

## EMS DESIGN GUIDE

WEGWEISER FÜR FERTIGUNGSGERECHTES  
LEITERPLATTENDESIGN

**GINZINGER**  
electronic systems

## 01

EINLEITUNG..... 7

## 02

BEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN..... 7

## 03

NORMEN UND ABNAHMEKRITERIEN FÜR  
ELEKTRONISCHE BAUGRUPPEN ..... 8

3.1 IPC RICHTLINIEN ..... 8  
3.1.1 IPC-A-610 ..... 8  
3.1.2 IPC-7351B, IEC 61188-6-1, IEC 61188-6-2 ..... 9  
3.1.3 IPC-7525B ..... 9

3.2 UL-ZERTIFIZIERTE LEITERPLATTEN ..... 9

## 04

KOSTENBEWUSST ENTWICKELN..... 10

## 05

UMWELTBEWUSST ENTWICKELN ..... 12

## 06

ELEKTRONISCHE BAUTEILE ..... 13

6.1 ALLGEMEINE AUSWAHLKRITERIEN ..... 13

6.2 EINSCHRÄNKUNG DURCH BAUTEILPARAMETER..... 14  
6.2.1 BAUTEILMASSE..... 14  
6.2.2 BAUTEILE MIT HILFSVORRICHTUNGEN ..... 15  
6.2.3 BAUTEILGEWICHT ..... 16  
6.2.4 FEUCHTIGKEITSEMPFINDLICHKEIT..... 17

6.3 SURFACE-MOUNT DEVICES (SMD)..... 18

6.4 THT-BAUTEILE ..... 20  
6.4.1 DRAHTRESTLÄNGE ..... 21  
6.4.2 DURCHKONTAKTIERUNGEN BEI THT-PINS ..... 21

6.5 THR-BAUTEILE ..... 22

## 07

LEITERPLATTENDESIGN..... 23

7.1 LEITERPLATTENNUTZEN..... 23

7.2 LEITERPLATTENDIMENSIONEN..... 24  
7.2.1 MINIMAL- UND MAXIMALGRÖSSEN..... 24  
7.2.2 RANDABSTÄNDE ..... 25

7.3 LEITERPLATTENMATERIAL ..... 26

7.3.1 BASISMATERIAL..... 26  
7.3.2 BESCHICHTUNG ..... 27

7.4 PLATZIERUNG VON BAUELEMENTEN ..... 28

7.4.1 BAUTEILDICHTE..... 28  
7.4.2 BAUTEILAUSTRICHTUNG ..... 29

7.5 PAD-DESIGN ..... 30

7.5.1 PADS FÜR SMT-BAUTEILE..... 30  
7.5.2 ANBINDUNG VON PADS FÜR SMT-BAUTEILE ..... 31  
7.5.3 TOMBSTONING ..... 32  
7.5.4 PADS FÜR THT-BAUTEILE ..... 32  
7.5.5 PADS UND DURCHKONTAKTIERUNGEN ..... 33

7.6 LEITERBAHNFÜHRUNG..... 34

7.7 BOHRUNGEN ..... 35  
7.7.1 BEFESTIGUNGSBOHRUNGEN..... 35  
7.7.2 SPERRZONEN FÜR BEFESTIGUNGSBOHRUNGEN ..... 36

7.8 FREIFLÄCHEN..... 37

7.9 TEST- UND PRÜFBARKEIT..... 37

7.10 WÄRMEFALLEN UND -SENKEN..... 38

7.11 NUTZENTRENNEN ..... 40  
7.11.1 AUTOMATISCHES TRENNEN MIT DER FRÄSE..... 41  
7.11.2 AUTOMATISCHES TRENNEN MIT DEM LASER ..... 41

## 08

LÖTVERFAHREN ..... 42

8.1 LOT..... 44

8.2 MANUELLES LÖTEN, HANDLÖTEN..... 44

8.3 REFLOW-LÖTEN ..... 45  
8.3.1 PASTENDRUCK..... 46  
8.3.2 SCHABLONEN FÜR PASTENDRUCK..... 48  
8.3.3 STUFENSCHABLONEN..... 48

8.4 WELLENLÖTEN ..... 50

8.5 SELEKTIVLÖTEN ..... 51

## 09

BEDRUCKEN UND MARKIEREN ..... 52

9.1 BESTÜCKUNGSDRUCK..... 52

9.2 SERIENNUMMERN..... 53

9.3 LASERMARKIERUNG ..... 54  
9.3.1 ANFORDERUNG AN DIE OBERFLÄCHE ..... 55  
9.3.2 KUNDENSPEZIFISCHE ETIKETTIERUNG..... 55

9.4 PASSERMARKEN UND NULLPUNKTMARKIERUNG ..... 56

9.5 PLATZIERMARKEN BEI FINE PITCH BAUTEILEN ..... 57

## 10

PROZESSOPTIMIERUNG .....57

10.1 PRODUKTIONSPROZESS, SMT BAUTEILE EINSEITIG .....58

10.2 PRODUKTIONSPROZESS, THT BAUTEILE EINSEITIG .....59

10.3 PRODUKTIONSPROZESS, SMT BAUTEILE BEIDSEITIG ..... 60

10.4 PRODUKTIONSPROZESS, SMT UND THT BAUTEILE EINSEITIG ...61

10.5 PRODUKTIONSPROZESS, SMT BAUTEILE BEIDSEITIG UND  
THT BAUTEILE EINSEITIG .....62

10.6 PRODUKTIONSPROZESS, THT BAUTEILE BEIDSEITIG ..... 65

## 11

TEST, PRÜFUNG UND INBETRIEBNAHME VON  
ELEKTRONISCHEN BAUGRUPPEN ..... 66

11.1 3D AOI – AUTOMATISCHE OPTISCHE INSPEKTION..... 66

11.1.1 AOI-PSEUDOFEHLER VERMEIDEN .....67

11.2 IN-CIRCUIT-TESTS .....67

11.3 FUNKTIONSTESTS .....67

11.3.1 NADELBETTADAPTER ..... 68

11.3.2 STECKADAPTER .....69

11.3.3 PROGRAMMIERUNG UND INBETRIEBNAHME ..... 69

11.4 KLIMATESTS .....70

## 12

MONTAGE VON ELEKTRONISCHEN BAUGRUPPEN .....71

## 13

DATENÜBERGABE AN DEN EMS-DIENSTLEISTER .....72

13.1 BAUGRUPPENBESCHREIBUNG .....73

13.2 GERBERDATEN .....74

13.3 ASSEMBLIERUNGSDATEN .....74

13.3.1 INTELLIGENTE GERBERDATEN .....75

13.3.2 BESTÜCKUNGSDATEN .....75

13.3.3 TESTPUNKTDATEN .....75

13.3.4 BESTÜCKUNGSPLÄNE .....76

13.3.5 STÜCKLISTE .....76

13.4 WEITERE ZWECKDIENLICHE INFORMATIONEN ..... 77

13.5 BEISTELLMATERIAL ..... 77

## A

MASCHINENPARK BEI GINZINGER ELECTRONIC SYSTEMS .....78

A.1 SERIALISIERUNG MITTELS LASER .....78

A.2 PASTENDRUCKER .....79

A.3 BAUGRUPPENBESCHREIBUNG ..... 80

A.4 BESTÜCKUNGSLINIE ..... 81

A.5 REFLOW-OFEN .....82

A.6 AUTOMATISCHE OPTISCHE INSPEKTION – AOI .....83

A.7 SELEKTIVE WELLENLÖTANLAGE ..... 84

A.8 NUTZENTRENNER ..... 85

## B

QUALITÄTSMANAGEMENT UND QUALITÄTSSICHERUNG  
BEI GINZINGER ELECTRONIC SYSTEMS ..... 86

B.1 QUALITÄTSMANAGEMENT ..... 86

B.2 QUALITÄTSSICHERUNG .....87

B.2.1 RÖNTGENANALYSEN .....87

B.2.2 LABOR FÜR METALLOGRAPHIE .....88

B.3 RÖNTGENZÄHLGERÄT .....89



## HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Wir bemühen uns, den Inhalt in hoher Qualität zur Verfügung zu stellen. Trotz höchstmöglicher Sorgfalt kann Ginzinger electronic systems keine Gewähr oder Haftung für die Richtigkeit, Aktualität oder Vollständigkeit der Inhalte und Informationen übernehmen.

Für eventuelle Schäden materieller oder ideeller Art durch die Nutzung, Nichtnutzung oder Vorenthaltung von fehlerhaften oder unvollständigen Informationen – soweit sie nicht durch nachweislichen Vorsatz oder nachweislich grobe Fahrlässigkeit seitens Ginzinger electronic systems begründet sind – kann keinerlei Gewähr und Haftung übernommen werden. Ginzinger electronic systems behält sich das Recht vor, ohne gesonderte Ankündigung Änderungen, Ergänzungen und Löschungen der Informationen vorzunehmen. Ein Anspruch auf die Verfügbarkeit der Informationen besteht nicht.

Bei der Entwicklung von elektronischen Geräten steht die Funktion des Systems im Mittelpunkt. In dieser Phase werden wichtige Entscheidungen getroffen, die den Preis des Produkts bestimmen. Ein durchdachtes Layout von Leiterplatten und die sorgfältige Auswahl von Bauelementen führen zu signifikanten Zeit- und Kosteneinsparungen in der Produktion. Manchmal braucht es nur Kleinigkeiten, wie zum Beispiel einen Chip zu drehen oder eine Leiterbahn zu verlegen, um Serienkosten zu senken.

Es ist daher immer sinnvoll, für Entwickler, bereits bei der Hardwareentwicklung über den eigenen Tellerrand zu schauen und über Abläufe und Prozesse in der Fertigung im Bilde zu sein. Oft kann damit der eine oder andere Produktionsschritt verkürzt oder komplett vermieden werden. Mit diesem EMS Design Guide bietet Ihnen Ginzinger electronic systems einen Wegweiser für fertigungsgerechtes Hardware-Design mit zahlreichen Tipps & Tricks aus mehr als 30 Jahren Erfahrung in der Elektronikproduktion.

Wir freuen uns jederzeit über Ihr Feedback oder Verbesserungsvorschläge zu diesem EMS Design Guide unter: [office@ginzinger.com](mailto:office@ginzinger.com).

### HINWEIS:

Ginzinger electronic systems bietet regelmäßig Veranstaltungen und Webinare zum Thema Hardware Design an. Die aktuellen Termine finden Sie auf: [www.ginzinger.com/events](http://www.ginzinger.com/events)

AOI ... Automatische  
Optische Inspektion  
BOM ... Bill of Material = Stückliste  
BOT ... Unterseite der Leiterplatte  
IPC ... früher Institute of Printed  
Circuits, heute IPC – Association  
Connecting Electronics  
Industries

MSL ... Moisture Sensitivity Level =  
Schwellwert Feuchtigkeits-  
empfindlichkeit  
PCB ... Printed Circuit Board = Leiterplatte  
RM ... Rastermaß  
SMD ... Surface-Mount Device  
SMT ... Surface-Mount Technology  
SPI ... Solder Paste Inspection

TCO ... Total Cost of Ownership =  
Gesamtkosten über den  
Lebenszyklus eines Produkts  
THR ... Through Hole Reflow  
THT ... Through Hole Technology  
TOP ... Oberseite der Leiterplatte  
VIA ... Vertical Interconnect Access =  
Durchkontaktierung

# 01

## EINLEITUNG



Wir beraten Sie gerne.

# 02

## ABKÜRZUNGEN

# 03 NORMEN UND ABNAHME- KRITERIEN

## NORMEN UND ABNAHMEKRITERIEN FÜR ELEKTRONISCHE BAUGRUPPEN

Rund um die Produktion von elektronischen Baugruppen gibt es viele etablierte Normen und Vorschriften, die zu beachten sind. Hier finden Sie eine Übersicht der wichtigsten Standards:

### 3.1 IPC-RICHTLINIEN

#### IPC-RICHTLINIEN

Der amerikanische Fachverband IPC ist eine weltweite Handels- und Standardisierungsorganisation mit 3.700 Mitgliedsfirmen. Die Organisation veröffentlicht Industriestandards und Kriterien zur Bewertung verschiedener Güter in der Elektro- und Elektronikindustrie. Unter anderem werden Standards zum Löten in der Elektronik verfasst.

#### 3.1.1 IPC-A-610

##### IPC-A-610

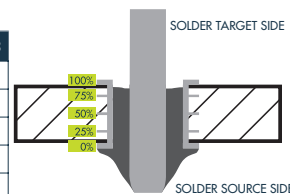
Der Standard IPC-A-610 beschreibt Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen und ist in vielen Unternehmen, so auch bei Ginzinger electronic systems, verbindlich. Dieser Standard unterscheidet verschiedene Produktklassen:

#### Klasse 1 – Allgemeine Elektronikprodukte (General Electronic Products):

Hierzu gehören Produkte, bei denen die Hauptanforderung das Funktionieren der fertig bestückten Baugruppe ist.

IPC-KRITERIUM		KLASSE 1	KLASSE 2	KLASSE 3
Lötseite	Umlaufende Pin-Benetzung	270°	270°	330°
	Benetzte Anschlussfläche	75%	75%	75%
Bauteilseite	Umlaufende Pin-Benetzung	-	180°	270°
	Benetzte Anschlussfläche	-	0%	0%
Lotdurchstieg	Füllgrad	-	75%	75%

Abbildung 1: Übersicht IPC-Klassen



#### Klasse 2 – Elektronikprodukte mit höheren Ansprüchen (Dedicated Service Electronic Products):

Hierzu gehören Produkte, bei denen stetige Funktion sowie eine erweiterte Lebensdauer erforderlich sind und ein unterbrechungsfreier Betrieb erwünscht, jedoch nicht kritisch ist. Typischerweise verursacht die Einsatzumgebung im Betrieb keine Ausfälle.

#### HINWEIS:

Ginzinger electronic systems produziert nach IPC Klasse 2, sofern nicht anders spezifiziert.

#### Klasse 3 – Hochleistungselektronik (High Performance Electronic Products):

Dazu zählen alle Produkte, bei denen eine kontinuierliche, hohe Leistungsfähigkeit

oder Leistungsbereitstellung auf Abruf unverzichtbar ist. Ein Funktionsausfall kann nicht toleriert werden. Die Einsatzumgebung der Geräte kann ungewöhnlich rau sein. Die Geräte müssen im Bedarfsfall funktionieren, wie beispielsweise bei lebenserhaltenden oder anderen kritischen Systemen.

### IPC-7351B, IEC 61188-6-1, IEC 61188-6-2

Diese Standards enthalten die Basisanforderungen an die Ausführung der Anschlussflächen für oberflächenmontierte elektronische Bauteile sowie SMT-Designempfehlungen, um optimale Lötstellen für die bestückten Bauteile zu erzielen.

### IPC-7525B

Dieses Dokument enthält Richtlinien für das Design und die Herstellung von Druckschablonen für Lotpasten und Kleber für die Oberflächenmontage bei THT- und THT/SMT.

### UL-ZERTIFIZIERTE LEITERPLATTEN

Die Produktion der Leiterplatte muss nach UL-zertifiziertem Prozess ZPMV2 erfolgen. Diese Leiterplatte kann als Bestandteil für ein UL-geprüftes Endprodukt zum Vertrieb in den USA und Kanada verwendet werden.

#### 3.1.2

IPC-7351B,  
IEC 61188-6-1,  
IEC 61188-6-2

#### 3.1.3

IPC-7525B

### 3.2

UL-ZERTIFIZIERTE  
LEITERPLATTEN

