

# Belang van Reliability

TNO Nevat-EMS seminar  
Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen

9 november 2007



Sony Ericsson

**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

# Backgrounds



## SonyEricsson

> 2002 (<1990 Consultancy, 1990-2002 Ericsson)

(Sr) Reliability Engineer → Section Manager T&V → Quality Officer →  
**System Engineering Verification Technology**

[www.sonyericsson.com](http://www.sonyericsson.com)



## Platform for Environmental Testing

> 1995

Member → Board → **Chairman**

[www.plot.nl](http://www.plot.nl)



## From Risk to Reliability Training

< 1995, > 2006

**Trainer**

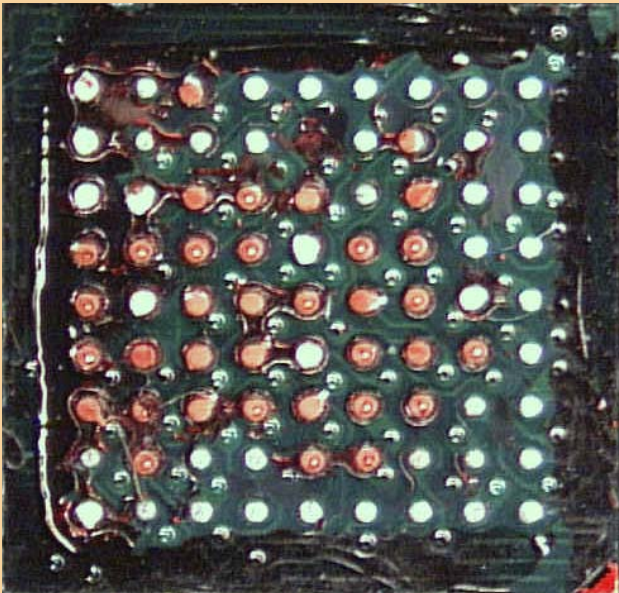
[www.reliability-test.nl](http://www.reliability-test.nl)



**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

# Loodvrij solderen

*“Daar word ik  
niet vrolijk  
van...”*



# “We weten het niet”



■ PLOT

## Plotlid Roossien: “Als ik eerlijk ben over loodvrij solderen: we weten het niet”

Testtechnoloog Harry Roossien (Sony Ericsson) constateert: “Kleinere chips, kleinere componenten, dus verbindingen worden kritisch, terwijl de soldeerverbinding ook kritischer wordt”.



Bedrijven blijven nog steeds problemen te ondervinden met loodvrij solderen in het kader van de RoHS-regel. Een door PLOT (Platform Om Technologie) opgestelde ma problemen en mogelijke op wees op diverse terreinen o uit over de gevolgen van he proces. Bresse verbindingen als gevolg van materiaalspa vervorming van (kunststof) blijven zich hardnekkig ma PLOT-bestuurlid Harry Roos openhartig: “We weten het

Intussen pleiten hij en andere eerste plak loodvrije elektroni het veld te halen en nauwez Alleen zo kan zekerheid word over de betrouwbaarheid enz: “In 2006 was de officiële inv loodvrij solderen in het kader memoreert Roossien. “In de a door PLOT al veel aandacht aa maar in 2007 hebben we een gehad waarbij is geïnventaris we er nu mee zijn en welke p in het afgelopen jaar zijn tegt Daarvan is een matrix opgestr links ervaringen zijn geformul mogelijke oplossingen worden

“Een belangrijk probleem vor de betrouwbaarheid van lood dingen – die is nog onvoltoen Daarom willen fabrikanten he proces niet gebruiken voor te een hoge safety vereisen. Atx

worden fabrikanten soms gewoon verplicht om met loodhoudende processen te

geven aan de soldeerverbinding. Die wordt daardoor kritischer. Dat merk je aan twee dingen. Aan de ene kant is er het risico van cracks; heel kleine scheutjes in de verbinding. Verder is het risico groot dat de verbinding zelf ook broser is. De print is nu veel gevoeliger voor vallen. Daar zijn heel veel problemen mee geweest. Was een bepaalde valtest met een loodhoudende print altijd probleemloos verlopen, dan braken nu ineens je soldeerverbindingen. Dat punt is op het moment weer heel kritisch aan het worden. We denken dat we dat nu onder controle hebben, en dat is dan misschien ook wel zo, maar ik ben daar zelf nog niet helemaal van overtuigd.

Constructie zwakste schakel  
Vergeet niet dat we in de toekomst meer en meer met modules gaan werken en dat de

L 37/24

NL

Publicatieblad van de Europese Unie

13.2.2003

### RICHTLIJN 2002/96/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 27 januari 2003 betreffende afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA)

HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD VAN DE EUROPESE UNIE,

(4) De Raad heeft in zijn resolutie van 24 februari 1997 betreffende een communautaire strategie voor het afvalbeheer (\*) met nadruk gewezen op de noodzaak de terugwinning van afvalstoffen te bevorderen, teneinde de hoeveelheid afval voor verwijdering te verminderen en de natuurlijke hulpbronnen te sparen, met name door hergebruik, recycling, compostering en terugwinning van energie uit afvalstoffen, en heeft erkend dat bij de keuze van alternatieven in elk specifiek geval rekening moet worden gehouden met milieueffecten en economische effecten, maar heeft daaraan toegevoegd dat hergebruik en terugwinning van materiaal de voorkeur verdienen indien en voorzover zij uit milieuoogpunt het beste alternatief zijn, in afwachting van wetenschappelijke

Gelet op het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, en met name op artikel 175, lid 1,

Gezien het voorstel van de Commissie (\*),

Gezien het advies van het Economisch en Sociaal Comité (\*),

Gezien het advies van het Comité van de Regio's (\*),

Volgens de procedure van artikel 251 van het Verdrag (\*) en



Sony Ericsson

## Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen

# PLOT ledenbijeenkomsten 2005-2007

- Milieu en maatschappelijke verantwoordelijkheid:  
ROHS wetgeving 1 juli 2006; feb. 2007: “Leadfree” revisited

- Stelling:

Loodvrij solderen is betrouwbaar en robuust.

- Respons:

Zeer veel aandachtspunten en (slechte) ervaringen.

# Conclusies

Ervaring	Oplossing
Tin-whiskers en Odd Shaped Eruptions (electrisch geleidend)	Testen 6 mnd 52°C, 90%RH Minimaliseren mech. spanningen NI onderplating Afstanden vergroten Coating of aflakken (Humiseal)
<b>Cracks en verzwakking door intermetallische laag</b>	Correcte koper/tin verhouding (Lood toevoegen – exemption) Voorlopig geen goede oplossingen, hier scherp op zijn.
Smelten/maatafwijkingen en vervormingen van kunststoffen door hogere soldeertemperatuur (Blaren op m.n. nylon)	Andere kunststoffen kiezen (duurder) Vroegtijdig testen
Vullingsgraad bij pin in paste slechter (voids), mechanisch slechtere eigenschappen	Vooraf berekenen Moet vullingsgraad wel 100% zijn? (gevoel vs acceptatie) Testen wat impact van de voids zijn (b.v. trekproeven).
Meer uitval en verhoogde kosten	Anders construeren
Onduidelijkheid lange termijn storage (Storage Life Time). Ook bare PCB material	Zsm loodvrije producten op storage zetten en periodiek evalueren.

# cont'd

Ervaring	Oplossing
Proces is kritischer geworden (kritischer warmteoverdrachtvenster)	In ontwerp rekening houden met warmtecapaciteit onderdelen Contact oppervlak moet groter zijn
Sterkere verbinding waardoor hogere mechanische belastingen op comp.	
Brossere verbinding, "knap" eerder	(Daisy chain) Valtest of Shock test Bending tests
Geen veldervaringsgegevens	Zoveel mogelijk kennis uit eerste uitval halen
Nieuwe test methoden – meer tijd nodig voor goed testen	6000 uur klimaattest Temp wisselingen 6000 uur Glitch monitoring drop test
Nieuwe faalmechanismen, aan metallurgie en process gerelateerde mechanismen	Grondige analyses van fouten Process parameters meenemen
Nieuw onbekend gedrag en testmethoden	Onderzoeksprogramma's – info....

## cont'd (2)

Ervaring	Oplossing
Proces moet zeer goed onder controle gehouden worden	Eerst proefboards evalueren. Profiel aanpassen van board tot board
Safety (Honeywell/Thales) situatie nog onvoldoende betrouwbaarheid bewezen	Verplichting lood houdend process en vrijstelling verkregen obv reliability, mileu
Toch veel problemen. Meninge worden herzien.	
<b>Logistieke problemen (alles markeren en door juiste proces). Geen loodvrije componenten in loodhoudend process</b>	Markeren Gescheiden processen In één keer volledig overschakelen
Bewijzen dat loodvrij even goed is als loodhoudend (voor klanten)	Mogelijk via standaarden/mmt plan (Boeing/Airbus - Ivan)
Loodvrije componenten met loodvrij vs loodhoudende pasta (b.v. nog geen loodvrije componenten beschikbaar)	Markeren en testen
Verouderingsmechanismen lopen veel trager	Houd rekening met langer testen

## cont'd (3)

Ervaring	Oplossing
Specificaties zijn identiek maar in praktijk verschillen in performance (toleranties)	Metten, nieuwe componentbeoordelingen
Sommige klanten eisen loodhoudend, andere loodvrij, door elkaar	Logistiek en markeren Gescheiden productieplekken
Te snelle invoering, laat opstarten van technologiestudies (Japan veel eerder)	Meer en betere voorlichting vanuit overheid
Hogere belasting van test apparatuur (langer en meer testen)	Reserveringen treffen
Verdere versnellingen van lange testduur	Pressure cooker test in de gaten houden
Invloed vocht, risico delaminatie	Drogen
Visuele beoordeling is moeilijker	Aparte IPC cursus
Geen ervaring flex-rigid	

## cont'd (4)

Ervaring	Oplossing
Breuk bij BGA's t.g.v. brosheid en directe krachtinkoppeling	Underfill
Etc.	

### Algemeen beeld

- Er heerst een negatief beeld: loodvrij is moeilijk te realiseren en werkt kostenverhogend.
- Voor grotere ondernemingen is onderzoek mogelijk, kleinere ondernemingen moeten volgen of blijven achter.
- Vele jaren ervaring met loodhoudend soldeer, voor loodvrij vertrouwen op onderzoeken.
- Belangrijke rol TNO Nevat-EMS en andere werkgroepen

Het belang van Reliability en loodvrij solderen voor kosten en internationale concurrentiepositie.



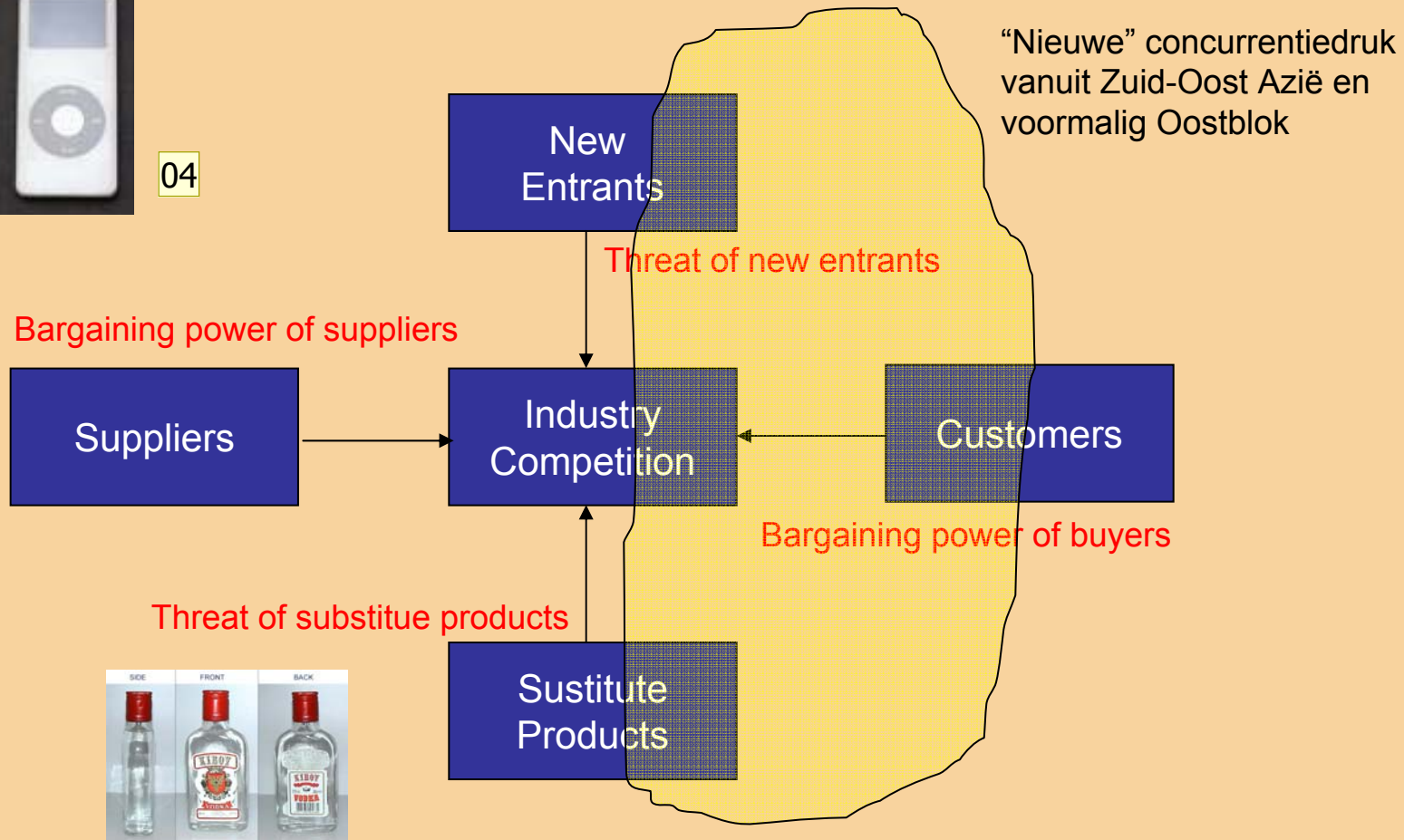
Van technisch  
perspectief naar  
economisch



# Porter's forces on your organisation



04



**Slide 12**

---

**04**

Counterfeit products, but as well other interior or cheaper components.

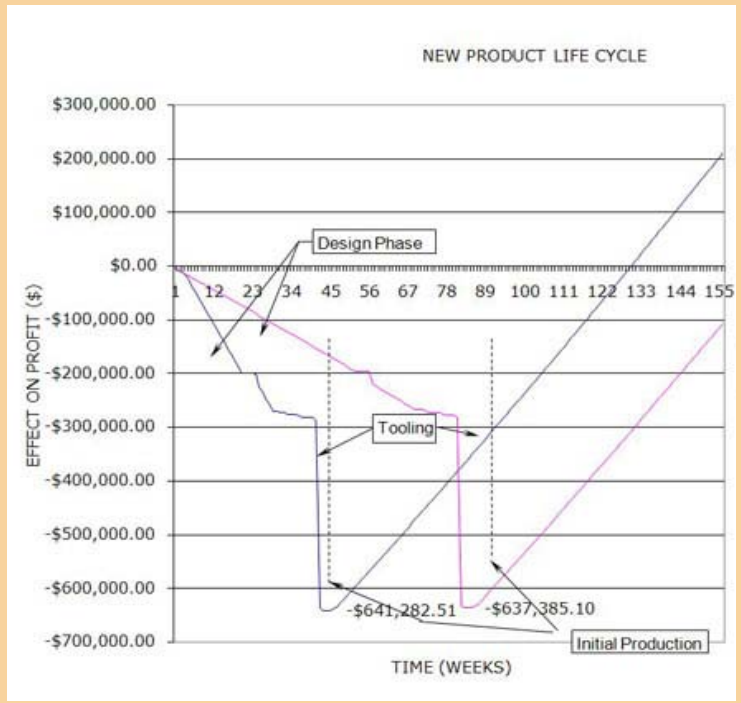
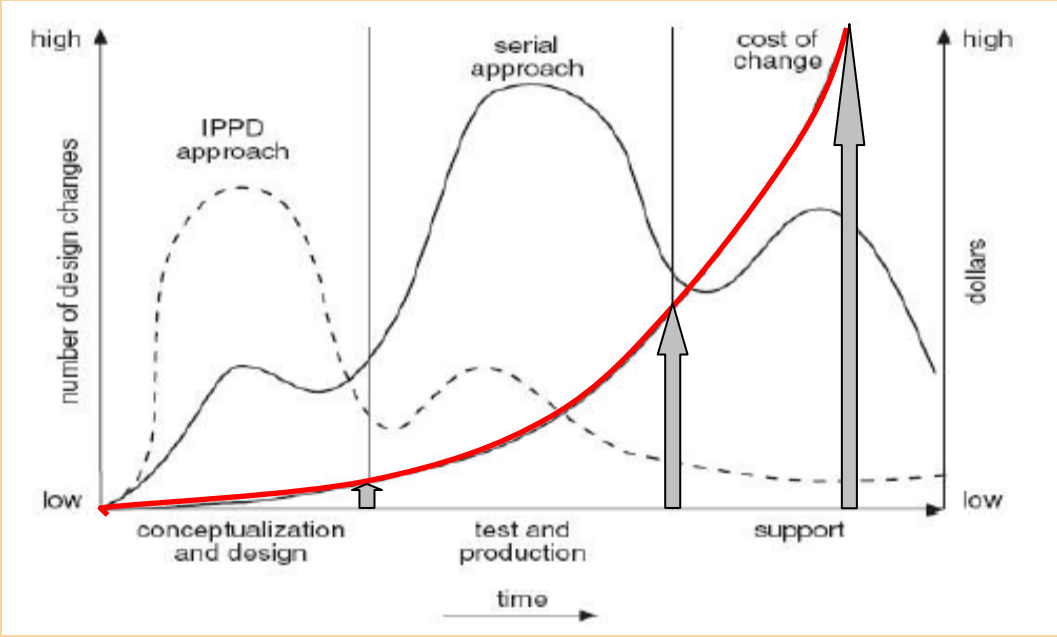
Not visible on outside.

05123513, 05/11/2007

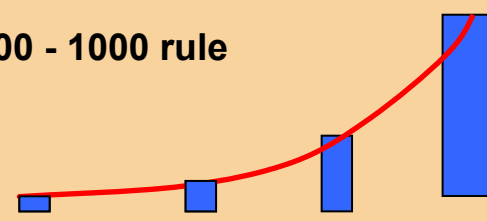
# Waar maak je de kosten

Kosten zult U maken, maar waar wilt U ze hebben?

- Begin
- Optimum
- Eind



1 – 10 – 100 - 1000 rule



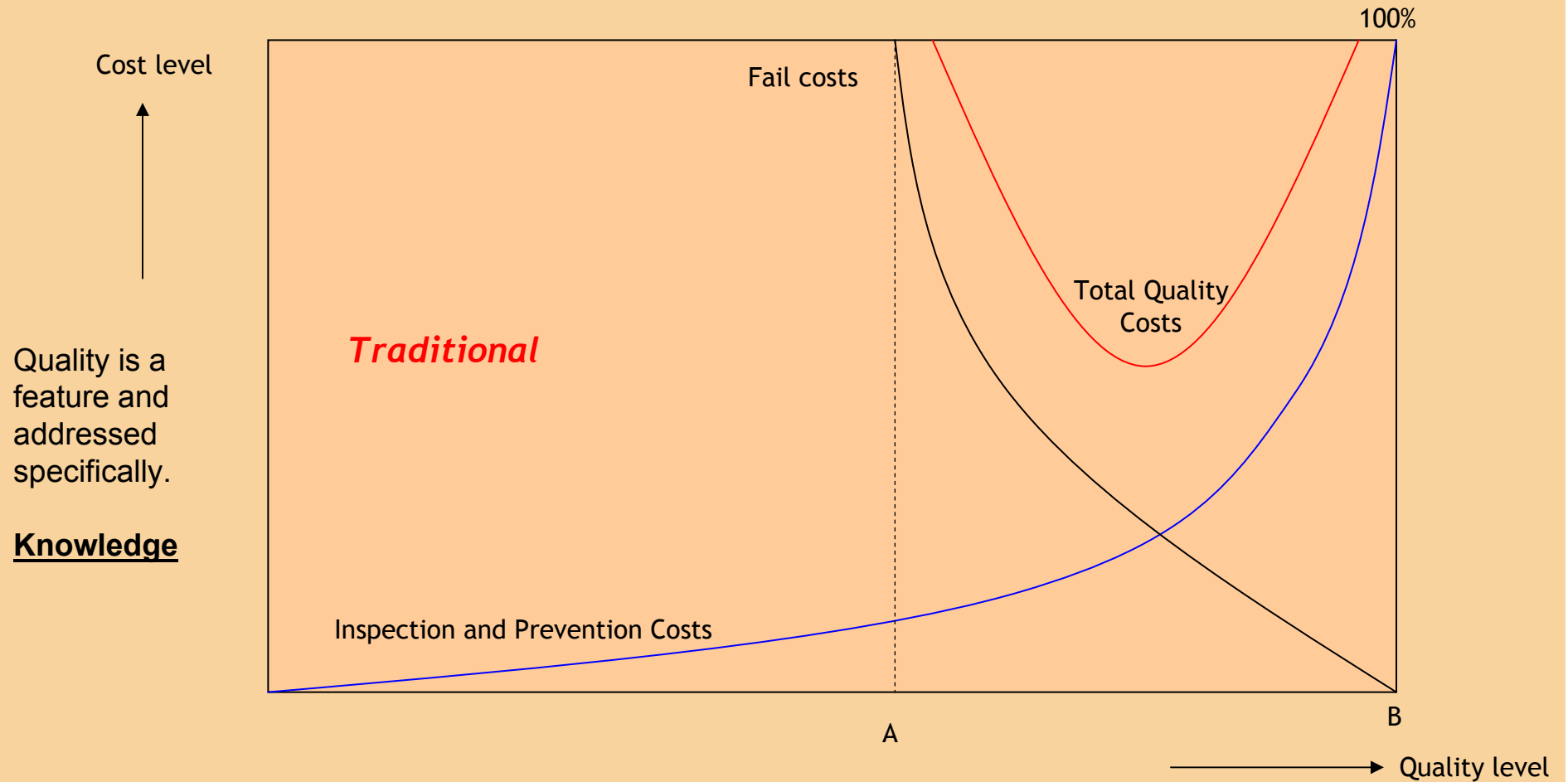
**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

## Slide 13

---

- 02** Be critical with optimum. Is good for Juran approach, but can even be lower. In general as soon as possible, despite spoiling money, only 50% effective, but which 50%?  
05123513, 04/11/2007
- 03** Bij loodvrij solderen kom je vaak in de productiefase achter de problemen, dus per definitie duur.  
05123513, 04/11/2007

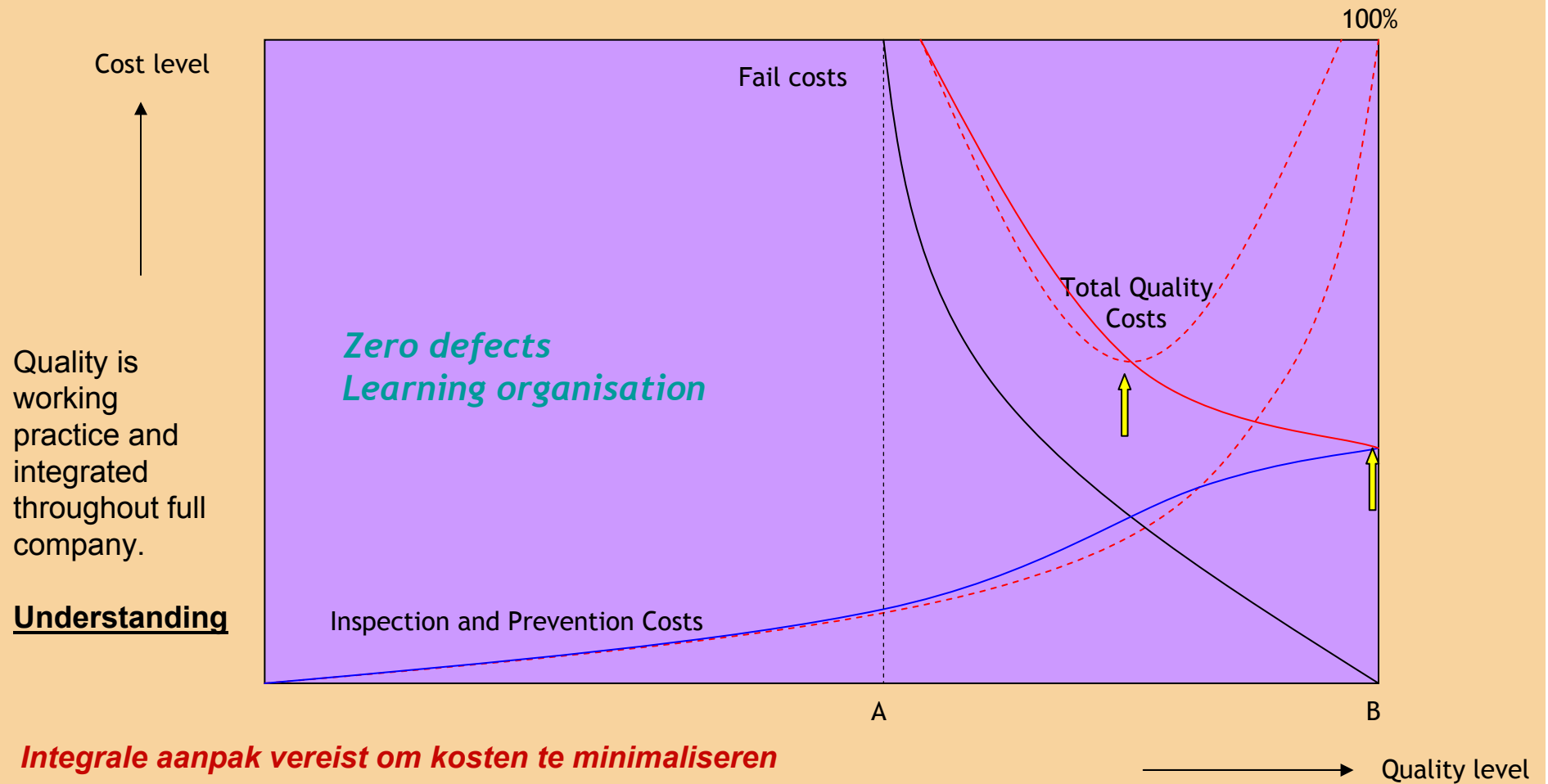
# Quality costs (ref. Juran)



Sony Ericsson

**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

# Quality costs (ref. Schneidermann)



01

Costs are not growing because:

1. full quality awareness from start on (less redesign, only small changes
2. less time loss due to extensive RCA, knowing immediately where the failure occurs.
3. full supply chain is integrated, focussed solutions, production people could solve,
4. no high specialised/expensive team required, all relevant persons were involved already
5. constantly attention, discover failure when it is small

05123513, 04/11/2007

# Belang van Reliability

1. Kosten en tijd (besparingen)
  - Life Time Costs en projectvertragingen
2. Merknaam en consumentenvertrouwen
  - eerste keus, herhalingsaankopen
3. Beschikbaarheid
  - betrouwbaarheid, onderhoud/reparaties, contractvoorwaarden
4. Kwaliteitsnivo
  - onderscheidend vermogen, perceptie
5. Inzicht en begrip
  - Physics of Failure, Root Cause Analysis, voorspellen

**Inzicht en begrip in faal-  
mechanismes bij loodvrij solderen  
leidt tot directe verbetering van  
reliability en concurrentiepositie!**

## **Reliability is een steeds belangrijker concurrentiemiddel**

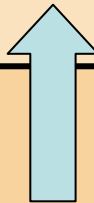
- kosten, doorlooptijd en door klant ervaren kwaliteit
- concurrentie vanuit Zuid-Oost Azië en het nieuwe Oostblok



**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

# Faalmechanismes (FMECA)

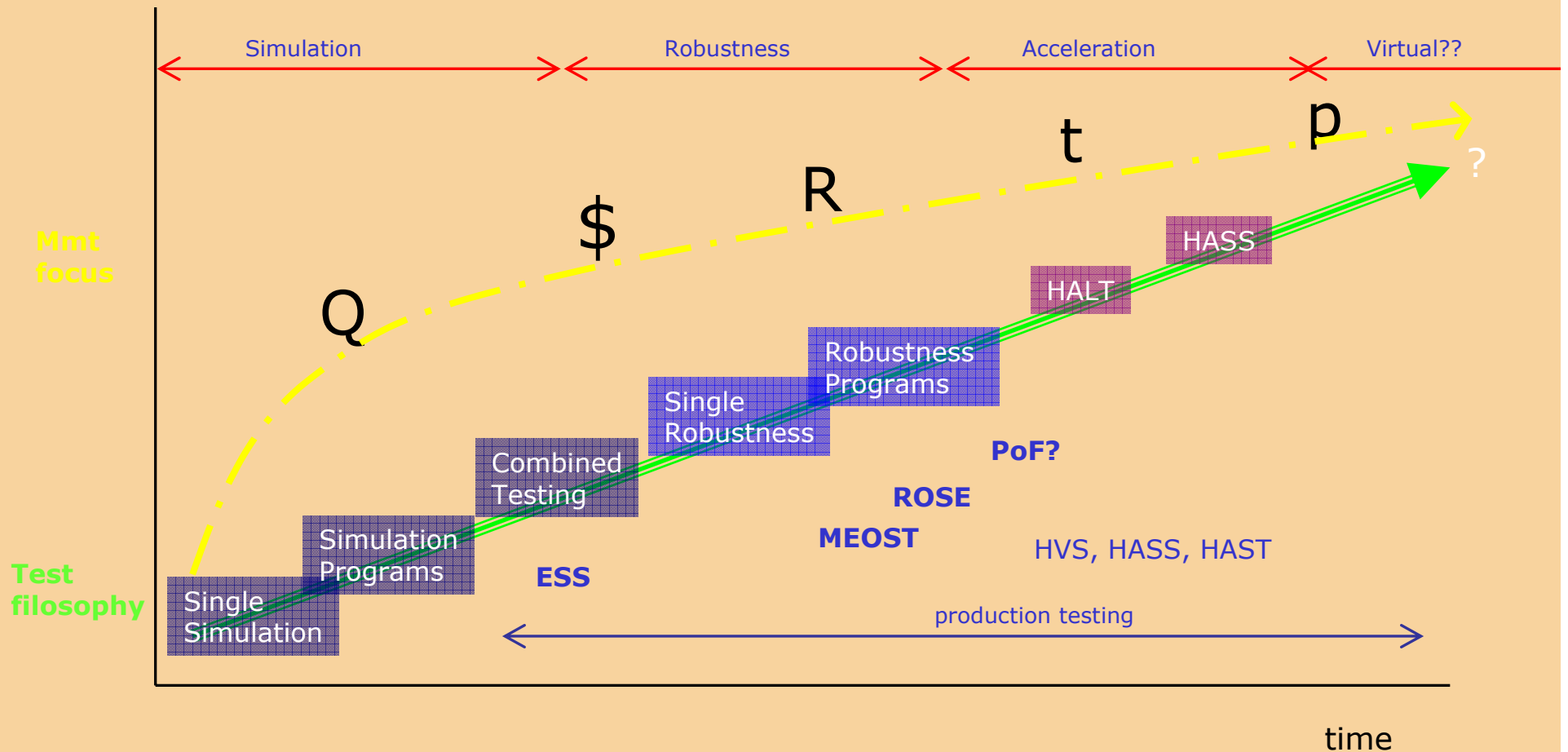
Item	F-mode	F-cause	F-effect Local	F-effect final	
Comp. A	Comp. release	Poor solder joint	Product not working		
Comp. A	Poor solder joint	Inter metallic compound	Comp. release	Product not working	
Comp A	Segregation	To fast cooling in process	Unreliable working products	Customer needs to take action to repair it.	



Hier kun je wat aan doen



# Reliability Roadmap



Base: PLOT members / CEEES / supplier base



**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

?

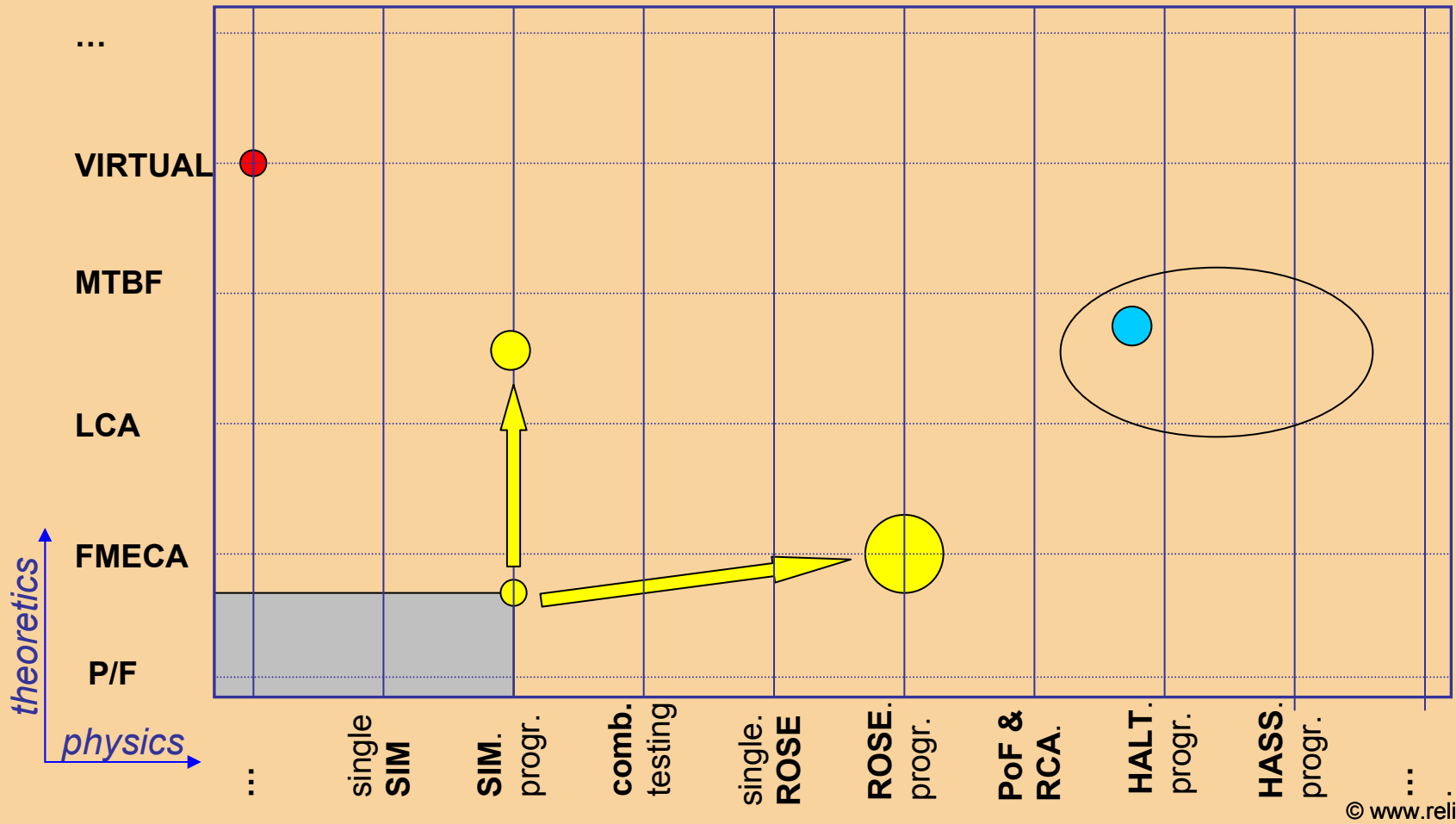
- Failure Hotel  
Test only on the known failure mechanisms.
- Life Cycle Analysis  
Base the test(criteria) on the real world conditions the product will face. Eventually with a safety margin.
- Fix all  
No base quality levels, but intention to fix all failures.  
Trade off and impact analysis per observed failure.
- Virtual testing / Zero verification  
Based on simulation and modelling confidence on end quality
- Quality Supply Chain  
Base the end result on the sum of all part verifications.  
Determine the quality erosion



Sony Ericsson

**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

# Reliability Maturity Model



© www.reliability-test.nl



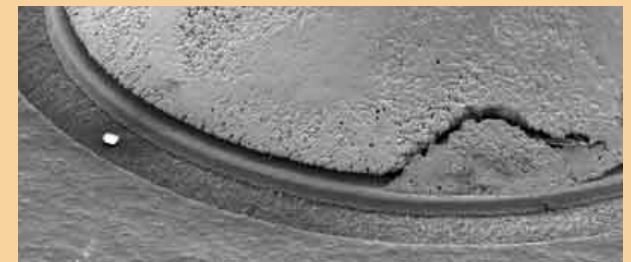
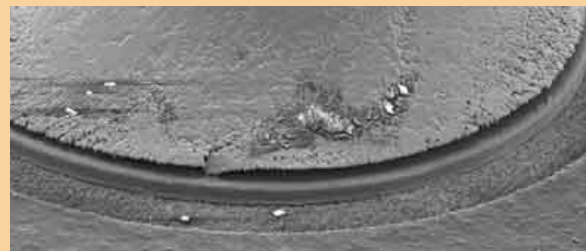
**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**

# Consequenties voor test - filosofie

TEST FILOSOFIE	Simulatie testen (bekend)	Robuustheids testen MEOST/ROSE (bekend)	HALT en HASS testen (nieuw)
Loodhoudend solderen (bekend)	<b>Basis voor alle huidige ervaringen</b>	Reeds toegepast en ervaringen bekend (nivobepaling)	Weinig toegepast op loodhoudend soldeer of weinig ervaring hiermee.
Loodvrij solderen (nieuw)	Vindt plaats, maar nemen (meer) tijd in beslag door langer en meer testen	<b>Levert tijdwinst op, gebaseerd op bekende technieken en ervaringen</b>	<b>Levert tijdwinst op, faalmechanismes dienen kritisch beschouwd te worden.</b>

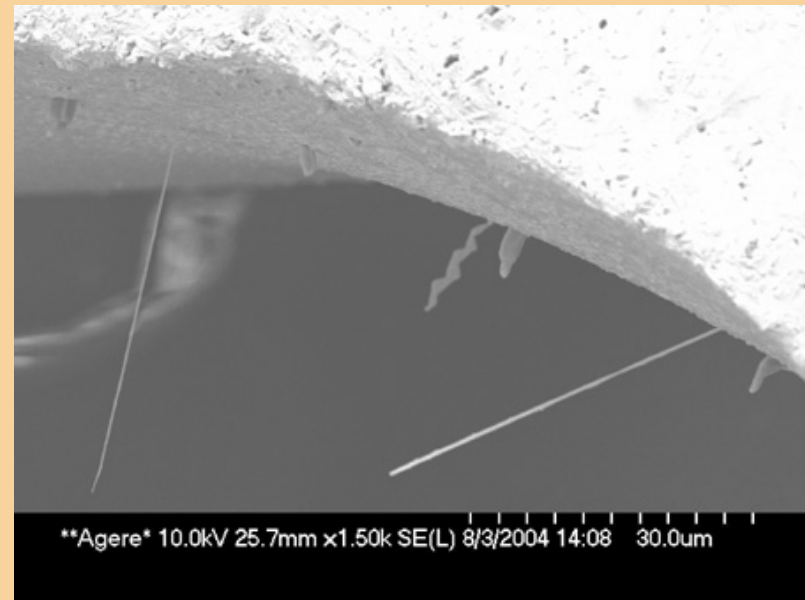
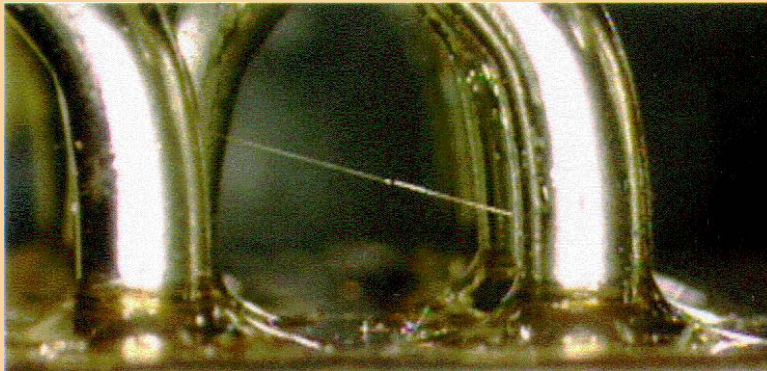
# Failures and tests

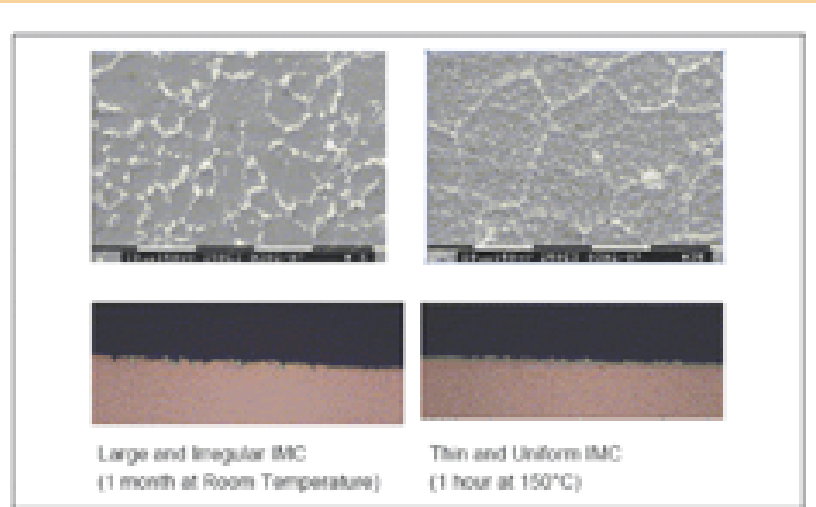
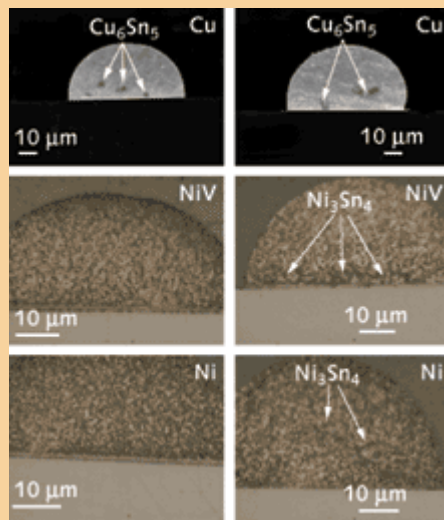
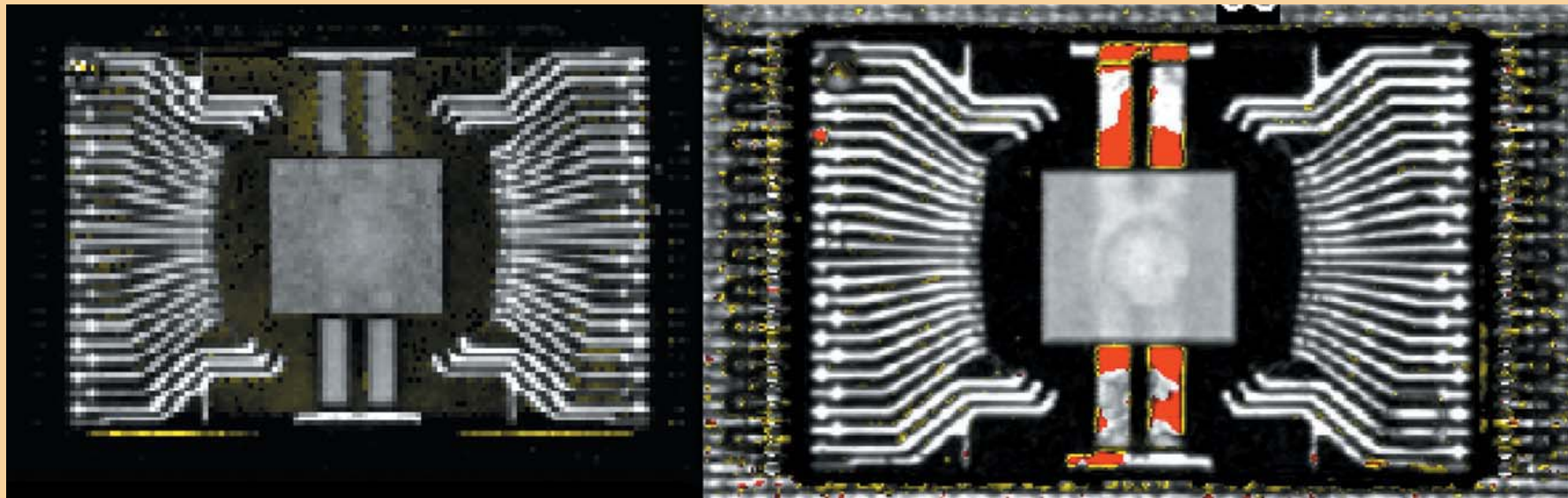
FAILURE AND TESTS	85-85 test	High temp.	Low temp.	Damp heat cyclic	Thermal shock (ca. 150x)	Thermal shock (>600x)	Sine vibration test	Random vibration	High temp vibration	Drop and shock	Visual evaluation	Dye and pry	X-ray
Tin whiskers	x			x							x		
Component damage (higher reflow temp.)	x	x			x	x			x	x			
Purity copper layer	x												
Inter Metallic Compound layer						x			x	x			
Poor fixation force							x		x	x			
Internal crazes						x						x	
Cracks						x	x	x	x	x		x	x
Delamination	x	x			x								
Electromigration	x			x									
Less ductile connection (brittle)					x	x				x			
Tin plague			x		x	x							



# Consequenties voor testen

- Minder ervaring (b.v. >40 vs 4 jaar)
- Meer testen (b.v. bekende testen opnieuw)
- Langer testen (b.v. ipv 150, 640 thermal shocks)
- Hogere nivo's testen (b.v. 150°C)
- Monitoring (b.v. visuele inspectie)
- Nieuwe test methodes
  - (b.v. MEOST, HALT)
- Tijdsdruk

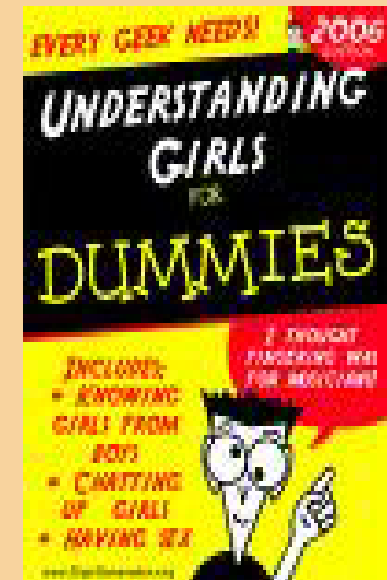




# Tenslotte

- 1. ken de faalmechanismen**
  - analyses, FMECA
- 2. ontwerp navenant en integrale aanpak**
  - spanningsvrij ontwerpen (bros)
  - goede selectie soldeer/process, tuning
- 3. volledig testen en nivo's vergelijken**
  - faalorzaken zichtbaar maken
  - ROSE, MEOST, HALT
- 4. volgen van veldreturns**
  - ervaringen opbouwen, feedback design en proces
- 5. volgen van ontwikkelingen en onderzoeken**
  - database van analyse en testen
  - seminars

Inzicht en begrip verkrijgen en  
proactief vertalen in reliability  
e05 concurrentievoordeel!





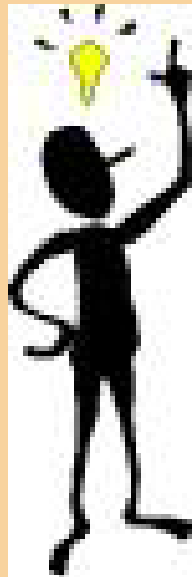
“Wij wisten het niet”



Zij wel . . .



U ook?



*Dank U wel en succes bij het verdere seminar!*

meer informatie: [www.plot.nl](http://www.plot.nl)  
[www.reliability-test.nl](http://www.reliability-test.nl)

[www.loodvrijsolderen.nl](http://www.loodvrijsolderen.nl)



**Betrouwbaarheid van loodvrije soldeerverbindingen**