

Association Connecting Electronics Industries



IPC-7711C/7721C DE

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

Im Falle eines Konfliktes zwischen der englischsprachigen und einer übersetzten Version dieses Dokumentes hat die englischsprachige Version den Vorrang.

# Nacharbeit, Änderung und Reparatur von elektronischen Baugruppen

Entwickelt vom Repairability Subcommittee (7-34) des Product Assurance Committee (7-30) des IPC

**Übersetzt durch:**

Tech.TransLat Roman Meier, [www.techtranslat.de](http://www.techtranslat.de)

**Ersetzt:**

IPC-7711/7721 mit  
Änderungen 1 und 2  
Ausgabe B - November 2007  
Änderung 1 - February 2013  
Änderung 2 - März 2014  
IPC-7711A/7721A -  
Oktober 2003  
IPC-R-700C -  
Januar 1988

Die Anwender dieser Richtlinie sind aufgefordert, an der Entwicklung künftiger Versionen mitzuarbeiten.

Kontakt:

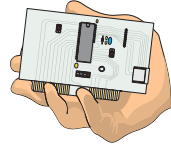

IPC

# Inhaltsverzeichnis



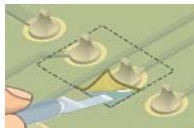



## TEIL 1 Allgemeine Angaben und häufig angewendete Verfahren

<b>1 Allgemein</b> .....	1	1.8.7 Vorwärmen (Hilfsheizung) .....	6
<b>1.1 Anwendungsbereich</b> .....	1	1.8.8 Handbohr- und Schleifgeräte .....	6
<b>1.2 Zweck</b> .....	1	1.8.9 Präzisions-Bohr-/Frässystem .....	7
1.2.1 Definition von Anforderungen .....	1	1.8.10 Lötösen und Lötösenpressvorrichtung .....	7
<b>1.3 Hintergrund</b> .....	1	1.8.11 Goldmetallisierungssystem .....	7
<b>1.4 Fachbegriffe und Definitionen</b> .....	1	1.8.12 Werkzeuge und Zubehör .....	7
1.4.1 Produktklasse .....	2	1.8.13 Materialien .....	7
1.4.2 Arten von Leiterplatten .....	2	1.8.13.1 Lot .....	7
1.4.3 Fertigkeiten .....	2	1.8.13.2 Flussmittel .....	7
<b>1.5 Anwendbarkeit, Kontrollen und Abnahmefähigkeit</b> .....	2	1.8.13.3 Ersatzleiterbahnen und -anschlussflächen .....	7
1.5.1 Konformitätsgrad .....	3	1.8.13.4 Epoxidharz und Farbstoffe .....	7
1.5.1.1 Konformitätsgrade .....	3	1.8.13.5 Klebstoffe .....	7
1.5.2 Konformität .....	3	1.8.13.6 Allgemein .....	8
<b>1.6 Schulung</b> .....	4	1.8.14 Prozessziele und Leitfäden .....	8
<b>1.7 Grundüberlegungen</b> .....	4	1.8.14.1 Zerstörungsfreies Entfernen von Bauteilen .....	8
<b>1.8 Arbeitsstationen, Werkzeug, Materialien und Prozesse</b> .....	5	1.8.14.1.1 Bauteile zur Oberflächenmontage .....	8
1.8.1 Kontrolle elektrostatischer Entladung (ESD) und elektrischer Überlastung (EOS) .....	5	1.8.14.1.2 Bauteile für Durchsteckmontage .....	8
1.8.2 Visuelle Systeme .....	5	1.8.14.1.3 Entfernung von Bauteilen nach der Lötbadmethode .....	8
1.8.3 Beleuchtung .....	5	1.8.14.2 Bauteilmontage .....	9
1.8.4 Schadstoffabsaugung .....	5	1.8.14.2.1 Vorbereitung der Anschlussfläche .....	9
1.8.5 Lötwerkzeuge .....	5	1.8.14.2.2 Bauteile für die Oberflächenmontage .....	9
1.8.6 Verfahren der primären Heizung .....	5	1.8.14.2.3 Bauteile für die Durchsteckmontage .....	10
1.8.6.1 Konduktive Heizverfahren (Berührungsverfahren) .....	5	1.8.15 Reinigungsstation/Reinigungsanlage .....	10
1.8.6.2 Konvektive (Heißgas-) und IR (Strahlungs-) Erwärmungsverfahren .....	6	1.8.16 Entfernung und Montage von Bauteilen .....	10
		1.8.17 Schutzbeschichtete Bereiche .....	10
		1.8.18 Verfahrensauswahl .....	10
		1.8.19 Zeit-Temperaturprofil (TTP) .....	11
		<b>1.9 Bleifrei-Technologie</b> .....	11



**Handhabung/Reinigung**

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.1	Umgang mit elektronischen Baugruppen		k. A.	k. A.	k. A.
2.2	Reinigung		k. A.	k. A.	k. A.

**Entfernung von Beschichtungen**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.3.1	Entfernung von Beschichtungen, Identifizierung von Schutzbeschichtungen (Conformal Coatings)		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.2	Entfernung von Beschichtungen, Lösungsmittelmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.3	Entfernung von Beschichtungen, Abschälmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.4	Entfernung von Beschichtungen, thermische Methode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.5	Entfernung von Beschichtungen, Schleifen/Schaben		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
2.3.6	Entfernung von Beschichtungen, Mikrostrahl-Methode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

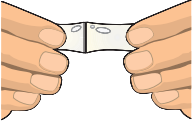
### Ersetzen von Beschichtungen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.4.1	Ersetzen von Beschichtungen und Lötstopplacken		R,F,W,C	Mittel	Hoch
2.4.2	Ersetzen von Beschichtungen, Schutzbeschichtungen/Kapselmaterial		R,F,W,C	Mittel	Hoch




### Aufbereitung

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.5	Trocknen und Vorwärmen		R,F,W,C	Mittel	Hoch

### Mischen und Umgang mit Epoxidharzen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.6	Mischen und Umgang mit Epoxidharzen		R,F,W,C	Mittel	Hoch

### Beschriftung/Kennzeichnung

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.7.1	Beschriftung/Kennzeichnung, Stempeln		R,F,W,C	Mittel	Hoch
2.7.2	Beschriftung/Kennzeichnung, manuelle Beschriftung		R,F,W,C	Mittel	Hoch
2.7.3	Beschriftung/Kennzeichnung, Schablonieren		R,F,W,C	Mittel	Hoch

### Wartung und Pflege von Lötspitzen

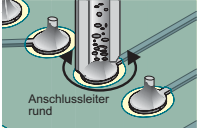
Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
2.8	Wartung und Pflege von Lötspitzen		k. A.	k. A.	k. A.

# Inhaltsverzeichnis

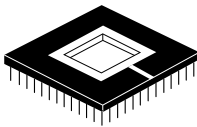
## TEIL 2 Nacharbeit

### 3 Entfernen

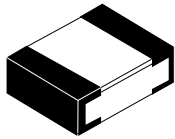
#### 3.1 Entlöten von Verbindungslöchern

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.1.1	Kontinuierliche Vakuummethode		R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.2	Kontinuierliche Vakuummethode – partiell gebogene Anschlussleiter		R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.3	Kontinuierliche Vakuummethode – voll gebogene Anschlussleiter		R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.4	Richten voll gebogener Anschlussleiter		R,F,W	Mittel	Hoch
3.1.5	Richten voll gebogener Anschlussleiter – Lotwanderung		R,F,W	Fortgeschritten	Hoch

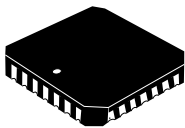
#### 3.2 Entfernen von Stiftmatrix-Bauteilen und -Sockeln

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.2.1	Lötbadmethode		R,F,W,C	Experte	Hoch

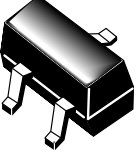
#### 3.3 Entfernen von Chip-Bauteilen

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.3.1	gabelförmige Spitze		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.3.2	Pinzettenmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.3.3	Heißluftmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch

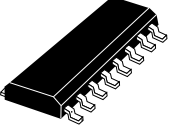
#### 3.4 Entfernen von Bauteilen ohne Anschlussleiter

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.4.1	Lötwickelmethode – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.4.2	Flussmittelmethode – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.4.3	Heißgas-(Luft-)Reflow-Methode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

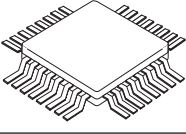
### 3.5 Entfernen von SOTs

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.5.1	Flussmittelmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.5.2	Anwendung von Flussmittel – Pinzette		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.5.3	HeißluftlötKolben		R,F,W,C	Mittel	Hoch

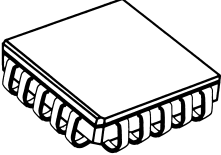
### 3.6 Entfernung von Gullwing-Anschlüssen (zweiseitig)

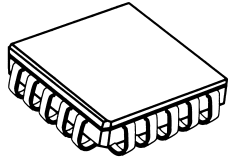
Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.6.1	Brückenfüllung		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.6.2	Lötwickelmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.6.3	Flussmittelmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.6.4	Brückenfüllung – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.6.5	Lötwickelmethode – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.6.6	Anwendung von Flussmittel – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

### 3.7 Entfernung von Gullwing-Anschlüssen (vierseitig)

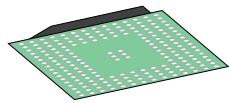
Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.7.1	Brückenfüllung – Quad-Vakuumpitze		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.1.1	Brückenfüllung – Oberflächenspannung		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.7.2	Lötwickelmethode – Quad-Vakuumpitze		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.2.1	Lötwickelmethode – Oberflächenspannung		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.7.3	Flussmittelmethode – Quad-Vakuumpitze		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.3.1	Flussmittelmethode – Oberflächenspannung		R,F,W,C	Mittel	Hoch
3.7.4	Brückenfüllung – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.5	Lötwickelmethode – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.6	Anwendung von Flussmittel – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.7.7	Heißgas-(Luft-)Reflow-Methode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

### 3.8 Entfernen von J-Anschlüssen

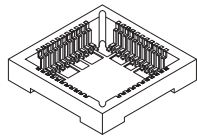
Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.8.1	Brückenfüllung – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.1.1	Brückenfüllung – Oberflächenspannung		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.2	Lötwickelmethode – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.2.1	Lötwickelmethode – Oberflächenspannung		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.8.3	Anwendung von Flussmittel – Pinzette		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.4	Nur fluxen und Spitze verzinnen		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.8.5	Heißgas-Reflow-System		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

### 3.9 Entfernen von BGAs/CSPs

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.9.1	Heißgas-Reflow-System		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.9.1.2	Fokussiertes IR-Reflow-System (mit integrierter Unterheizung)		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.9.2	Vakuummethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel

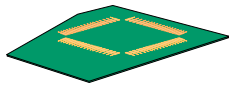
### 3.10 Entfernen von PLCC-Sockeln

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.10.1	Brückenfüllung		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.10.2	Lötwickelmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.10.3	Flussmittelmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
3.10.4	HeißluftlötKolben-Methode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel

### 3.11.1 Entfernen von Bauteilen mit Unterseitenanschlüssen

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.11.1	Heißluftmethode	R,F,C	Experte	Mittel

### 4 Vorbereitung von Anschlussflächen

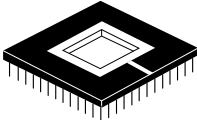
Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.1.1	Vorbereitung von SMD-Anschlussflächen – Einzelmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.1.2	Vorbereitung von SMD-Anschlussflächen – Kontinuierliche Methode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.1.3	Entfernung von Oberflächenlot – Lötsauglitzmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.2.1	Glätten von Anschlussflächen – mit Klingenspitze		R,F,W,C	Mittel	Hoch
4.3.1	Verzinnen von SMD-Anschlussflächen – mit Klingenspitze		R,F,W,C	Mittel	Mittel
4.4.1	Reinigen von SMD-Anschlussflächen – mit Klingenspitze und Lötsauglitz		R,F,W,C	Mittel	Hoch

## 5 Montage

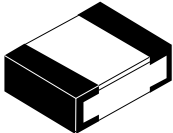
### 5.1 Montage von Verbindungslochern

Verfahren	Beschreibung	
	Montage entsprechend de Festlegungen in J-STD-001 und J-HDBK-001	

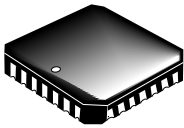
### 5.2 Montage von Stiftmatrix-Bauteilen und -Sockeln

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.2.1	Lötbadmethode mit Vorfüllung der durchmetallisierten Löcher		R,F,W,C	Experte	Hoch

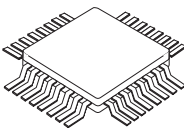
### 5.3 Chipmontage

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.3.1	Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben		R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.3.2	Punkt-zu-Punkt-Methode		R,F,W,C	Mittel	Hoch

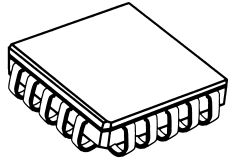
### 5.4 Montage von Bauteilen ohne Anschlussleiter

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.4.1	Heißgas-(Luft-)Reflow-Methode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

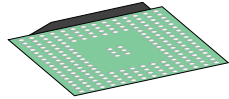
### 5.5 Montage Gullwing-Anschlüsse

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.5.1	Ziehlöten – Auf den Anschlüssen		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.5.2	Ziehlöten – Vor den Anschlüssen		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.5.3	Punkt-für-Punkt-Methode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.5.4	Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.5.5	Hakenspitze mit Lotdrahtauflage		R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.5.6	Klingenspitze mit Lotdraht		R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel
5.5.7	selbstklebende Schablone, Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben		R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel

### 5.6 Montage von J-Anschlüssen

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.6.1	Lötdrahtmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.6.2	Punkt-zu-Punkt-Methode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
5.6.3	Methode mit Lotpaste/HeißluftlötKolben		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.6.4	Mehrfachanschlüsse		R,F,W,C	Mittel	Hoch

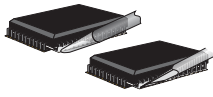
### 5.7 Montage von BGAs/CSPs

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.7.1	mit Lötendraht zum Vorfüllen der Anschlussflächen		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.1.2	Fokussiertes IR-Reflow-System (mit integrierter Unterheizung)		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.2	mit Lotpaste zum Vorfüllen der Anschlussflächen		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.2.1	Stay-in-Place-Schablone		R,F,C	Fortgeschritten	Mittel
5.7.3	BGA-Reballing-Methode – Methode mit Vorrichtung		R,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.4	BGA-Reballing-Methode – Papierträgermethode		R,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.5	BGA-Reballing-Methode – Methode mit Polyimidschablone		R,C	Fortgeschritten	Hoch
5.7.6	BGA-Reballing-Methode – Polyimid-Lotkugel-Schablonenträger		R,C	Fortgeschritten	Hoch

#### 5.8.1.1 Bauteil mit Unterseitenanschlüssen

Verfahren	Beschreibung	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.8.1.1	Montage mit Vorbeloten und Platzierung	R,F,C	Experte	Mittel
5.8.1.2	Montage mit Vorbeloten und Platzierung mit Stay-in-Place-Schablone	R,F,C	Experte	Mittel
5.8.1.3	Montage Manuelles Vorbeloten plus Lothügel am Mittenanschluss	R,F,C	Experte	Mittel

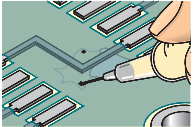
### 6 Beseitigen von Kurzschlüssen

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
6.1.1	J-Anschlüsse – Abziehmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.2	J-Anschlüsse – Umverteilungs-Methode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.2.1	J-Anschlüsse – Lötsauglitzmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.3	Gullwing-Anschlüsse – Abziehmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.4	Gullwing-Anschlüsse – Umverteilungs-Methode		R,F,W,C	Mittel	Hoch
6.1.4.1	Gullwing-Anschlüsse – Lötsauglitzmethode		R,F,W,C	Mittel	Hoch

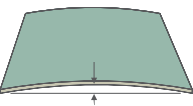
## Inhaltsverzeichnis

### TEIL 3 Änderung und Reparatur


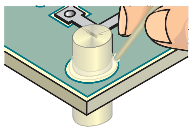
#### Blasen und Delaminierung

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.1	Reparatur von Delaminierungen/Blasenbildungen, Injektionsmethode		R	Fortgeschritten	Hoch


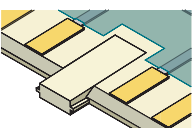
#### Verwölbungen und Verwindungen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.2	Reparatur von Verwölbungen und Verwindungen		R,W	Fortgeschritten	Mittel

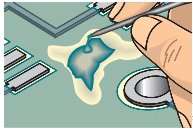

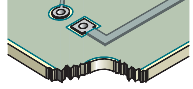
#### Reparatur von Löchern

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.3.1	Reparatur von Löchern, Epoxidharzmethode		R,W	Fortgeschritten	Hoch
3.3.2	Reparatur von Löchern, Transplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch

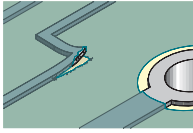
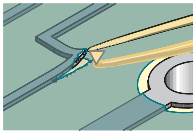
#### Reparatur von Kerben und Nuten

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.4.1	Reparatur von Kodierschlitzten und Nuten, Epoxidharzmethode		R,W	Fortgeschritten	Hoch
3.4.2	Reparatur von Kodierschlitzten und Nuten, Transplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch

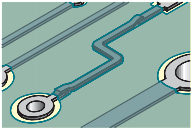
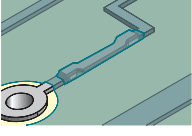
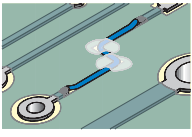

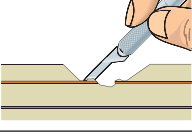

**Reparatur von Basismaterial**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
3.5.1	Reparatur von Basismaterial, Epoxidharzmethode		R,W	Fortgeschritten	Hoch
3.5.2	Reparatur von Basismaterial, Flächentransplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch
3.5.3	Reparatur von Basismaterial, Kantentransplantationsmethode		R,W	Experte	Hoch

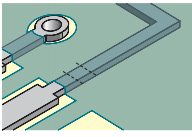
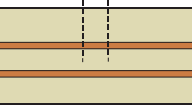
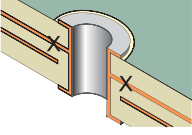
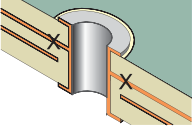
**Abgehobene Leiterbahnen**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.1.1	Reparatur von abgehobenen Leiterbahnen, Versiegeln in Epoxidharz		R,F	Mittel	Mittel
4.1.2	Reparatur von abgehobenen Leiterbahnen, Filmklebemethode		R,F	Mittel	Hoch

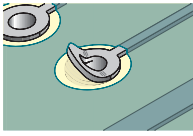

**Reparatur von Leiterbahnen**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.2.1	Reparatur von Leiterbahnen, Folienbrücken, Epoxidharzmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Mittel
4.2.2	Reparatur von Leiterbahnen, Folienbrücken, Filmklebemethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch
4.2.3	Reparatur von Leiterbahnen, Schweißmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch
4.2.4	Reparatur von Leiterbahnen, Oberflächendrahtmethode		R,F,C	Mittel	Mittel
4.2.5	Reparatur von Leiterbahnen, Leiterplatten-Durchgangsdrahtmethode		R	Fortgeschritten	Mittel
4.2.6	Reparatur/Änderung von Leiterbahnen, Leitpastenmethode		R,F,C	Experte	Mittel
4.2.7	Reparatur von Leiterbahnen, Innenlagenmethode		R,F	Experte	Hoch

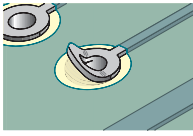

**Leiterbahnschnitt**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.3.1	Leiterbahnschnitt, Oberflächenleiterbahnen		R,F	Fortgeschritten	Hoch
4.3.2	Leiterbahnschnitt, Innenlagen-Leiterbahnen		R,F	Fortgeschritten	Hoch
4.3.3	Beseitigen von Innenlagenanschlüssen an metallisierten Löchern, Durchbohrmethode		R,F	Fortgeschritten	Hoch
4.3.4	Beseitigen von Innenlagenanschlüssen an metallisierten Löchern, Speichertrennmethode		R,F	Fortgeschritten	Hoch

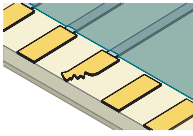
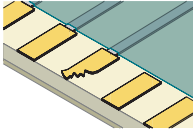
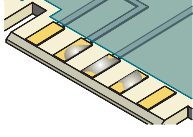
**Reparatur von abgehobenen Anschlussflächen**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.4.1	Reparatur von abgehobenen Anschlussflächen, Epoxidharzmethode		R,F	Fortgeschritten	Mittel
4.4.2	Reparatur von abgehobenen Anschlussflächen, Filmklebemethode		R,F	Fortgeschritten	Mittel

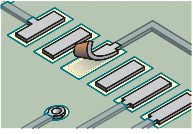
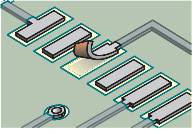

**Reparatur von Anschlussflächen**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.5.1	Reparatur von Anschlussflächen, Epoxidharzmethode		R,F	Fortgeschritten	Mittel
4.5.2	Reparatur von Anschlussflächen, Filmklebemethode		R,F	Fortgeschritten	Hoch

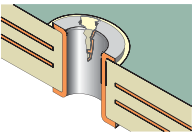
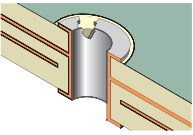
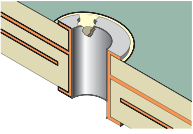

**Reparatur von Randkontakten**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.6.1	Reparatur von Randkontakten, Epoxidharzmethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Mittel
4.6.2	Reparatur von Randkontakten, Filmklebemethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch
4.6.3	Reparatur von Randkontakten, Galvanomethode		R,F,W,C	Fortgeschritten	Hoch

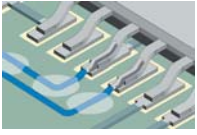
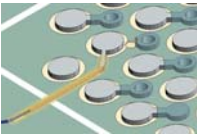

**Reparatur von SMD-Anschlussflächen**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
4.7.1	Reparatur von SMD-Anschlussflächen, Epoxidharzmethode		R,F,C	Fortgeschritten	Mittel
4.7.2	Reparatur von SMD-Anschlussflächen, Filmklebemethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch
4.7.3	SMD, Reparatur von BGA-Anschlussflächen, Filmklebemethode		R,F,C	Fortgeschritten	Hoch
4.7.4	Reparatur von SMD BGA-Anschlussflächen mit integriertem Verbindungsloch, Filmklebemethode		R,F	Experte	Mittel
4.7.4.1	Reparatur von SMD-Anschlussflächen mit integriertem Verbindungsloch, Filmklebemethode – kein Leiterknicken		R,F	Experte	Mittel
4.7.5	Reparatur von SMD BGA-Anschlussflächen mit integriertem Verbindungsloch, Leiterrückführungs-Filmklebemethode		R,F,C	Experte	Hoch


**Reparatur von metallisierten Löchern**

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
5.1	Reparatur von metallisierten Löchern ohne Innenlagen-Verbindung		R,F,W	Mittel	Hoch
5.2	Reparatur von metallisierten Löchern, Doppelwandmethode		R,F,W	Fortgeschritten	Mittel
5.3	Reparatur von metallisierten Löchern mit Innenlagen-Verbindung		R	Experte	Mittel
5.4	Reparatur von metallisierten Löchern ohne Innenlagen-Verbindung, Methode mit geclinchter Drahtbrücke		R,F,W	Mittel	Mittel

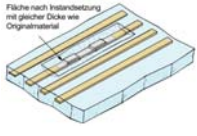
### Brücken

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
6.1	Drahtbrücken		R,F,W,C	Mittel	k. A.
6.2.1	Drahtbrücken, BGA-Bauteile, Methode mit Folienbrücke		R,F	Experte	Mittel
6.2.2	Folienbrücken, BGA-Bauteile, Leiterplatten-Durchführungsmethode		R,F	Experte	Hoch

### Hinzufügen von Bauteilen


Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
6.3	Ändern und Hinzufügen von Bauteilen		R,F,W,C	Fortgeschritten	k. A.

### Reparatur flexibler Leiterbahnen

Verfahren	Beschreibung	Illustration	Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
7.1.1	Reparatur flexibler Leiterbahnen	 <small>Flechte nach Instandsetzung mit gleicher Dicke wie Originalmaterial</small>	F	Experte	Mittel

## 8 Drähte

### 8.1 Spleißen

Verfahren	Beschreibung		Leiterplattentyp	Fertigkeiten	Konformitätsgrad
8.1.1	Vermaschter Spleiß		k. A.	Mittel	Niedrig
8.1.2	Gewickelter Spleiß		k. A.	Mittel	Niedrig
8.1.3	Ringösen-Spleiß		k. A.	Mittel	Niedrig
8.1.4	Überlappungs-Spleiß		k. A.	Mittel	Niedrig

## Allgemeine Angaben und häufig angewendete Verfahren

**1.1 Anwendungsbereich** Diese Dokument beinhaltet Verfahren zur Reparatur und Nacharbeit von Leiterplatten-Baugruppen. Es enthält zusammenfassend alle Informationen des Repairability Subcommittee (7-34) [Unterausschuss Reparaturfähigkeit] des Product Assurance Committee [Ausschuss für Produktsicherung] des IPC. Diese Ausgabe berücksichtigt in besonderem Maße den Einsatz bleifreier Verfahren sowie ergänzende Abnahmekriterien für bestimmte Arbeitsabläufe, z. B. Reparaturen, für die ansonsten keine veröffentlichten Kriterien vorliegen.

Dieses Dokument schränkt in keiner Weise die maximal zulässige Zahl von Nacharbeitsgängen, Änderungen oder Reparaturen von Leiterplatten-Baugruppen ein.

**1.2 Zweck** Das Dokument beschreibt Prozessanforderungen, Werkzeuge, Material und Methoden für die Durchführung von Nacharbeit, Reparatur, Änderung, Überholung oder Wiederherstellung elektronischer Produkte. Das Handbuch orientiert sich weitgehend an den Definitionen der Produktklassen in den Dokumenten des IPC, z. B. J-STD-001 und IPC-A-610, es ist jedoch für elektronische Geräte jeglicher Art gültig. Wird das Dokument als verbindlich für die Durchführung von Nacharbeit, Reparatur, Änderung, Überholung oder Wiederherstellung von Produkten vereinbart, sind die folgenden Arbeitsabläufe verbindlich.

Für die Durchführung spezieller Reparaturen und Nacharbeiten hat der IPC die gängigsten Geräte und Prozesse angegeben. Es ist jedoch möglich, die gleichen Reparaturen oder Nacharbeiten mit Hilfe anderer Geräte und Prozesse durchzuführen. Werden alternative Geräte oder Prozesse verwendet, ist der Anwender dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die Geräte/Prozesse die Baugruppe nicht beschädigen und den Zielen von Abschnitt 1.5.1.1 (Konformitätsgrade) entsprechen.

**1.2.1 Definition von Anforderungen** Dieses Dokument ist als Anleitung konzipiert. Es bestehen keine speziellen Anforderungen oder Kriterien. Diese sind getrennt in den Vertragsunterlagen oder in anderweitiger Dokumentation durch den Anwender festzulegen. Formulierungen, die Begriffe wie „müssen“ oder „sollen“ verwenden, heben Punkte von besonderer Wichtigkeit hervor. Werden diese dringenden Empfehlungen nicht eingehalten, besteht die Gefahr, dass der Endanwender mit dem Ergebnis nicht zufrieden ist und weiterer Schaden verursacht werden kann.

Pfeile in den Nacharbeitsverfahren zeigen nach oben oder unten und geben die Art der durchgeführten Nacharbeit an.

Ein aufwärts gerichteter Pfeil bedeutet das Entfernen, ein abwärts gerichteter Pfeil bedeutet das Montieren/Bestücken einer Komponente.

**1.3 Hintergrund** Moderne elektronische Baugruppen sind komplexer und kompakter als je zuvor. Dennoch lassen sie sich bei Anwendung geeigneter Methoden erfolgreich nacharbeiten, reparieren und verändern. Dieses Handbuch unterstützt Anwender bei der Nacharbeit, Reparatur und Veränderung elektronischer Baugruppen und sichert zugleich möglichst geringe Auswirkungen auf die Endfunktion und Zuverlässigkeit. Die in diesem Dokument enthaltenen Verfahren und Methoden wurden von Baugruppen-Herstellern, Leiterplatten-Herstellern und Anwendern erhoben, die die Notwendigkeit der Dokumentierung der gängigsten Methoden für Nacharbeit, Reparatur und technische Änderung erkannt haben. Diese Methoden haben sich durch Tests und ausgedehnte Feldfunktionalität im Allgemeinen als für die jeweilige Produktklasse geeignet erwiesen. Die in diesem Handbuch erfassten Verfahren und Methoden wurden von zahlreichen zivilen und militärischen Einrichtungen zur Verfügung gestellt, deren Aufzählung den Rahmen dieses Handbuches übersteigt. Bei Bedarf hat das Repairability Subcommittee [Unterausschuss Reparaturfähigkeit] Methoden und Verfahren weiterentwickelt, um aktuellen Entwicklungen Rechnung zu tragen.

**1.4 Fachbegriffe und Definitionen** Folgende Definitionen gelten für dieses Dokument.

*PCA (Printed Circuit Assembly)* – Leiterplattenbaugruppe

*Nacharbeit* – Nachbearbeitung nichtkonformer Artikel mit originaler oder gleichwertiger Verarbeitung auf eine Weise, die die vollständige Übereinstimmung des Artikels mit den entsprechenden Zeichnungen oder Spezifikationen sicherstellt.

*Änderung* – Überarbeitung der Funktionsfähigkeit eines Produktes zur Einhaltung neuer Abnahmekriterien.

Änderungen sind im Allgemeinen zur Berücksichtigung von Konstruktionsänderungen erforderlich, die in Zeichnungen, durch Änderungsaufträge usw. erfolgen. Änderungen sind nur mit ausdrücklicher Genehmigung und bei ausführlicher Beschreibung in den geltenden Unterlagen durchzuführen.

*Reparatur* – Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit eines defekten Artikels auf eine Weise, die nicht die vollständige Übereinstimmung des Artikels mit den entsprechenden Zeichnungen oder Spezifikationen sichert.