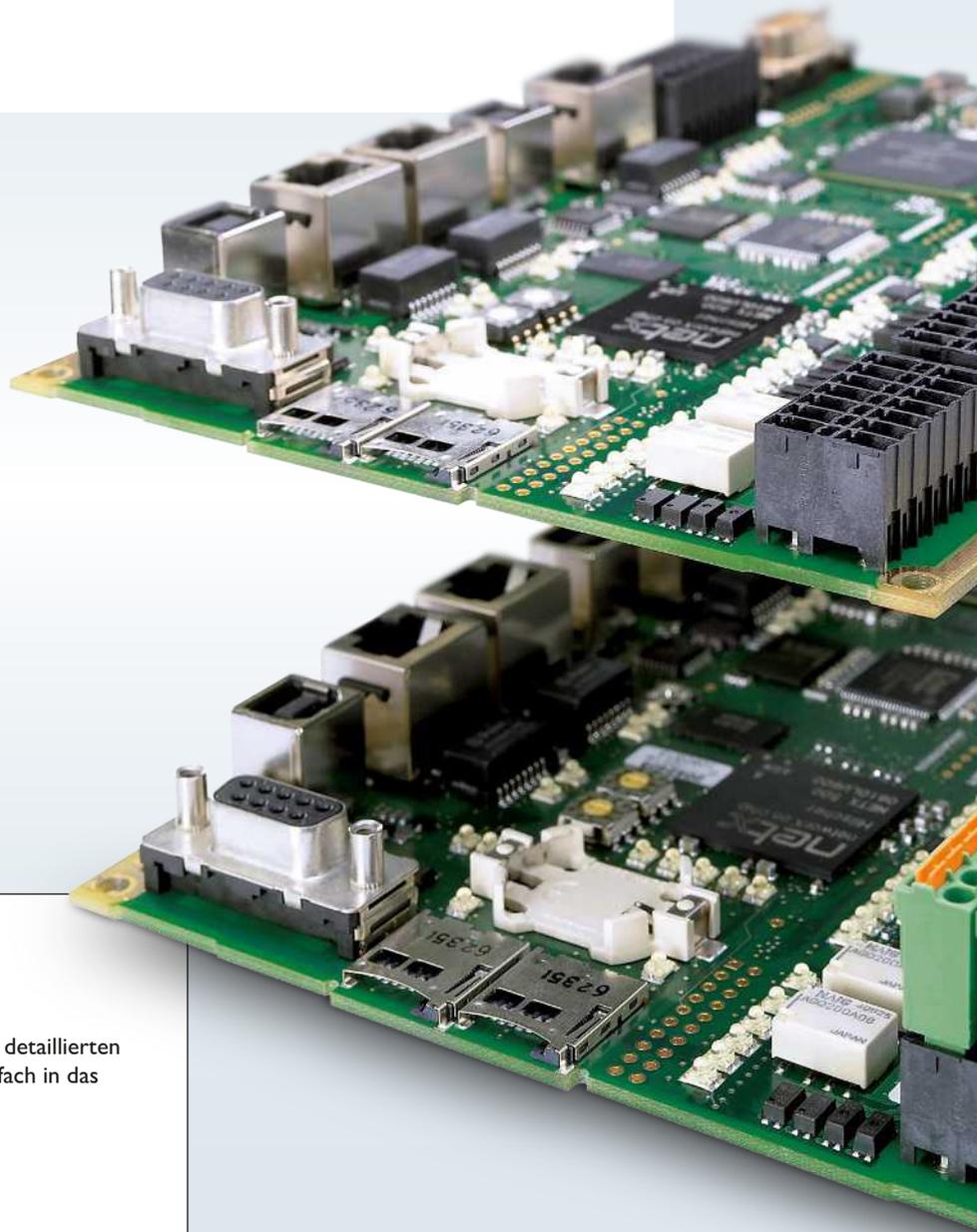


# Steckverbinder für die SMT-Produktion

Grundlagen und Produktübersicht

# Surface-Mount-Technologie SMT – ein modernes Produktionsverfahren

Moderne Baugruppenfertigung ist geprägt von hoher Funktions- und Bauteildichte mit steigender Anforderung an Miniaturisierung und reduziertem Flächenbedarf der Komponenten auf der Leiterplatte. Gleichzeitig gilt es, kostenoptimiert zu fertigen. Das hat in den letzten Jahren maßgeblich eine zunehmende Integration bisher konventionell in Wellenlöttechnik montierter Bauteile/Steckverbinder beeinflusst.

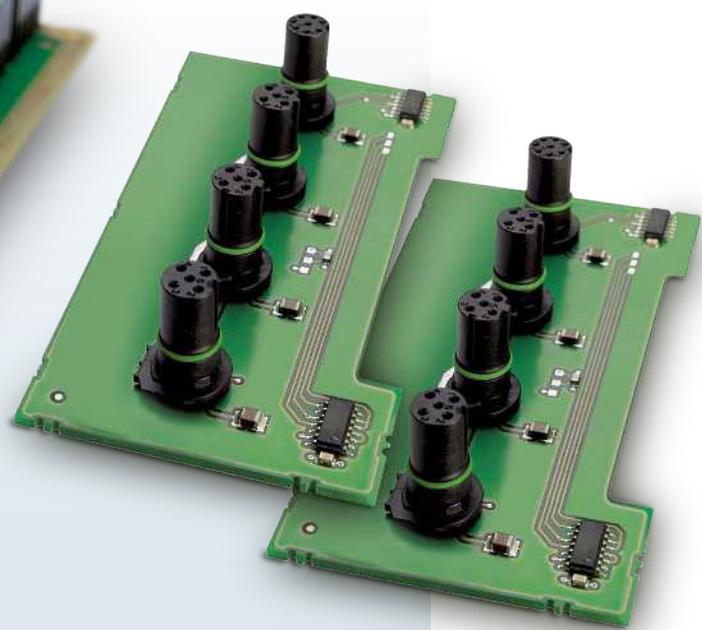
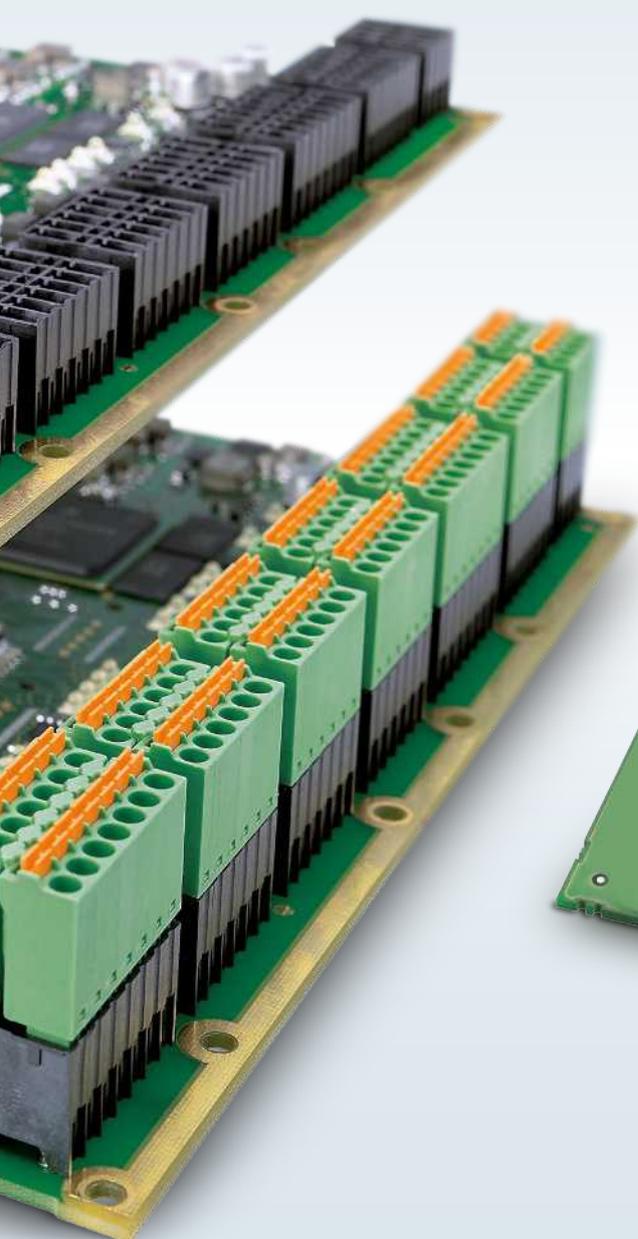


## Mehr erfahren mit dem Webcode

Die Webcodes in dieser Broschüre führen Sie zu detaillierten Informationen. # und vierstellige Zahlenfolge einfach in das Suchfeld auf unserer Webseite eingeben.

 **Webcode: #1234** (Beispiel)

Oder nutzen Sie den Direktlink:  
**[phoenixcontact.com/webcode/#1234](https://phoenixcontact.com/webcode/#1234)**



# Inhalt

---

Grundlagen	
1. Surface Mount – Grundlage der Baugruppenherstellung	4
2. Grundlagen der Through-Hole-Reflow-Technologie	5
3. SMD- und THR-Steckverbinder für den Reflow-Prozess	6
4. Anforderungen an Steckverbinder für den Reflow-Prozess	7
5. Qualifizierung von Bauelementen für den Reflow-Prozess	13
6. Prozessintegration – Leiterplatten-Layout, Pastendruck, Bestückung, Löten und Inspektion	18

---

Produktübersicht	30
Leiterplattenklemmen	32
Leiterplatten-Steckverbinder	35
Rundsteckverbinder	40
Datensteckverbinder	47

---

Glossar	50
---------	----

---

# 1

## Surface Mount – Grundlage der Baugruppenherstellung

Die Surface-Mount-Technologie ist die Grundlage für moderne Baugruppenherstellung und das Ergebnis einer jahrzehntelangen Optimierung des Herstellungsprozesses von Baugruppen. Die Umstellung von meist von Hand bestückten bedrahteten Bauelementen auf automatisiert bestückbare oberflächenmontierte Bauelemente ermöglichte die Optimierung der Baugruppenherstellung hinsichtlich einer kostengünstigen, qualitativ hochwertigen und wenig fehleranfälligen Produktion.

Im Gegensatz zur Durchsteckmontage bedrahteter Bauelemente besitzen SMD-Bauelemente lötfähige Anschlussflächen, die direkt auf die Oberseite der Leiterplatte gelötet werden. Hierbei werden die Kontaktflächen der Leiterplatte mit Lotpaste, einer Mischung aus Lotkugeln und Flussmittel, bedruckt. Die Lötkontakte der SMD-Bauelemente werden in die Paste gesetzt und anschließend im Reflow-Ofen verlötet (Abb. 1).

Ein treibender Faktor bei der Entwicklung von SMD-Bauelementen ist die Miniaturisierung und die damit verbundene Erhöhung der Kontaktdichte und Funktionalität auf der Leiterplatte. Vorrangig wurden Bauelemente mit elektronischer Funktion (Widerstände, Dioden oder ICs) daher optimiert. Mit zunehmender Verfügbarkeit der Komponenten kamen auch Schnittstellen-Bauelemente wie Steckverbinder in den Fokus. Steckverbinder mit geringen Strombelastungen und geringen Anforderungen an mechanische Beanspruchung werden heute bereits in SMD ausgeführt. Für Steckverbinder mit hohen Anforderungen an Strombelastbarkeit und mechanische Funktionen gibt es heute zwei Möglichkeiten:

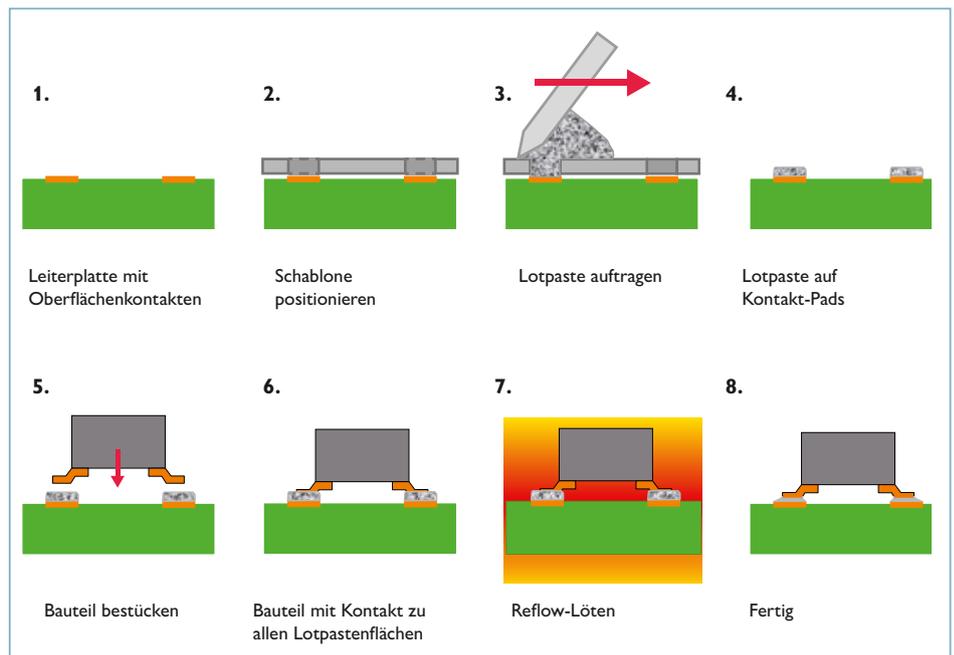


Abb. 1: Der Ablauf des Surface-Mount-Verfahrens

1. Die Steckverbinder werden als Standardkomponente in einem zweiten Prozessschritt wellenverlötet.
2. Die Steckverbinder werden mit THR-Technologie in den SMD-Prozess integriert.

# 2

## Grundlagen der Through-Hole-Reflow-Technologie

Das Through-Hole-Reflow-Lötverfahren überträgt die Prozessschritte der SMT-Fertigung auf eine Leiterplatte mit durchkontaktierten Bohrungen und auf Bauelemente mit Durchsteckkontakten. Das Funktionsprinzip dieses Verfahrens gilt heute als etabliert und ist normenseitig mit einer eigenen Norm DIN EN 61760-3 berücksichtigt. Die Ergebnisse im Lötprozess erfüllen die jeweiligen Anforderungen der IPC A 610.

Der THR-Prozess bietet die Möglichkeit, die mechanische Stabilität bedrahteter Bauelemente mit der effizienten Oberflächenmontagetechnik zu kombinieren. Hierbei wird unter Nutzung des gleichen Prozessequipments die Lotpaste in durchkontaktierte Bohrungen gedruckt. Die Füllung des Bohrlochs muss dabei auf das erforderliche Volumen für die endgültige Lötstelle abgestimmt werden.

Nach dem Auftragen der Lotpaste wird das THR-Bauelement in die Bohrlocher bestückt. Hierbei wird ein Teil des Lots mit der Stiftspitze nach unten herausgedrückt, haftet jedoch an der Stiftspitze. Im Aufschmelzvorgang im Reflow-Ofen zieht sich das Lot zurück und bildet beidseitig entsprechende Lotmenisken aus. Die mechanische Stabilität von THR-Lötstellen ist mit der von wellengelöteten Lötstellen vergleichbar (Abb. 2).

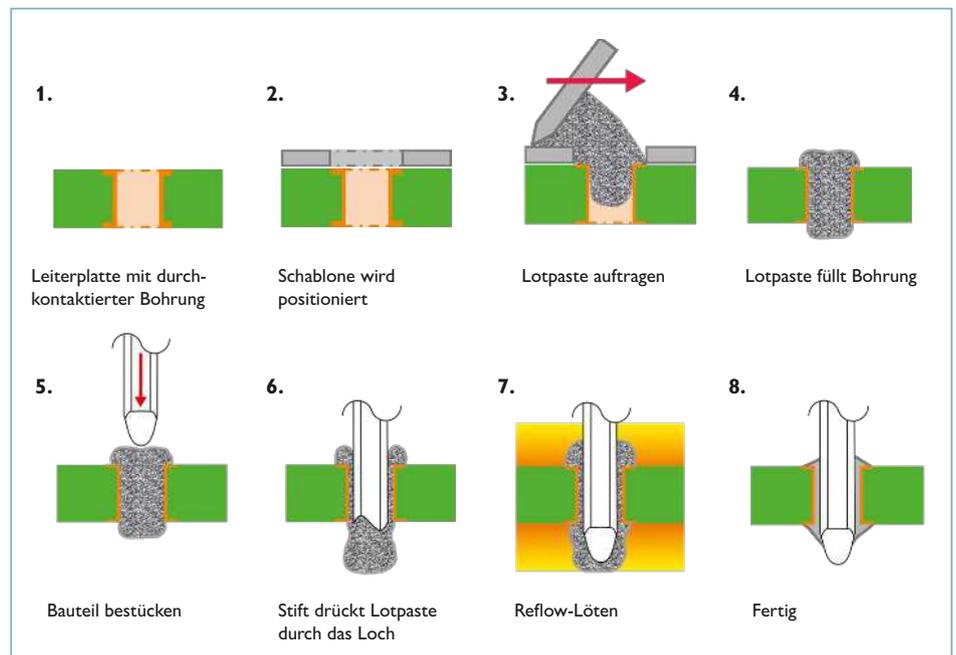


Abb. 2: Der Ablauf des Through-Hole-Reflow-Verfahrens

# 3

## SMD- und THR-Steckverbinder für den Reflow-Prozess

Der Einsatz von Bauelementen für unterschiedliche Löttechnologien erfordert häufig das Vorhalten mehrerer Anlagen (Wellen-/Reflow-Lötanlage) und das stufenweise Bestücken der Leiterplatte. Der gleichzeitige Einsatz von SMD- und THR-Leiterplatten-Anschluss-technik zielt darauf ab, Produktionsschritte zu reduzieren und nur mit einem Lötvorgang die Baugruppe zu fertigen. Anpassungen am bestehenden Produktionsequipment oder der Prozessführung sollen dabei weitestgehend vermieden werden. Unabhängig von der Montageart SMD oder THR müssen die Komponenten für die einzelnen Prozessschritte der SMT-Montage und die jeweiligen Anforderungen entwickelt werden.

Neben den Anforderungen an die Bauelemente selbst müssen diese und ihre Verarbeitung entsprechend in die Prozesskette integriert werden. Die wesentlichen Schritte der Kette sind die Bedruckung mit dem Auftrag von Lotpaste (Abb. 3), die Bestückung der Bauelemente (Abb. 4), das Reflow-Löten (Abb. 5) und schlussendlich die Inspektion mit der qualitativen Beurteilung der Lötstellen (Abb. 6).

Ziel der Integration ist die gleichzeitige Verarbeitbarkeit von bedrahteten Durchsteck-THR-Komponenten und oberflächenmontierbaren SMT-Komponenten – und dies mit gleichem Equipment, im gleichen Verfahren und unter gleichen Bedingungen. Nur dann gelingt die Reduktion von Prozessschritten (z. B. kein weiteres Wellenlöten) und die kostengünstigere Herstellung der Baugruppe.



Abb. 3: Bedrucken



Abb. 4: Bestücken

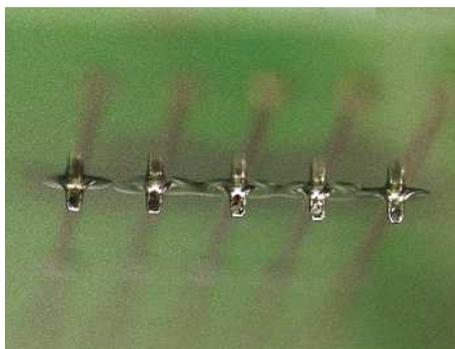


Abb. 5: Reflow-Löten



Abb. 6: Inspektion

# 4 Anforderungen an Steckverbinder für den Reflow-Prozess

Für den Einsatz im SMT-Prozess müssen die Bauelemente hinsichtlich ihrer Geometrie, der eingesetzten Materialien und Oberflächen sowie der Verpackung bestimmte Anforderungen erfüllen. Insbesondere sind bei Steckverbindern zusätzliche Anpassungen erforderlich.

## 4.1 Allgemeingültige Anforderungen

Die folgenden Anforderungen gelten sowohl für reine SMD-Steckverbinder als auch für THR-Steckverbinder.

### Hochtemperaturkunststoffe – HT

Im Anforderungsprofil an einen Kunststoff für SMD- oder THR-Bauelemente steht die kurzzeitige Hochtemperaturbeständigkeit an erster Stelle. Gleichzeitig soll sich aber das Leistungsspektrum des Bauteils gegenüber einer wellenlötbaren Variante möglichst wenig verändern. Bei den HT-Kunststoffen liegen die Isolationsdaten zum Teil erheblich unter denen der Standardkunststoffe. Daher muss mit niedrigeren Bemessungsdaten bzw. Bemessungsspannungen gerechnet werden.

Heute kommen je nach Anforderung Polyamide (z. B. PA 4.6), LCPs (Liquid Crystal Polymer) oder PCTs zum Einsatz. Entscheidend für die Auswahl sind u. a. die geplante Geometrie des Bauteils, das angestrebte Prozessfenster (Temperaturbelastung) im Reflow, der geplante Aufwand für die Verpackung und damit verbunden letztendlich der Preis.

Die Prozessfähigkeit eines Bauelements aus einem bestimmten Hochtemperaturkunststoff wird im Regelfall nach der Norm IPC/JEDEC J-STD-020 qualifiziert.

### Ansaugflächen zur optimalen Bestückung

In der SMD-Montage wird automatische Bestückung vorausgesetzt. Neben der geeigneten Anlieferungsform z. B. im Gurt oder Tray liegt der Fokus auf der Entnahme aus der Verpackung. Damit die Bauelemente vom Bestückungskopf des Automaten möglichst ohne spezielle Greifer oder Spezialpipetten aufgenommen werden können, müssen sie über glatte Ansaugflächen verfügen (Abb. 7/8). Dann ist es möglich, sie mit Standardvakuumpipetten anzusaugen und zu bewegen. Wenn entsprechende Flächen nicht vorhanden oder zu klein sind, muss das Bauelement mit zusätzlichen Pick-and-Place-Pads versehen sein (Abb. 9).

Im Idealfall hat ein automatenbestückbares Bauelement kein zusätzliches Pad.

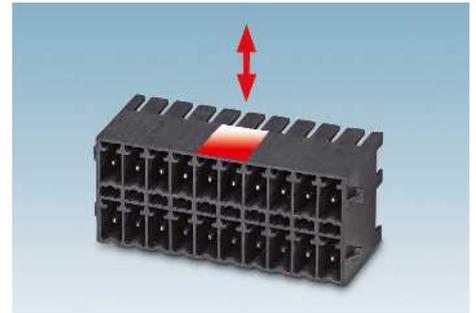


Abb. 7: Bauteilformgebende Ansaugfläche

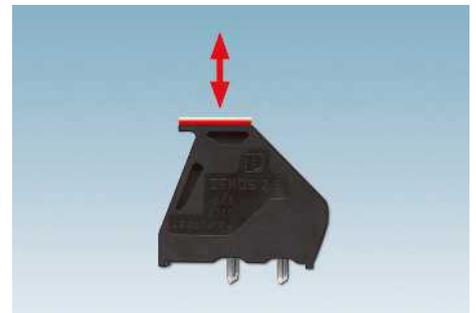


Abb. 8: Integrierte hervorgehobene Ansaugfläche



Abb. 9: Zusätzliches Pick-and-Place-Pad

## Freiräume auf der Bauelementeunterseite

Der Kontakt von Lotpaste an Kunststoffteilen und das undefinierte Aufschmelzen können zu Restlotkugeln oder Lotbrücken führen, die im schlimmsten Fall für Kurzschlüsse auf der Baugruppe sorgen. Entsprechend sind die Bauelemente mit möglichst großen Freiräumen (Abb. 10) rund um den Lötstift oder den Oberflächenkontakt ausgestattet und verfügen über Abstandhalter, sogenannte Standoffs. Andererseits ist durch das Layout von Kontakt-Pads (Abb. 11) oder Restringen zusätzlich sicherzustellen, dass es zu keinem Kontakt zwischen dem Isolierkörper des Bauteils und der Lotpaste kommt.

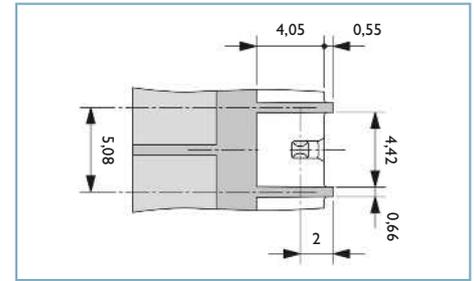
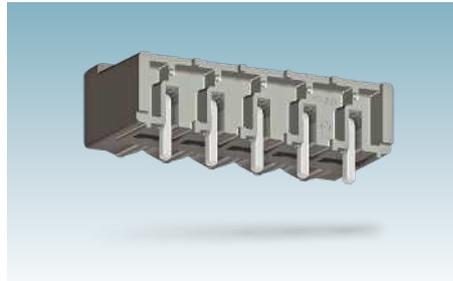


Abb. 10: Beispiel für Dokumentation des möglichen Freiraums unter einem THR-Steckverbinder

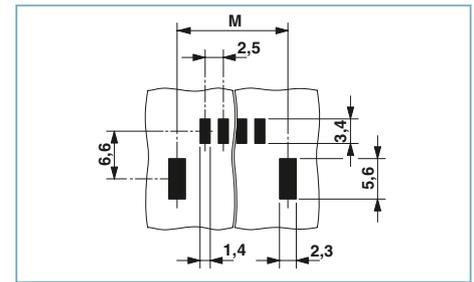
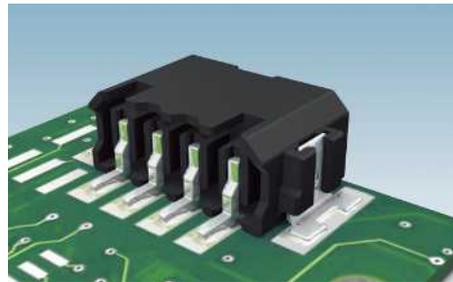


Abb. 11: Beispiel für Layoutempfehlung für einen SMD-Steckverbinder

## Farbige SMD-/THR-Bauelemente

Bauelemente für den Reflow-Lötprozess sind vorrangig schwarz, das sorgt für eine besonders gute Abgrenzung der Kontakte zum Gehäuse und erleichtert die Erfassung durch Kamerasysteme für den Bestückungsprozess.

Farbige Bauelemente (Abb. 12) können nur dann zur Verfügung gestellt werden, wenn ihre Farbpigmente entsprechend temperaturstabil und für bestimmte Applikationen UV-stabil sind (Abb. 13). Die heute mögliche Farbpalette ist eingeschränkt und abhängig vom Basismaterial (Polyamid oder Polymer). Moderne Kamerasysteme sind aufgrund verbesserter Belichtung und Kontrastdarstellung in der Lage, die notwendigen Details trotz schlechteren Kontrasts der Metalle zu den farbigen Gehäusen zu erfassen.



Abb. 12: Farbvarianten

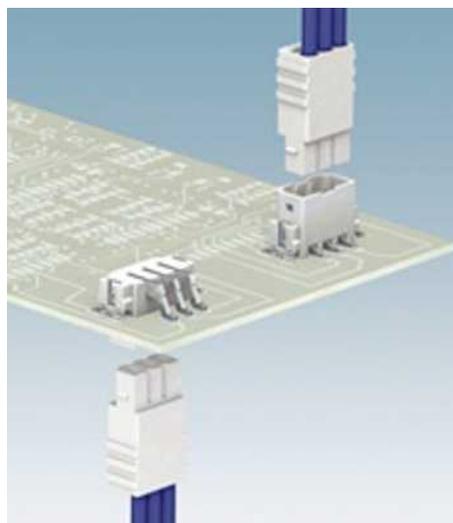


Abb. 13: SMD-Steckverbinder in Weiß für Leuchtenanschluss sind zusätzlich UV-beständig

## Vergoldete Kontakte

Der Einsatz vergoldeter Kontaktsysteme, insbesondere im Lötbereich, wird generell als kritisch eingestuft, da sich Zinn-Gold-Gefüge ergeben, die im Langzeitverhalten verspröden und damit die Lötstelle schädigen können. Im Gegensatz zum Wellenlöten verbleibt bei THR- oder SMD-Bauteilen aufgrund der limitierten Lotpastenmenge oder Lotmenge ein entsprechender Goldanteil in der

Lötstelle. In vielen Fällen kann das Risiko umgangen werden. Dafür stehen bei Phoenix Contact partiell vergoldete Stifte zur Verfügung (Abb. 14). Die Kontaktseite ist unverändert vergoldet, die Lötseite wird verzinnt ausgeführt (Abb. 15).

Wenn aufgrund von Fertigungsverfahren oder applikationsabhängig trotzdem vollvergoldete Kontakte zum Einsatz kommen (Abb. 16), muss der in der Lötstelle verbleibende Goldanteil bestimmt

werden. Dieser darf nach EN 61191 einen prozentualen Anteil von 1,4 % nicht überschreiten. Alle SMD-/THR-Kontaktsysteme werden bei Phoenix Contact dahingehend kalkuliert.



Abb. 14: Partiiell vergoldete Stifte

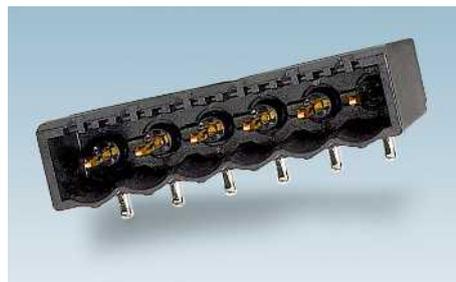


Abb. 15: THR-Stiftleiste mit partiiell vergoldeten Stiften



Abb. 16: Steckverbinder mit vollvergoldeten SMD-Kontakten – EN 61191 konform

## 4.2 Spezifische Anforderungen für THR-Bauelemente

### Anwendungsbereich der THR-Technologie

Das Prozessfenster des Pin-in-Paste-Verfahrens ist durch die Verhältnisse von Stiftquerschnitt, Bohrlochdurchmesser und Leiterplattendicke bestimmt. Darüber hinaus gibt es einige besondere Anforderungen vorrangig an die Stiftlänge sowie die Positionstoleranz der Stifte.

### Anwendungsbereich der Pin-in-Paste-Technologie

Das Prozessfenster, in dem das Pin-in-Paste-Verfahren angewendet werden kann, wird von der Lotpaste und den Relationen des Bohrlochdurchmessers sowie Leiterplattendicke bestimmt. Je kleiner der Bohrlochdurchmesser, desto schwieriger wird es, einen entsprechenden Durchdruck zu erzeugen und damit das Bohrloch zu 100 % zu füllen.

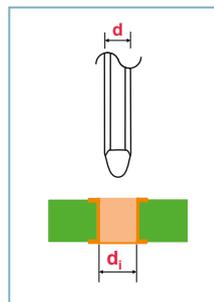


Abb. 17: Verhältnis Stiftdiagonale zu empfohlenem Bohrlochdurchmesser, bezogen auf 1,6 mm Leiterplattendicke

	Diagonale Stift (d)	Empfohlener Bohrlochdurchmesser (di)
Lötflansch Stift	1,58 mm 1,2 x 1,2-quadr. Stift	1,9 mm
CC-COMBICON	1,23 mm 1 x 1-quadr. Stift	1,6 mm
MC-COMBICON	1,15 mm 0,8 x 0,8-quadr. Stift	1,4 mm
Micro-COMBICON	0,9 mm 0,64 x 0,64-quadr. Stift	1,2 mm

Die untere Durchmessergränze bei einer 1,6 mm dicken Leiterplatte liegt bei etwa 1,0 mm. Nach oben definiert sich der Grenzdurchmesser bei etwa 2,0 mm durch das Risiko eines Pastenabwurfs unmittelbar beim Siebdruck, d. h. die Paste kann sich nicht im Bohrloch halten.

Beispiele für gebräuchliche Kombinationen sind in der Tabelle dargestellt

(Abb. 17). Die Abstimmung der Maße von Bohrloch zu Stiftdurchmesser muss zum Ziel haben, die Stiftleisten problemlos zu verarbeiten. Letztendlich muss es dem Anwender möglich sein, Lötstellen herzustellen, die den Anforderungen an die Klasse 3 der IPC A-610 genügen.

## Pad-Design/Restriring

Hinsichtlich der Dimensionierung des Restrings gelten weitestgehend die gleichen Anforderungen wie für wellengelötete Pads. Unter Berücksichtigung der Luft- und Kriechstrecken und des Freiraums unterhalb des Bauteils rund um den Stift sollten die Ringbreiten zwischen 0,2 bis 0,5 mm liegen. Das potenziell größere Pastenvolumen auf breiteren Ringen kann die Qualität der Lötung (Meniskusbildung) positiv beeinflussen.

## Bohrlochdurchmesser

Der Einsatz von THR-Technologie erfordert Modifikationen im Leiterplatten-Layout. Wichtig ist hier die Wahl des richtigen Bohrlochdurchmessers. Ein geeigneter Bohrlochdurchmesser ist einerseits wichtig, um den Rückfluss des Lots im Reflow-Prozess sicherzustellen, andererseits hat die Lochgröße Einfluss auf die Automatenbestückbarkeit. Durch eine geeignete Lochgröße werden Fertigungstoleranzen ausgeglichen und ein sicheres Bestücken ermöglicht. In der Praxis ergeben sich mit zunehmender Bauteillänge größere Fertigungstoleranzen. Um bei hochpoligen, großen Bauelementen die Bestücksicherheit zu erhöhen, kann nochmals eine Erhöhung des Innendurchmessers um bis zu 0,1 mm notwendig werden. Für THR-Komponenten von Phoenix Contact werden bei den einzelnen Serien die empfohlenen Bohrlochdurchmesser in Abhängigkeit von der Polzahl dokumentiert (siehe z. B. Tabelle für M12-THR-Steckverbinder (Abb. 18)).

## Positionstoleranz – Taumelkreis

Die Positionstoleranz von Stiften in Durchsteckstiftleisten bezeichnet die zulässige Lageabweichung der Stiftspitze von der Nulllage in x- bzw. y-Richtung. Anschaulicher ist der Begriff des Taumelkreises, der einen Kreis mit entsprechendem Durchmesser für die Abweichung um die Nullposition der Stiftspitze beschreibt. Eine Positionstoleranz von z. B.  $\pm 0,2$  mm beschreibt also in diesem Fall einen Kreis mit Durchmesser 0,4 mm, in dessen Mitte

THR-Produktfamilie (gerade)				Layout-Empfehlung*		
Polzahl	Kodierung	Ausführung [male/female]	Pin-Ø [mm]	Bohrung	Restriring	Schablone
4	A, D	male/female	1	1,3	2	1,9
4	T	male/female	1,3	1,6	2,6	2,4
4	S (Kreuz)	male/female	1,3	1,6	2,6	2,4
4/5	L, K	male/female	1,3	1,6	2,6	2,4
4/5	L, K (FE/PE)	male/female	1,15	1,45	2,6	2,4
5	A, B	male/female	1	1,3	2	1,9
8	A	male/female	0,8	1,1	2,1	1,9
8	X	female	0,8	1,1	1,75	1,65
8	Y	female	0,8/0,8	1,1	1,8	1,7
12	A	male/female	0,6	1	1,7	1,6
17	A	male/female	0,6	1	1,45	1,35

THR/Welle Produktfamilie (gewinkelt)				Layout-Empfehlung*		
Polzahl	Kodierung	Ausführung [male/female]	Pin-Ø [mm]	Bohrung	Restriring	Schablone
4	A, D	male/female	1	1,3	1,9	1,8
5	A, B	male/female	1	1,3	2	1,9
8	A	male/female	0,8	1,1	1,9	1,8
8	X	female	0,8	1,1	1,75	1,65
8	Y	female	0,8	1,1	1,8	1,7
12	A	male/female	0,8	1,1	1,5	1,4
17	A	male/female	0,8	1,1	1,5	1,4

SMD-Produktfamilie				Layout-Empfehlung*	
Polzahl	Kodierung	Ausführung [male/female]	Pin-Ø [mm]	Restriring	Schablone
4	A, D	male/female	0,9	1,9	1,7
4	T	male/female	1,3	2,3	2,1
5	A, B	male/female	0,9	1,9	1,7
8	A	male/female	0,9	1,9	1,7
8	X	female	0,7	1,7	1,5
8	Y	female	0,7/0,9	1,7/1,9	1,5/1,7
12	A	male/female	0,7	1,7	1,5
17	A	male/female	0,7	1,45	1,35

Abb. 18: M12-Leiterplattengestaltung

\* Bei einer Leiterplattenstärke von 1,6 mm

die Stiftspitze ideal in Nulllage steht. Die aktuelle THR-Norm DIN EN 61760-3 legt die maximal erlaubte Positionstoleranz auf  $\pm 0,2$  mm fest. Dies entspricht einem Taumelkreis mit Durchmesser 0,4 mm. Mit dem Taumelkreis wird die Positionstoleranz der Stiftspitze im Bohrloch gekennzeichnet (Abb. 19).

Alle THR-Komponenten von Phoenix Contact erfüllen die Normanforderungen. Für Applikationen mit der Anforderung an die Positionstoleranz von  $\pm 0,1$  mm steht zusätzlich ein entsprechendes Produktportfolio zur Verfügung.

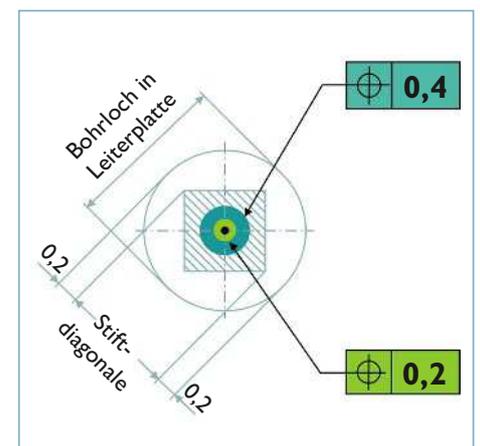


Abb. 19: Positionstoleranz der Stiftspitze im Bohrloch – die Toleranz möglicher Taumelkreise beträgt nach Normanforderung 0,4 mm

### Lötstiftlänge

Die Auswahl der richtigen Lötstiftlänge sollte auch im Hinblick auf das Lötverfahren sowie die Art des Lötprozesses (Konvektion oder Dampfphase) vorgenommen werden. Generell werden heute Stiftüberstände zwischen 0,4 und 1,0 mm empfohlen. Für eine 1,6 mm dicke Leiterplatte bedeutet dies Stiftlängen von 2 mm bis 2,6 mm ab Bauteilunterseite, um das Risiko des Pastenverlusts (Solder Paste Dropping) zu minimieren. Das gilt insbesondere für den Dampfphasenprozess, da hier unabhängig vom eingesetzten Lot das Kondensat zusätzlich auf der Lotkugel am Ende des Stifts lastet und zum Pastenverlust führen kann. Dagegen lassen sich mit extrem kurzen, in der Leiterplatte versenkten Stiften sehr gute Lötstellen erzeugen. Hinsichtlich der

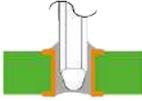
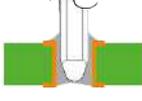
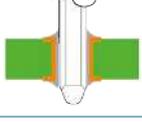
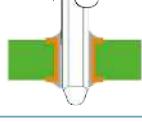
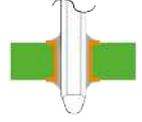
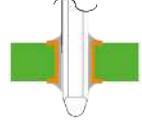
Stiftlänge (Standards)	THR-Konvektion	THR-Dampfphase
1,4 mm versenkter Stift 	Eingeschränkte Inspektion 	Eingeschränkte Inspektion 
2,0 mm Standard 	Optimal 	Optimal 
2,6 mm Standard 	Optimal 	Optimal 

Abb. 20: Stiftlängen bei Einsatz in Standardleiterplatten der Dicke 1,6 mm

IPC-Inspektion gibt es hierfür aber noch keine konkreten Qualifikationskriterien, sodass das Risiko individuell beurteilt werden muss (Abb. 20).

## 4.3 Spezifische Anforderungen für SMD-Bauelemente

Auch SMD-Bauelemente müssen für ihre Anschlusskontakte entsprechende Toleranzen einhalten. Zusätzlich benötigen sie fixierende Elemente, um ihre Position im Reflow-Prozess zu halten.

### Koplanarität und Pastenschichtdicke

Die Koplanarität der Oberflächenkontakte von SMD-Steckverbindern sollte nach DIN EN 61760-1 0,1 mm bis 0,15 mm betragen. Ein sauberer Kontakt der Anschlüsse mit der Paste hängt aber grundsätzlich von der Lotpasten-Schichtdicke ab. Diese liegen heute üblicherweise bei 100 bis 150  $\mu\text{m}$ . Demnach müssen die Koplanaritäten entsprechend 0,08 mm bis 0,1 mm betragen. Die mögliche auftragbare Schichtdicke der Lotpaste hängt hierbei vom Kugeldurchmesser der Zinnkugeln der Paste ab. Lotpasten werden über die Kugelgröße nach Typen klassifiziert.

Eine Koplanarität von 100  $\mu\text{m}$  bedeutet, dass alle Kontaktflächen in einer Ebene mit einer Toleranz von  $0+0,1$  mm (besser  $0+0,08$  mm) liegen müssen, andernfalls kann in Einzelfällen der Kontakt zur Lotpaste ausbleiben. In diesem Fall muss die Schichtdicke der Lotpaste wenigstens 120  $\mu\text{m}$  betragen, um sicheren Kontakt zu gewährleisten (Abb. 21).

### Positionstoleranz

Die Anforderungen an die Positionstoleranz von SMD-Anschluss/Lötkontakten ist vergleichbar mit der für THR-Stifte. Hier spricht man allerdings nicht von Taumelkreis, sondern Lagetoleranz in x- und y-Richtung. Sie sollte je nach Raster aber im Bereich  $\pm 0,1$  mm liegen, entsprechend auch der SMD-Layout-Toleranz.

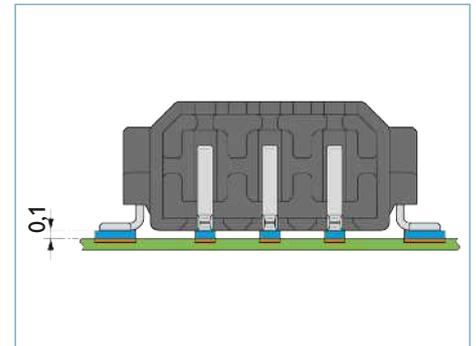


Abb. 21: Koplanarität aller Kontakte des Bauteils 0,1 mm

### Mounting Bosses

Unter „Mounting Bosses“ versteht man Kunststoffzapfen als Teil des Gehäuses des Bauelements, die in Bohrlöchern ohne Oberflächenbeschichtung stehen. Sie verhindern damit ein Verdrehen des Bauelements im Fall des Aufschwimmens während des Lötprozesses und damit einen unzulässigen seitlichen Versatz zum Layout. Es ist abhängig vom Gewicht des Bauelements, ob „Mounting Bosses“ erforderlich sind. Grundsätzlich gelten auch für die Bohrungen für die Zapfen die gleichen Positionstoleranzen (Abb. 22).

### Anker

SMD-Anker haben für Steckverbinder vorrangig zwei Funktionen. Zum einen die Erhöhung des Festsitzes auf der Leiterplatte und der mechanischen Stabilität gegenüber Stecken und Ziehen der Steckverbindung. Zum anderen kann die zusätzliche Fläche der Anker die notwendige Adhäsion für das Überkopflöten bei beidseitiger Bestückung erzeugen (Abb. 23).

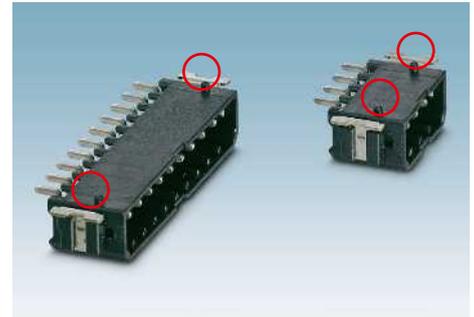


Abb. 22: Steckverbinder mit Positionierzapfen (Mounting Bosses)



Abb. 23: Leiterplattenklemme mit seitlichem SMD-Anker

## 4.4 Spezifische Anforderungen an Kombi-SMD-/THR-Bauelemente

### SMD-Kontakte und THR-Ankermetalle

Der Einsatz reiner SMD-Steckverbinder in der Geräteanschlussstechnik liegt hauptsächlich geräteintern als Board-to-Board-Verbindung oder Wire-to-Board-Verbindung, weniger im direkten äußeren Geräteanschluss.

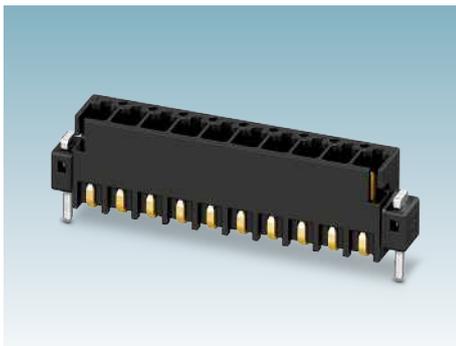


Abb. 24: Kombinationssteckverbinder mit SMD-Kontakten und THR-Anker

Für den äußeren Geräteanschluss und die Bedienung durch den Endanwender werden die gleichen hohen mechanischen Belastungswerte gefordert wie für wellen- oder THR-gelötete Durchsteckverbindungen. Diese sind bei ähnlicher Größe der Steckverbinder mit einem reinen SMD-Steckverbinder kaum erreichbar. Hier lohnt sich der Einsatz von Steckverbindern mit SMD-Kontakten und THR-Ankermetallen (Abb. 24).

Diese Art von Steckverbindern muss den o. g. Anforderungen an SMD- und THR-Steckverbindern ebenso genügen. Gleichzeitig ergeben sich aber aus der Kombination entscheidende Vorteile.

### Doppelfunktion für THR-Ankerstifte

Neben der erforderlichen mechanischen Stabilität übernehmen die THR-Anker zusätzlich die Funktion der „Mounting Bosses“ und fixieren den Steckverbinder im Lötprozess gegen Verrutschen. Im Bereich der SMD-Kontakte kann der Platz auf der zweiten Seite der Leiterplatte für das Layout genutzt werden.

# 5 Qualifizierung von Bauelementen für den Reflow-Prozess

Steckverbinder für den Einsatz im SMT-Prozess werden vorzugsweise nach der Qualifikationsnorm IPC/JEDEC J-STD-020 in der jeweils aktuellen Fassung geprüft. Im Fokus steht die grundsätzliche Feuchtigkeitsaufnahme in Kunststoffen, die unter der Temperaturbelastung während der Lötung zur Zerstörung der Komponenten in Form von Blasenbildung, Delamination oder Deformierung führen kann.

In Abhängigkeit der Bauteilgröße und -geometrie sowie der Wahl des Kunststoffes werden sogenannte Level qualifiziert, die die Behandlung der Bauteile von der Herstellung bis zum Einsatz im SMT-Prozess eindeutig festlegen.

## 5.1 Peak- und Klassifikationstemperaturen für Reflow-Bauelemente

In einer Basisversuchsreihe ist man bestrebt, innerhalb einer simulierten Reflow-Lötung die maximal optimierte Peak-Temperatur (gemessen auf der Bauteiloberseite) über einen Zeitraum von bis zu 30 sec. auf das Bauteil einwirken zu lassen. Heute wünschenswerte Peak-Temperaturen liegen dabei um die 260 °C.

Die Norm fordert diese hohen Temperaturen allerdings für die Praxis nur für kleine Bauelemente mit vergleichsweise geringer Gehäusestärke/ Wandstärke. Mit zunehmender Gehäusestärke bzw. Wandstärke oder größerem Gehäusevolumen gelten kleinere Temperaturwerte. Das heißt nicht, dass man nicht weiter bestrebt ist, möglichst hohe Peak-Temperaturen zu prüfen, benötigt werden sie allerdings nicht.

Das liegt daran, dass THR-/SMD-Steckverbinder häufig zu den größten Komponenten auf dem Board gehören. Alle anderen Bauteile heizen sich aufgrund geringerer thermischer Masse deutlich schneller auf, müssen damit deutlich höhere Peak-Temperaturen über

einen längeren Zeitraum aushalten. Ein ausgewogenes Wärmemanagement sollte daher die kleinen Komponenten schonen und die größeren trotz geringerer Aufheizung sicher verlöten.

Um zwischen Hersteller und Anwender ein gleiches Verständnis der maximal zulässigen Peak-Temperaturen zu haben, definiert man die sogenannte Klassifikationstemperatur  $T_c$ . Zusätzlich

sorgt man mit der Qualifikation bei  $T_c +5\text{ °C}$  und Anwendung bei  $T_c -5\text{ °C}$  für einen Sicherheitsabstand an Temperatur, sodass eine Bauteilzerstörung weitestgehend ausgeschlossen werden kann (Abb. 25).

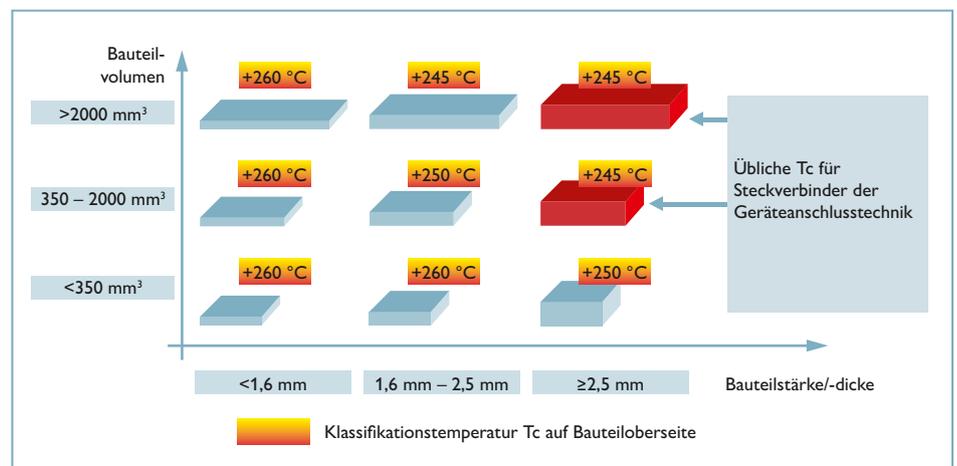


Abb. 25: Festlegung der Klassifikationstemperatur in Abhängigkeit von Gehäusevolumen und Gehäusedicke für bleifreie Lötprozesse

## 5.2 Moisture Sensitive Level für Reflow-Bauelemente

Neben der Klassifikationstemperatur ist der MSL (Moisture Sensitive Level) der Parameter, der die Behandlung im Reflow-Prozess genau beschreibt. In Abhängigkeit des Aufnahmevermögens an Feuchtigkeit werden Level von 1 bis 6 qualifiziert (Abb. 26).



Abb. 26: MSL-Level und ihre Offenzeiten

## 5.3 Maximal erlaubte Offenzeit = sichere Verarbeitung ohne Beschädigung im Reflow-Prozess

Offene Verarbeitung bedeutet die Entnahme der vorher definiert getrockneten Bauteile aus einer luftdichten Verpackung und der Verarbeitung innerhalb der vom Level vorgegebenen Zeit. Innerhalb dieser Zeit kann das Bauteil Feuchtigkeit aufnehmen, ohne im Reflow-Prozess Schaden zu nehmen.

Bauteile, die keine oder nur unwesentlich Feuchtigkeit aufnehmen, sind demnach Kandidaten für den Level 1 „unlimited“ ohne zusätzliche Trockenverpackung (Drybag). Sie können offen gelagert werden und haben eine unbegrenzte Offenzeit für den Prozess.

Bauteile, die Feuchtigkeit aufnehmen, werden von 1 Jahr (Level 2) bis hin zu wenigen Stunden (Level 3 – 6) klassifiziert. Diese Komponenten bedürfen zwingend einer Drybag-Verpackung. Nach Öffnen des Beutels beginnt die Floor-Life-Time und endet in Abhängigkeit des Levels. Nach Ablauf der Offenzeit



Abb. 27\*: Floor-Life-Time, Beispiel für den Prozess bei Bauelementen mit Level MSL 3

steigt das Risiko der Bauteilbeschädigung deutlich an (Abb. 27). Für einen erneuten Einsatz müssen die Bauelemente getrocknet (Rebake) und in den Anfangszustand zurückgesetzt werden.

## 5.4 Prüfzyklus, Qualifizieren des Moisture Sensitive Levels (MSL)

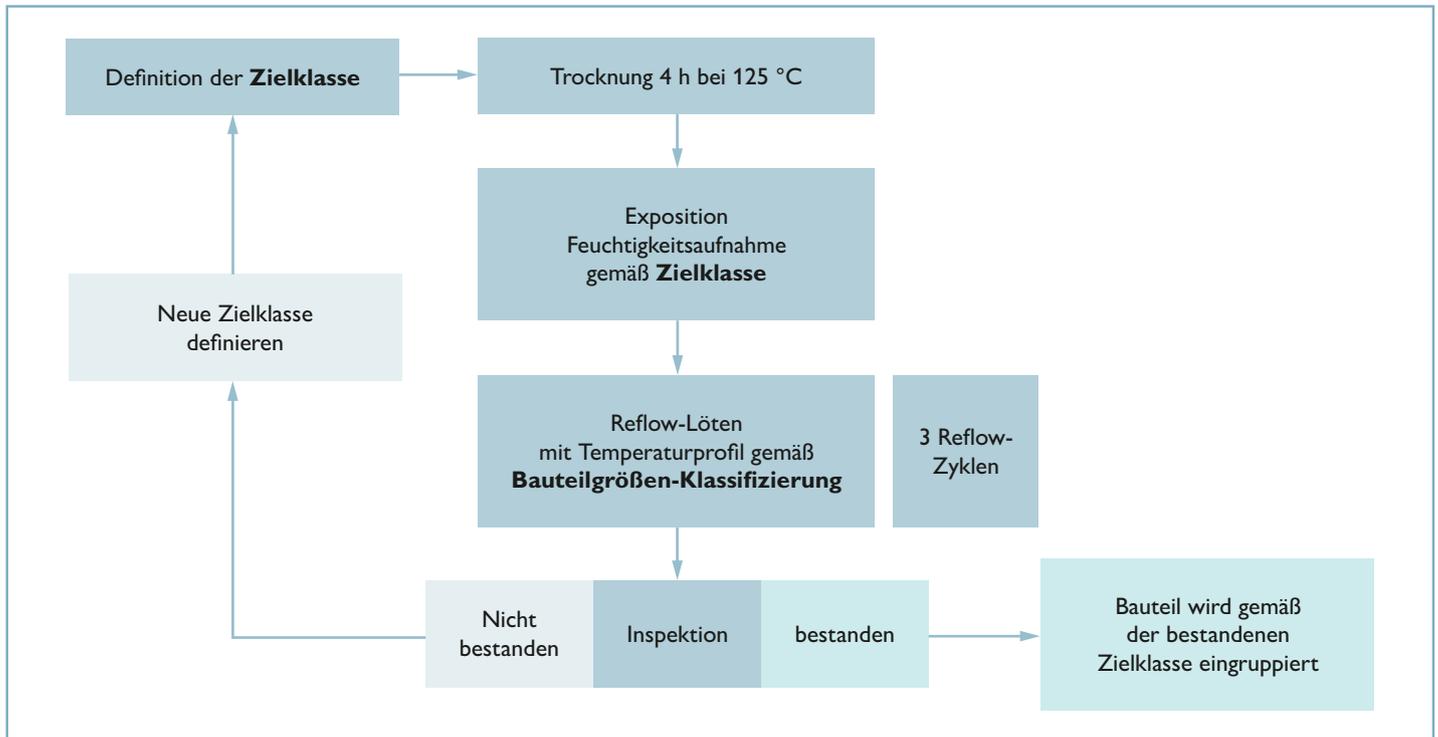


Abb. 28: Prüfzyklus, mit dem die Zielklasse geprüft wird

Die Prüfungen werden generell zunächst mit Klassifikationstemperaturen von 260 °C gefahren. Erst bei Nichtbestehen wird nach Vorgabe der Norm für bestimmte Bauteildimensionen die Klassifikationstemperatur auf 250 °C bzw. 245 °C verringert, jedoch wird der angestrebte Level zunächst beibehalten. Wird auch diese Prüfung nicht bestanden, wird ein neuer Ziel-Level festgelegt und wieder mit einer Klassifikationstemperatur von

260 °C begonnen. Erst wenn sich keine Zerstörungen mehr am Bauteil zeigen, steht der endgültige Moisture Sensitive Level fest. Entsprechend der Normvorgabe werden die Bauteile dann verpackt und gekennzeichnet (Abb. 28). Nach jedem neuen Prüfzyklus sind die Bauteile auf Beschädigungen zu prüfen. Vorrangig wird auf Blasenbildungen (Blister, Abb. 29) an der Bauteiloberfläche geachtet – ggf. sind Schliffe erforderlich,

um interne Schäden (Cracks, Abb. 30) festzustellen. Des Weiteren führen Anschmelzungen und Deformationen zum Nichtbestehen einer Zielklasse.



Abb. 29: Nicht bestandener Level – Schadensbild Blasenbildung



Abb. 30: Nicht bestandener Level – Schadensbild Riss

## 5.5 Qualifikationsprofil vs. Anwenderprofil

Obwohl das Qualifikationsprofil nahe an den Bedingungen der Praxis liegt, kann es zu realen Profilen der Anwender Abweichungen geben. Letztendlich hängt das geeignete Lötprofil von vielen Faktoren ab. So muss der Prozessingenieur einen Kompromiss aus Board-Größe und -Dicke, Komponentenart und -dichte,

Lotpaste sowie Anlagenequipment u.v.m. finden, um die Baugruppe sauber zu verlöten. Die Qualifikationsprofile mit ihren Klassifikationstemperaturen dienen daher dem Prozessingenieur als Anhaltspunkte, ob die Bauelemente sich mit dem tatsächlichen Profil verlöten lassen (Abb. 31/32).

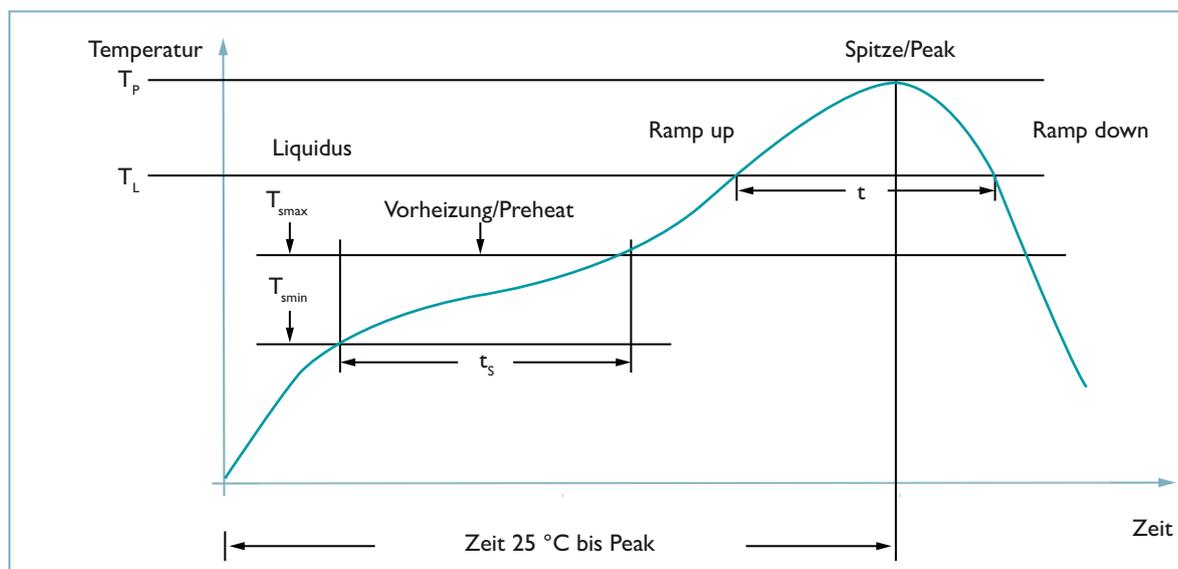


Abb. 31\*: Idealisiertes Qualifikationsprofil gemäß Norm

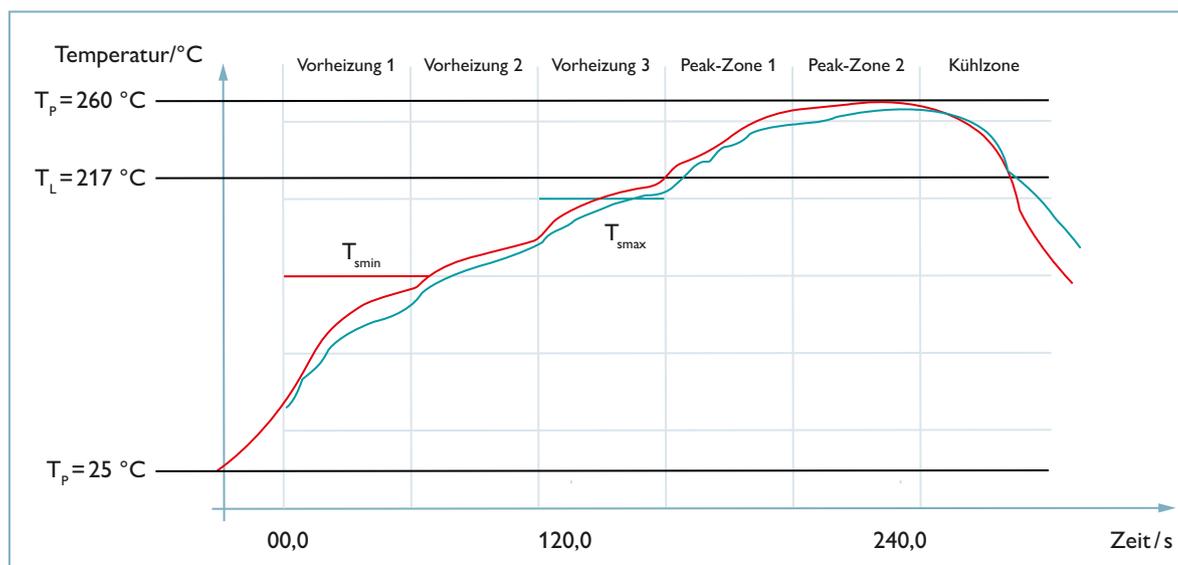


Abb. 32: Protokolliertes reales Anwenderprofil

## 5.6 Verpackung

In Abhängigkeit des nach der IPC/JEDEC J-STD 020 ermittelten Moisture Sensitive Levels MSL ergeben sich zwei Arten von Verpackung.

### Level 1

Bauteile mit bestandenem MSL1 benötigen keine besonderen Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Aufnahme von



Abb. 33: MSL 1-Ware im antistatischen Polybeutel

Feuchtigkeit. Eine einfache Verpackung im Schutzbeutel, der elektrostatisch ableitfähig ist, genügt (Abb. 33).

### Level-Ware

Level-Ware, also Ware mit MSL 2 und höher benötigen sogenannte Drybags, die ebenfalls elektrostatisch ableitfähig sind. Die Verpackung erfolgt nach



Abb. 34: Bauteile im Gurt im Drybag

IPC/EDEC-033 mit entsprechenden Trockenmitteln, Feuchtigkeitsindikatoren sowie Stickstoffspülung und abschließendem Teil-Vakuumieren des Beutels (Abb. 34/35).



Abb. 35: Bauteile als Schüttgut im Karton im Drybag

Feuchtesensitive Ware in Drybags wird zusätzlich mit einem speziellen Etikett mit entsprechendem Warnhinweis gekennzeichnet. Folgende Angaben sind mindestens erforderlich:

- Der MSL-Level (oben rechts)
- Die Lagerfähigkeit im geschlossenen Drybag
- Der Spitzenwert der Temperatur, mit der die Qualifikation durchgeführt wurde
- Die maximale Offenzeit des Bauteils (Floor-Life-Time), in der es im Rahmen der Qualifikationswerte ohne Risiko verarbeitet werden kann
- Das Verschlussdatum des Drybags (Abb. 36)

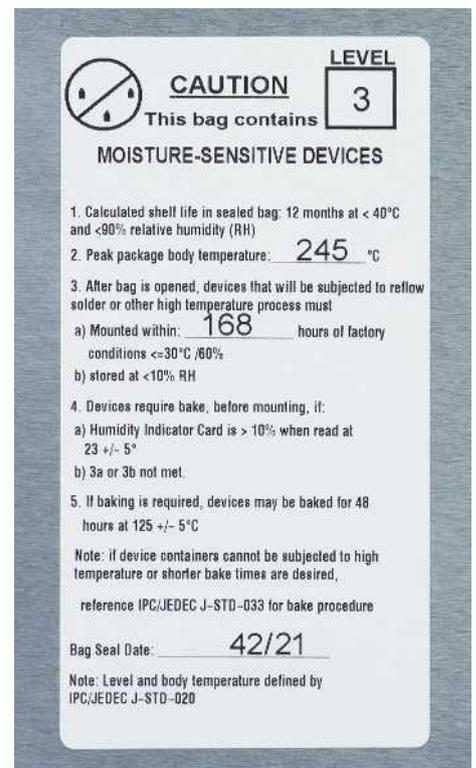


Abb. 36: Kennzeichnung

# 6

## Prozessintegration – Leiterplatten-Layout, Pastendruck, Bestückung, Löten und Inspektion

Die optimale Prozessintegration fängt beim Leiterplatten-Layout an. Bereits hier wird die Grundlage für bestmögliche Lötresultate gelegt. Der richtige Pastenauftrag hat erheblichen Einfluss auf das Endergebnis. Aber auch für die Bestückung gibt es entsprechende Bedingungen für fehlerfreies Setzen der Bauelemente. Der Lötprozess sowie die abschließende Inspektion sind normenseitig gut beschrieben. Jeder Prozessschritt stellt Anforderungen an die Bauelemente, die diese ihrerseits durch optimale Materialauswahl und Produkt-Design erfüllen müssen.

### 6.1 Leiterplatten-Layout

#### SMD-Layout

Die Pad-Größe für eine bestimmte Lötkontaktgröße sowie das Gesamt-Layout (Anordnung und Abstand der Pads zueinander) werden in der Regel in einem Layout-Vorschlag seitens des Herstellers empfohlen. Der Layout-Vorschlag berücksichtigt ausreichend Fläche, um nach IPC A-610 Lötstellen entsprechend der gewünschten Klasse erzeugen zu können.

Die Anordnung der Kontakte zueinander wird maßgeblich nach den erforderlichen Luft- und Kriechstrecken bemessen. Toleranzen am Bauteil und bei

der Bestückung mit Auswirkungen auf Seitenüberhang und Kontaktüberdeckung haben Einfluss auf die Pad-Ausdehnungen. Auf Sicherheit bedachte, überdimensionierte Anschlussflächen sollten dabei ebenso vermieden werden wie potenziell zu deutlichem Seitenüberhang neigende zu kleine Anschluss-Pads. Letztendlich stellt das Layout einen Kompromiss dar, der jederzeit nach Maßgabe eigener Erfahrungen optimiert werden darf (Abb. 37).

#### THR-Layout – Pad-Design/Restraining

Hinsichtlich der Dimensionierung des Restrings gelten weitestgehend die gleichen Anforderungen wie für wellengelötete Pads. Unter Berücksichtigung der Luft- und Kriechstrecken und des Freiraums unterhalb des Bauteils rund um den Stift sollten die Ringbreiten zwischen 0,2 bis 0,5 mm liegen. Das potenziell größere Pastenvolumen auf breiteren Ringen kann die Qualität der Lötung (Meniskusbildung) positiv beeinflussen.

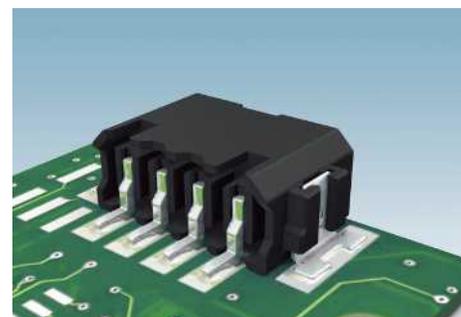
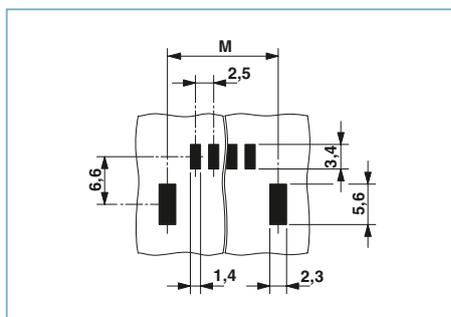


Abb. 37: Beispiel für Layout-Empfehlung für einen SMD-Steckverbinder

## THR-Layout – Bohrlochdurchmesser

Der Bohrdurchmesser für THR-Steckverbinder ist abhängig von der Stiftgeometrie und der Leiterplattenstärke – siehe Anwendungsbereich THR-Technologie, Seite 9. Ein optimales Verhältnis von Bohrdurchmesser zu Stiftgeometrie gleicht Fertigungstoleranzen aus, sorgt für kollisionsfreie Bestückung und einen ausreichenden Lotfluss während der Lötung. Als Faustformel liegt der Durchmesser der Bohrung ca. um 0,3 mm größer als die Diagonale des Stifts (Abb. 38). Layout-Vorschläge für einen empfohlenen Bohrdurchmesser sind in den Artikelzeichnungen dokumentiert. Zusätzlich kann auch die Positionstoleranz der Kontaktstifte herangezogen werden (Abb. 39).

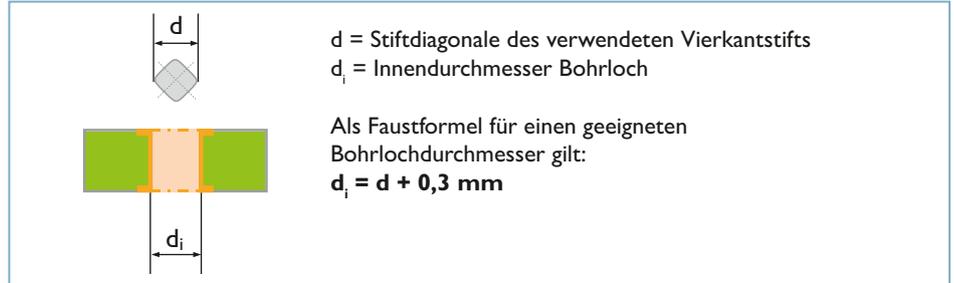


Abb. 38: Empfehlung zum Verhältnis von Bohrdurchmesser zu Stiftdiagonale

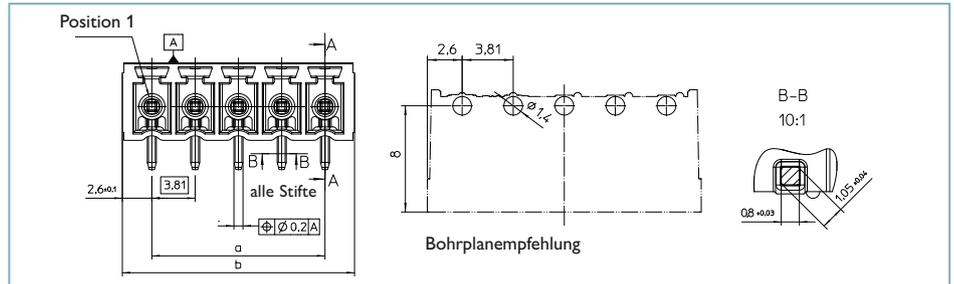


Abb. 39: Layout- und Toleranzzeichnung eines typischen THR-Bauteils

## 6.2 Pastendruck

Im Druckprozess wird die Lotpaste für SMD-Bauelemente (Oberflächendruck) und THR-Bauelemente (Durchdruck) gleichzeitig mittels einer Schablone auf die Pads/Restringe aufgetragen bzw. in die Bohrungen appliziert. Aktuell kommen Schablonen mit einer Stärke von 100 bis 150 µm zum Einsatz (Abb. 40).

### SMD-Pastendruck

Die kleinsten SMD-Pads eines Layouts und die Koplanarität der Bauelemente

beeinflussen maßgeblich den Pastenbedarf und damit die Wahl der Schablonendicke sowie die Klasse der Lotpaste. In der Regel werden mögliche Kombinationen getestet und können im Serienprozess zur Einstellung der Prozesskette abgerufen werden. Es ist weniger eine normative als viel mehr eine auf Erfahrung basierende Abstimmung der Parameter und Einstellung der Drucker.

### THR-Pastendruck

Die abgestimmten Druckprozesse für den führenden SMD-Druck sollten nicht oder nur geringfügig durch einen gleichzeitig stattfindenden THR-Druck beeinflusst werden. Am Drucker selbst kann jedoch durch Rakelwinkel oder Rakelgeschwindigkeit (ggf. durch Kartuschen- oder Kartuschen-Druck bei geschlossenen Systemen) schon grundsätzlich der Durchdruck verändert werden (Abb. 41).



Abb. 40: Rakelsystem zum Lotpastenauftrag

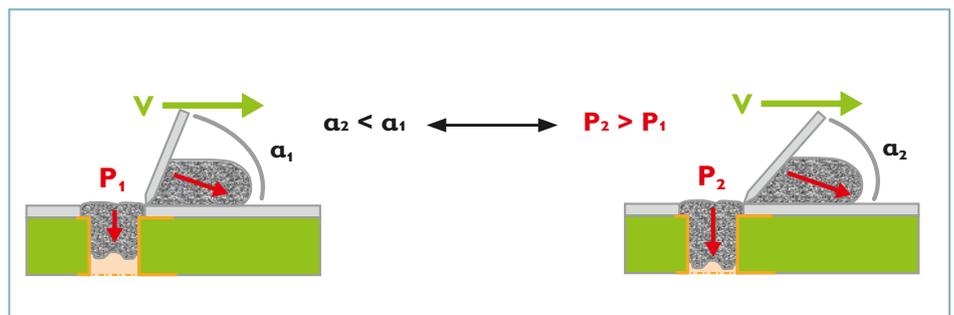


Abb. 41: Veränderung des Rakelwinkels – Erhöhung des Durchdrucks

## THR-Pastenvolumen – Basisparameter

Das Volumen des Pastendrucks muss doppelt so groß sein wie das Volumen, welches das Lot nach dem Aufschmelzen einnimmt. Etwa die Hälfte (Volumen) der Lotpaste besteht aus Lothilfsmitteln wie Aktivatoren und Flussmitteln, der Rest liegt als Lot in Kugelform mit üblichen Korngrößen zwischen 25 und 45 µm vor. Pastentypen werden u. a. nach Kugeldurchmesser in Klassen eingeteilt.

Das notwendige Volumen muss durch geeignete Auslegung des Layouts, optimierte Parameter des Druckers und in Abhängigkeit vom Verhalten der Lotpaste erzeugt werden. Idealerweise erzeugt man keine Überdruckung am oberen Restring (geringe Verschmutzung) und einen leichten Durchdruck unterhalb der Leiterplatte bei 100 % Füllung des Bohrlochs (Abb. 42).

Der Schablonausschnitt (Abb. 43) wird hierbei im Durchmesser um ca. 0,1 mm kleiner ausgelegt, sodass die Schablone auf dem Restring zu liegen kommt (Abb. 44).

## THR-Pastenvolumen – Zusatzflächen

In einigen Applikationen, insbesondere bei hoher Abtropfneigung der Lotpaste, wird der Durchdruck reduziert (Abb. 45). Die fehlenden Pastenvolumina müssen damit an anderer Stelle erzeugt werden.

Eine Reduktion des Durchdrucks kann im einfachsten Fall durch eine Verstellung

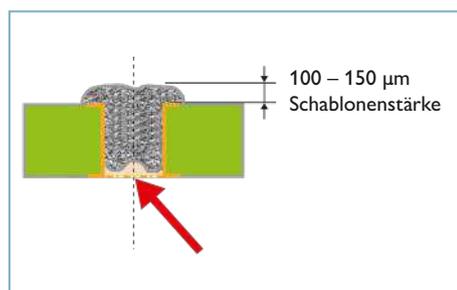


Abb. 45: Reduzierter Pastendruck – geringerer Durchdruck

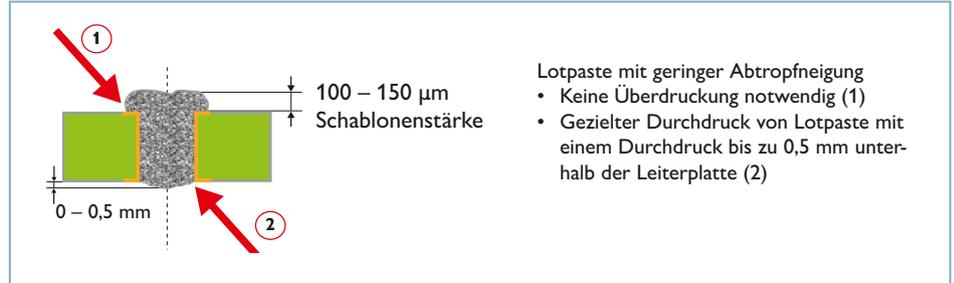


Abb. 42: Basisdruck (ideal)

- Lotpaste mit geringer Abtropfneigung
- Keine Überdruckung notwendig (1)
- Gezielter Durchdruck von Lotpaste mit einem Durchdruck bis zu 0,5 mm unterhalb der Leiterplatte (2)

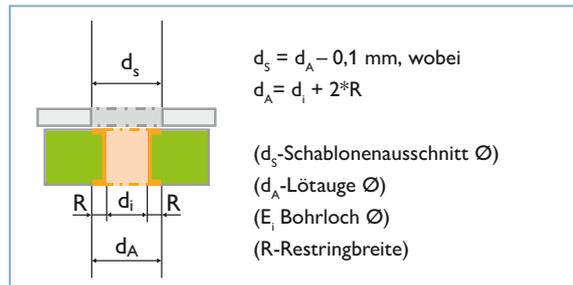


Abb. 43: Empfohlener Schablonausschnitt

Es wird somit bewusst ein Überdrücken von Lotpaste auf den Lötstopplack vermieden. Das notwendige Lotdepot ergibt sich durch die durchgedrückte Paste an der Leiterplattenunterseite.

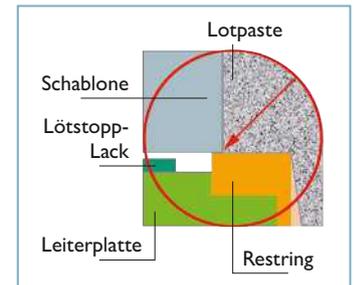


Abb. 44: Schablone setzt auf Restring auf – keine Überdruckung

Diese Variante beugt Verschmutzung durch Paste vor und verringert das Risiko von Lotperlenbildung.

des Rakelwinkels erfolgen, alternativ durch Stege in der Schablone (siehe THR-Pastenvolumen – reduzierter Druck, Seite 21).

Geringerer Durchdruck bedeutet geringeres Lotvolumen. Um dies auszugleichen, kann bei entsprechenden Platzverhältnissen durch zusätzliche, an den Restring angrenzende Flächen mehr

Pastenvolumen zur Verfügung gestellt werden. Die aufschmelzende Paste fließt aus diesen Gebieten zurück zum Restring und erhöht damit das Lotvolumen (Abb. 46).

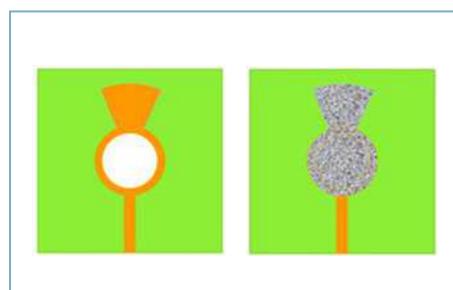


Abb. 46: Layout-Flächen für zusätzliches Lotpastenvolumen: Layout und nach Bedruckung

### THR-Pastenvolumen – reduzierter Druck

Neigt die verwendete Lotpaste zum Abtropfen bzw. sind die Bohrlöcher für die verwendeten Komponenten sehr groß, muss eine andere Strategie eingeschlagen werden. Hier empfiehlt sich das Einbringen von Stegen in die Schablone, um den Pastendruck zu begrenzen (Abb. 47). Die Reduktion des Lotvolumens im Durchdruck kann durch gleichzeitig gezieltes Überdrücken oder zusätzliche Rückflussflächen auf der Leiterplattenoberfläche bereitgestellt werden (Abb. 48).

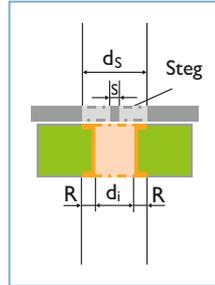


Abb. 47: Schablone mit Steg der Breite S

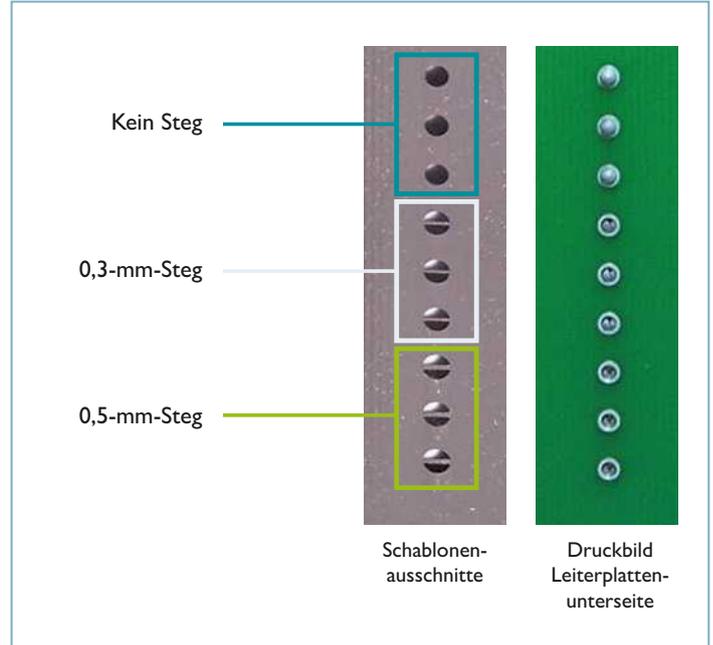


Abb. 48: Durchdrucksreduktion durch Stege, alternative Ausschnitte mit Stegen und größeren Durchmessern

## 6.3 Bestückung

Leiterplatten-Anschlüsselemente werden üblicherweise, insbesondere für Wellenlötprozesse, per Hand bestückt. Durch die Integration von THR- oder SMD-Steckverbindern in die automatisierte Bestückung bei Reflow-Prozessen ergeben sich entsprechende Kostenvorteile.

### Automatisierte Bestückung – Pick-and-Place

THR-/SMD-Stiftleisten oder Leiterplattenklemmen können in der Regel aufgrund ihrer Größe und des Gewichts meist nur mit Pick-and-Place-Automaten bestückt

werden. Die Aufnahme der Komponenten erfolgt dabei über Standardvakuumpipetten.

Für die vollständige Integration in den Prozess muss die zur Verfügung stehende maximale freie Bestückungshöhe des Automaten sowie das Bauelementgewicht berücksichtigt werden. Ggf. ist die Bestückungsgeschwindigkeit zu reduzieren, um Bauteilverlust zu vermeiden.

Die Entnahme des Bauteils (Pick) erfolgt an festgelegter Position (z. B. beim Gurt aus der ersten Kavität am Feeder, Abb. 49). Danach wird das Bauelement

per Kamera vermessen (Abb. 50) und anschließend ausgerichtet auf die Leiterplatte gesetzt (Place, Abb. 51).

Für diese Prozessführung müssen die Bauelemente in SMT-üblichen Verpackungsformen verfügbar sein. Für Steckverbinder und Leiterplattenklemmen ist die gängigste Verpackungsform der Gurt (Tape-on-Reel). Für sehr große oder geometrisch anspruchsvolle Bauteile können alternativ auch Flächenmagazine (Trays) zum Einsatz kommen.



Abb. 49: „Pick“ des Bauteils aus dem Gurt

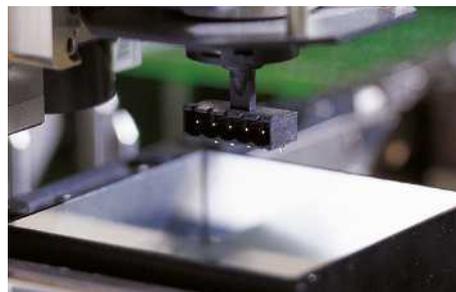


Abb. 50: Kameraerfassung zur Bauteilvermessung

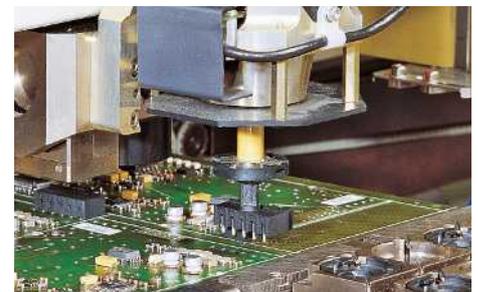


Abb. 51: „Place“ der Bauteile auf der Leiterplatte

### Gurtverpackung – Tape-on-Reel

Favorisierte Lieferform für SMT-Bestückungsprozesse ist die Tape-on-Reel-Verpackung (Abb. 52). Für Standard-THR-Bauteile kommen dabei Gurtbreiten von 16 mm bis 104 mm zum Einsatz.

Aufgrund der Bauteilgröße, besonders bei hoch aufbauenden Bauteilen, ergeben sich Gurte mit recht tiefgezogenen Kavitäten. Es muss deshalb ein geeigneter Feeder mit entsprechendem Freiraum zur Verfügung stehen. Zudem muss geprüft werden, ob die zur Verfügung stehen-

den Radien im Feeder ausreichen und genügend Platz für Zu- und Wegführung des Tapes im Automaten bereitsteht (Abb. 53).

Der zur Verfügung stehende Platz am Feeder-Tisch eines Automaten ist immer knapp bemessen (Abb. 54), insbesondere wenn die Feeder-Wagen fest gerüstet und nicht mehr umgebaut werden. Demzufolge ist man stets bemüht, den Platz optimal zu nutzen. Feeder in Standardbaubreiten im Bereich 16 mm bis 56 mm werden daher bevorzugt, 72 mm bzw.

104 mm breite Feeder werden nur in Ausnahmefällen gebaut. Das limitiert aber auch die Bauteillängen/-größen im Gurt. Für größere Bauelemente werden Sonderanfertigungen sowohl für Gurte als auch an Feedern benötigt. Die sind nicht ungewöhnlich, aber seltener und kostspielig. Hier sollte ggf. auf die alternative Tray-Verpackung ausgewichen werden.



Abb. 52: Tape-on-Reel-Verpackung



Abb. 53: Gerüsteter Feeder



Abb. 54: Begrenztes Platzangebot am Feeder-Tisch

### Tray – Verpackung im Flächenmagazin

Der alternative Einsatz von Flächenmagazinen hängt von mehreren Faktoren ab. Bauteilseitig bestimmen die Außenabmessungen maßgeblich die Grenzen, in denen der Einsatz von Gurten noch Sinn macht. Bauteile mit großen Volumen, entsprechender Länge oder Höhe, passen zwar auch in einen Gurt, machen aber hinsichtlich Verfügbarkeit passender

Feeder, geringer Verpackungseinheiten pro Gurt oder maßlicher Grenzen (Umlenkradius im Feeder) den Einsatz im Gurt unwirtschaftlich. Dann kann ein Flächenmagazin eine wirtschaftlich attraktive Alternative sein (Abb. 55/56).

Häufig bestimmt allerdings auf der Betriebsmittelseite allein das Vorhandensein einer Tray-Zuführeinheit (Tray-Turm, Abb. 57), ob auch hier der Vorteil genutzt werden kann. Dort, wo kein Tray-Turm

integriert ist, macht eine Nachrüstung meist keinen Sinn und die Sonderanfertigung großer Gurte und Beschaffung breiter Feeder ist kostengünstiger. Die Entscheidung für eine entsprechende Verpackungsvariante ist somit sehr individuell vom bestehenden Bestückungssystem und der Komponente abhängig.



Abb. 55: M12-THR-Steckverbinder im Tray



Abb. 56: Großvolumige THR-Komponente im Tray



Abb. 57: Tray-Zuführeinheit (Tray-Turm)

## 6.4 SMT-Löten

SMT-Löten ist Aufschmelzlöten (siehe Abschnitt „Surface Mount – Grundlage der Baugruppenherstellung“ auf Seite 4). Die zwischen Lotanschlussfläche (Leiterplattenpad) und SMD-Bauteilkontakt liegende Lotpaste schmilzt bei Erreichen der Liquidustemperatur auf, füllt die Bereiche zwischen Kontakt und Pad und bildet abschließend eine Lothohlkehle im Randbereich des Kontakts aus. Hierdurch wird die mechanische und elektrische Verbindung des Bauteils zur Leiterplatte sichergestellt.

### THR – Through Hole Reflow

Die Lötung von in Paste stehenden Stiften stellt eine Sonderform des SMT-Lötens dar. Nach dem Bestücken umgibt die Paste die Stiftspitze in Form eines Pastentropfens unterhalb der Bohrung (Abb. 58). Im Lötprozess schmilzt die Paste auf und zieht sich mit Hilfe des Kapillareffekts entlang der Stiftflanken durch das Bohrloch. In der darauf folgenden Abkühlphase sackt ein Teil des Lots wieder nach unten und bildet den charakteristischen Lotkegel aus (Abb. 59). Der Stiftüberstand unterhalb der Leiterplatte spielt beim Aufschmelzen des Lots eine wesentliche Rolle. Die durchgedrückte Lotpaste sollte noch Kontakt zum Bohrloch (Restring) behalten, um einen guten Reflow-Effekt zu erzielen. Kurze Stiftlängen reduzieren das Risiko des Pastenverlusts durch Abtropfen.

### Löttechnologien

In der SMD-Fertigung kommen heute vorrangig Konvektionslötanlagen, gefolgt von Dampfphasen-Lötanlagen zum Einsatz. Konvektionslötöfen (Abb. 60) haben ein modernes Wärmemanagement mit regelbaren Unter- und Oberhitzen. Bei einmal eingefahrenem Profil dienen sie als Durchlauföfen für volumenstarke Serien. Hinsichtlich der THR-Technologie gibt es nur selten modellbedingt Einschränkungen.



Abb. 58: Pastentropfen an Stiftspitzen

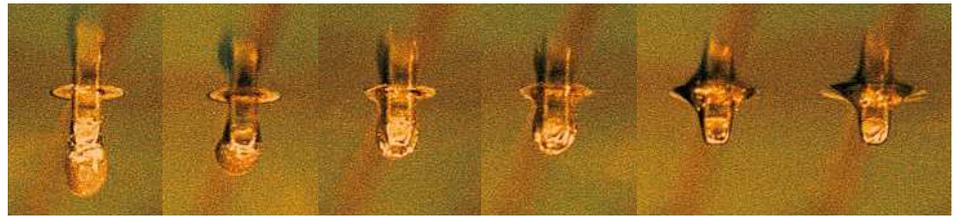


Abb. 59: Aufschmelzprozess im Reflow-Ofen



Abb. 60: Konvektionslötöfen

Mit der Entwicklung der Dampfphasen-Lötöfen (Abb. 61) hin zum Inline-System gewinnt diese Löttechnologie weiter an Bedeutung. Das System bietet bei konstantem Lötprofil eine höhere Fertigungsbreite hinsichtlich der Baugruppengröße und häufig wechselnder Serien. Für den Einsatz von THR-Komponenten ist zu beachten, dass sich auch auf dem Pastentropfen zusätzlich Kondensat absetzen kann. Dies erhöht das Risiko



Abb. 61: Lötammer während einer Dampfphase

des Pastenverlusts durch Abtropfen. Eine reduzierte Lötstiftlänge wirkt dem Abtropfen entgegen. Zusätzlich sollten keine schöpfenden Bauelemente eingesetzt werden, die Kondensat sammeln. Ggf. müssen potenziell schöpfende Bauelemente Ablauföffnungen haben.

### **Normenlage zum Reflow-Lötprozess**

Die aktuellen Normen im Zusammenhang mit dem Reflow-Lötprozess sollten in prozessbeschreibende Normen und Bauteil qualifizierende Normen unterteilt werden.

1. Eine in der Hauptsache die Anforderungen an SMD-Bauelemente und den Lötprozess beschreibende Norm ist die DIN EN 61760-1 – Oberflächenmontagetechnik – Genormtes Verfahren zur Spezifizierung oberflächenmontierbarer Bauelemente (SMD).
2. Die Normenreihe wurde durch den Teil 3 auf THR-Bauelemente erweitert. In der DIN EN 61760-3 – Oberflächenmontagetechnik – Genormtes Verfahren zur Spezifizierung von Durchsteckmontage-Bauelementen für das Aufschmelzverfahren (THR) finden sich Anforderungen an THR-Bauelemente und ebenso den Lötprozess an sich.
3. Die in der DIN IEC 60068-2-58 – test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD) – beschriebenen Verfahrensbedingungen dienen zur Qualifikation. Die im Anwendungs-

bereich der Norm beschriebenen Lötprofile können als Basis für die Entwicklung realer Lötprofile herangezogen werden.

4. Eine qualifizierende Prüfung für Komponenten findet sich in der IPC/JEDEC J-STD-020-Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Device.

Diese Norm wird für THR- und SMD-Steckverbinder von Phoenix Contact herangezogen und danach wird geprüft. Der Prüfungsablauf wird im Punkt Qualifizierung von Bauelementen für den Reflow-Prozess (siehe Seite 13) beschrieben. Grundsätzlich beschreibt die Norm nur die Qualifikationsbedingungen für den Gehäusekunststoff, sie qualifiziert nicht die Lötung.

Die Besonderheit der Qualifikation ist das saubere Trennen zwischen den maximalen Temperaturbelastungen seitens der Hersteller und der Anwender. Hier wird ein Sicherheitsabstand vorgeschrieben, der eine Überlastung durch den Anwender vermeiden kann.

### **Empfohlenes Lötprofil**

Reflow-lötbare Steckverbinder und Leiterplattenklemmen werden bei Phoenix Contact nach IPC/JEDEC J-STD 020 qualifiziert. Mit Angabe des jeweiligen Moisture Sensitive Level sowie der Klassifikationstemperatur kann der Prozessbegleiter die Verarbeitbarkeit der Bauelemente in seiner Linie mit seinen individuellen Profilen gut einschätzen. In der Praxis wird man Lötprofile in Anlehnung an die

IPC/JEDEC J-STD 020 zurückhaltend einstellen, um an der unteren Grenze der Wärmebelastungen zu löten.

Es gibt nicht das eine Lötprofil für alle Bauteile. Das Lötprofil ist sehr individuell und berücksichtigt alle Parameter des Prozesses, von den Bauteilen, der Leiterplatte über die Lotpaste bis hin zum Equipment (Ofen). Es ist ein Kompromiss aus allen Einflüssen mit dem Ziel eines optimalen Lötergebnisses einer definierten Qualität.

Die in o. g. Norm zusätzlichen Parameter und Zuordnungen hinsichtlich des vergleichbaren Bauteilvolumens, der Bauteildicke und der maximalen Peak-Body-Temperaturen ermöglicht eine stressreduzierte Temperaturbelastung, um weitere, nicht so belastbare Bauteile zu schonen (siehe Seite 16 – Qualifikationsprofil vs. Anwenderprofil).

## 6.5 Inspektion

### Referenz

Zur Inspektion von Lötstellen reflow-gelöteter Bauelemente kann die Norm IPC A 610 – Abnahmekriterien für elektronische Bauelemente – herangezogen werden. Grundsätzlich besteht der Anspruch, mit Steckverbindern und Leiterplattenklemmen von Phoenix Contact Lötstellen gemäß der Klasse 3 o. g. Norm – Produkte für höchste Zuverlässigkeit – zu ermöglichen. Die Erstellung der Lötstelle liegt in der Verantwortung des Prozessbegleiters.

### Anforderungen an THR-Lötstellen

Die anzustrebenden Anforderungen an eine Lötstelle der Klasse 3 für durchmetallisierte Löcher, vertikale Füllung mit Lotdurchstieg sind wie folgt:

- **Füllgrad:**  
Die vertikale Füllung (Lotdurchstieg) sollte 100 % betragen. Eine Reduktion auf 75 % ist noch zulässig (Abb. 62).
- **Benetzung der Primärseite:**  
Mit Primärseite ist die Seite zum Bauteil gemeint. Anzustreben ist eine Benetzung rund um den Anschlussdraht von 360°. Minimal ist eine 270°-Benetzung noch zulässig (Abb. 63).
- **Benetzung der Sekundärseite:**  
Mit Sekundärseite ist die dem Bauteil abgewandte Seite der Leiterplatte gemeint. Anzustreben ist ebenfalls eine Benetzung rund um den Anschlussdraht von 360°. Minimal ist eine 330°-Benetzung noch zulässig (Abb. 64).
- **Restring-Abdeckung der Primärseite:**  
Die Anschlussfläche (das Lotauge) muss nicht mit Lot benetzt sein. Idealerweise sollte der Lötkegel sichtbar sein (Abb. 65).
- **Restring-Abdeckung der Sekundärseite:**  
Die Anschlussfläche (das Lotauge) muss vollständig mit Lot benetzt sein. Idealerweise sollte sich der Lötkegel sichtbar erheben (Abb. 66).

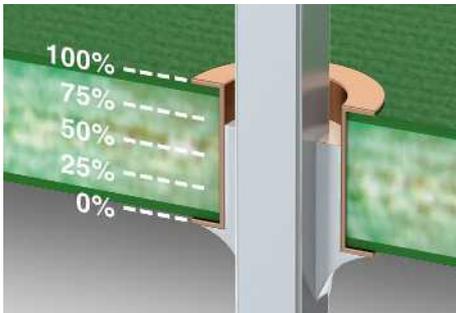


Abb. 62\*: Füllgrad, mindestens 75 % geforderte vertikale Füllung



Abb. 63\*: Benetzung Primärseite 270° bzw. 75 %



Abb. 64\*: Benetzung Sekundärseite 330° bzw. 92 %

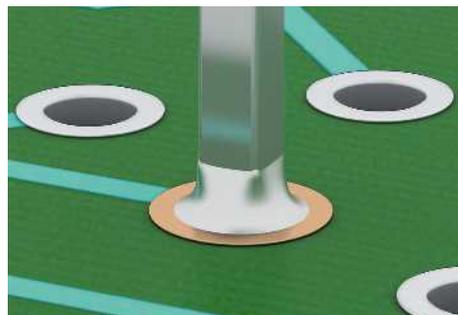


Abb. 65\*: Restring-Abdeckung Primärseite 75 %, Benetzung des Lotauges nicht erforderlich



Abb. 66\*: Restring-Abdeckung Sekundärseite ideal vollständig benetzt, minimal 75 %

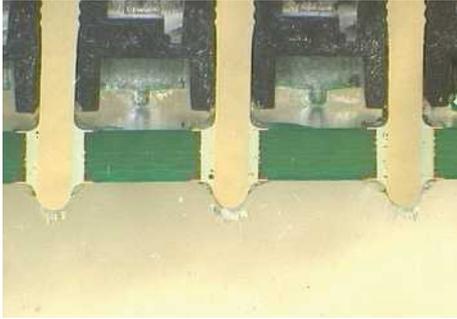


Abb. 67: Beurteilung Füllgrad für 2,6-mm-Stift- in 1,6 mm dicker Leiterplatte

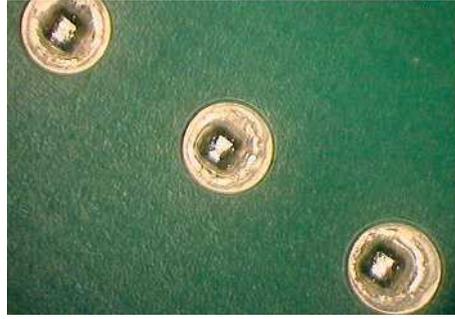


Abb. 68: Einwandfreie Benetzung des Lötages und 100 % Umfangsbenetzung

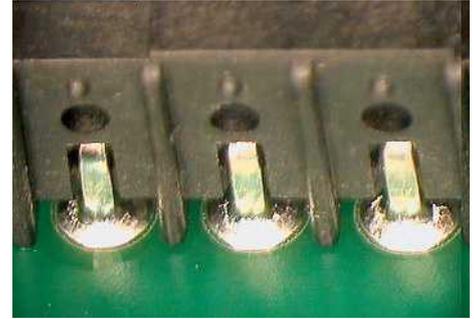


Abb. 69: Typische magere THR-Lötstelle auf der Leiterplattenunterseite mit mehr als 75 % Lötäugenbenetzung und 100 % Umfangsbenetzung

### Lötstellen mit durchstehender Stiftspitze – Standardstift

Der leicht über die Leiterplattenunterseite überstehende Stift erfüllt die Mindestanforderung für eine beurteilbare Lötstelle nach Norm. Bei optimaler Abstimmung aller Parameter werden die Anforderungen für alle Kriterien zu 100 % erreicht. So ist im Schliffbild ein Füllgrad von mindestens 75 % erreicht. Es bilden sich auf beiden Seiten kleine Lotkegel aus (Abb. 67–69).

### Lötstellen mit versenktem Stift

Dort, wo man den Platz auf der gegenüberliegenden Leiterplattenseite benötigt, macht es im Layout Sinn, sogenannte versenkte Stifte einzusetzen. Als versenkter Stift wird ein Stift bezeichnet, der nicht aus der Bohrung auf der Leiterplattenunterseite herausragt und dessen Lötstelle damit nicht nach den üblichen o. g. Kriterien der IPC-A-610 beurteilt werden kann. Dies ist zulässig, wenn die Stiftlängen herstellenseitig auf die entsprechende Länge reduziert sind und das Bauteil direkt auf der Leiterplattenoberseite bündig aufsitzt.

Hier müssen eigene Strategien zur Qualitätsbeurteilung entwickelt werden. Schliffbilder zeigen auch hier einen zuverlässigen Füllgrad und eine gute Ausbildung des Lotkegels unter dem Bauteil (Abb. 70 – 72).

### Qualität von THR-Lötstellen

THR-Lötstellen sind in ihrer Ausprägung den Lötstellen, wie sie beim Wellen- oder Selektivlöten entstehen, sehr ähnlich. Der Hauptunterschied liegt in der Form der Lötkegel. Da prozessbedingt weniger Lot zur Verfügung steht, sind die ausgebildeten Lötkegel kleiner oder nur ansatzweise ausgeprägt. Dieses spezielle Erscheinungsbild muss mit der Qualitätssicherung abgestimmt sein bzw. bei der Verwendung von automatischen Inspektionssystemen (AOI) berücksichtigt werden.

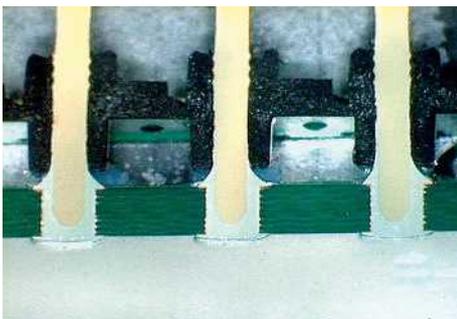


Abb. 70: Beurteilung Füllgrad für 1,4-mm-Stift in 1,6 mm dicker Leiterplatte



Abb. 71: Beurteilung der Umfangsbenetzung und Lötäugenbenetzung nach IPC nicht definiert

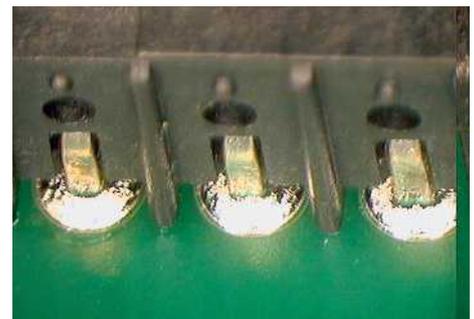


Abb. 72: Lötstelle auf der Leiterplattenoberseite: Umfangsbenetzung und Lötäugenbenetzung normenkonform

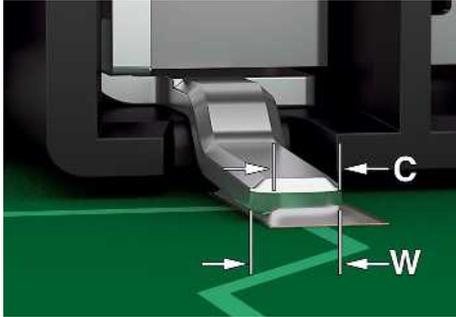


Abb. 73\*: Flache Gullwing-Anschlüsse, minimale Breite am Ende der Lötstelle (C)

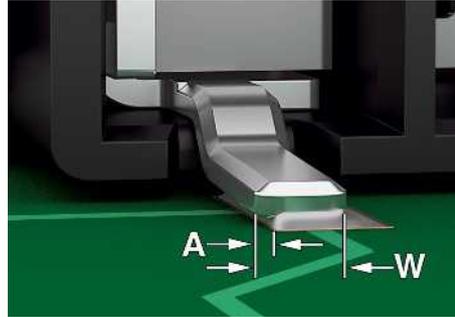


Abb. 74\*: Flache Gullwing-Anschlüsse, Seitenüberhang (A)

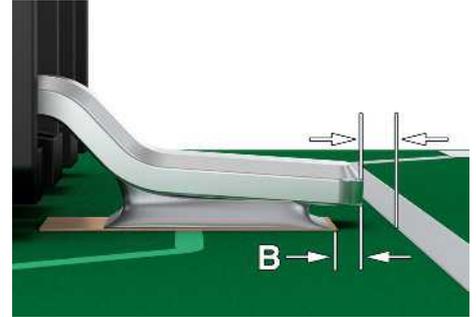


Abb. 75\*: Flache Gullwing-Anschlüsse, Spitzenüberhang (B)

### Anforderungen an SMD-Lötstellen

Für die Erstellung qualitativ hochwertiger SMD-Lötstellen sind die Koplanarität der Kontakte und die Abstimmung von Kontaktfläche des Anschlusskontakts zur Löt-Pad-Fläche maßgebend. Lötanschlüsse für SMD-Steckverbinder von Phoenix Contact sind sowohl als flache Gullwing-Anschlüsse als auch als Verbindungen mit abgeflachten Stiften bzw. Stoßlötstellen/ I-Anschlüsse (M12) einzuordnen.

Die wesentlichen Punkte bei der Beurteilung einer SMD-Lötstelle (Gullwing) sind maximaler Seiten- und Spitzenüberhang sowie die Breite am Ende der Lötstelle. Des Weiteren sind die minimale Länge der Lötstelle an der Seite sowie die maximale Höhe der Lötstelle an der Ferse zu beurteilen. Entsprechende Verhältnisse der Dimensionen von Kontakt- und Leiterbahngeometrie sowie der Lotstellenform und Abmessungen sind der IPC A 610 für die Ausführung nach angestrebter Klasse (ideal Klasse 3) zu entnehmen.

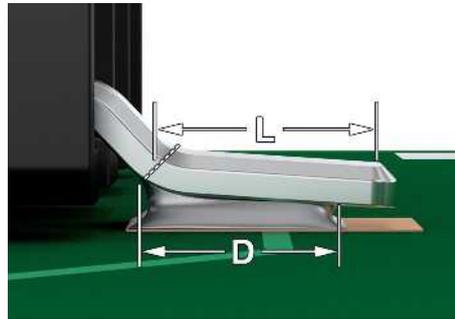


Abb. 76\*: Flache Gullwing-Anschlüsse, minimale Länge der Lötstelle an der Seite (D)

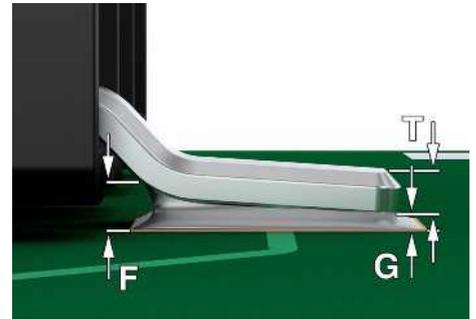


Abb. 77\*: Flache Gullwing-Anschlüsse, minimale Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)

# Leiterplatten-Anschlussstechnik für THR- und SMT-Lötprozesse

Phoenix Contact bietet ein breites Programm an Leiterplattenklemmen, Leiterplatten-Steckverbindern sowie Rund- und Datensteckverbindern für das THR- und SMT-Löten. So können Sie Ihre Fertigungsverfahren effizient automatisieren und hohe mechanische Stabilität mit hoher Bestückungsdichte in einem einzigen Produktionsablauf kombinieren.

## Push-in-Anschluss

SPT-THR-/SMD-Leiterplattenklemmen mit Push-in-Anschluss in SMD- oder THR-Ausführung

## Einstöckige THR-Grundleisten

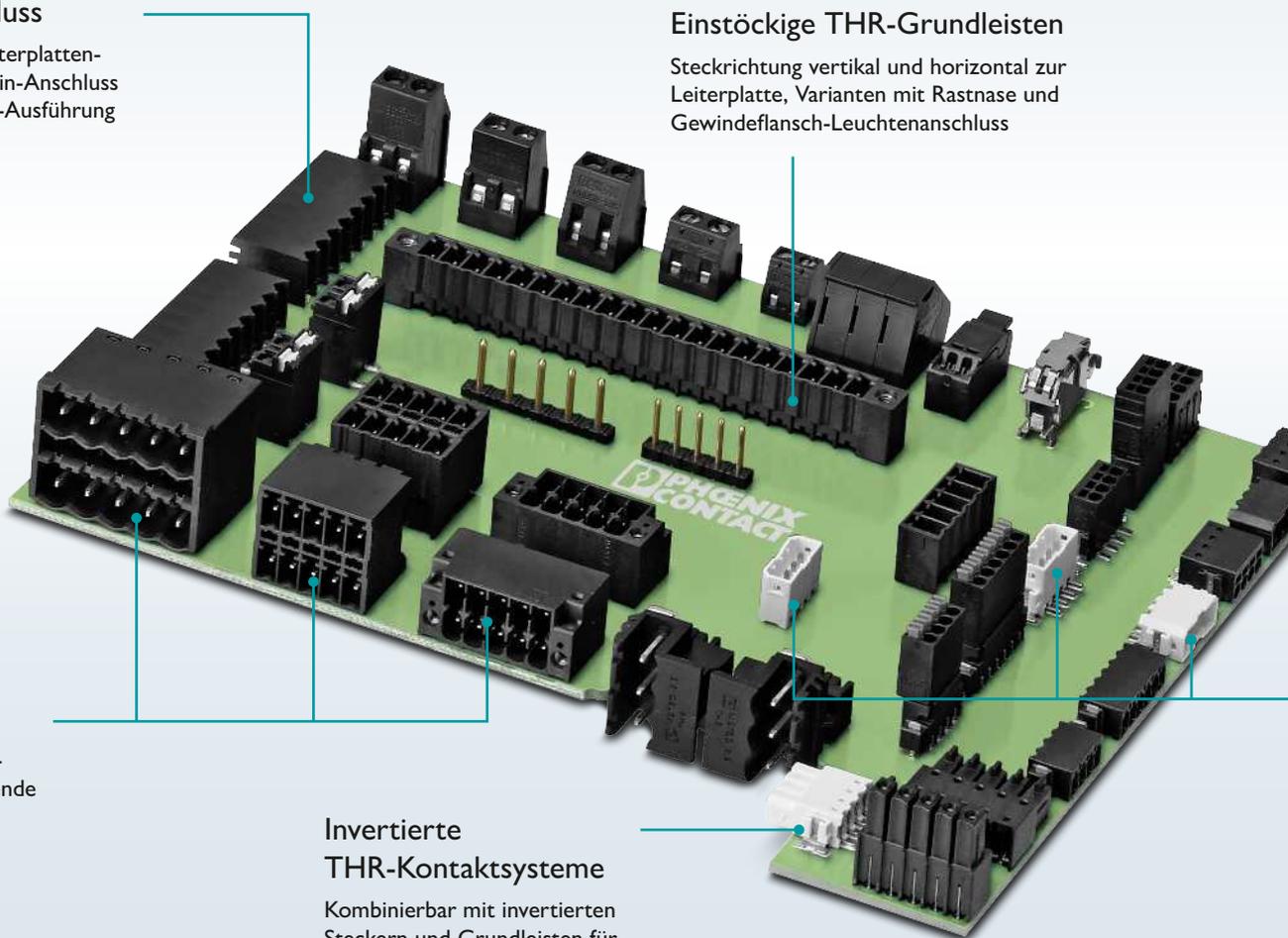
Steckrichtung vertikal und horizontal zur Leiterplatte, Varianten mit Rastnase und Gewindeflansch-Leuchtenanschluss

## High Density

Hochpolige doppelstöckige, platzsparende THR-Stiftleisten

## Invertierte THR-Kontaktsysteme

Kombinierbar mit invertierten Steckern und Grundleisten für berührungsgeschützte Applikationen



## Durchgängige Schirmung

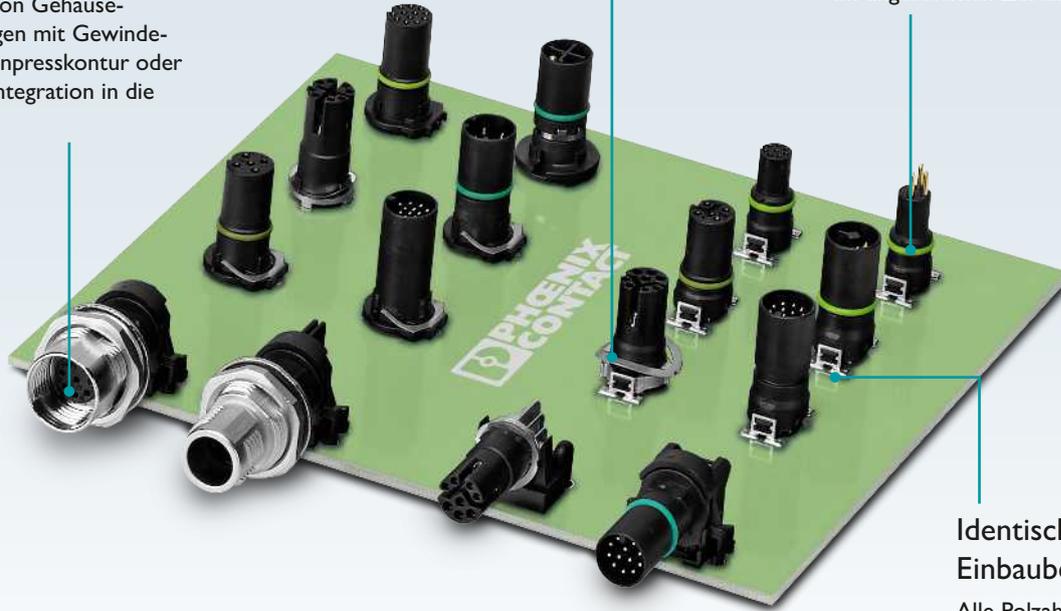
Schirmanbindung über Schirmfeder auf die Leiterplatte

## Zuverlässiger Schutz

Zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand

## Vielfältige Geräte-Port-Lösungen

Verwendung von Gehäuseverschraubungen mit Gewindefestigung, Einpresskontur oder zur direkten Integration in die Frontplatte



## Identische mechanische Einbaubedingungen

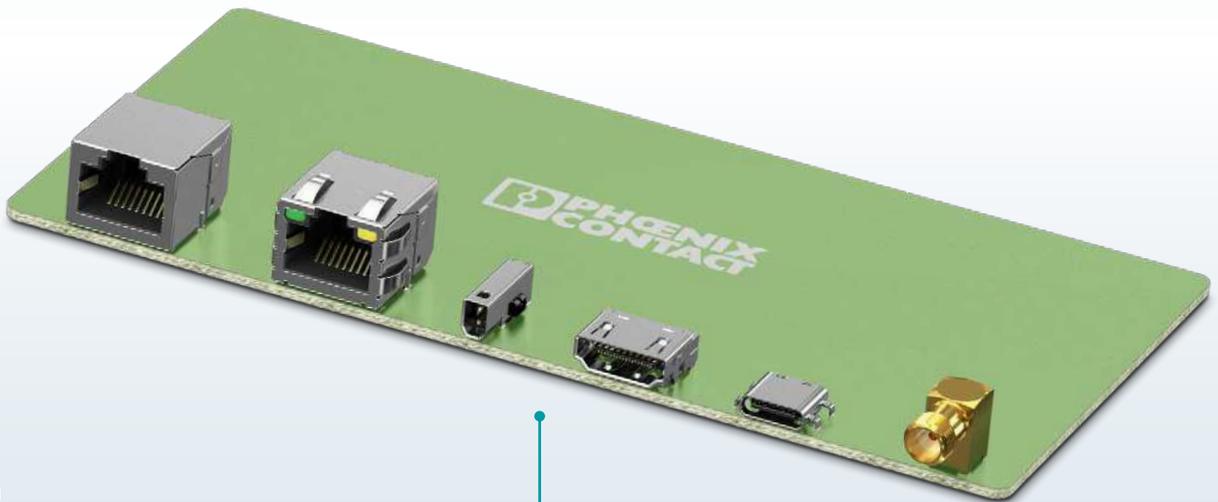
Alle Polzahlen und Kodierungen auf einer Ebene der Leiterplatte

## Sonderlösungen

Weißer Anschlusssteckverbinder für Applikationen im Bereich Leuchtenanschluss

## Zuverlässige Datensteckverbinder für Kupfer und LWL-Anwendung

Phoenix Contact bietet den richtigen Datensteckverbinder für Ihre industrielle und semiindustrielle Anwendung. Von SPE, RJ45, HDMI, USB, Koaxial bis hin zu LWL-Applikationen bietet Phoenix Contact ein umfangreiches Portfolio verschiedener Steckgesichter für unterschiedliche Übertragungseigenschaften.



# Produktübersicht

## Leiterplattenklemmen

Leiterplattenklemmen ermöglichen die einfache und sichere Übertragung von Signalen, Daten und Leistung direkt auf die Leiterplatte. Die platzsparende Anschlussart eignet sich für eine Vielzahl von Applikationen im Prozess- und Industrieumfeld.

- Für Leiterquerschnitte von 0,14 mm<sup>2</sup> bis 6 mm<sup>2</sup>
- Für Ströme bis 41 A und Spannungen bis 320 V (IEC)
- Mit Schraub-, Feder- oder Schneidklemmanschluss
- Für Raster von 2,5 mm bis 5,08 mm

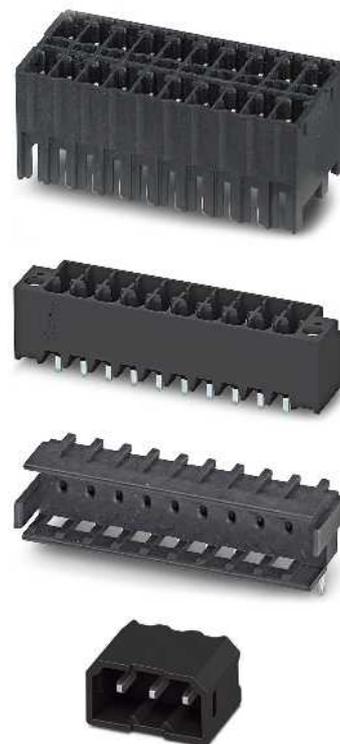


Mehr Informationen ab Seite 30

## Leiterplatten-Steckverbinder

Unsere Leiterplatten-Steckverbinder bieten einen universellen, wartungsfreundlichen Leiteranschluss für nahezu alle Geräte-Designs unterschiedlicher Branchen und Märkte.

- Für Leiterquerschnitte von 0,14 mm<sup>2</sup> bis 2,5 mm<sup>2</sup>
- Für Ströme bis 12 A und Spannungen bis 320 V (IEC)
- Mit Schraub-, Feder-, Schneidklemm- oder Crimpanschluss



Mehr Informationen ab Seite 33

## Rundsteckverbinder

Für die industrielle Automatisierung stehen Rundsteckverbinder der Produktfamilie PLUSCON circular in unterschiedlichen Baugrößen zur Verfügung.

- M8-Steckverbinder für die Übertragung von Signalen und Daten
- M12-Steckverbinder für die Übertragung von Signalen, Daten und Leistung



Mehr Informationen ab Seite 38

## Datensteckverbinder

Phoenix Contact bietet ein umfangreiches Portfolio an Datensteckern von RJ45 über USB und HDMI bis hin zum Koaxial- und LWL-Anschluss sowie für SPE.

- Zuverlässige Datenübertragung durch das RJ45 Industrial Connection System
- Zukunftssichere Vernetzung vom Sensor bis in die Cloud mit SPE-Datensteckverbindern
- Koaxial Gerätesteckverbinder für Übertragungen von WLAN, Bluetooth, LTE oder 5G-Signalen.
- USB Typ-A und Typ-C-Jacks für industrielle Applikationen
- Sichere Übertragung von Audio und Video mit HDMI Typ-A-Jacks.
- Glasfaser-Geräteanschluss für die sichere Datenübertragung



Mehr Informationen ab Seite 31

# Leiterplattenklemmen 0,5 mm<sup>2</sup> bis 1,5 mm<sup>2</sup>

Leiterplattenklemmen Nennquerschnitt bis 0,5 mm <sup>2</sup>							
	Schraubanschluss mit Zughülse						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	MPT-THR 0,5	THR-Löten	2–12	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	MPT-SMD 0,5	SMT-Löten	2–12	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°

 Webcode: #1231	Push-in-Federanschluss						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PTSM 0,5/...-H-THR	schwarz, THR-Löten	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-V-THR	schwarz, THR-Löten	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	PTSM 0,5/...-H-SMD	schwarz, SMT-Löten	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-V-SMD	schwarz, SMT-Löten	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	PTSM 0,5/...-H-THR	weiß, THR-Löten höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-V-THR	weiß, THR-Löten höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	PTSM 0,5/...-H-SMD	weiß, SMT-Löten auch 1-polig verfügbar höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	1–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-V-SMD	weiß, SMT-Löten höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°

 Webcode: #1232	Schneidanschluss IDC						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PTQ 0,3	–	2	2,5	4 IEC 2 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°

## Leiterplattenklemmen Nennquerschnitt bis 1,5 mm<sup>2</sup>

	Schraubanschluss mit Zughülse						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	MKDS-THR 1	THR-Löten	2–12	3,5/ 3,81	13,5 IEC <sup>3)</sup> 10 UL (B) <sup>4)</sup>	200 IEC <sup>3)</sup> 300 UL (B, D) <sup>4)</sup>	0°
	MKDS-SMD 1	SMT-Löten	2–12	3,5/ 3,81	13,5 IEC <sup>3)</sup> 10 UL (B) <sup>4)</sup>	200 IEC <sup>3)</sup> 300 UL (B, D) <sup>4)</sup>	0°

 Webcode: #1236	Push-in-Federanschluss						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	SPT-THR 1,5/...-H	THR-Löten, verschiedene Pinlängen verfügbar	2–12	3,5/3,81	13,5 IEC 10 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	0°
	SPT-THR 1,5/...-V	THR-Löten, verschiedene Pinlängen verfügbar	2–12	3,5/3,81	13,5 IEC 10 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	90°
	SPT-SMD 1,5/...-H	SMT-Löten	2–12	3,5/3,81	13,5 IEC 10 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	0°
	SPT-SMD 1,5/...-V	SMT-Löten	2–12	3,5/3,81	13,5 IEC 10 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	90°
	SPT-THR 1,5/...-H	THR-Löten, verschiedene Pinlängen verfügbar	2–12	5,0/5,08	13,5 IEC 10 UL (B, D)	320 IEC 300 UL (B, D)	0°
	SPT-THR 1,5/...-V	THR-Löten, verschiedene Pinlängen verfügbar	2–12	5,0/5,08	13,5 IEC 10 UL (B, D)	320 IEC 300 UL (B, D)	90°
	SPT-SMD 1,5/...-H	SMT-Löten	2–12	5,0/5,08	13,5 IEC 10 UL (B, D)	320 IEC 300 UL (B, D)	0°
	SPT-SMD 1,5/...-V	SMT-Löten	2–12	5,0/5,08	13,5 IEC 10 UL (B, D)	320 IEC 300 UL (B, D)	90°

1) Use groups A – F nach UL

2) IEC-Bemessungsisolationsspannung bei Überspannungskategorie III / Verschmutzungsgrad 2

3) Diese technischen Daten werden erwartet, abschließende Prüfungen stehen noch aus

4) Der angegebene Wert wird bei der Approbation erwartet

## Leiterplattenklemmen 2,5 mm<sup>2</sup> bis 6 mm<sup>2</sup>

Leiterplattenklemmen Nennquerschnitt bis 2,5 mm <sup>2</sup>							
 Webcode: #2669	Push-in-Federanschluss						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	SPT-THR 2,5/...-H	THR-Löten	2–12	5,0	24 IEC 20 UL (B) 10 (D)	400 IEC 300 UL (B) 300 (D)	0°
	SPT-THR 2,5/...-V	THR-Löten	2–12	5,0	24 IEC 20 UL (B) 10 (D)	400 IEC 300 UL (B) 300 (D)	90°

Leiterplattenklemmen Nennquerschnitt bis 6 mm <sup>2</sup>							
 Webcode: #0724	Sonderbauform Federanschluss						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PTSP 6	ohne Isoliergehäuse mit SUNCLIX-Federan- schluss	1	–	41 IEC 30 UL	–	0°

1) Use groups A–F nach UL

2) IEC-Bemessungsisolationsspannung bei Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

# Leiterplatten-Steckverbinder 0,5 mm<sup>2</sup>

## Leiterplatten-Steckverbinder Nennquerschnitt bis 0,5 mm<sup>2</sup>

 Webcode: #0735	Grundleisten: THR-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	MC 0,5/...-G-THR	seitlicher THR-Anker	2–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	MCV 0,5/...-G-THR	seitlicher THR-Anker	2–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	DMC 0,5/...-G1-THR	doppelreihig, seitlicher THR-Anker integrierter THR-Anker	2–3 4–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	DMCV 0,5/...-G1-THR	doppelreihig, seitlicher THR-Anker integrierter THR-Anker	2–3 4–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°

 Webcode: #0736	Grundleisten: SMT-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	MC 0,5/...-G-SMD	seitlicher THR-Anker	2–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	MCV 0,5/...-G-SMD	seitlicher THR-Anker	2–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	DMC 0,5/...-G1-SMD	doppelreihig, seitlicher THR-Anker integrierter THR-Anker	2–3 4–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	DMCV 0,5/...-G1-SMD	doppelreihig, seitlicher THR-Anker integrierter THR-Anker	2–3 4–16	2,54	6 IEC 6 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°

 Webcode: #0741	Grundleisten: THR-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PTSM 0,5/...-HH-THR	schwarz	2–10	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-HV-THR	schwarz	2–10	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	PTSM 0,5/...-HH-THR	weiß, höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-HV-THR	weiß, höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°

# Leiterplatten-Steckverbinder 0,5 mm<sup>2</sup> bis 1,5 mm<sup>2</sup>

Leiterplatten-Steckverbinder Nennquerschnitt bis 0,5 mm <sup>2</sup>							
 Webcode: #0743	Grundleisten: SMT-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PTSM 0,5/...-HH-SMD	schwarz	2–10	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-HH-SMD	weiß, höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-HV-SMD	weiß, höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	PTSM 0,5/...-HTB-SMD	weiß, höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	-90°

 Webcode: #0744	Invertierte Grundleisten: SMT-Löten, female						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PTSM 0,5/...-HHI-SMD	schwarz	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	PTSM 0,5/...-HHI-SMD	weiß, höhere Spannung möglich (IEC nach II/2: 320 V)	2–8	2,5	6 IEC 5 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°

 Webcode: #0747	Schneidanschluss IDC						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PST 1,0/...-H	–	2–16	3,5	8 IEC 10 UL (B)	250 IEC 300 UL (B)	0°
	PST 1,0/...-V	–	2–16	3,5	8 IEC 10 UL (B)	250 IEC 300 UL (B)	90°

 Webcode: #0748	Schneidanschluss IDC						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	FK-MPT 0,5/...-ICA	Grundleiste für Leiterplattenklemmen FK-MPT 0,5/...-V	2–16	3,5	3 IEC 4 UL (B, D)	250 IEC 300 UL (B, D)	0°
	FK-MPT 0,5/...-ICVA	Grundleiste für Leiterplattenklemmen FK-MPT 0,5/...-V	2–16	3,5	3 IEC 4 UL (B, D)	250 IEC 300 UL (B, D)	90°

## Leiterplatten-Steckverbinder Nennquerschnitt bis 1,5 mm<sup>2</sup>

 Webcode: #0760	Grundleisten: SMT-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	MC 1,5/..-G-THR MC 1,5/..-GF-THR	ohne Flansch mit Gewindeflansch	2–12 2–20	3,5 3,81	8 IEC 8 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	0°
	MCV 1,5/..-G-THR MCV 1,5/..-GF-THR	ohne Flansch mit Gewindeflansch	2–12 2–20	3,5 3,81	8 IEC 8 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	90°
	DMC 1,5/..-G1-THR DMC 1,5/..-G1F-LR-THR	ohne Flansch mit Gewindeflansch und mit Lock-and-Release-Verriegelung	2–20	3,5	8 IEC 8 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	DMCV 1,5/..-G1-THR DMCV 1,5/..-G1F-LR-THR	ohne Flansch mit Gewindeflansch und mit Lock-and-Release-Verriegelung	2–20	3,5	8 IEC 8 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°
	MCDN 1,5/..-G1-THR MCDN 1,5/..-G1-RN-THR	ohne Flansch mit Rastnase	2–20	3,5/3,81 3,5	8 IEC 8 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	0°
	MCDNV 1,5/..-G1-THR MCDNV 1,5/..-G1-RN-THR	ohne Flansch mit Rastnase	2–20	3,5/3,81 3,5	8 IEC 8 UL (B)	160 IEC 150 UL (B)	90°

 Webcode: #0761	Invertierte Grundleisten: THR-Löten, female						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	IMC 1,5/..-G-THR IMC 1,5/..-G-RN-THR	ohne Flansch mit Rastnase	2–12	3,5	8 IEC 8 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	0°
	IMCV 1,5/..-G-THR IMCV 1,5/..-G-RN-THR	ohne Flansch mit Rastnase	2–12	3,5	8 IEC 8 UL (B, D)	160 IEC 300 UL (B, D)	90°

1) Use groups A–F nach UL

2) IEC-Bemessungsisolationsspannung bei Überspannungskategorie III / Verschmutzungsgrad 2

# Leiterplatten-Steckverbinder 2,5 mm<sup>2</sup> bis 10 mm<sup>2</sup>

Leiterplatten-Steckverbinder Nennquerschnitt bis 2,5 mm <sup>2</sup>							
 Webcode: #0752	Stiftleisten: THR-Löten						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PST 1,3/...-H	THR-/wellenlötfähig	2–16	5,0	12 IEC 16 UL (B) 10 UL (D)	320 IEC 300 UL (B) 300 UL (D)	0°
	PST 1,3/...-V	THR-/wellenlötfähig	2–16	5,0	12 IEC 16 UL (B) 10 UL (D)	320 IEC 300 UL (B) 300 UL (D)	90°

 Webcode: #0789	Grundleisten: THR-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	CCA 2,5/...-G CC 2,5/...-GF CCA 2,5/...-G-RN CC 2,5/...-GF-LR	ohne Flansch mit Gewindeflansch mit Rastnase mit Lock-and-Release- Verriegelung	2–24 2–12 2–12 2–24	5,0/5,08 5,08 5,08 5,0/5,08	12 IEC 10 UL (B) 10 UL (D)	320 IEC 300 UL (B) 300 UL (D)	0°
	CCVA 2,5/...-G CCV 2,5/...-GF CCVA 2,5/...-G-RN CCV 2,5/...-GF-LR	ohne Flansch mit Gewindeflansch mit Rastnase mit Lock-and-Release- Verriegelung	2–24 2–12 2–12 2–24	5,0/5,08 5,08 5,08 5,0/5,08	12 IEC 10 UL (B) 10 UL (D)	320 IEC 300 UL (B) 300 UL (D)	90°
	CCDN 2,5/...-G1-THR CCDN 2,5/...-G1F-THR	ohne Flansch mit Gewindeflansch	2–18	5,0/5,08	12 IEC 10 UL (B) 10 UL (D)	400 IEC 300 UL (B) 300 UL (D)	0°
	MSTBO 2,5/...-G1R-THR MSTBO 2,5/...-G1L-THR	rechte Ausführung linke Ausführung	2–4	5,0	16 IEC	400 IEC 300 UL (B) 300 UL (D)	0°

Leiterplatten-Steckverbinder Nennquerschnitt bis 4 mm <sup>2</sup>							
	Grundleisten: THR-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1)2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PC 4/...-G-6,35	Ohne Flansch, mit Top-Lock und Mittelflansch	2–12	6,35	24 IEC <sup>3)</sup> 22 UL (B) <sup>4)</sup> 22 UL (C) <sup>4)</sup> 22 UL (F) <sup>4)</sup>	1000 IEC <sup>3)</sup> 600 UL (B) <sup>4)</sup> 600 UL (C) <sup>4)</sup> 600 UL (F) <sup>4)</sup>	0°

1) Use groups A–F nach UL

2) IEC-Bemessungsisolationsspannung bei Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

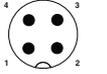
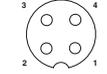
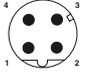
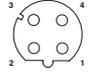
3) Diese technischen Daten werden erwartet, abschließende Prüfungen stehen noch aus

4) Der angegebene Wert wird bei der Approbation erwartet

## Leiterplatten-Steckverbinder für Leiterquerschnitte bis 10 mm<sup>2</sup> (AWG 8)

 Webcode: #2667	Grundleisten: THR-Löten, male						
	Produktfamilie	Anmerkungen	Polzahl	Raster	Strom <sup>1)</sup> (A)	Spannung <sup>1) 2)</sup> (V)	Anschlussrichtung
	PC 6/...-G-THR PC 6/...-GL-THR	ohne Flansch mit Mittelflansch	2–6	7,62	41 IEC 35 UL (B, C) 35 UL (F)	630 IEC 300 UL (B, C) 600 UL (F)	0°
	PC 6/...-GU-THR PC 6/...-GLU-THR	ohne Flansch mit Mittelflansch	2–6	7,62	41 IEC 35 UL (B, C) 35 UL (F)	630 IEC 300 UL (B, C) 600 UL (F)	180°
	PCV 6/...-G-THR PCV 6/...-GL-THR	ohne Flansch mit Mittelflansch	2–6	7,62	41 IEC 35 UL (B, C) 35 UL (F)	630 IEC 300 UL (B, C) 600 UL (F)	90°
	PCH 6/...-G-THR PCH 6/...-GL-THR	ohne Flansch mit Mittelflansch	3–5 Leistung (+4 oder +6 Signal)	7,62 (3,81)	41 (8) IEC 35 (6) UL (B, C) 35 (6) UL (F)	630 (160) IEC 300 (300) UL (B, C) 600 (160) UL (F)	0°

# Rundsteckverbinder, Signal

M12, Lötanschluss, Leiterplattenmontage		4-polig			
für Reflow-Lötprozesse	Kodierung	A		D	
	Bemessungsspannung	250 V		250 V	
	Nennstrom	4 A		4 A	
 Webcode: #1167	Polbild	Stift	Buchse	Stift	Buchse
					
<b>Zweiteilig, THR-Kontaktträger</b>					
	gerade, geschirmt, THR, in Tray	1439939		1552214	1551451
	gerade, geschirmt, THR, on Reel	1457500*	1457623*	1457513*	1457636*
	gerade, THR, in Tray	1437164	1439942	–	1414071
	gerade, THR, on Reel	1457490*	1457610*	–	–
<b>Zweiteilig, Gehäuseverschraubungen für THR-Löt-Kontaktträger</b>					
	Schraubvarianten mit O-Ring, Hinterwandmontage, Schraubbefestigung M15 x 1				
	SPEEDCON-Schraubvarianten mit O-Ring, Hinterwandmontage, Schraubbefestigung M15 x 1				
	Einclipsvarianten, für gerade, zweiteilige Buchsenkontaktträger, toleranzausgleichend, Hinterwand-Rastmontage (nicht für S-kodierte THR-Kontaktträger)	für Gehäusewandstärke 1,0 ... 1,8 mm			
		für Gehäusewandstärke 1,7 ... 2,5 mm			
		für Gehäusewandstärke 2,4 ... 3,2 mm			
	Gewindehülse	für Gehäusewandstärke 3,1 ... 3,9 mm			
	Fixierhülse, universell mit jeder Gewindehülse verwendbar	Farbe			
	SPEEDCON-Schraubvarianten mit O-Ring, Vorderwandmontage, Schraubbefestigung M12 x 1				
	Schraubvarianten mit O-Ring, Vorderwandmontage, Schraubbefestigung M12 x 1				
	SPEEDCON-Schraubvarianten mit Flachdichtung, Vorderwandmontage, Schraubbefestigung M12 x 1				
	Einpressvarianten, Vorderwandmontage				

5-polig				8-polig		12-polig		17-polig	
A		B		A		A		A	
60 V		60 V		30 V		30 V		30 V	
4 A		4 A		2 A		1,5 A		1,5 A	
Stift	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Buchse
									
1432350	1432363	1552230	1551435	1557581	1551422	1442065*	1442052*	1442081*	1442078*
1457539*	1457652*	1457542*	1457665*	1457568*	1457681*	1457584*	1457704*	1457607*	1457720*
1552227	1551448	—	1414070	1552269	1557808	1441985*	1441970*	1442007*	1441998*
1457526*	1457649*	—	—	1457555*	1457678*	1457571*	1457694*	1457597*	1457717*
Stift: 1413997 <sup>1)</sup> / 1413996 <sup>2)</sup> / Buchse: 1414004 <sup>1)</sup> / 1414003 <sup>2)</sup>									
Stift: 1413999 <sup>1)</sup> / 1413998 <sup>2)</sup> / Buchse: 1414020 <sup>1)</sup> / 1414005 <sup>2)</sup>									
		Buchse: 1419630 <sup>5)</sup>							
		Buchse: 1419631 <sup>5)</sup>							
		Buchse: 1419633 <sup>5)</sup>							
		Buchse: 1419634 <sup>5)</sup>							
Schwarz	Blau	Wasserblau	Rot	Gelb	Grün	Violett	Orange		
1419697	1417782	1417783	1417784	1417785	1417787	1417788	1417789		
Stift: 1551493 <sup>4)</sup> / Buchse: 1552243 <sup>4)</sup>									
Stift: 1416145 <sup>4)</sup> / 1417984 <sup>5)</sup> / Buchse: 1416144 <sup>4)</sup> / 1417989 <sup>5)</sup>									
Stift: 1436709 <sup>3)</sup> / Buchse: 1432460 <sup>3)</sup>									
Stift: 1437892 <sup>5)</sup> / Buchse: 1437889 <sup>5)</sup>									

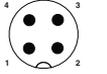
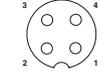
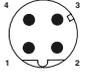
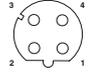
\* Kontaktträger mit Bestückungspad

1), 2) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Hinterkante Gehäusefrontplatte: 1) 6 mm / 2) 6,8 mm

3), 4), 5) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Außenkante Gehäusefrontplatte: 3) 6 mm 4) 7,5 mm / 5) 9 mm

Weitere Gehäuse wie z. B. unsere Push-Pull-Verschraubungen finden Sie in unserer Broschüre „Rundsteckverbinder M5 bis M12“.

# Rundsteckverbinder, Signal

M12, Lötanschluss, Leiterplattenmontage		4-polig			
für Reflow-Lötprozesse	Kodierung	A		D	
	Bemessungsspannung	250 V		250 V	
	Nennstrom	4 A		4 A	
 Webcode: #0215	Polbild	Stift	Buchse	Stift	Buchse
					
<b>Zweiteilig, SMD-Kontaktträger</b>					
	gerade, SMD, in Tray	1411924*	1411907	1411925*	1411912
	gerade, SMD, on Reel	1411982*	1411974	1411983*	1411975
	gerade, geschirmt, SMD, in Tray, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1411955*	1411949	1411956*	1411950
	gerade, geschirmt, SMD, on Reel, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1412010*	1412004	1412011*	1412005
	gerade, SMD, in Tray, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1411941*	1411935	1411942*	1411936
	gerade, SMD, on Reel, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1411996*	1411990	1411997*	1411991
<b>Zweiteilig, Gehäuseverschraubungen für SMD-Kontaktträger</b>					
	Schraubvarianten, Hinterwandmontage, Schraubbefestigung M15 x 1				
	SPEEDCON-Schraubvarianten, Hinterwandmontage, Schraubbefestigung M15 x 1				
	Einclipsvarianten, toleranzausgleichend, Hinterwand-Rastmontage, Gewindehülse	für Gehäusewandstärke 0,9 ... 1,6 mm			
		für Gehäusewandstärke 1,6 ... 2,3 mm			
		für Gehäusewandstärke 2,3 ... 3,0 mm			
	Fixierhülse, universell mit jeder Gewindehülse verwendbar	Farbe			
	Schraubvarianten, Vorderwandmontage, Schraubbefestigung M14 x 1				
	M14 x 1 Flachmutter				
	Einpressvarianten, Vorderwandmontage				

5-polig				8-polig		12-polig		17-polig	
A		B		A		A		A	
60 V		60 V		30 V		30 V		30 V	
4 A		4 A		2 A		1,5 A		1,5 A	
Stift	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Buchse
									
1411926*	1411913	1411927*	1411914	1411928*	1411915	1411929*	1411916	1411930*	1411917
1411984*	1411976	1411985*	1411977	1411986*	1411978	1411987*	1411979	1411988*	1411980
1411957*	1411951	1411958*	1411952	1411959*	1411953	1411960*	1411954	1411961*	1411966 <sup>1)</sup>
1412012*	1412006	1412013*	1412007	1412014*	1412008	1412015*	1412009	1412016*	1412018 <sup>1)</sup>
1411943*	1411937	1411944*	1411938	1411945*	1411939	1411946*	1411940	1411947*	–
1411998*	1411992	1411999*	1411993	1412000*	1411994	1412001*	1411995	1412002*	–
Stift: 1414000 <sup>2)</sup> / Buchse: 1414021 <sup>2)</sup>									
Stift: 1414002 <sup>2)</sup> / Buchse: 1414023 <sup>2)</sup>									
	Buchse: 1419569 <sup>3)</sup>								
	Buchse: 1419570 <sup>3)</sup>								
	Buchse: 1419571 <sup>3)</sup>								
Schwarz	Wasserblau		Grün	Violett					
1419568	1419565		1419566	1419567					
Stift: 1412078 <sup>3)</sup> / Buchse: 1412079 <sup>3)</sup>									
1412077									
Stift: 1412080 <sup>3)</sup> / Buchse: 1412081 <sup>3)</sup>									

\* Kontaktträger mit Bestückungspad

1) ohne zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand

2) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Hinterkante Gehäusefrontplatte: 6 mm

3) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Außenkante Gehäusefrontplatte: 9 mm

# Rundsteckverbinder, Signal

Signal – M8, Lötanschluss, Leiterplattenmontage		3-polig	
für Reflow-Lötprozesse	Kodierung	A	
	Bemessungsspannung	50 V AC / 60 V DC	
	Nennstrom	4 A	
 Webcode: #0219	Polbild	Stift	Buchse
			
<b>Zweiteilig, SMD-Kontaktträger</b>			
	gerade, SMD, in Tray	1412225*	1412220
	gerade, SMD, on Reel	1412248*	1412243
	gerade, geschirmt, SMD, in Tray, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1412240*	1412235
	gerade, geschirmt, SMD, on Reel, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1412263*	1412257
	gerade, SMD, in Tray, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1412233*	1412227
	gerade, SMD, on Reel, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	1412255*	1412250
<b>Zweiteilig, Gehäuseverschraubungen für SMD-Kontaktträger</b>			
	Schraubvarianten, Hinterwandmontage, Schraubbefestigung M12 x 1		
	Schraubvarianten, Vorderwandmontage, Schraubbefestigung M10 x 0,75		
	M10 x 0,75 Flachmutter		
	Einpressvarianten zur Vorderwandmontage		

4-polig		6-polig		8-polig	
A		A		A	
50 V AC / 60 V DC		30 V AC / 30 V DC		30 V AC / 30 V DC	
4 A		2 A		1,5 A	
Stift	Buchse	Stift	Buchse	Stift	Buchse
					
1412226*	1412221	–	1412223	–	1412224
1412249*	1412244	–	1412246	–	1412247
1412241*	1412236	–	1412238	–	1412239
1412264*	1412258	–	1412261	–	1412262
1412234*	1412228	–	1412230	–	1412232
1412256*	1412251	–	1412253	–	1412254
Stift: 1412505 <sup>1)</sup> / Buchse: 1412506 <sup>1)</sup>					
Stift: 1412502 <sup>2)</sup> / Buchse: 1412504 <sup>2)</sup>					
1412508					
Stift: 1412500 <sup>2)</sup> / Buchse: 1412501 <sup>2)</sup>					

\* Kontaktträger mit Bestückungspad

1) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Hinterkante Gehäusefrontplatte: 6 mm

2) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Außenkante Gehäusefrontplatte: 9 mm

# Rundsteckverbinder, Daten

M12 für Netzwerke		8-polig	8-polig
für Reflow-Lötprozesse	Kodierung	X (CAT6 <sub>A</sub> )	Y (hybrid)
	Bemessungsspannung	50 V AC / 60 V DC	30 V
	Nennstrom	0,5 A	0,5 A / 6 A
	Leiterquerschnitt	0,25 mm <sup>2</sup>	0,14/0,5 mm <sup>2</sup>
 Webcode: #0240	Polbild	<b>Buchse</b>	<b>Buchse</b>
			
<b>Zweiteilig, Kontaktträger für Wellen- und Reflow-Lötprozesse</b>			
 <b>Ethernet</b> 	gerade, geschirmt, THR, in Blister	1402457	–
	gerade, geschirmt, THR, on Reel	1413446*	–
	gerade, geschirmt, SMD, in Tray	1411964*	–
	gerade, geschirmt, THR, on Reel	1424180	–
<b>hybrid</b> 	gerade, geschirmt, THR, in Blister	–	1405225
	gerade, geschirmt, THR, on Reel	–	1413445*
	gerade, geschirmt, SMD, in Tray	–	1411965*

Gehäuseverschraubungen für SMD-Kontaktträger siehe Seite 42/43.

M8 für Feldbusse		5-polig	
	Kodierung	B	
	Bemessungsspannung	30 V AC / 30 V DC	
	Nennstrom	3 A	
	Leiterquerschnitt	0,25 mm <sup>2</sup>	
 Webcode: #0237	Polbild	<b>Buchse</b>	
			
<b>Zweiteilig, SMD-Kontaktträger für Reflow-Lötprozesse</b>			
 	gerade, SMD in Tray	1412222	
	gerade, SMD on Reel	1412245	
	gerade, SMD in Tray, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	geschirmt	1412229
		geschirmt	1412237
	gerade, SMD on Reel, zusätzliche Abdichtung zum Gerät im ungesteckten Zustand	geschirmt	1412252
		geschirmt	1412259

Gehäuseverschraubungen für SMD-Kontaktträger siehe Seite 42/43.

\* Kontaktträger mit Bestückungspad

- 1) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Hinterkante Gehäusefrontplatte: 6 mm
- 2) Abstand Oberkante Leiterplatte zu Außenkante Gehäusefrontplatte: 9 mm

# Datensteckverbinder

## RJ45-INDUSTRIAL-PCB-Jacks

				
	Welle / THR			
<b>Lötverfahren</b>	Welle / THR			
<b>Ausrichtung</b>	90° horizontal		180° vertikal	
<b>Gehäuseschirmfedern</b>	ja	nein	ja	nein
<b>Ohne LED</b>	1099280	1091946	1099279	1091942
<b>Mit LED</b>	1099281	1091950	1099282	1091947
<b>Ohne LED, kurze Lötkontakte</b>	1321248	1321104	1321249	1321106
<b>Mit LED, kurze Lötkontakte</b>	1321246	1321101	1321247	1321102

## RJ45-Singleport-/Multiport-PCB-Jacks

				
	SMD		Welle / THR	
<b>Lötverfahren</b>	SMD		Welle / THR	
<b>Ausrichtung</b>	180° vertikal	90° horizontal	180° vertikal	90° horizontal
<b>RJ45-Ports</b>	1 Port			2 Ports
<b>Rasthaken</b>		oben unten	oben	oben
<b>Ohne LED</b>	1149611	1149882 1149874		
<b>Mit LED</b>		1149873		
<b>Ohne LED, kurze Lötkontakte</b>			1337238	1337240 1337251
<b>Mit LED, kurze Lötkontakte</b>			1337239	1337243 1337254

## SPE-Leiterplatten- und Gerätesteckverbinder

						
	SPE-IP20-Leiterplatten-Steckverbinder		SPE-M8-Gerätesteckverbinder			
<b>Beschreibung</b>	SPE-IP20-Leiterplatten-Steckverbinder		SPE-M8-Gerätesteckverbinder			
<b>Lötverfahren</b>	Welle / THR		SMD	Welle / THR		
<b>Kontaktart</b>	Stiftkontakt					
<b>Ausrichtung</b>	180° vertikal	90° horizontal	180° vertikal		90° horizontal	
<b>Ohne LED</b>	1163798	1163797	1215777	1163793	1163795	
<b>Mit LED</b>		1215778				

# Datensteckverbinder

USB-Gerätesteckverbinder					
 Webcode: #2888					
Version	USB 2.0	USB 3.2 Gen. 1	USB 2.0	USB 3.2 Gen. 2	
Typ	USB Typ-A	USB Typ-A	USB Typ-C		
Ausrichtung	90° horizontal	180° vertikal	90° horizontal	180° vertikal	90° horizontal
Lötverfahren	SMD	THR	SMD		SMD/THR
Art.-Nr.	1332634	1430989	1332645	1332646	1332643

HDMI-Gerätesteckverbinder		
 Webcode: #2889		
Version	HDMI2.0	
Typ	HDMI Typ-A	
Ausrichtung	90°	180°
Lötverfahren	SMD	
Art.-Nr.	1332071	1332073

Koaxiale Leiterplatten-Steckverbinder		
 Webcode: #2890		
Lötverfahren	Welle / THR	Welle / THR
Serie	SMA	R-SMA
Ausführung	90°	90°
Art.-Nr.	1340151	1340150

# Datensteckverbinder

## LWL-Transceiver

 Webcode: #2893								
	SFP				SFP+			
<b>Wellenlänge</b>	850 nm	850 nm	1310 nm	1310 nm	850 nm	850 nm	1310 nm	1310 nm
<b>Temperaturbereich</b>	-25 ... +70 °C	-40 ... +85 °C	-25 ... +70 °C	-40 ... +85 °C	-25 ... +70 °C	-40 ... +85 °C	-25 ... +70 °C	-40 ... +85 °C
<b>Art.-Nr.</b>	<a href="#">1334209</a>	<a href="#">1334210</a>	<a href="#">1334212</a>	<a href="#">1334213</a>	<a href="#">1334214</a>	<a href="#">1334215</a>	<a href="#">1334218</a>	<a href="#">1334219</a>

## Cages und PCB-Steckverbinder

 Webcode: #2893				
	SFP/SFP+			
<b>Formfaktor</b>	SFP/SFP+			
<b>Montage</b>	Press-In			SMD
<b>Einschubplätze</b>	1	2	4	
<b>Art.-Nr.</b>	<a href="#">1334220</a>	<a href="#">1334221</a>	<a href="#">1334222</a>	<a href="#">1334224</a>

# Glossar

## **Anker**

Zusätzliches Design-Element aus Metall mit relativ großen Kontaktflächen, meist seitlich am Bauelement montiert. Verlötet sorgen sie für zusätzliche Fixierung des SMD-Bauelements und zur Entlastung der stromführenden Kontakte.

## **Ansaugfläche**

Plane, glatte (definierte Rauheit) Oberfläche ausreichender Größe auf der Oberseite des Bauelements zur Aufnahme (Ansaugen mit Unterdruckpipette) durch das Bestückungssystem. Kann direkt Teil der Geometrie sein oder ein Zusatzbauteil in Form eines Pick-and-Place-Pads oder Folienklebepunkts.

## **Antistatic PE-Bag**

Polyethylenbeutel zur Verpackung von THR/SMD-Bauelementen, der elektrostatisch ableitend ist.

## **AOI**

Automatisch Optische Inspektion  
Geräte mit Kamerasystemen, die in der Lage sind, Lötstellen zu inspizieren. Es erfolgt ein Abgleich der Aufnahme der Lötstelle mit Referenzbildern.

## **Blister**

Synonym für Gurt, hier eher im Zusammenhang in Zeichnungen für Fertigungsunterlagen – Blisterzeichnung.

## **Caution-Label**

Warnhinweis auf Etikett auf Umverpackungen (meist Drybags) zum Umgang mit ggf. feuchtigkeitssensitiven Materialien.

## **Dampfphasenlöten**

Aufschmelzlöten durch Wärmeübertragung mittels Dampf.

## **Drybag**

Trockenbeutel  
Umverpackung, die den Luftzugang zum Inhalt erheblich behindert, den Inhalt für eine definierte Zeitspanne trocken hält.

## **Feeder**

Zuführeinheit für Gurte am Bestückungsautomaten.

## **Floor-Life-Time**

Offenzeit  
Gilt für getrocknete, feuchtigkeitssensitive Bauelemente. Nach Öffnen der Trockenumverpackung (Drybag) beginnt die Offenzeit, die je nach MSL ein Maß für die unbedenkliche Verarbeitung im Reflow-Ofen ist. Nach Ablauf der Floor-Life-Time besteht erhöhte Gefahr von Beschädigungen am Bauelement. Für eine Wiederverwendung muss das Bauelement erneut getrocknet werden.

## **Gullwing**

Bezeichnet eine bestimmte Art der Kontaktgeometrie an Bauelementen. Insbesondere die geschwungen abgewinkelten Bauteilanschlüsse an ICs (Integrated Circuits) oder auch Stiftleisten werden in Anlehnung an die Flügeltüren des legendären Mercedes-Benz 300 SL so genannt.

## **Gurt**

Gurtverpackung  
Art der Verpackungsform als Bandmaterial. Die Artikel liegen jeweils einzeln in Kavitäten eines tiefgezogenen Gurtbands. Englisch auch ToR – Tape-on-Reel bezeichnet.

## **Inline-System**

Aufbau einer Fertigungsstraße in Linienform; alle Einheiten (Drucker, Bestücker, Reflow-Ofen, AOI sowie Zubehörkomponenten) stehen hintereinander in der Prozessfolge. Vorteil: übersichtlicher, reproduzierbarer Prozess. Nachteil: Das langsamste Gerät bestimmt die Prozessgeschwindigkeit.

## **IPC**

Association Connecting Electronics Industries – Standardisierungsorganisation mit Sitz in Illinois, USA, die sich mit Elektronikfertigung befasst.

## **JEDEC**

Solid State Technology Association – US-amerikanische Organisation, die sich mit Standardisierung von Halbleitern befasst.

## **Kapillareffekt**

Allgemein das Verhalten von flüssigen Stoffen bei Kontakt mit Röhren oder hohlraumförmigen Geometrien. Hier der Effekt des Lotdurchstiegs in und durch das mit dem Stift ausgefüllte Bohrloch von der Unter- zur Oberseite der Leiterplatte.

## **Klassifikationstemperatur**

Arbeits Temperatur, die mittels Prüfung nach JEDEC J-STD-020 am Bauelement festgelegt wird. Der Hersteller muss ca. 5 °C oberhalb dieser Temperatur prüfen, der Anwender ca. 5 °C unterhalb dieser Temperatur verlöten. So werden Missverständnisse zur maximalen Belastung des Bauelements vermieden.

## **Kontakt-Pads**

Jede Art und Form von metallischer Kontaktfläche zur Aufnahme von Lot auf der Leiterplattenoberseite (im Gegensatz zur Leiterbahn).

## **Konvektionslöten**

Aufschmelzlöten durch Wärmeübertragung durch heiße Gase (Luft oder Stickstoff).

## **Koplanarität**

Koplanarität bezeichnet den maximalen Abstand aller Anschlusskontakte (auch Anker) eines SMD-Bauelements von der Aufsetzfläche (hier Leiterplattenoberfläche). Sie ist ein Maß dafür, ob alle Kontakte bei einer definierten Pastendicke Kontakt zur Paste haben und damit Lötstellen bilden können.

## **Kriechstrecken**

Isolationskoordination  
Minimale Strecke über das Isolationsmedium zwischen zwei spannungsführenden Metallteilen, die mindestens eingehalten werden muss, um Spannungsüberschlag zu vermeiden.

## **Level-Ware**

Umgangssprachliche Bezeichnung für alle Bauelemente, die nach IPC-J-STD-020 einen MSL höher als 1 haben und damit in Bezug auf ihre Feuchtigkeitsaufnahme besonders behandelt werden müssen.

## **Lotauge/Lötauge**

Üblicherweise ein Bohrloch mit einer ringförmig um das Bohrloch angelegten Anschlussfläche (Restring/Löttring). Das Bohrloch kann durchkontaktiert sein.

## **Lötmeniskus/Lotkegel**

Geometrische Form des Bereichs zweier mit Lot verbundener Metalloberflächen/-kanten (z. B. Kegelform bei durchsteckenden Pfostenkontakten in Leiterplatten). Meist konkave, einfallende Oberfläche, mit steigendem Lotdepot nimmt der Radius ab bis hin zu konvexen bauchigen Ansammlungen bei Überangebot an Lot.

### **Lotpaste**

Pastöses Gemisch aus Lotkugeln und Flussmittel zur Verlötung von Bauelementen vorwiegend in der SMT. Lotpasten werden über die Kugelgröße klassifiziert.

### **Lotperlenbildung**

Bei Auftrag von Lotpaste kann es zur Bedruckung von nichtmetallischen, lackierten (Lötstopplack) Flächen kommen. Im Aufschmelzprozess können sich dann einzelne Lotperlen bilden, die zunächst noch im Flussmittel auf der Leiterplatte haften. Damit steigt aber das Risiko unkontrollierter Ablösung und Bewegung der Perlen über die Leiterplatte und im Betrieb zu erhöhter Kurzschlussneigung.

### **Luftstrecken**

Isolationskoordination  
Minimale Strecke durch Luft zwischen zwei spannungsführenden Metallteilen, die mindestens eingehalten werden muss, um Spannungsüberschlag zu vermeiden.

### **Mounting Bosses**

Zusätzliche Design-Elemente (Teile des Bauteilgehäuses), meist in Form von Zapfen, die in Bohrlöchern der Leiterplatte stecken, um ein Verdrehen des Bauelements durch Aufschwimmen während des Lotvorgangs zu verhindern.

### **MSL**

Moisture Sensitive Level  
Grad der Aufnahme von Feuchtigkeit im Kunststoff und die Einstufung der Sensibilität gegenüber Hochtemperaturen im Verarbeitungsprozess.

### **Pick-and-Place**

Montagevorgang bei der automatischen Bestückung eines Bauelements, hier im Wesentlichen die Aufnahme eines einzelnen Bauelements aus der Verpackung (Pick) und des Setzens auf die Leiterplatte (Place).

### **Pin-in-Paste-Technologie**

Anderer Name für THR-Technologie.

### **Peak-Temperatur**

Auch häufig als Peak-Body-Temperature bezeichnet ist die maximal am Bauelement auf der Oberseite auftretende Temperatur, für die das Bauelement ausgelegt ist.

### **Positionierzapfen**

Siehe Mounting Bosses.

### **Primärseite**

Bezeichnet die Seite auf der Leiterplatte, zu der das Lot während des Lötvorgangs fließen muss (beim Wellenlöten z. B. die Oberseite). Diese Sichtweise wurde für das Reflow-Löten übernommen.

### **Restring/Löttring**

Ring definierter Breite um ein Bohrloch zur Aufnahme eines Lötkontakts. Zwischen der Oberfläche des Rings und der Oberfläche des Anschlusskontakts bildet sich der Lötmeniskus aus.

### **Schöpfende Bauelemente**

Bauelemente, die aufgrund ihres Gehäuseaufbaus dazu neigen, im Dampfphasen-Lötofen Kondensat zu sammeln. Ohne geeignete Abflussmöglichkeiten tragen diese Bauelemente das Kondensat aus dem Lötprozess heraus. Ein hoher Kondensatverlust macht den Prozess teuer.

### **Sekundärseite**

Bezeichnet die Seite auf der Leiterplatte, an der das Lot üblicherweise zuerst auf den Lötkontakt trifft (beim Wellenlöten z. B. die Unterseite). Diese Sichtweise wurde für das Reflow-Löten übernommen.

### **Selektivlöten**

Form des Wellenlötens, bei der durch räumlich begrenzte kleine Lötwellen einzelne Lötkontakte oder begrenzte Gruppen von Lötkontakten verlötet werden.

### **SMD**

Surface Mount Device  
Oberflächenmontierbares Bauelement, welches sich mit der SMT verarbeiten lässt. Beide Begriffe SMD und SMT werden häufig synonym verwendet.

### **SMT**

Surface-Mount-Technologie  
Oberflächenmontagetechnik bezeichnet eine Technologie zum Aufbau von Baugruppen und Verlöten im Aufschmelzverfahren.

### **Tape-on-Reel**

Siehe Gurt

### **Taumelkreis**

Stiftpositionstoleranz,  
versteht sich als Abweichung der Stiftspitze von seiner idealen zeichnungstechnischen Vorgabe. Wird gern als Kreis um den idealen Mittelpunkt verstanden. Normenseitig mit  $\pm 0,2$  mm Positionsabweichung bzw. Durchmesser des Kreises von 0,4 mm festgelegt. Es zeichnet sich ein technischer Trend hin zu engeren Toleranzen der Positionsabweichung von  $\pm 0,1$  mm bzw. 0,2 mm Durchmesser des Kreises ab.

### **THR**

Through Hole Reflow  
Montageverfahren für Durchsteckbauelemente für das Aufschmelzverfahren (THR). Montage von bedrahteten Bauelementen, deren Kontakte in mit Lotpaste gefüllte Bohrlöcher auf der Leiterplatte gesteckt werden und anschließend im Reflow-Lötverfahren verlötet werden.

### **Tray**

Flächenmagazin  
Art der Verpackungsform – Kunststoffwanne definierter Abmessungen mit eingepprägten Kammern zur sortierten, gerichteten Aufnahme von Bauelementen. Die Verwendung dieser Verpackungsart richtet sich nach dem Vorhandensein von entsprechenden Tray-Türmen bzw. Zuführstationen an der Bestückungslinie.

### **Versenkter Stift**

Stift, dessen Stiftlänge kleiner als die Leiterplattendicke ist. Die resultierende Lötstelle bildet auf der Sekundärseite keinen außen sichtbaren Lötkegel aus.



## Ihr Partner vor Ort

Phoenix Contact ist ein weltweit agierender Marktführer mit Unternehmenszentrale in Deutschland. Die Unternehmensgruppe steht für zukunftsweisende Produkte und Lösungen für die umfassende Elektrifizierung, Vernetzung und Automatisierung aller Sektoren von Wirtschaft und Infrastruktur. Ein globales Netzwerk in mehr als 100 Ländern mit 20.000 Mitarbeitenden garantiert die wichtige Nähe zum Kunden.

Mit einem breitgefächerten und innovativen Produktportfolio bieten wir unseren Kunden zukunftsfähige Lösungen für unterschiedliche Applikationen und Industrien. Das gilt insbesondere für die Zielmärkte Energie, Infrastruktur, Industrie und Mobilität.

Ihren lokalen Partner finden Sie auf  
[phoenixcontact.com](http://phoenixcontact.com)