



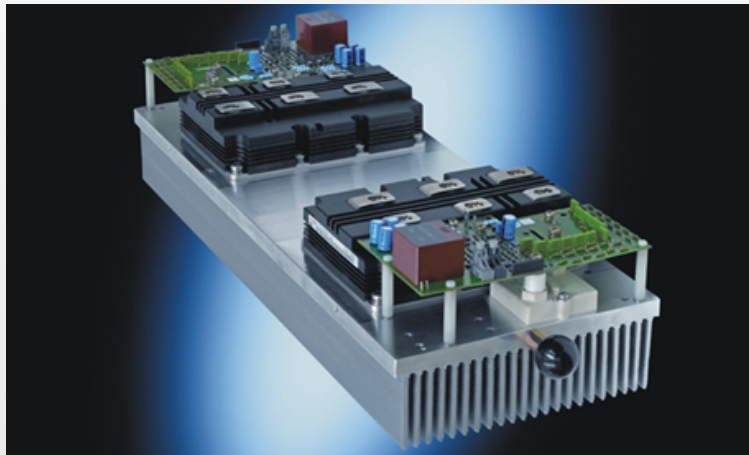
Technologieentwicklung und Qualifizierung von Aluminium-Elektrolytkondensatoren für den Pin-in-Paste-Prozess

Ergebnisse des Projektes ElkoTech

Dresden, 24. April 2015

- Motivation
- Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen
- Technologische Anforderungen
- Versuchsmatrix und Vorbereitung der Experimente
- Ergebnisse nach der Fertigung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Ergebnisse nach 1.000 T-Zyklen
- Ausblick

- Aluminium-Elektrolytkondensatoren (Alu-Elko) sind wesentliche Bauelemente zur Herstellung von...
 - Beispielsweise: Umrichter, Antriebssteuerungen, High-End Audioproducte
- Realisierung hoher Kapazitäten durch Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren
 - Umsetzung: Kondensator-Batterie



Umrichter (Quelle: Siemens)

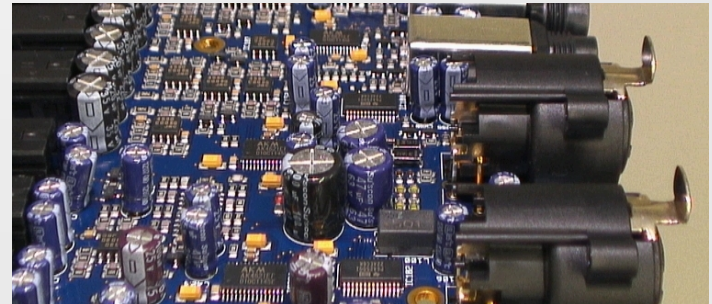


Endstufe (Quelle: Abacus)

- Kondensator-Batterien bilden großvolumigen Verbund mit hoher thermischer Masse
 - Üblicherweise durch Wellen-, Selektiv- oder Handlötverfahren kontaktiert
- Weitere aktive und passive Bauelemente befinden sich auf einer Baugruppe
 - Alles zusammen soll mit SMT-Standard-Prozessen in wenigen Schritten kostengünstig und zuverlässig prozessiert werden!



Elko-Batterie (Projekt TDMA)



Reale Baugruppe mit verschiedenen thermischen Massen (© IMM Elektronik GmbH)

Verbundprojekt im Rahmen der SAB FuE-Verbundprojektförderung mit den Partnern

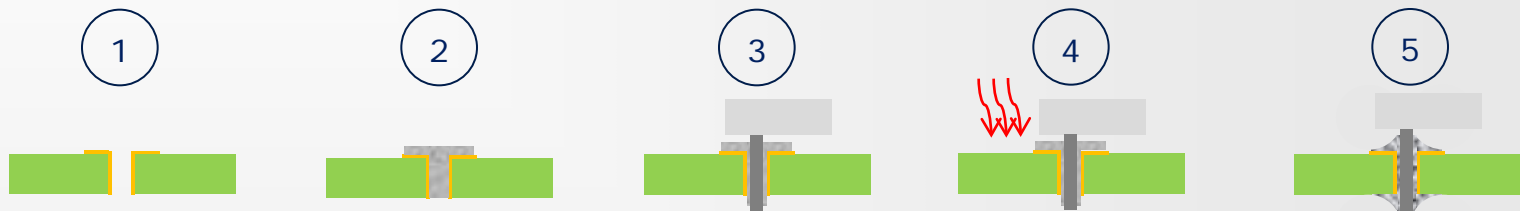


Laufzeit: 01.01.2013 – 30.06.2014

Projektträger: Sächsische Aufbaubank

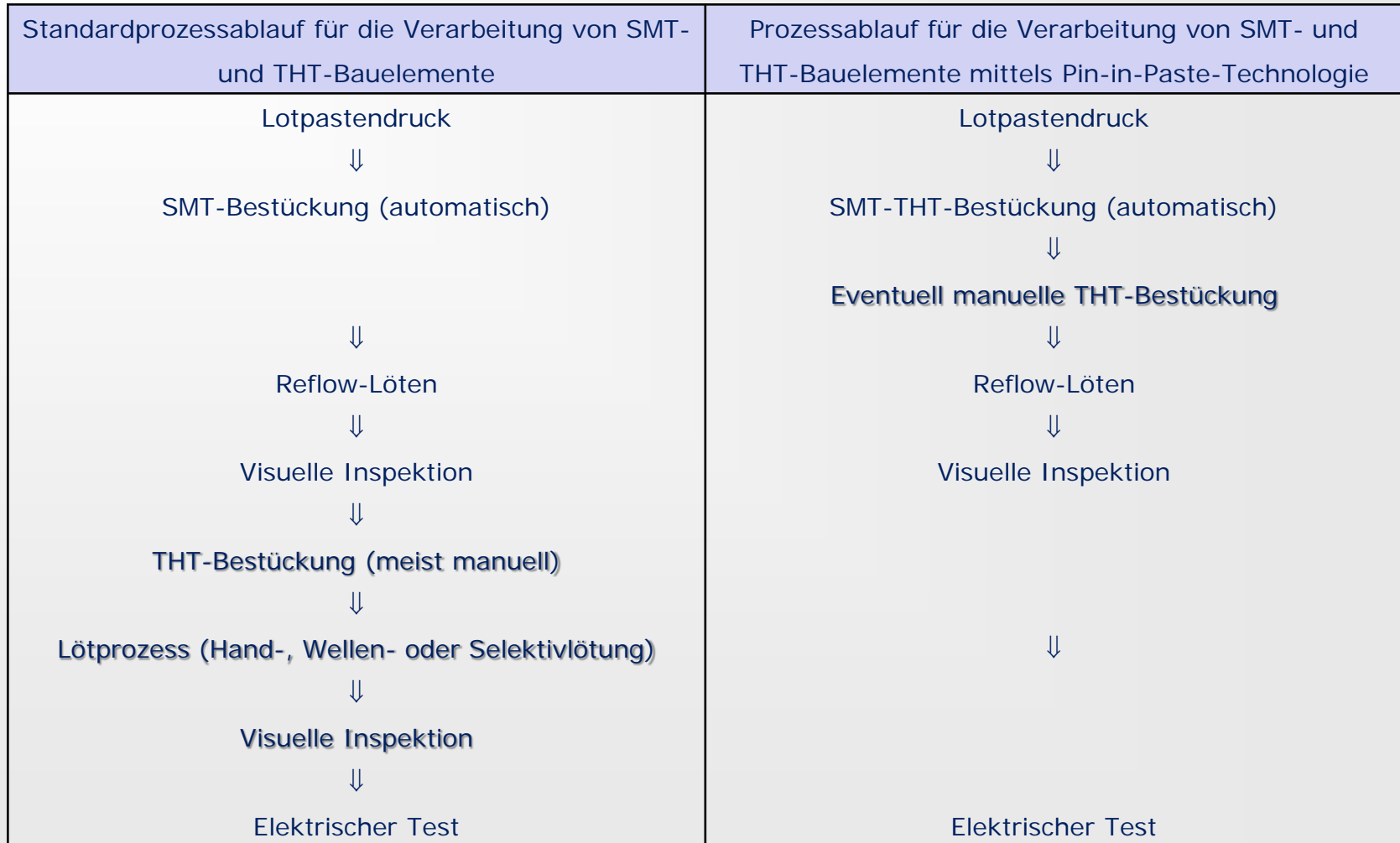
- Motivation
- Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen
- Technologische Anforderungen
- Versuchsmatrix und Vorbereitung der Experimente
- Ergebnisse nach der Fertigung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Ergebnisse nach 1.000 T-Zyklen
- Ausblick

- Das Ziel von Pin-in-Paste ist es...
 - Prozessierung von Durchsteckbauelementen mit Reflow-Lötverfahren



- Bisher hauptsächlich an Steckverbindern erprobt mit punktuellen Erfolgen
- Als Prozessdemonstrator sind Alu-Elkos ausgesprochen gut geeignet, weil...
 - Hohe Anforderungen an den Lötprozess
 - Hohe thermische Belastung für das Bauelement während des Prozesses
 - Sowie hohe thermische Belastung für die gesamte Baugruppe

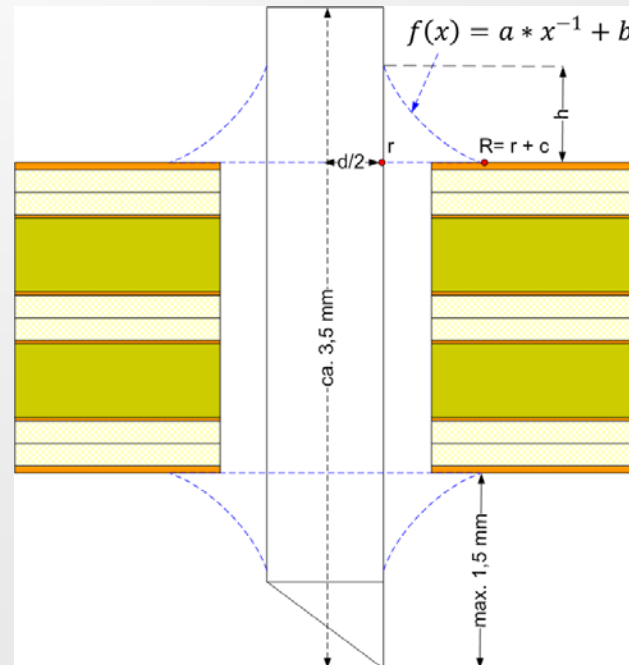
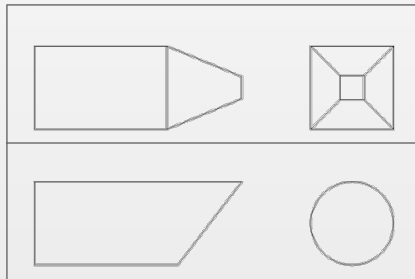
Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen



- Motivation
- Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen
- Technologische Anforderungen
- Versuchsmatrix und Vorbereitung der Experimente
- Ergebnisse nach der Fertigung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Ergebnisse nach 1.000 T-Zyklen
- Ausblick

- Temperaturbeständigkeit der Komponenten
 - THT-Bauelemente
 - SMD-Bauelemente sowie Leiterplatte
- Reflow-Tauglichkeit der THT-Bauelemente
 - Korrekte Pin-Länge
 - Pin-Toleranzen
 - Pin-Design
- Bohrungsdurchmesser
- Optimales Lotpasten-Volumen / Druckmaskengestaltung
- Stand-Off beim Lötén
- Maschinelle Bestückbarkeit

Die Pins



Lotpastenoptimierung:

Die Literatur-Empfehlung...

$$V_{Lot} = V_{DK} - V_{Pin} + 2 * V_{Lotkegel}$$

mit Lotkegel = Kegelstumpf

Berechnung Lotkegel für $f(x)$...

$$V_{Lotkegel} = 2\pi \int_r^R x * f(x) dx$$

$$V_{Lotkegel} = 2\pi * \left[\frac{c * d * h}{4} \right]$$

Einsparungspotential für den Lotkegel
im Vergleich zum Kegelstumpf:

29% (\varnothing 0,8mm)
36% (\varnothing 0,6 mm)

Quelle:

DEK (2003): "Pin-in-Paste: 10 goldene Regeln"
Lindoff, A. (2004): "Pin-in-Paste"
Landrock, C. (2013): "Löten von bedrahteten
Baulementen im Reflowprozess"

- Motivation
- Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen
- Technologische Anforderungen
- Versuchsmatrix und Vorbereitung der Experimente
- Ergebnisse nach der Fertigung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Ergebnisse nach 1.000 T-Zyklen
- Zusammenfassung

- Auswahl von Alu-Elkos
 - 7 verschiedene Typen
 - \varnothing : 5,5mm – 18,0mm
 - h: 10,0mm – 36,5mm
 - C: 47 μ F – 3.500 μ F
 - U_L : 6,3V – 450V
- Testboards – 6-fach-Multilayer
 - Basismaterialien FR4 und High-Tg
- Lotpasten und Lötprofile

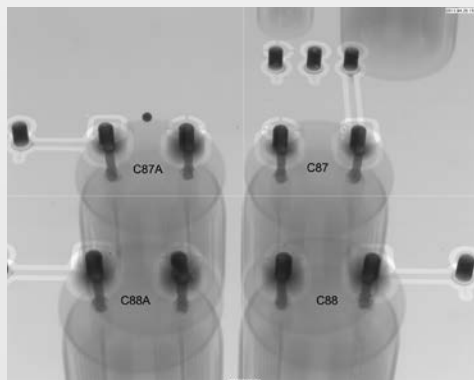
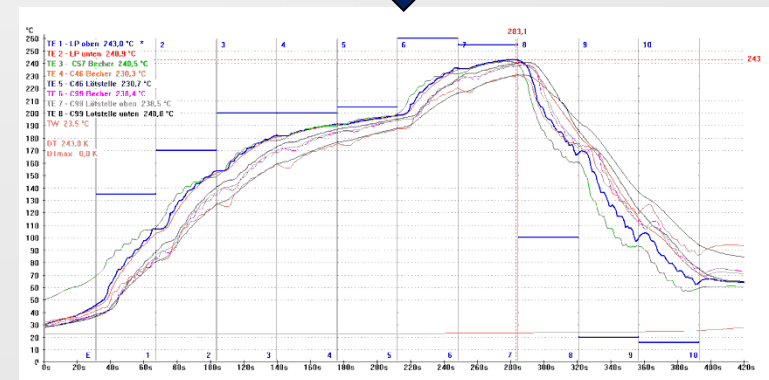
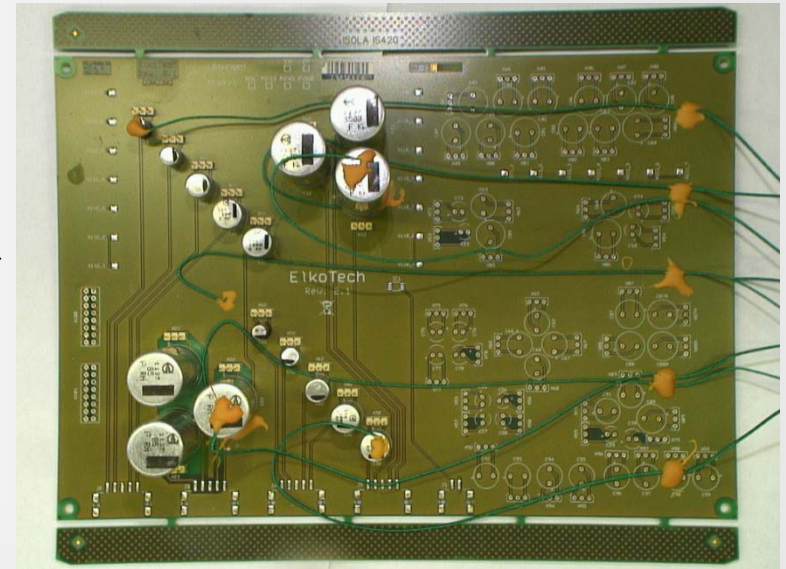
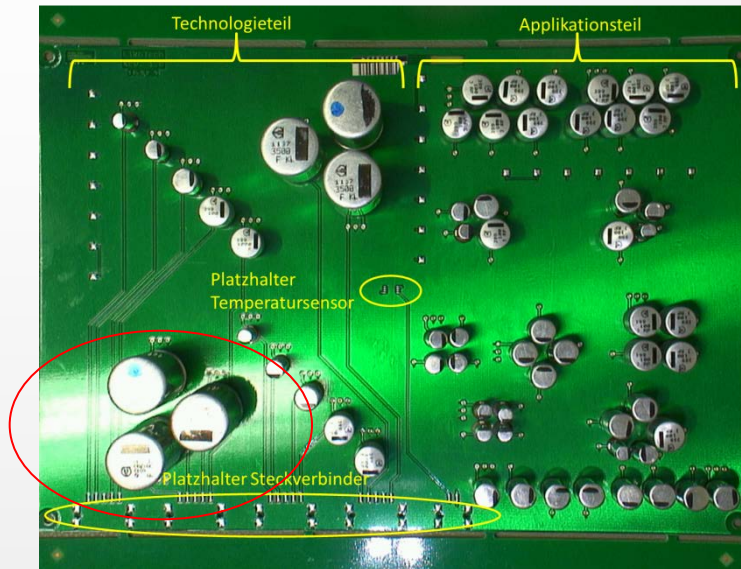
1. Stannol TSC305Bi4	→	NSL-Profil
2. Senju M705 GRN 360 K1 V	→	P245 PPT (ohne #1 und #2)
3. Stannol TSC305 89-3	→	P260 PPT
- Anzahl von Reflow-Durchläufen
 - 1x oder 2x

#	Typ	Abmessungen [mm]	Drahtdurchmesser [mm]	Raster [mm]
1	EKL 3500 μ F/35V	\varnothing 18,0 x 36,5	0,8	7,5
2	ERH 85 μ F/450V	\varnothing 18,0 x 36,5	0,8	7,5
3	ERF 1000 μ F/6,3V	\varnothing 10,0 x 12,5	0,6	5,0
4	ERF 100 μ F/63V	\varnothing 10,0 x 12,5	0,6	5,0
5	ERY 47 μ F/25V	\varnothing 5,5 x 12,0	0,6	2,5
6	ERY 100 μ F/25V	\varnothing 8,7 x 12,7	0,6	5,0
7	ERY 100 μ F/25V	\varnothing 6,8 x 12,5	0,6	2,5

Untersuchung von insgesamt 12 verschiedenen Versuchspunkten á 3 Testboards

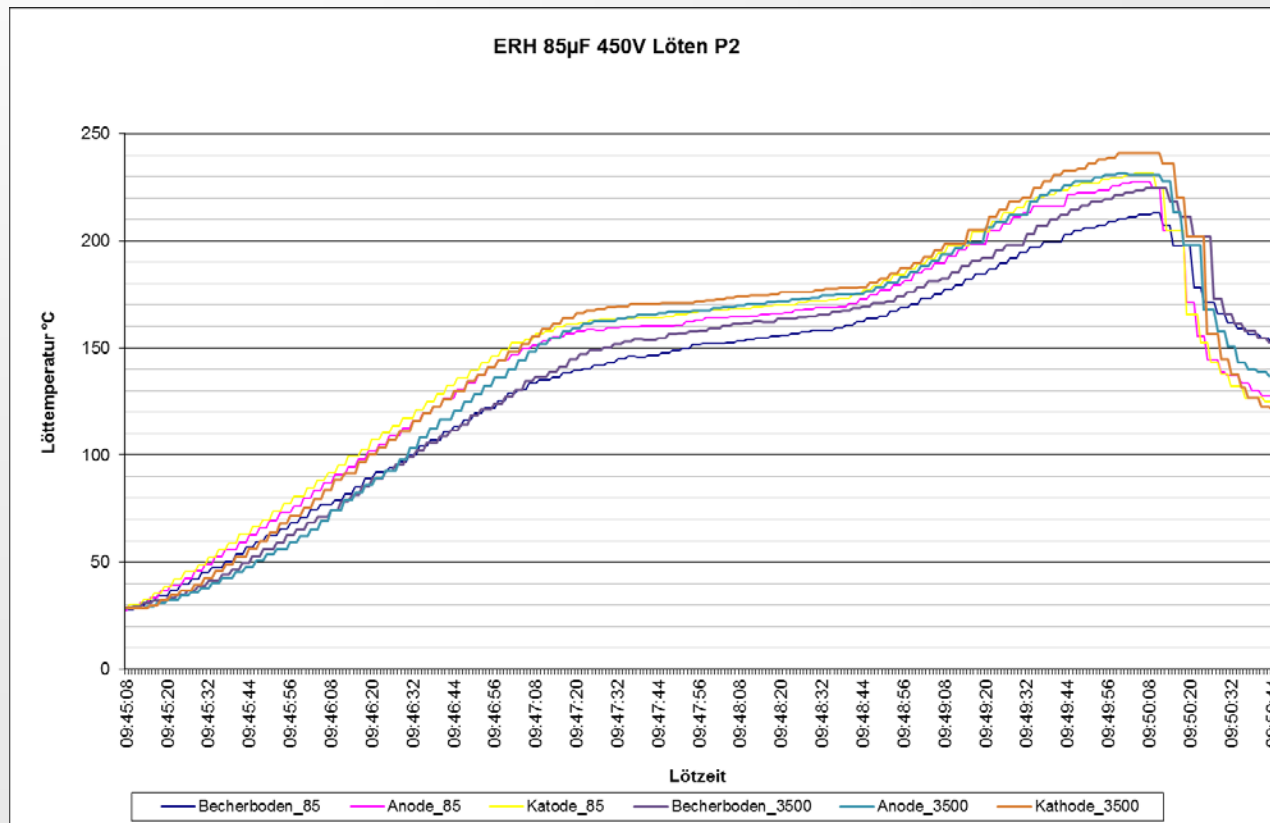
24.04.2015

Folie 13



	NSL		P245 PPT (nur kleine Elkos!)		P260 PPT	
	Stannol TSC305 Bi4		Senju M705 GRN 360 K1 V		Stannol TSC305 89-3	
	T oben	T unten	T oben	T unten	T oben	T unten
Z1	170	170	135	135	135	135
Z2	220	220	170	170	175	175
Z3	220	220	200	200	200	200
Z4	215	215	200	200	200	200
Z5	225	225	205	205	230	230
Z6	280	280	260	260	280	280
Z7	260	260	255	255	275	275
Z8	100	100	100	100	100	100
Z9	20	20	20	20	120	20
Z10	16	16	16	16	16	16
V	45 cm/min		58 cm/min		52 cm/min	

- Alu-Elko Typ 85µF 450V (Ø 16,5mm H 36,5mm) ist mit „normalem“ Reflow-Verfahren nicht bzw. schwer lötbar
- Große T-Differenzen zwischen Anode und Kathode (10K bis 15K) erhöhen den Schwierigkeitsgrad



- Nutzung der Seho Maxi Reflow HP mit selektiven Heizstrahlern beim FAPS in Nürnberg
- 4 erfolgreiche Experimente
 - Sehr gute Lötbarkeit der großen Elkos
 - Weitere Prozessreserven verfügbar
- Senju M705 GRN 360 K1 V zeigte sehr gute Ergebnisse
- Stannol TSC305 89-3
 - verbrannte Flussmittelreste
 - aber gut gefüllte Lötstellen
- Eine große Delamination auf FR4-Leiterplatte

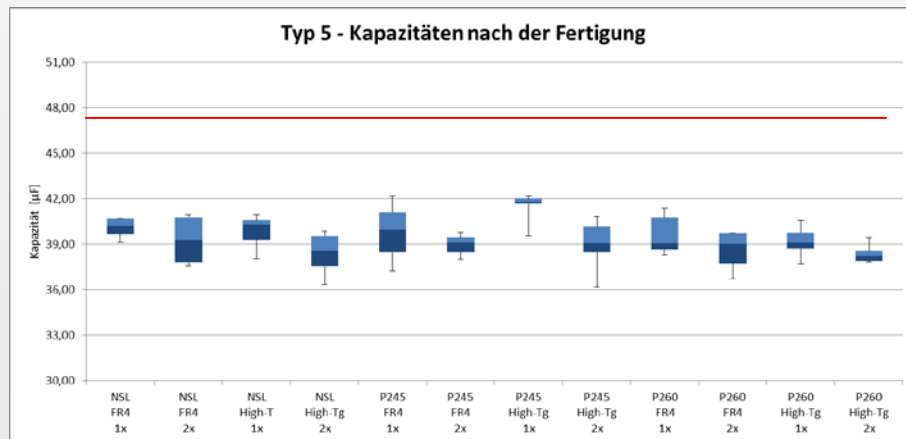


- Motivation
- Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen
- Technologische Anforderungen
- Versuchsmatrix und Vorbereitung der Experimente
- Ergebnisse nach der Fertigung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Ergebnisse nach 1.000 T-Zyklen
- Ausblick

- 100% elektrische Messung aller Cs und R_{via} -Ketten
 - keine elektrischen Ausfälle
 - nur die zwei kleinsten Elko-Typen mit erhöhten C-Verlusten
 - keine Abrisse der R_{via} -Ketten
 - keine Defekte an Stiftleisten oder Steckverbindern
- Radiographie an allen Lötstellen
 - unzureichende Füllung nur bei großvolumigen Alu-Elkos mit Profil P260 PPT

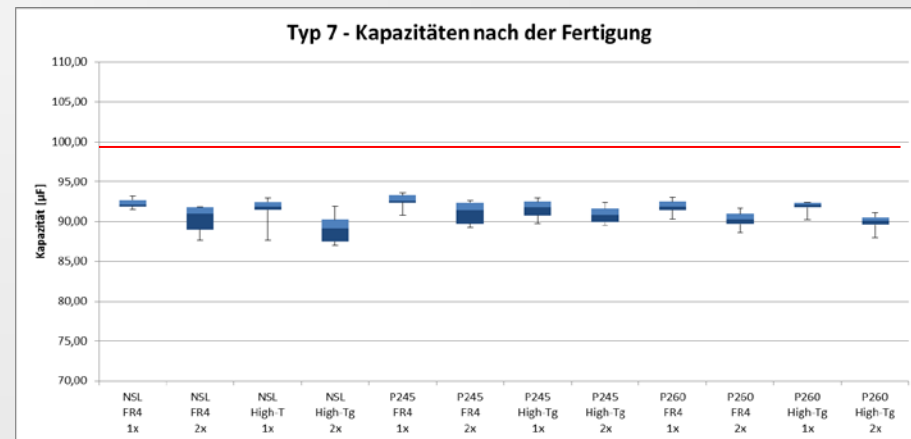
5 (\varnothing 5,5 x 12,0)

C-Verluste: – 12% bis -20%



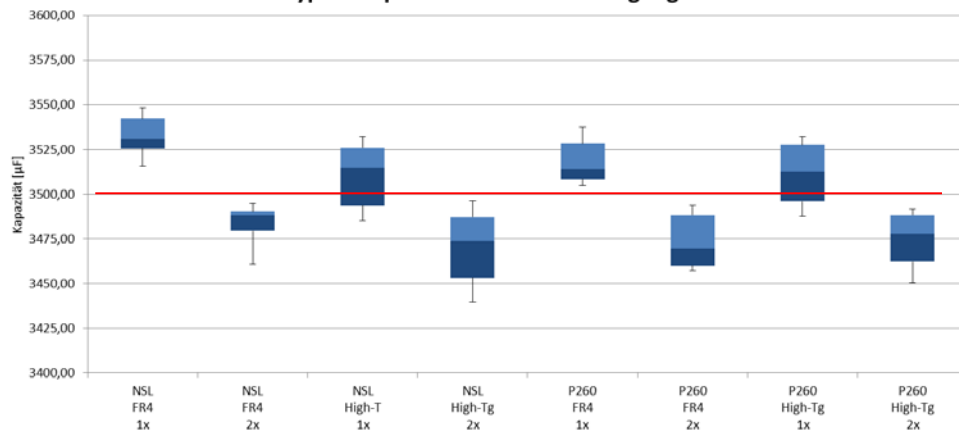
7 (\varnothing 6,8 x 12,5)



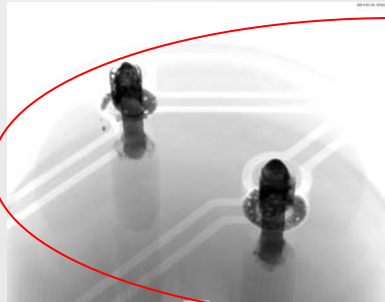
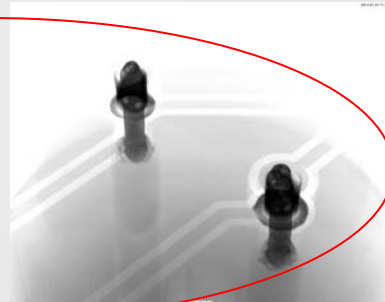
C-Verluste: – 7% bis -11%



1 (18,0 x 36,5)

Typ 1 - Kapazitäten nach der Fertigung



	FR4	High-Tg
	2x Reflow	2x Reflow
NSL		
P260 PPT		

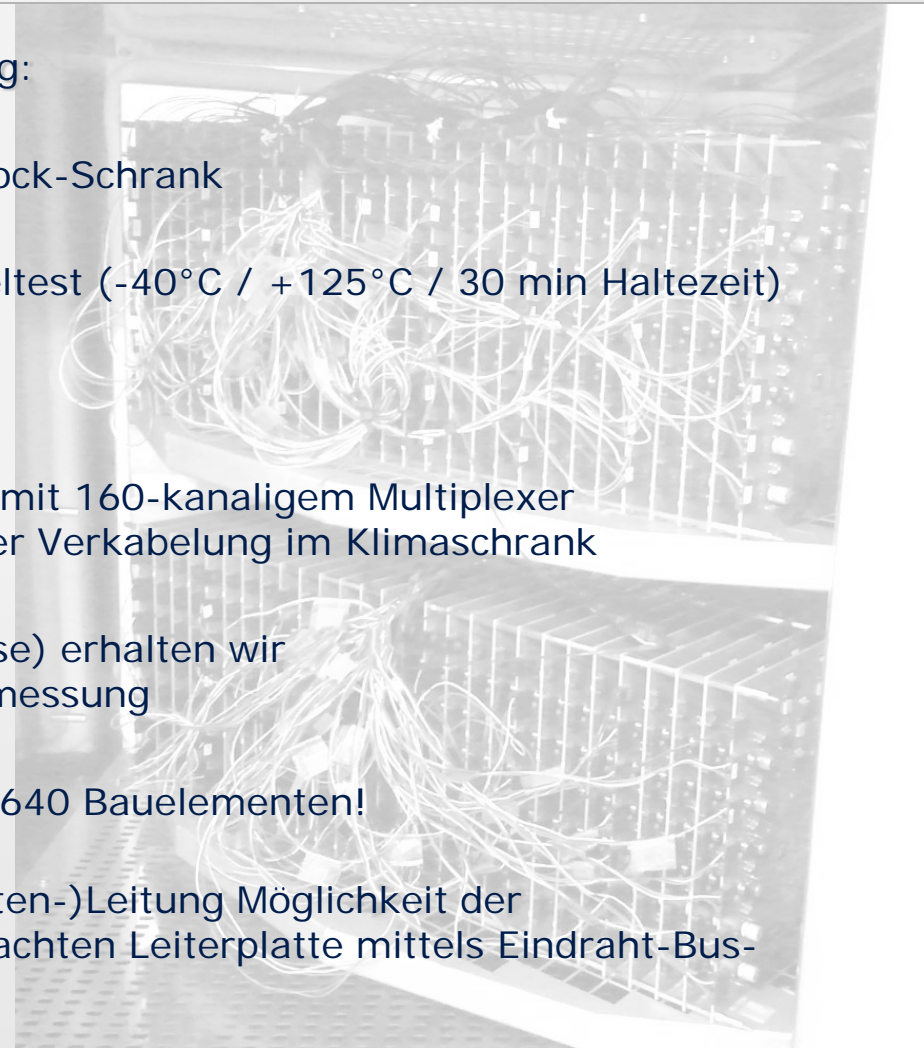
- Motivation
- Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen
- Technologische Anforderungen
- Versuchsmatrix und Vorbereitung der Experimente
- Ergebnisse nach der Fertigung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Ergebnisse nach 1.000 T-Zyklen
- Ausblick

Technische Basis – Beschleunigte Alterung:

- Nutzung des vorhandenen Klima-Schock-Schrank
- Durchführung von Temperaturwechseltest (-40°C / $+125^{\circ}\text{C}$ / 30 min Haltezeit)

Online-Überwachung der Parameter:

- Klima-Schock-Schrank ist verbunden mit 160-kanaligem Multiplexer (Vierdrahttechnik) und entsprechender Verkabelung im Klimaschrank
- Durch Hinzufügen *einer* Leitung (Masse) erhalten wir $160 \times 4 = 640$ 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



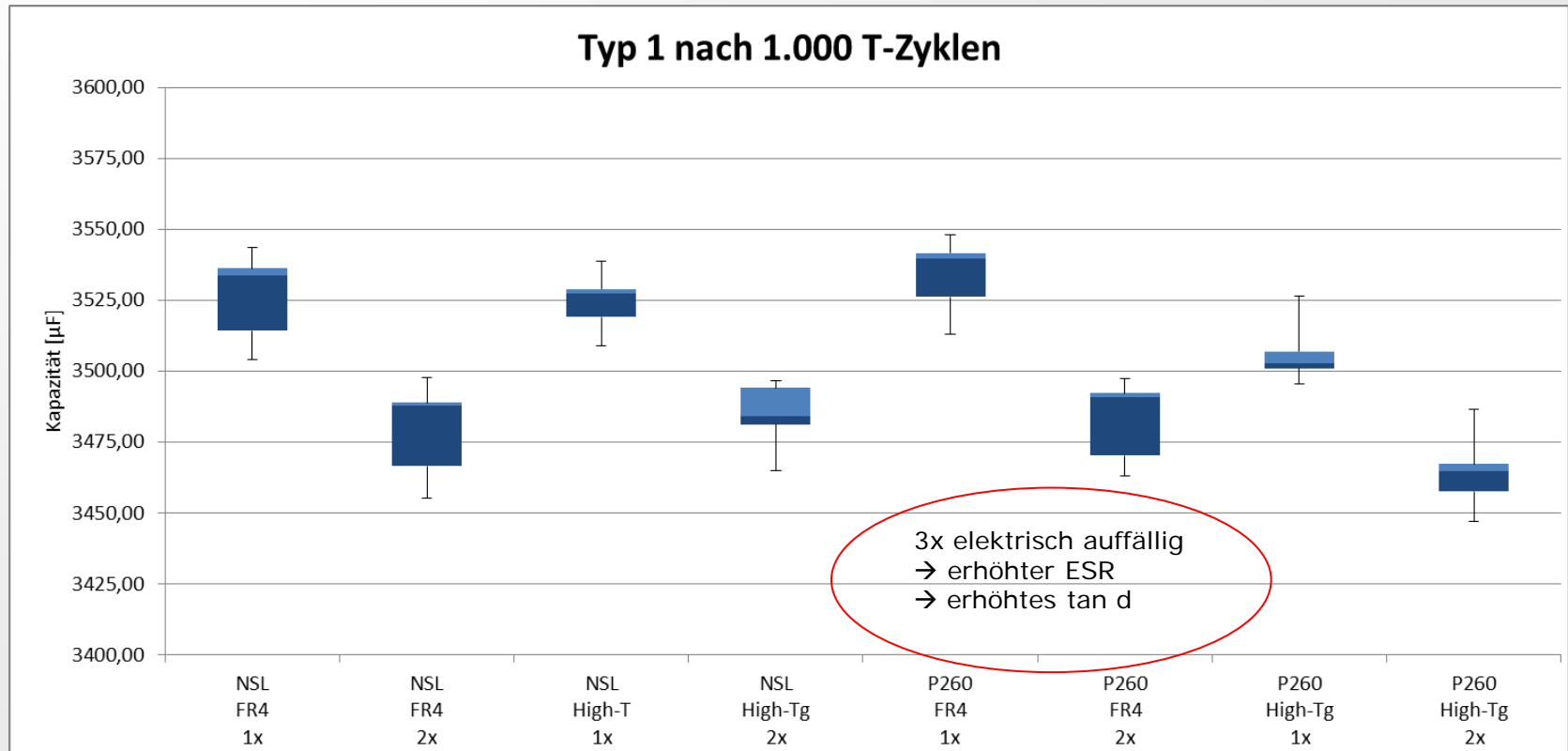
Das Online-Überwachungssystem **TDMA OnliMon**:

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



- Motivation
- Pin-in-Paste – Chancen und Herausforderungen
- Technologische Anforderungen
- Versuchsmatrix und Vorbereitung der Experimente
- Ergebnisse nach der Fertigung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Ergebnisse nach 1.000 T-Zyklen
- Ausblick

- 100% elektrische Messung aller Cs und R_{via} -Ketten
 - keine elektrischen Ausfälle der Cs (OnliMon und Frolyt)
 - Elko Typ 3 – drei Exemplare elektrisch auffällig (ESR & $\tan \delta$)
 - Elko Typ 5 - außerhalb der Spec
 - Elko Typ 7 - Abweichung von 10%-20% zu C_{Nenn}
- 4 Abrisse der R_{via} -Ketten
 - keine Defekte an Stiftleisten oder Steckverbindern
- Radiographie an allen Lötstellen
 - unzureichende Füllung nur bei großvolumigen Alu-Elkos mit Profil P260 PPT
 - Lötstellen sind weiter degradiert

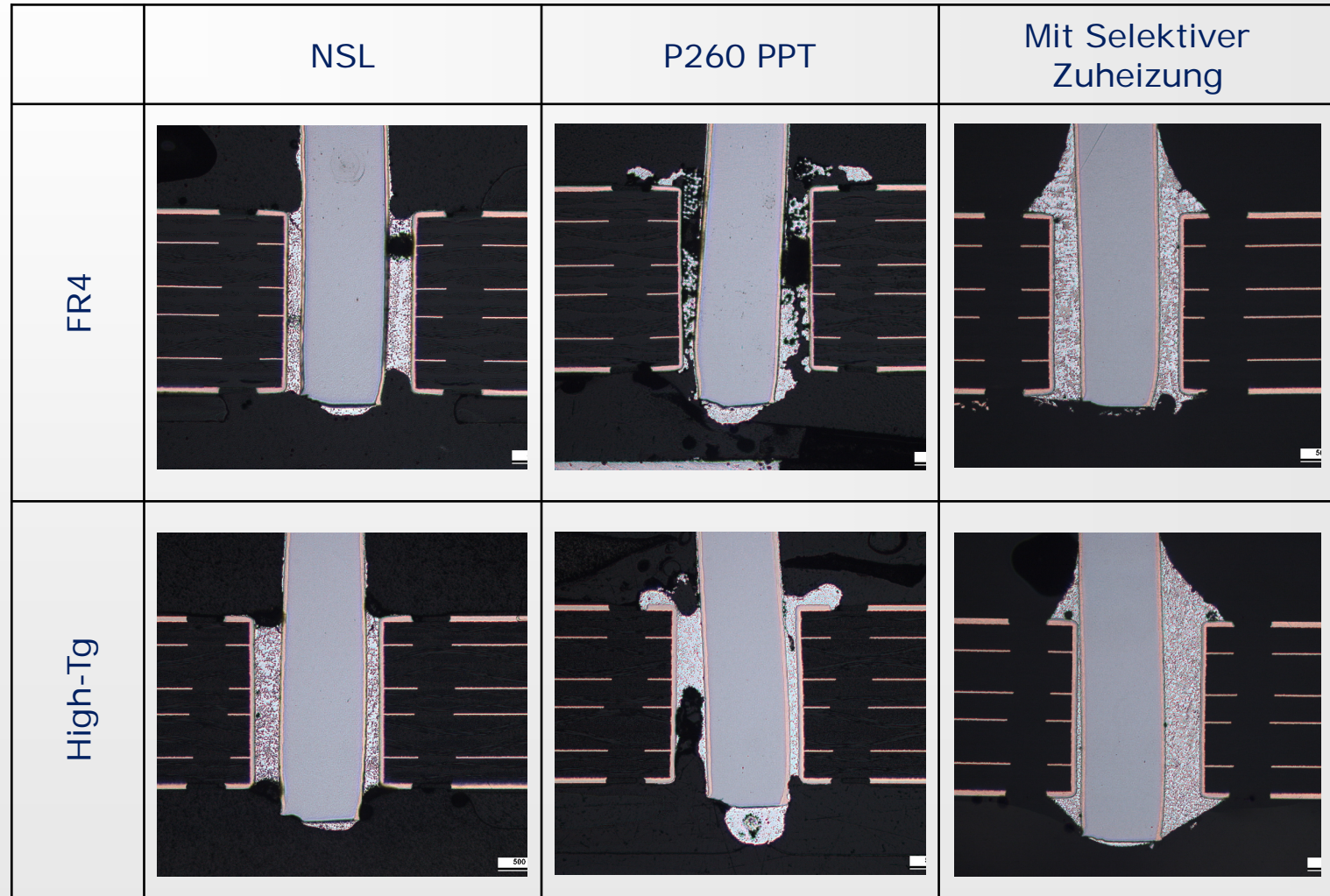


FR4



High-Tg





- Pin-in-Paste für klein- und großvolumige Alu-Elkos ist möglich
- Anpassung zur Wärmebeständigkeit der Alu-Elkos, Pin-Konfektionierung, Leiterplattendesign und Lotpastendruck wurden erfolgreich umgesetzt
- Kleinvolumige Alu-Elkos sind am besten für Pin-in-Paste mit SAC305 geeignet
- Großvolumige Alu-Elkos erfordern nach aktuellen Erkenntnissen NSL für den zuverlässigen Einsatz von Pin-in-Paste
- Experimente für den Einsatz von Pin-in-Paste mit selektiver Zuheizung bei den großvolumigen Alu-Elkos umgesetzt (Zusammenarbeit mit SEHO)
 - sehr gute Lötbarkeit nachgewiesen
 - weitere Reserven im Prozess erkannt
- Automatische Bestückung muss verifiziert werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!