.A.

	T <sub>peak</sub> SJT	T <sub>peak</sub> PPT	Spec	Beschleunigte Alterung	Spec
NSL	223,8	217,5	k.A.	-40°C +125°C	k.A.
P233 SJT	235,7	230,0	k.A.	-40°C +125°C	k.A.
P245 PPT	243,8	238,7	k.A.	-40 °C +125 °C	k.A.
P260 PPT	251,1	245,0	k.A.	-40 °C +125 °C	k.A.

Spec eingehalten Spec verletzt Keine Angabe möglich κ.Λ.

27.11.2013

Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards







### Übertrager II – Ausfallquoten

Versuchspunkt	Nach der Ferligung	Nach 100 TZ	Nach 250 TZ	Nach 500 TZ	Nach 1.000 TZ
II. a   NSL   FR4   1x	0%	0%	0%	0%	0%
II. b   NSL   FR4   2x	0%	0%	0%	0%	0%
II.a   P233 SJT   FR4   1x	0%	0%	0%	0%	0%
II.b   P233 SJT   FR4   2x	0%	0%	0%	3%	10%
II.c   P245 PPT   FR4   1x	0%	0%	0%	3%	3%
II.d   P245 PPT   FR4   2x	0%	0%	0%	8%	13%
II.e   P260 PPT   FR4   1x	0%	0%	0%	8%	13%
II.f   P260 PPT   FR4   2x	2%	3%	3%	5%	5%
II.g   P260 PPT   IS400   1x	0%	0%	0%	0%	3%
II.h   P260 PPT   IS400   2x	0%	0%	0%	0%	3%
II.i   P260 PPT   IS420   1x	0%	0%	0%	0%	0%
II.j   P260 PPT   IS420   2x	0%	0%	0%	0%	0%

27.11.2013 Folie 34







### Übertrager II - Schadensbild

Verdacht auf Drahtabrisse (zwischen Pin 7 & 9)





### LED weiß - Allgemeine Angaben

Betriebstemperatur: -40°C... +125 °C

• Sperrschichttemperatur: 150 °C (> 175 °C für kurze Zeit)

Lötwärmebeständigkeit: J-STD-020D

	Tpeak SJT [°C]	T <sub>peak</sub> PPT [°C]	Spec	Beschleunigte Alterung	Spec
NSL	225,9	230,0	<b>V</b>	-40°C +125°C	1
P233 SJT	237,7	240,0	V	-40 °C +125 °C	1
P245 PPT	244,9	247,1	4	-40 °C +125 °C	1
P260 PPT	258,0	259,9	×	-40 °C +125 °C	1

✓ Spec eingehalten

Spec verletzt

k.A. Keine Angabe möglich

(für P260 PPT Verweildauer über 245 °C überschritten)

27.11.2013 Folie 36







### LED weiß - Schadensbild

### Degradation erkannt → Materialtrennung an einer Anode

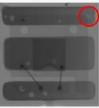
Nach der Fertigung



nach 100 TZ



nach 500 TZ



27.11.2013 Folie 37

nach 1.000 TZ









### LED rot - Allgemeine Angaben

-40°C... +125 °C Betriebstemperatur:

 Sperrschichttemperatur: 150 °C (> 175 °C für kurze Zeit)

· Lötwärmebeständigkeit: J-STD-020D.01

	Tpeak SJT [°C]	Tpeak PPT [°C]	Spec	Beschleunigte Alterung	Spec
NSL	224,4	228,9	<b>√</b>	-40°C +125°C	<b>V</b>
P233 SJT	235,8	239,9	✓	-40 °C +125 °C	1
P245 PPT	242,9	246,2	✓	-40 °C +125 °C	1
P260 PPT	255,6	258,1	×	-40 °C +125 °C	<b>✓</b>

Spec eingehalten Spec verletzt Keine Angabe möglich

(für P260 PPT Verweildauer über  $T_{\sf peak}$  5K überschritten)

27.11.2013 Folie 38







27.11.2013 Folie 39

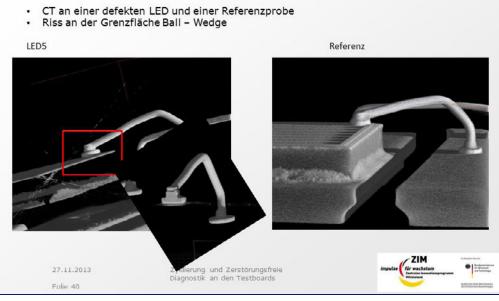
Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards







### LED rot - Schadensbild II





- Charakterisierung des Alterungs- und Schädigungsfortschritts nach der Fertigung und nach bestimmten Zeitpunkten der Beschleunigten Alterung
  - Umfangreicher Untersuchungen zu 5 Zeitpunkten mit weit über 100 GB Daten
- · Bestimmung von Ausfallraten und Abschätzung der Lebensdauern
  - Nur an einem BE-Typ abschätzbar, bei weiteren BE-Typen liegen Sondereffekte vor oder erfreulicherweise zu wenig Ausfälle
- Charakterisierung von Fehlermerkmalen und Ausfallmechanismen
  - · Erfolgreich für nahezu alle Defekte
- Verschiedene Defektarten bedingen den Einsatz verschiedener, sich ergänzender, zerstörungsfreier Prüfverfahren
  - · Die Analysen dauern noch an
  - Auffälligkeiten bei der Ultraschalldiagnostik

27.11.2013 Folie 41 Zyklierung und Zerstörungsfreie Diagnostik an den Testboards







### Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

27.11.2013 Folie 42





### Thema 4

## Zerstörende Diagnostik an den Testboards und ihre Ergebnisse

Sandy Klengel – Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials IWM Halle

# ABSCHLUSSWORKSHOP TDMA Zerstörende Diagnostik an den Testboards und ihre Ergebnisse Fraunhofer CAM Sandy Klengel Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

### **AGENDA**

- Kurze Vorstellung Fraunhofer CAM
- Ergebnisse zerstörende Prüfung im Projekt TDMA

raunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

Fraunhofer

### Fraunhofer IWM

- Directors
- Prof. Dr. Peter Gumbsch Prof. Dr. Ralf Wehrspohn
- Employees541 (279 Freiburg, Halle with CSP )
- 32,6 million euro budget
   17,2 million euro Freiburg
   15,4 million euro Halle
- 38,8% from industry
- 8 business units
- Quality management 9001:2000





Fraunhofer IWM Freiburg

Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

**Fraunhofer** 

# CAM – Fraunhofer Center for Applied Microstructure diagn.

competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM Halle

### Research

### Development

### **Application**

- Research: Gaining thorough understanding of significant material reactions, interface processes and defect risks up to the atomic level (PoF)
- Development: Contributing to new and efficient diagnostics & testing methods in cooperation with equipment manufacturers and microelectronics
- Application: Providing a single-stop comprehensive failure analysis work flow for industry service

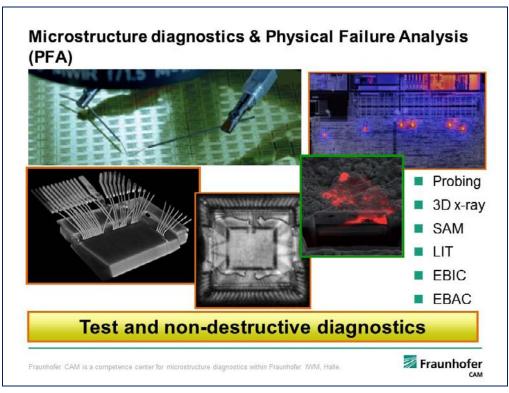


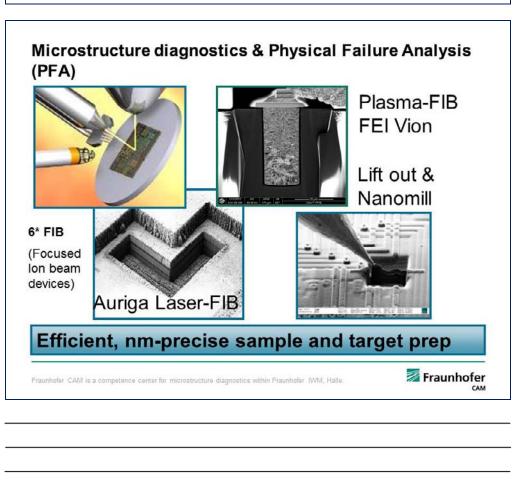


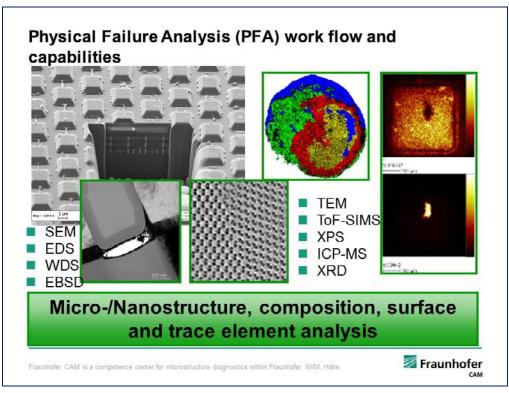


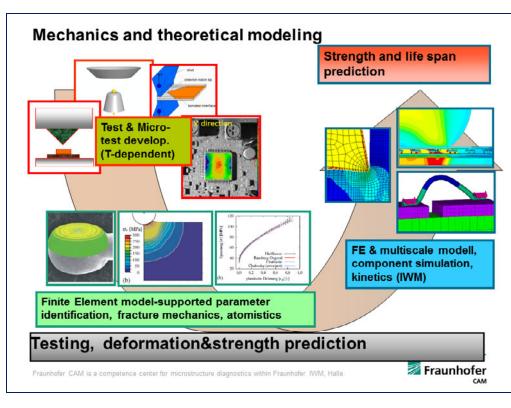
Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

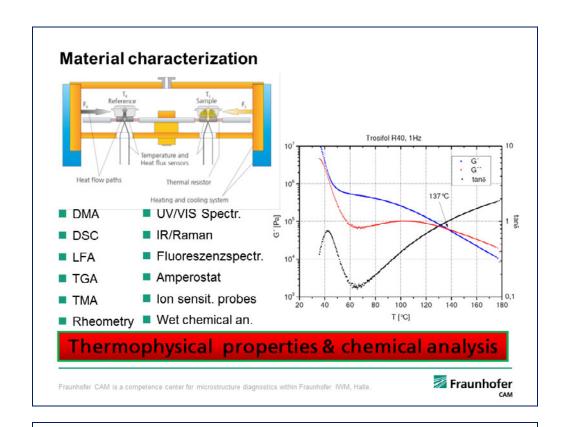
Fraunhofer











### Zerstörende Diagnostik im Projekt TDMA

### → Aufgaben und Ziele

- Entwicklung von mikrostrukturellen Diagnoseverfahren für spezielle Bauelementtypen
- 2. Zerstörende Charakterisierung elektrisch funktionstüchtiger und elektrisch ausgefallener Baugruppen nach Fertigung und Zuverlässigkeitests
- 3. Anpassung und Weiterentwicklung von mikrostrukturellen Diagnose- und Prüfverfahren an mögliche spezielle Ausfallmechanismen

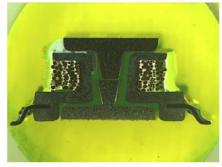
Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.



### Zerstörende Diagnostik im Projekt TDMA

- Querschliffpräparation ausgewählter Bauelemente
- Fehler zuvor mittels zerstörungsfreien Verfahren lokalisiert (IzfP, TU Dresden)





Platine mit gelöteten/belasteten BE

QS eines auffälligen Sperrwandlers

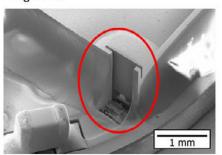
Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.



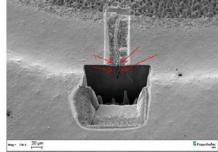
### Zerstörende Diagnostik im Projekt TDMA

Fokussierte Ionenstrahltechnik, Hochrateionenstrahltechniken

Sequentielle Präparation von Defekten zur Verifikation der zerstörungsfreien Diagnostik



Präparation eines Lotkontaktes mittels Hochrateionenstrahltechnik (Plasma-FIB)



Präparation eines Riss in der LP-Metallisierung mittels Hochrateionenstrahltechnik (Plasma-FIB)

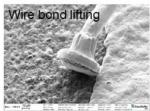
Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

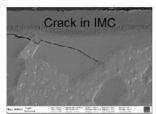


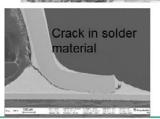


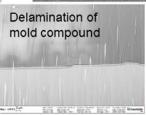
Rasterelektronenmikroskopie

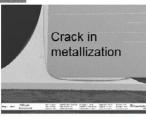
hochauflösende Bewertung von Grenzflächenreaktionen und Analyse von Ausfallmechanismen im Ausgangszustand und nach Belastungstests









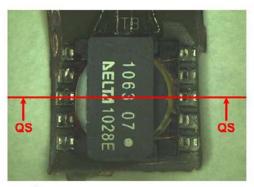




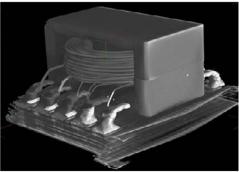
Fraunhofer Fraunhofer

### Ausfallbeispiel thermisch induzierter Defekt

Sperrwandler: Bauteilübersicht



Übersicht des Bauteils auf Platine



3D-Rekonstruktion aus xRay-CT (TU Dresden)

Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle

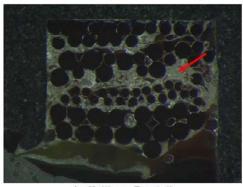


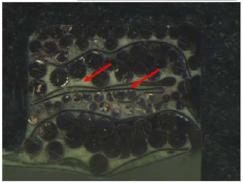
### Ausfallbeispielthermisch induzierter Defekt

Sperrwandler: Spulenwicklungen

### Metallographischer Querschliff

- Vergleich auffälliges Bauteil
- vs. Referenzbauteil





Auffälliges Bauteil

Referenzbauteil

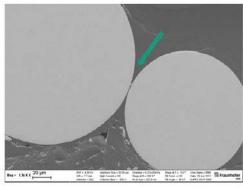
Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

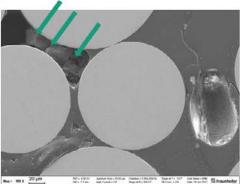


### Ausfallbeispiel thermisch induzierter Defekt

Sperrwandler: Spulenwicklungen

Metallographischer Querschliff





Auffälliges Bauteil -

Wicklungsbeschichtung teilweise verschwunden,

Wicklungen berühren sich

Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Hall

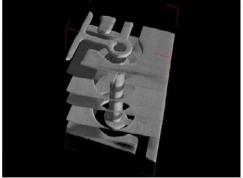


### Ausfallbeispiel thermisch induzierter Defekt

### Vias in Leiterplatte



Übersicht der Leiterplatte



3D-Rekonstruktion aus xRay-CT (TU Dresden)

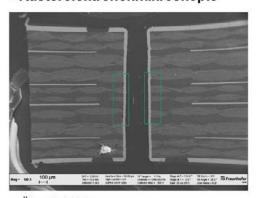
Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.



### Ausfallbeispiel thermisch induzierter Defekt

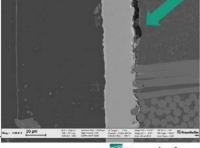
### Vias in Leiterplatte

# Metallographischer Querschliff - Rasterelektronenmikroskopie



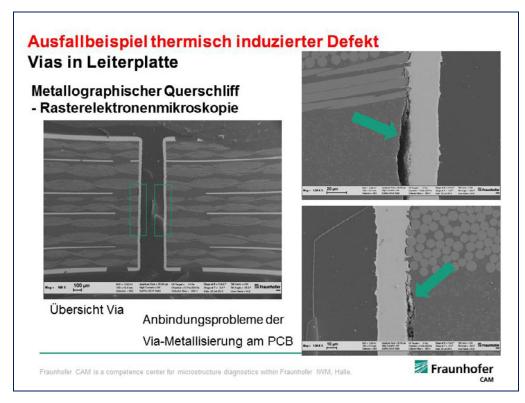
Übersicht Via

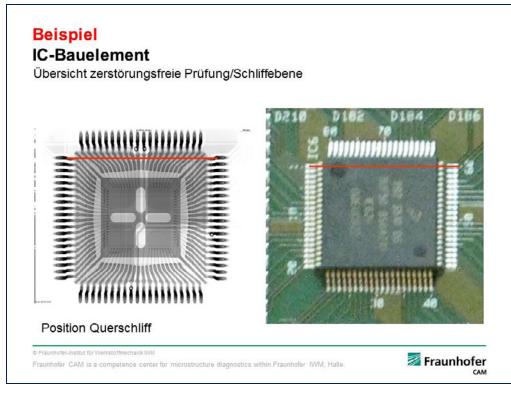
Anbindungsprobleme der Via-Metallisierung am PCB Bigs 1982 20 pm





Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle

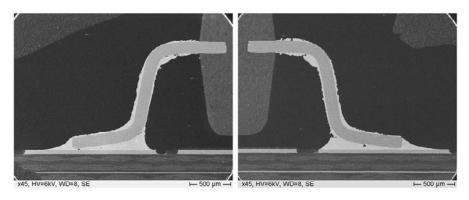




# Beispiel IC und 2nd level reliability IC Bauelement im Querschliff zur Bewertung der Lotkontakte Praumofer-Install für Wersdoffmechank MM Fraumhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraumhofer IWM, Halle.



# Beispiel IC und 2nd level reliability



Im Querschliff präparierte Pins zur Bewertung der Lotkontakte, Rasterelektronenmikroskopie

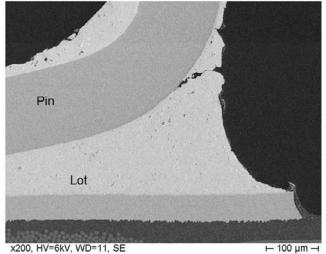
Emiliabadas lastitut für Washetadden sinnelli SAIA

Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle



### Beispiel

### IC und 2nd level reliability

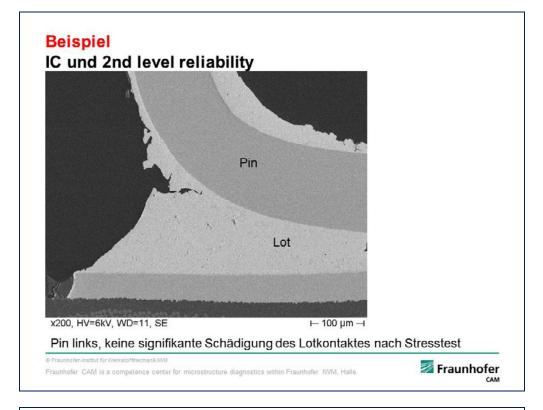


Pin links, keine signifikante Schädigung des Lotkontaktes nach Stresstest

D Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik M/M

Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Hall





### Zusammenfassung

- Bauelemente mit Ausfällen/ Spezifikationsfehlern wurden zerstörend charakterisiert
- Rückschlüsse auf den Ausfallmodi gezogen
- Bauelemente ohne Ausfälle/Auffälligkeiten wuden zerstörend charakterisiert und bewertet
- Die Ergebnisse fließen in die wissensbasierte Entscheidungshilfe ein

© Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik WM
Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

Fraunhofer CAM is a competence center for microstructure diagnostics within Fraunhofer IWM, Halle.

#### Thema 5

### Die TDMA-Messhardware: LiMess, OnliMon und ICTest

Martin Oppermann - TU Dresden, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik

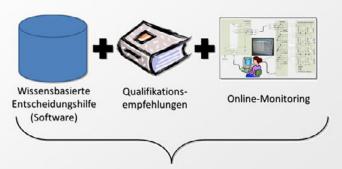






### Ausgangspunkt Projektantrag:

 Messystem zur Online-Messung von elektrischen Parametern ausgewählter Bauelemente während der Zyklierung zur Gewinnung von Zuverlässigkeitsdaten



### Systemlösung

27.11.2013

Folie 3

Die TDMA-Messhardware





Motivation

### **Technische Basis:**

Vorhandener Klima-Schock-Schrank mit 160-kanaligem Multiplexer (Vierdrahttechnik) und entsprechender Verkabelung im Klimaschrank

- → Durch Hinzufügen *einer* Leitung (Masse) erhalten wir 160 x 4 = 640 Kanäle zur Parametermessung
- → Möglichkeit für die Überwachung von 640 Bauelementen!
- → Durch Hinzufügen einer weiteren (Daten-)Leitung Möglichkeit der Temperaturmessung auf jeder überwachten Leiterplatte mittels Eindraht-Bus-Sensoren von Dallas Semiconductor

27.11.2013 Folie 4





Motivation

### Lösungsanatz:

- Gibt es eine kostengünstige "Fertiglösung" dafür? → NEIN!
  - → Entwicklung von TDMA OnliMon
- Gibt es eine Lösung zur Durchgangsmessung an beliebigen hochpoligen Bauelementen (Mikroprozessoren als BGA od. QFP)?
   → NEIN!
  - → Entwicklung von TDMA ICTest
- Gibt es einpreiswertes System zur vergleichenden Helligkeitsmessung an LEDs? → NEIN
  - → Entwicklung von TDMA LiMess

OnliMon

Salata I

27.11.2013 Die TDMA-Messhardware Folie 5





Inhalt

### **Inhalt**

- Motivation
- TDMA OnliMon
- TDMA ICTest
- TDMA LiMess

27.11.2013 Folie 6





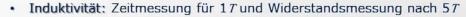
### TDMA OnliMon - Messprinzipien I:

 Widerstand: Messung Spannungsabfall bei bekanntem Referenz-R

$$R_{\mathit{Mess}} = \frac{U_{\mathit{Mess}}}{U_{\mathit{Ref}} - U_{\mathit{Mess}}} \cdot R_{\mathit{Ref}}$$

 Elko: Zeitmessung für 1T und Reststrommessung nach 5T

$$C = \frac{T}{R_{\text{Ref}}}; \ 1T \triangleq 63,1\% \cdot U_{\text{Lacks}}$$



$$U_{Ind} = \frac{dI}{dt}$$

27.11.2013

Die TDMA-Messhardware





OnliMon

### TDMA OnliMon - Messprinzipien II:

 LED: Flussspannungsmessung bei eingeprägtem Strom

 $I_{LED} = 200 \text{mA}$ 

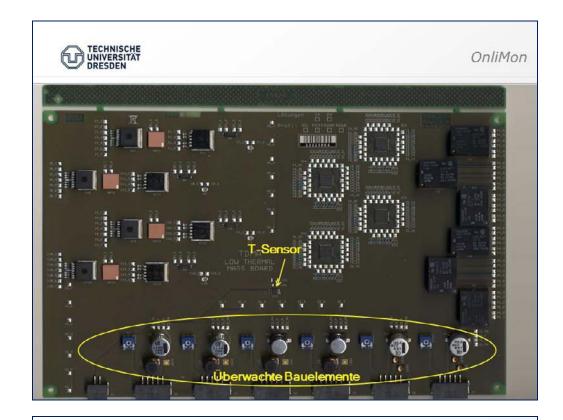


 T-Messung: T-Sensor DS18B20 mit OneWire-Bus (2-Drahtschnittstelle)

Nutzung des OnliMon für die Parametermessung von Bauelementen auf dem LTM-Board.

27.11.2013 Folie 8







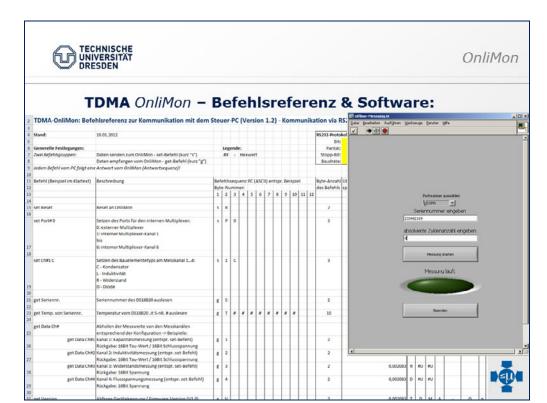
OnliMon

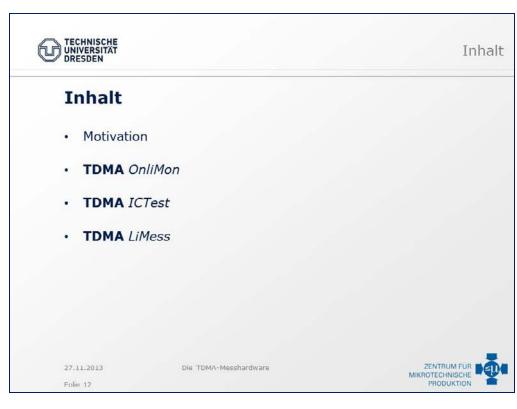
### TDMA OnliMon - Realisierung:

- · Messung an 4 Bauelementen je Kanal + Temperaturmessung
- 6fach Multiplexer im Gerät zur Offline-Messung eines einzelnen LTM-Boards
- · RS232- und USB-Schnittstelle zum PC
- Jeder Messport beliebig f
  ür R-, L-, C- und LED-Messung konfigurierbar
- Anbindung an 160fach Multiplexer an PC zur Ablaufsteuerung und Datenspeicherung (LabView-Programm)

27.11.2013 Folie 10





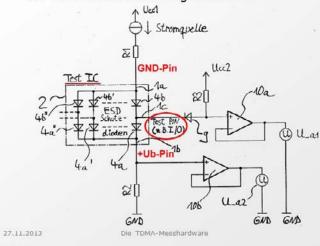




### **ICTest**

### **TDMA ICTest - Grundidee:**

"Inversmessung" der elektrischen Verbindungen durch Ausnutzen der ESD-Schutzschaltungen der ICs

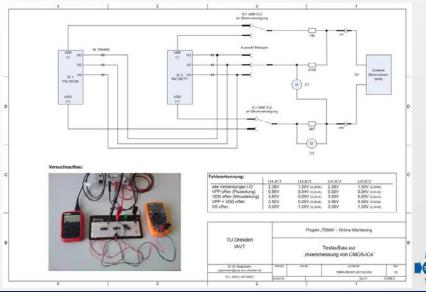


ZENTRUM FÜR MIKROTECHNISCHE PRODUKTION



### **ICTest**

### **TDMA ICTest - Machbarkeit:**

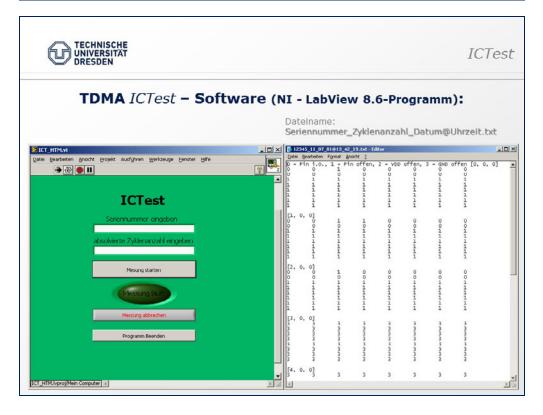




### **TDMA** *ICTest* - Realisierung:

- Messmöglichkeit für max. 8 ICs mit je 64 überwachten Pins
   → bei TDMA 5 ICs mit je 60 überwachten Pins auf dem HTM-Board
- Steuerung und Messung über PicoLog 1216 (Pico Technology Ltd.)
- · Ablaufsteuerung und Datenspeicherung über ein LabView-Programm







Inhalt

### **Inhalt**

- Motivation
- TDMA OnliMon
- TDMA ICTest
- TDMA LiMess

27.11.2013

Die TDMA-Messhardware





LiMess

### TDMA LiMess - Ziel der Messung:

Detektion von Helligkeitsunterschieden während der Alterungsexperimente (Messung in den Inspektionspausen)

→ Erste Idee: Vergleich der LED-Helligkeiten mit dem Auge

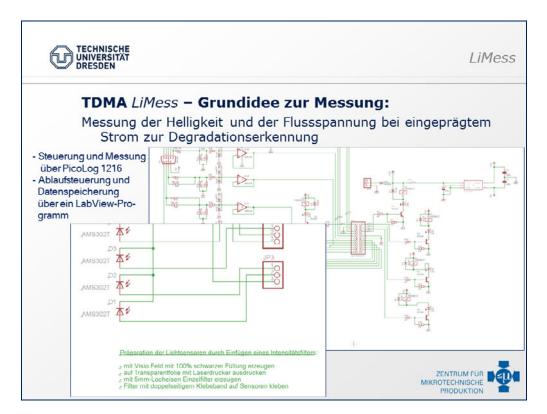


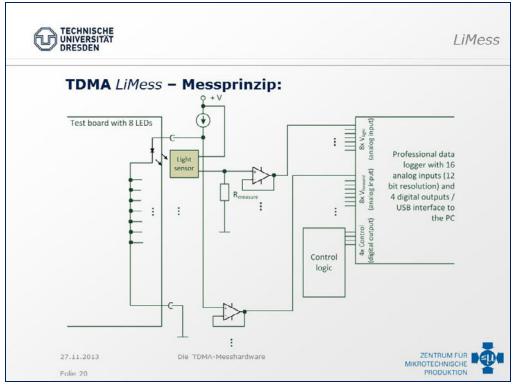


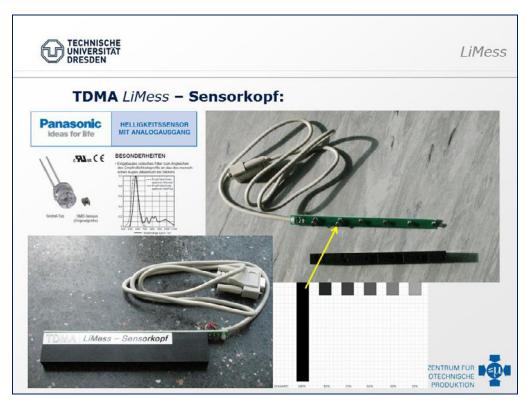
→ Unmöglich und gefährlich schon bei Imin = 100mA!

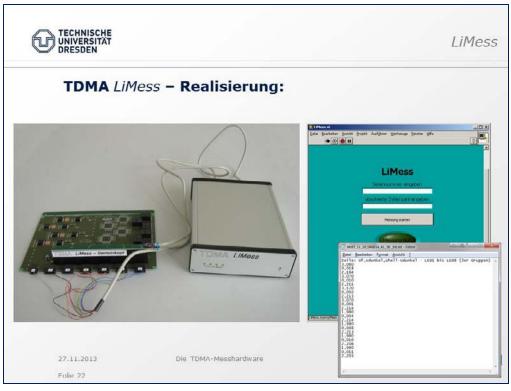
27.11.2013 Folie 18













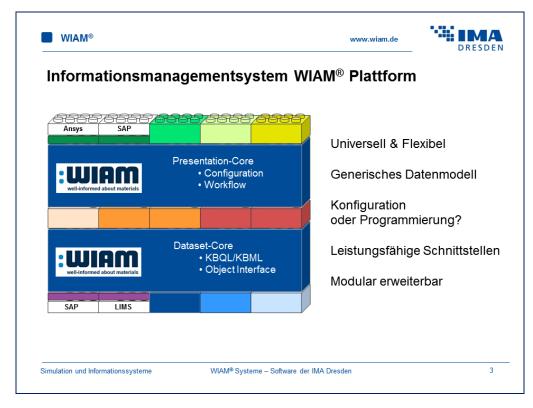
#### Thema 6

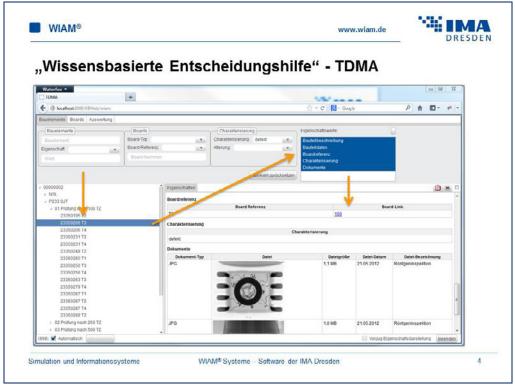
## Die wissensbasierte Entscheidungshilfe – Zuverlässigkeitsdaten auf Knopfdruck

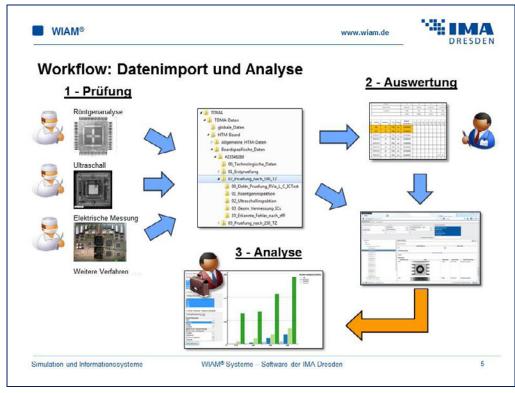
Michael Just - IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH

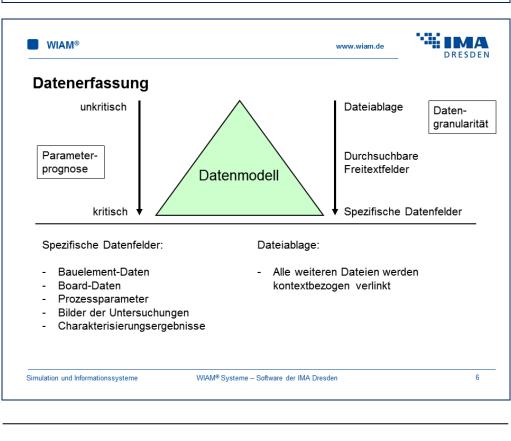




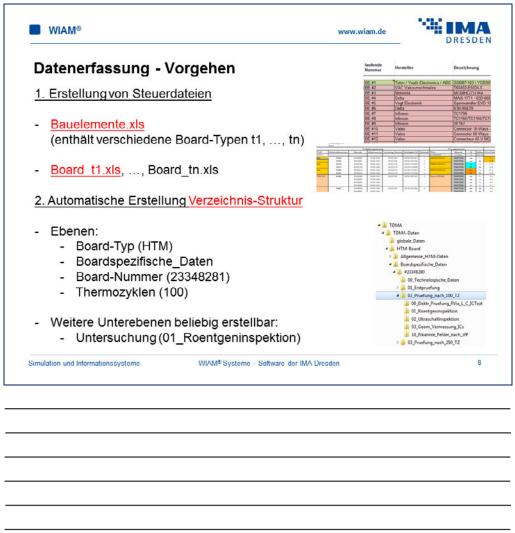




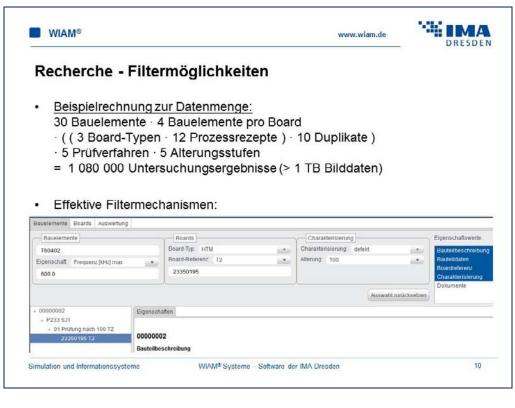






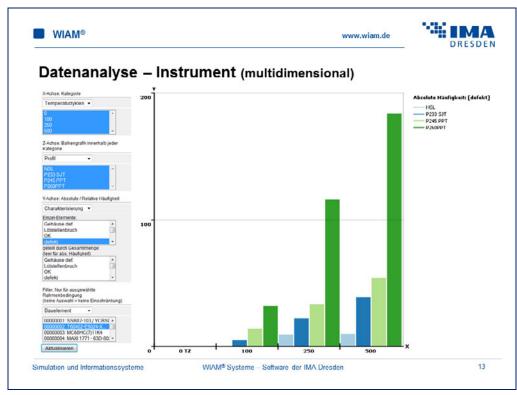


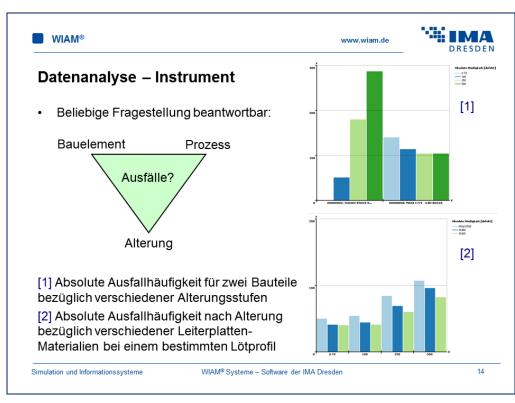
















### Anlage

### Datenblätter der TDMA-Hard- & Software

### Produktdatenblätter

### TDMA Hard- & Software für Zuverlässigkeitsuntersuchungen

Stand: April 2013



Hard- & Software zur kostengünstigen und zeitsparenden Durchführung von Zuverlässigkeitsuntersuchungen an kritischen Bauelementen bietet Ihnen das TDMA-Konsortium:



Gefördert vom
Bundesministerium für Wirtschaft
und Technologie

Betreut von der AiF Projekt GmbH

# Produktdatenblatt **TDMA** *OnliMon*

Stand: April 2013

## Messsystem zur Parameterdrift- und Ausfalldetektion an zweipoligen elektronischen Bauelementen zur Gewinnung von Zuverlässigkeitsdaten



### **Kurzbeschreibung:**

Das System dient der Parametermessung und Ausfalldetektion an bis zu vier verschiedenen elektronischen Bauelementen während der Durchführung von Alterungsexperimenten (z.B. Klimawechseltests). Es können folgende Bauelemente und Parameter gemessen und elektronisch dokumentiert werden:

- Elektrolytkondensatoren: Kapazität und Reststrom
- Widerstände (veränderlich und fest): ohmscher Widerstand
- Induktivitäten: Induktivität und ohmscher Widerstand
- LEDs: Flussspannung bei eingeprägtem Strom

An jeden der vier primären Messkanäle kann jede der vier Bauelementearten angeschlossen werden (also auch 4x LED oder 2x LED und 2x Elko). Im Gerät befindet sich ein Sechsfach-Multiplexer, so dass sechs Vierergruppen der Bauelemente gemessen werden können. Wird OnliMon mit einem externen Multiplexer betrieben, so limitiert dieser die Anzahl der zu vermessenden Bauelemente. Weiterhin besitzt das Gerät ein Eindraht-Interface zum Anschluss von Temperatursensoren/Seriennnummernschaltkreisen der Fa. Dallas-Maxim.

### **Technische Daten:**

Messkanäle: primär 4, mit internem Multiplexer 32, mit externem Multiplexer ∞

Messbereich R /C /L /U<sub>LED</sub>:  $1\Omega...60k\Omega$  / 1nF...16F / >1mH / 1mV...5V

Messstrom LED: 200 mA
Interface für T-Sensor: DS18B20

Stromversorgung: separates Steckernetzteil 230V AC / 12V 1A DC

Schnittstelle zum PC: USB und RS232

Software: LabView-Programm OnliMon

Dateiformat der Messwerte: Textdatei (.txt, vorbereitet zum Import in Microsoft Excel o.ä.)
Weitere Voraussetzung: speziell designtes Testboard mit den zum Test ausgewählten BEs

# Produktdatenblatt **TDMA** *ICTest*

Stand: April 2013

### Messsystem zur Ausfalldetektion an den Interconnects integrierter Schaltkreise zur Gewinnung von Zuverlässigkeitsdaten



### Kurzbeschreibung:

Das System dient der Überwachung von bis zu je 60 Strompfaden durch bis zu acht beliebige integrierte Schaltkreise (IC), welche aber eine ESD-Schutzschaltung besitzen müssen, gleichzeitig. Dazu werden die ICs mit einem zur Normalflussrichtung verpoltem Messstrom beaufschlagt und die Spannung an den überwachten Pins der Schaltkreise gemessen und in einer Datei gespeichert. Weiterhin wird eine zweite Datei mit der Bewertung der Messung (Pin i.O. / Pin offen / VDD offen / GND offen) abgespeichert. Wird nun die Testbaugruppe mit den bis zu acht ICs beschleunigt gealtert, z.B. durch Temperatur-Wechselbelastung, so kann durch Messung und Bewertung der Spannung an den bis zu 60 überwachten Pins je IC zu verschiedenen Zeit- bzw. Alterungspunkten und dem Vergleich mit den bereits gespeicherten Messwerten vorhergehender Messungen das Ausfallverhalten der sich in den überwachten Strompfaden befindlichen Interconnects (z.B. Lötstellen, Bondverbindungen Vias) ermittelt werden. Diese Messung ist bei entsprechender Gestaltung des Messkabels auch während der Zyklierung in einem Klimaschrank möglich.

Für das Verfahren und den realisierten Aufbau ist ein Patentantrag gestellt worden.

### **Technische Daten:**

Messkanäle: 60
Messbereich je Kanal: 2,5 V
Auflösung des ADU: 12 Bit
Stromversorgungskanäle: 8
Messstrom je IC: 1 mA

Stromversorgung: separates Steckernetzteil 230V AC / 12V 1A DC

Schnittstelle zum PC: USB

Software: LabView-Programm ICTest

Dateiformat der Messwerte: Textdatei (.txt, vorbereitet zum Import in Microsoft Excel o.ä.)

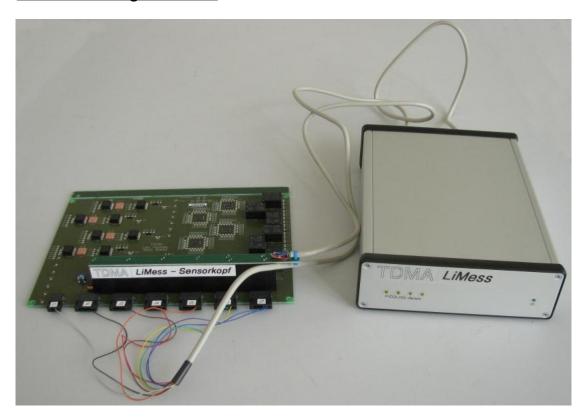
Dateiformat der Bewertung: Textdatei (.txt, vorbereitet zum Import in Microsoft Excel o.ä.)

Weitere Voraussetzung: speziell designtes Testboard mit den zum Test ausgewählten ICs

## Produktdatenblatt **TDMA** *LiMess*

Stand: April 2013

## Messsystem zur Degradationsdetektion an Leuchtdioden zur Gewinnung von Zuverlässigkeitsdaten



### **Kurzbeschreibung:**

Das System dient der Messung von LED-Leuchtintensität und Flussspannung bei eingeprägtem Strom. Der Lichtintensitätswert wird als Ausgangssignal eines Helligkeitssensors in Form einer Messspannung zusammen mit dem zugehörigen Flussspannungswert in einer Datei gespeichert. Der realisierte Aufbau ist für die parallele Messung an maximal acht LEDs ausgelegt. Wird nun die Testbaugruppe mit den LEDs beschleunigt gealtert, z.B. durch Temperatur-Wechselbelastung, so kann durch Messung der Intensitäten und Flussspannungen zu verschiedenen Zeit- bzw. Alterungspunkten und den Vergleich mit den bereits gespeicherten Messwerten vorhergehender Messungen das Alterungsverhalten der LEDs exemplarisch bestimmt werden.

### **Technische Daten:**

Messkanäle: 16 (8x Flussspannung, 8x Lichtintensität)

Messbereich je Kanal: 2,5 V Auflösung des ADU: 2,5 V

Helligkeitssensor: 8x NaPiCa AMS302T mit Graufilter in separatem Messkopf

Messstrom je LED: 100 mA

Stromversorgung: separates Steckernetzteil 230V AC / 12V 1A DC

Schnittstelle zum PC: USB

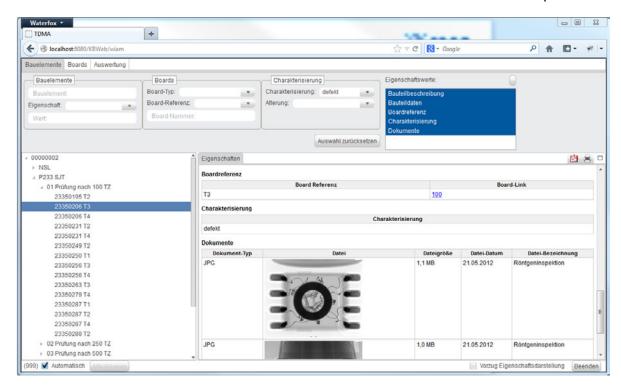
Software: LabView-Programm LiMess

Dateiformat der Messwerte: Textdatei (.txt, vorbereitet zum Import in Microsoft Excel o.ä.) Weitere Voraussetzung: speziell designtes Testboard mit den zu prüfenden LEDs

### Produktdatenblatt

# Informationsmanagementsystem auf Basis von WIAM® Plattform zur Erfassung, Verwaltung, Recherche und Analyse von Messdaten

Stand: April 2013



### Kurzbeschreibung:

Das universelle und flexible Informationsmanagementsystem WIAM® Plattform wird mit einer speziellen Konfiguration für das Management der Messdaten und Untersuchungsergebnisse eingesetzt. Aufbauend von Steuerdateien zu Bauteilen und Prozessdaten wird eine Verzeichnisstruktur erzeugt, in die Messdaten durch die Bearbeiter der Prüfungen eingefügt werden können. Durch die automatische Analyse dieser Verzeichnisstruktur werden Bauteil-, Prozess- und Messdaten für die Recherche und Auswertung aufbereitet und alle relevanten Dokumente im Informationssystem verlinkt. Benutzer der Software können im Anschluss gezielt nach Informationen wie Bauteilen, Prozessparametern, Schädigungsbilder, usw. recherchieren. Selektierte Elemente lassen sich vergleichen und dazu verknüpfte Informationen anzeigen.

In dem Analysetool 3D-Bar-Chart lassen sich die Untersuchungsergebnisse aggregieren, um Auswertungen auf dem gesamten Datenbestand zu ermöglichen. Dabei lassen sich verschiedene Daten-Dimensionen wie zum Beispiel Bauteile, Prozessparameter, Alterungsstufen und Schädigungseinschätzungen kombinieren, um den Einfluss von Parametern auf das Schädigungsverhalten zu visualisieren. Das Analysetool CPI-Matrix identifiziert kritische Bauteileigenschaften oder Prozessparameter, bei denen aufgrund ihrer Spezifikation eine Schädigung zu erwarten wäre.

#### **Technische Daten:**

Mindestsystemvoraussetzungen Server

Prozessor: Intel Xeon oder AMD Opteron 2 GHz (mind. 2-Kern)

Festplattenspeicher: mind. 10 GB (im laufenden Betrieb je nach Testspezifikation > 1 TB)

Hauptspeicher: 2 GB

Datenbanksystem: MySQL (ab 5.0.x), Microsoft SQL-Server 2005 (ab 9.00x) oder Oracle 9.2.4

Webserver: Apache Tomcat (ab 6.x), weitere Servlet-Container auf Anfrage

Systemsoftware: Java Runtime Environment 6.0

Mindestsystemvoraussetzungen Client

Webbrowser: Microsoft Internet Explorer (ab Version 7.0), Opera (ab Version 9.5), Firefox (ab Version 2.0),

Chrome (ab Version 3.0) und Safari (ab Version 3.0)

Browser muss JavaScript und Cookies unterstützten; andere Browser auf Anfrage

<u>Kontakt:</u> IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Simulation und Informationssysteme Dipl.-Ing. Gottfried Geißler gottfried.geissler@ima-dresden.de