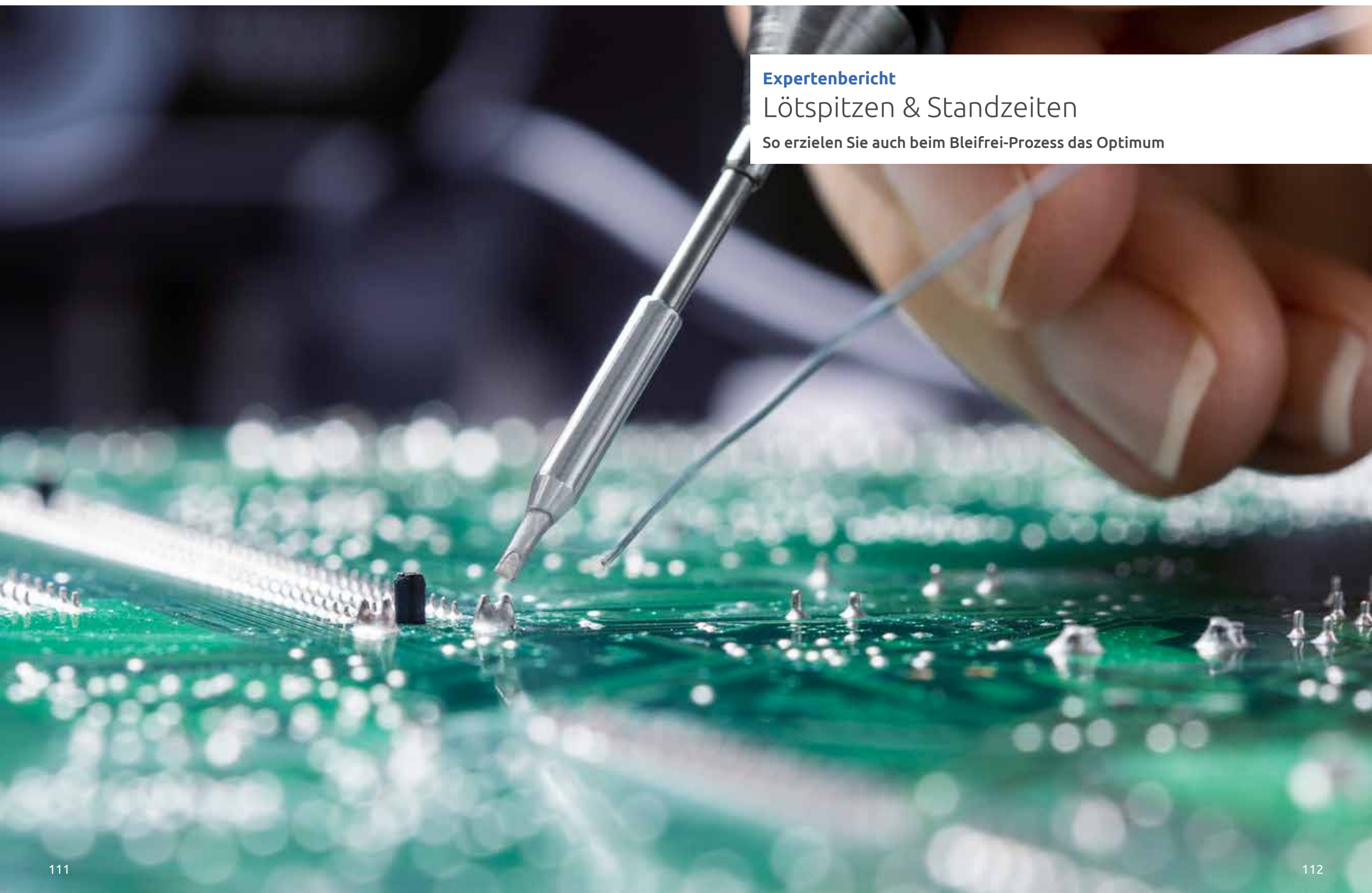


**Expertenbericht**

## Lötpitzen & Standzeiten

So erzielen Sie auch beim Bleifrei-Prozess das Optimum



## Aufbau der Lötspitze

### Kupferkern:

Tellurkupfer, oxidationsreduziertes Material, gut zerspanbar. Verantwortlich für die Wärmeleitfähigkeit der Lötspitze.

### Eisenschicht:

Wird galvanisch aufgetragen. Verantwortlich für die Lebensdauer der Lötspitze. Ablegierraten 40 – 50 Lötzyklen pro  $\mu\text{m}$  Eisen.

### Chromschicht:

Wird galvanisch aufgetragen. Unbenetzbarer Teil der Lötspitze. Verantwortlich für die Begrenzung der Benetzungszone.

### Benetzungszone:

(siehe chromfreie Zone) Verantwortlich für die Lötbarkeit der Lötspitze.

### Bleifreie Vorverzinnung:

Verantwortlich für die Aktivierung der Lötspitze und die Benetzungsfähigkeit im Auslieferungszustand. Die Vorverzinnung kann sowohl galvanisch als auch durch Tauchverzinnung aufgebracht werden.

## Die Benetzungszone der Lötspitze

- Die **Benetzungszone** trägt zur Wärmeübertragung bei.
- Voraussetzung für eine Benetzungszone sind die **intermetallischen Verbindungen** zwischen Eisenschicht (Fe) und dem Zinnanteil (Sn) in der Lotlegierung.
- Beim Auftreten einer intermetallischen Verbindung kann man davon ausgehen, dass die Lötspitze mit der Lotlegierung eine feste Verbindung eingegangen ist und benetzbar ist.
- Die Anzahl der intermetallischen Verbindungen nimmt mit der Temperatur zu und führt zu höherer Korrosionsrate durch das Flussmittel, zu höherer Ablegierrate und höherer Oxidation.

## Abnutzung der Lötspitze

- Der Kupferkern der Lötspitze ist zum Schutz gegen Korrosion durch das Flussmittel und gegen Migration durch die Lotlegierung mit einer Eisenschicht überzogen.
- Durch einen Zinnanteil von über 95% im bleifreien Lot stellt die Ablegierung (Migration) der Eisenschicht ein neu hinzugekommenes Problem für die Lötspitzenstandzeit dar.
- Die Korrosionsrate und die Ablegierrate und somit der Abtrag an der Lötspitze sind abhängig von der Legierung und der Temperatur.
- Mechanische Einflüsse durch kundenspezifische Anwendungen tragen zusätzlich zur Abnutzung bei.
- Durch den Lötprozess wird jede Lötspitze früher oder später abgenutzt sein. D.h., die Eisenschicht ist aufgebraucht und es ist kein Schutz mehr für den schnell korrodierenden Kupferkern vorhanden.
- Die Standzeit der Lötspitze wird somit durch die Eisenschichtdicke bestimmt.
- Bei abgenutzter Eisenschicht hat die Lötspitze ihre maximale Lebensdauer erreicht. Zu erkennen ist dieser Zustand durch eine Lochbildung im Kupferkern.
- Die Abnutzung der Lötspitze lässt sich so in 3 Bereiche aufteilen:
  - chemische Reaktion (Korrosion)
  - metallische Reaktion (Ablegierung)
  - mechanische Belastung
- Die Lötspitze ist ein Verschleißteil. Die Standzeit der Lötspitze kann durch richtige Pflege der Löttemperatur und der richtigen Auswahl des Lötdrahtes deutlich erhöht werden.

Mit der Verwendung von hochwertigem, bleifreiem Lötendraht wird nahezu die Lötspitzenstandzeit von verbleitem Lot wieder erreicht.

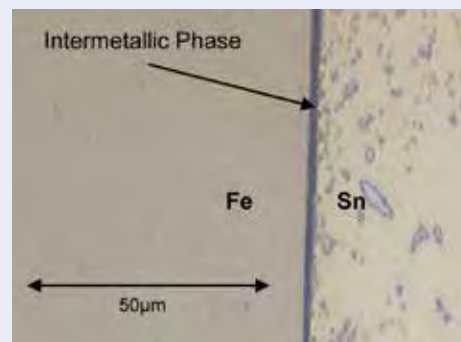
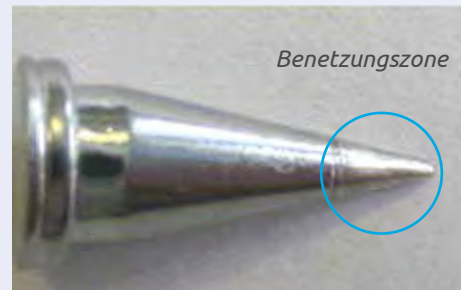
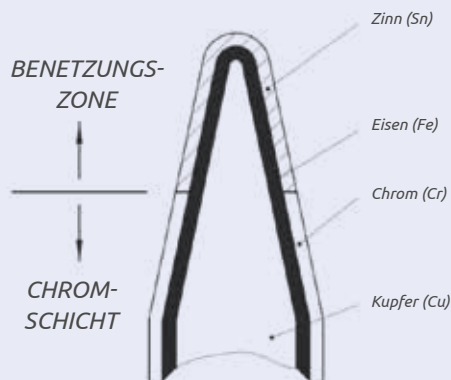


Lötspitze nach 20.000 Lötstellen mit Sn60



Lötspitze nach 10.000 Lötstellen mit Bleifrei SAC

### Aufbau der Lötspitze



Lochbildung Lötspitze



Schliffbild Lötspitze mit Lochbildung

## Oxidation der Lötspitze

- Eine Lötspitze oxidiert unter Sauerstoffatmosphäre und bildet eine Oxidschicht an der Oberfläche.
- Die Oxidschicht ist meist mit dem verwendeten Flussmittel nicht mehr zu durchbrechen und bleibt unbenetzbar.
- Unbenetzbare Lötspitzen haben eine wesentlich schlechtere Wärmeübertragung.
- Das Oxidationsrisiko steigt mit steigender Temperatur ( $450\text{ °C} < 1\text{ min}$ ).
- Eine mit Lötzinn benetzte Lötspitze verhindert die Sauerstoffzufuhr an der Benetzungsfläche und verhindert die Oxidation.
- Das Oxidationsrisiko kann durch eine entsprechende Lötspitzenpflege erheblich reduziert werden. (Temperatur, Reinigung, Stand by-Funktion, Tip-Aktivator).

## Die Eisenschicht der Lötspitze

- Die Eisenschicht wird galvanisch auf den Kupferkern aufgebracht und weist eine Schichtdicke von  $150\text{ }\mu\text{m}$  bis  $400\text{ }\mu\text{m}$  auf, abhängig von der Lötspitzengeometrie.
- Die galvanische Behandlung der Lötspitze stellt einen technisch sehr aufwendigen Prozess bei der Lötspitzenherstellung dar.
- Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Eisenschichtdicke und der Standzeit der Lötspitze.
- Die Eisenschicht hat drei wesentliche Eigenschaften:
  - Schutz vor Verschleiß
  - gute Benetzbarkeit
  - spez. Wärmeleitfähigkeit
 5 mal schlechter als Kupfer. (Nachteil)

## Einfluss der Eisenschicht auf die Lötspitzengeometrie

- Die Eisenschichtdicke ist der Lötspitzengeometrie angepasst.
- Eine dicke Eisenschicht reduziert die Wärmeleitfähigkeit und wirkt sich in besonderem Maße bei feinen, konischen Lötspitzen aus.
- Konische Lötspitzen weisen geometrisch bedingt eine geringere Kupfermasse am vorderen Ende auf, zudem bildet sich innerhalb der Benetzungszone die Eisenschicht zunehmend zu einer reinen Eisenspitze aus.
- Die maximale Eisenschichtdicke bei feinen Lötspitzen ist daher physikalisch begrenzt und beträgt  $< 150\text{ }\mu\text{m}$ . Höhere Eisenschichtdicken schränken die Leistungsfähigkeit der Lötspitze in zu hohem Maß ein.
- Beim Löten mit feinen Spitzen entsteht der Effekt, dass sich Lottropfen auf der Benetzungsfläche nach oben / hinten verteilen. Durch eine angepasste Eisenschichtdicke wird dieser Effekt minimiert.

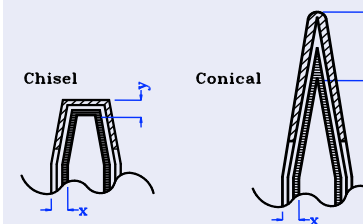
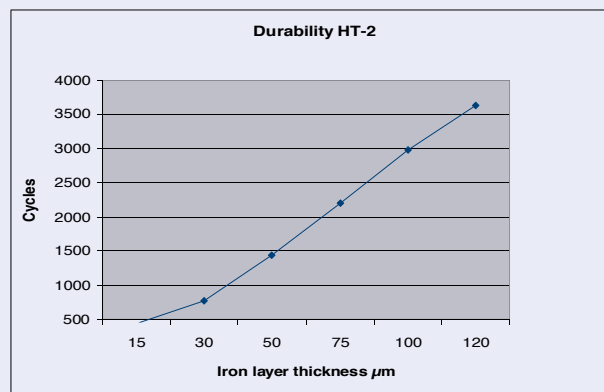
## Einfluss der Temperatur auf die Lötspitzenstandzeit

- Die Lötspitzentemperatur hat einen wesentlichen Einfluss auf die Lötspitzenstandzeit.
- Die Korrosionsrate und die Ablegierrate erhöht sich mit steigender Temperatur sehr stark. Der Verschleiß steigt überproportional.
- Bei einer SC-Legierung verringert sich die Standzeit im Temperaturbereich zwischen  $360\text{ °C}$  und  $410\text{ °C}$  durchschnittlich um **230 Lötstellen / °C (40 %)**

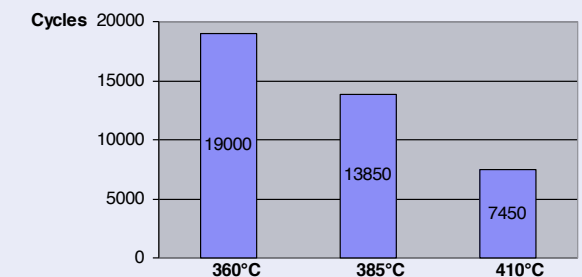
Oxidation der Lötspitze



Lebensdauertest einer Lötspitze mit SnAgCu (SAC) Lotlegierung. Lötspitzentemperatur  $385\text{ °C}$



Cycles at different temperatures with SnCu alloy



## Einfluss der Eisenschicht auf die Leistungsfähigkeit

Mit der Erhöhung der Eisenschichtdicke erhalten wir gleichzeitig eine Reduzierung des Wärmeübertragungsverhaltens. Mit dem Versuch, dies mit einer Temperaturerhöhung zu kompensieren, würde sich die Situation extrem verschlechtern.

Höhere Temperaturen erhöhen die Ablegierung der Lötspitze mit dem zusätzlichen Risiko der Oxidation, welche die Lötspitze unbenetzbar macht.

Niedrige Temperaturen (empfohlen 350 °C – 385 °C) und eine gute Wärmeübertragung sind die Grundvoraussetzung im Umgang mit bleifreiem Lot. Das bedeutet, die Verwendung der größtmöglichen Lötspitzenform und der Einsatz einer Meißelform anstatt einer konischen Form ist zu bevorzugen.

Das verwendete Lötgerät ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil beim Löten mit bleifreiem Lot. Verluste beim Wärmeübertragungsverhalten durch eine höhere Eisenschicht können mit einem leistungsfähigen „silver line“ Lötwerkzeug ausgeglichen werden.

Die patentierten „silver line“ Weller Lötwerkzeuge erfüllen diese Forderungen durch ein optimales Regelverhalten, schnelle Aufheizzeiten und bestmögliche Wärmeübertragung.

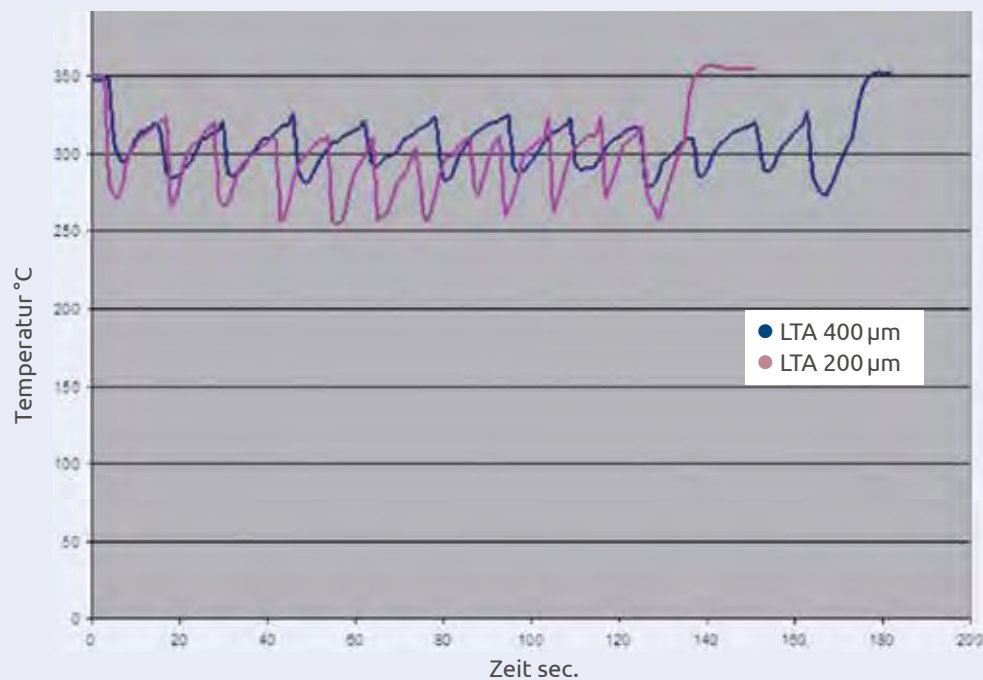
## Hinweise zum Löten:

### So erzielen Sie auch beim Bleifrei-Pozess das Optimum

- *Vermeiden Sie Temperaturerhöhungen* bzw. Löttemperaturen über 385 °C. Der Verschleiß der Lötspitze erhöht sich drastisch, das Flussmittel verbrennt zu schnell und verursacht Flussmittelrückstände auf der Lötspitze. Eine niedrigere Löttemperatur reduziert das Oxidationsrisiko und vermindert das Flussmittelspritzen.
- Mit dem Einsatz von *leistungsfähigen „silver line“ Lötwerkzeugen* von Weller mit optimalem Wärmeübertragungsverhalten können Temperaturerhöhungen vermieden werden.
- Verwendung der *größtmöglichen Lötspitzenform*, um die Wärmeübertragung zu optimieren.
- Anwendung von *Trockenreinigung* hält die Lötspitze besser benetzungsfähig.
- Reinigung der Lötspitze vor dem Lötprozess und nicht nach dem Lötprozess. *Vermeiden Sie trockene, gereinigte Lötspitzen* in der LötKolbenablage, wenn das Lötwerkzeug nicht in Gebrauch ist.
- Verwenden Sie *Funktionen zur Temperaturabsenkung* (Stand by, Auto off, Schaltablage) oder schalten Sie Ihr Lötwerkzeug bei längeren Lötpausen ab.
- *Regelmäßiges Verzinnen der kompletten Benetzungszone* und/oder die Verwendung eines Tip-Aktivators hält die Benetzung der Lötspitze aufrecht.
- Die Lötspitzenstandzeit kann erhöht werden durch mikrolegierte Lote.

### Belastungstest einer Lötspitze mit 200 µm Fe im Vergleich zu 400 µm Fe

Vergleich LTA 200 / LTA 400 Belastungstest



Thomas Fischer

Entwicklungsleiter Weller GmbH