

Das vorliegende Merkblatt ist eine Anleitung zur Erstellung von Reflow-Temperaturprofilen für die Fertigung von Elektronikprodukten. Die Beschreibung wurde exemplarisch für ein Beispiel möglicher Anwendungen aus dem Lötbereich ausgeführt. Neben theoretischen Temperaturprofilvorgaben wird in der Anleitung auf der Basis eines praktischen Beispiels (Produkt und Equipment) die empfohlene Vorgehensweise verdeutlicht.

Inhalt

- 1 Festlegen des theoretischen Temperaturprofils
- 2 Vorbereitung der Temperaturprofilmessungen
 - 2.1 Festlegen der Messstellen
 - 2.2 Thermoelemente, Messequipment
 - 2.3 Präparation
- 3 Durchführung
- 4 Dokumentation

1 Festlegen des theoretischen Temperaturprofils

Das Ziel eines qualifizierten Reflowlötprozesses besteht in der Ausbildung qualitativ hochwertiger, zuverlässiger Lötverbindungen auf Produktniveau. Bei der Prozessführung sind hier neben den Anforderungen für die Ausbildung zuverlässiger Lötstellen (Temperaturen, Finish-Schichten, Legierungen usw.) auch die Vorgaben der Verbindungspartner und die Produktionsanforderungen zu berücksichtigen. Primär sind die Lötwärmebeständigkeit der Bauelemente und Leiterplatten sowie die Vorgaben von Zusatzwerkstoffe und die Taktzeit zu nennen. Fasst man die heraus abzuleitenden physikalischen Grenzen zusammen ergibt sich ein theoretischer Temperaturverlauf entsprechend Bild 1.

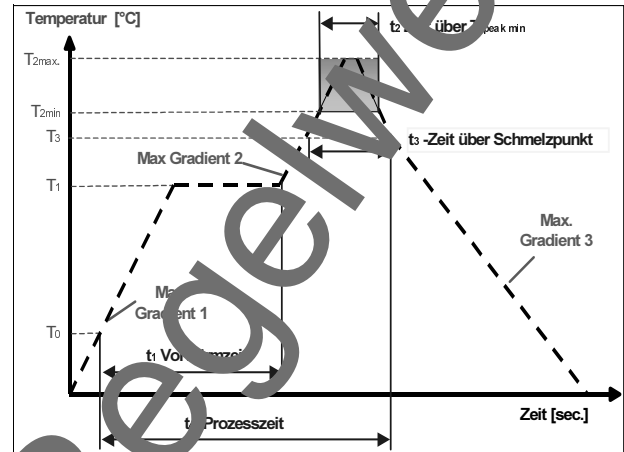
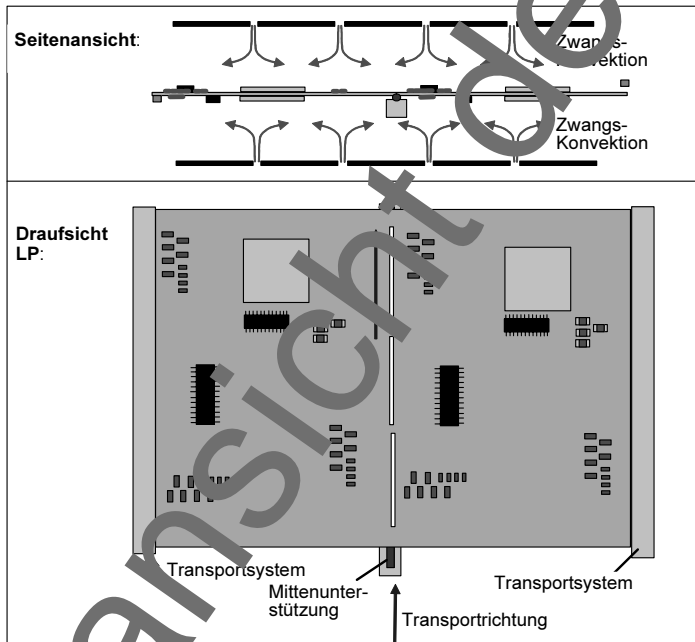


Bild 1 Theoretisches Temperaturprofil.

Die grafische Darstellung in Bild 1 zeigt schematisch den zulässigen Temperaturbereich, der mit dem vorhandenen Reflowequipment auf Produktniveau realisiert werden muss.

Zur endgültigen Festlegung der zulässigen Temperaturhüllkurve auf Produktniveau sind die in Bild 1 aufgezeigten Eckdaten für die jeweilige Anwendung zu definieren. Der Ablauf wird am nachfolgenden Beispiel verdeutlicht.



- **Leiterplatte (LP):**
Doppelseitig, 1,6 mm dick, Doppelnutzen, 4-lagig, FR4, 35 µm Cu, Finish-Schicht NiAu
- **Bauteilspektrum:**
passive Zweipoler bis 0402, P-BGA 256, hochpolige ICs, diverse Steckverbinder, Finish-Schichten: Sn, SnPb, NiPd
- Doppelseitige Bestückung
- Lotpaste: S-Sn63Pb37
- Taktzeitvorgabe: 20 s
- **Reflowlötanlage:**
beheizte Länge 3,0 m; Vorheizung: 4 Zonen je 0,5 m (jeweils oben und unten), Peak 2 Zonen je 0,5 m (oben und unten), 2 Kühlzonen (oben; 2 x 0,5 m)

Bild 2. Beispielprodukt (in Reflowlötanlage dargestellt).

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Bearbeitung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

DVS-Merkblätter und -Richtlinien - Stand 2008-12

Auf der Basis der genannten Anforderungen ergeben sich die in Bild 1 dargestellten Eckdaten für die Hüllkurve wie folgt:

Tabelle 1. Eckdaten der Hüllkurve für Beispielprodukt.

	Erläuterung	Grenzwert	Bemerkung
T_0	Bezugstemperatur zur Festlegung der Prozess-/Vorwärmzeit (Startpunkt oberhalb Raumtemperatur)	50 °C	
Gradient 1	Max. Anstiegsgradient Vorwärmung	3,0 K/s	Vorgabe BGA 256 (lt. Datenblatt)
t_1	Max. Vorwärmzeit	210 s	Empfehlung Lotpaste
T_1	maximale Vorwärmtemperatur	160 °C	Empfehlung Lotpaste
Gradient 2	Max. Anstiegsgradient Peak	3,0 K/s	Vorgabe BGA 256 (lt. Datenblatt)
t_{2min}	Min. Zeit über Tpeak min	10 s	Erfahrungswert
T_{2min}	Min. Peaktemperatur	210 °C	Erfahrungswert für NiPd Bauelemente
T_{2max}	Max. Peaktemperatur	240 °C	Vorgabe BGA 256 (lt. Datenblatt)
Gradient 3	Max. Abkühlgradient	3,0 K/s	Vorgabe lt. Bauelement-Datenblatt
t_{3min}	Min. Zeit über Schmelztemperatur	30 s	Erfahrungswert
t_{3max}	Max. Zeit über Schmelztemperatur	90 s	Vorgabe lt. Bauelement-Datenblatt und Empfehlung Lotpaste
T_3	Schmelztemperatur	183 °C	Legierung (bleihaltige Lotpaste)
t_{4max}	Prozesszeit [Zeit von Erreichen T_0 bis Unterschreiten T_3 (nach Peak)]	6 min	Erfahrungswert und Vorgabe Lotpaste

Unter Beachtung der Taktzeitvorgaben in der Fertigung ergibt sich die minimale Transportgeschwindigkeit wie folgt:

Taktzeitvorgabe: ≤ 20 s (entspricht 3 Baugruppen/min)
 LP-Länge: 160 mm
 Abstand zwischen Leiterplatten: 40 mm
 Gesamtlänge LP+ Abstand): 200 mm

Berechnung $V_{Transport}$:
 $3 \text{ Baugruppen/min} \times 200 \text{ mm} = V_{Transport} = 600 \text{ mm/min}$

Somit ergibt sich die max. Vorwärmzeit für den angegebenen Flowofen mit ca. 200 s.

Fasst man die Eckdaten für das Beispielprodukt zusammen, gibt sich die in Bild 3 dargestellte Hüllkurve (max. theoretischer Arbeitsbereich). Die Grenzwerte der zulässigen Temperaturgradienten sind einzuhalten (das betrifft Bauelemente, Leiterplatten und Lotpasten).

2 Vorbereitung der Temperaturprofilmessungen

Zur Erstellung von Temperaturprofilen ist die Präparation (Bestückung) der Baugruppen mit geeigneten Thermoelementen erforderlich. Hierfür ist zunächst die Auswahl geeigneter Messstellen notwendig.

2.1 Festlegen der Messstellen

2.1.1 Theoretische Betrachtung

Bei der Auswahl der Messstellen sind nachfolgend aufgeführte Kriterien zu berücksichtigen:

- bei Anlagenausstattung mit Unterheizung Anordnung der Thermoelemente auf Ober- und Unterseite der Baugruppe (Gefahr der Überhitzung auf der LP-Unterseite durch Unterheizung)

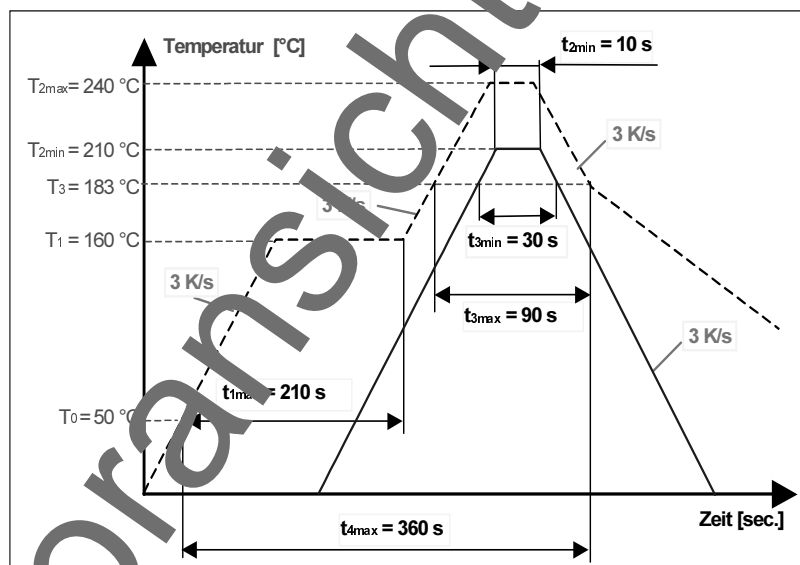


Bild 3. Theoretische Hüllkurve für das angegebene Beispiel.