

Technische Parameter zur Leiterplattenerstellung

INHALT

1.	MICROCIRTEC	2
2.	PRODUKTE	2
3.	DATEN	2-3
4.	DESIGNREGEL-PRÜFUNG	3
5.	QUALITÄT	3-4
6.	ELEKTRISCHE PRÜFUNG	4-5
7.	MATERIAL	5-7
8.	TOLERANZEN FÜR VERWINDUNG UND VERWÖLBUNG	7
9.	VERFÜGBARE FERTIGUNGSNUTZEN-	7
10.	LEITERPLATTENDICKE	7-8
11.	MAXIMALE LAGENANZAHL UND LAGENAUFBAUTEN	8
12.	BOHR- UND FRÄSTOLERANZEN	8-9
13.	GALVANISCHES AUFKUPFERUNGSVERFAHREN / ASPECT RATIO	9-10
14.	LEITERBILDERSTELLUNG	11
15.	LÖTSTOPPMASKE	11-12
16.	OBERFLÄCHENVEREDELUNG	12
17.	DRUCKTECHNIKEN	12-13
18.	KONTURBEARBEITUNG	13-14
19.	LAGERUNG	14-15
20.	TEMPERN	16

1. MICROCIRTEC GMBH

Die MicroCirtec GmbH zählt zu den führenden Leiterplattenherstellern in Deutschland.

Als mittelständisches Traditionsunternehmen fertigen wir gemeinsam mit unserer Schwestergesellschaft Precoplat GmbH bereits seit 40 Jahren unbestückte Leiterplatten am Produktionsstandort Krefeld, Nordrhein-Westfalen.

Auf dem rund 25.000 m² großen Betriebsgelände werden mit aktuell 75 Mitarbeitern hochtechnisiert und automatisiert mehr als 100.000 m² Leiterplatten pro Jahr hergestellt. Wir beliefern international verschiedenste Branchen der Industrie-, Automotive-, Konsum- und Medizinelektronik.

2. PRODUKTE

Unsere Produktpalette umfasst ein-, doppelseitige und durchkontaktierte Leiterplatten, Multilayer mit bis zu 24 Lagen sowie semi-flexible Leiterplatten.

Zusätzlich bieten wir einen speziellen Eildienst für mittelgroße und große Serien von bis zu 25 m² pro Auftrag an, der wie folgt realisiert werden kann.

Typ	Eil	Ø Bearbeitungszeit
Standard* ein- und doppelseitige LP	3 Tage	~ 12 Tage
Standard* Multilayer	4 Tage	~ 15 Tage

*Standard: 1-4 lagige Leiterplatte in Hot Air Leveling Technologie, Lötstopmmaske, Material FR4, konventionelle Bohrtechniken

Unser Service beginnt mit dem technischen Support und führt bis zur Integration in das Supply Chain Management unserer Kunden. Dabei berücksichtigen wir jede einzigartige Spezifikation und individuelle Anforderung.

3. DATEN

Unsere CAM-Mitarbeiter sorgen für die Umsetzung Ihrer Layouts bis zur fertigen Leiterplatte.

In folgenden Formaten können Sie uns Ihre Fertigungsdaten übermitteln:

- Extended Gerber 274X
- Gerber (RS 274)
- Eagle
- ODB ++

Mechanische Zeichnungen können auch in HPGL- oder DXF-Format übermittelt werden.

Falls Sie die Dateien in den beschriebenen Formaten nicht erzeugen können, wenden Sie sich bitte an unseren technischen Vertrieb.

4. DESIGNREGEL-PRÜFUNG

Alle an uns gelieferten Daten werden durch einen Standard-Designrule-Check sowie kundenspezifische DFM-Funktionen auf ihre Herstellbarkeit geprüft. Sollte diese nicht gegeben sein, setzen wir uns umgehend mit Ihnen in Verbindung.

5. QUALITÄT

5.1 Qualitätsstandards

Unsere Leiterplatten werden gemäß der Norm IPC-A-600 Klasse 2 oder falls gefordert auch gemäß Klasse 3 hergestellt. Darüber hinaus kann ebenfalls nach den folgenden Standards produziert werden:

- PERFAG 1
- PERFAG 2
- PERFAG 3
- IPC-SM-840
- IPC-R-700
- IPC-A-600
- IPC-6012
- IPC-2221

5.2 Qualitätssicherungen

Die MicroCirtec GmbH ist nach DIN EN ISO 9001 und UL® zertifiziert. Produktionsparameter, Produktionsbedingungen und Rohstoffe werden mit kalibrierten Messgeräten bewertet und registriert.

Die Leiterplatten werden während des Produktionsverfahrens folgenden Tests unterzogen, um eine einwandfreie Qualität sicherzustellen:

- **zerstörungsfreie Prüfung**

Bei automatischen und optischen Prüfungen halten wir uns an die Richtlinie IPC-A 600, Klasse 2.

Spezifische Prüfverfahren können bei Bedarf jederzeit auch an andere Spezifikationen angepasst werden.

- **destruktives Testen**

-Schliffbilderstellung, um die galvanische Kupferabscheidung sowie die Dicke der Oberflächenschutzschicht festzustellen

-Adhäsionstest

-Multilayer werden regelmäßig thermischen Schocktests unterzogen (Pressure Cooker Test)

- **Dokumentation der Parameter**

Folgende Parameter werden automatisch erfasst und über einen Zeitraum von 10 Jahren gespeichert:

-Produktionsparameter

-Zeiterfassung, einschließlich der jeweiligen Mitarbeiter

-qualitätsgebundene Ergebnisse

6. ELEKTRISCHE PRÜFUNG

Bei der elektrischen Endprüfung werden Leiterplatten auf Unterbrechungen und Kurzschlüsse geprüft.

Die Gerberdaten des Auftraggebers werden in unser Prüfsystem geladen, woraus eine Netzliste generiert wird, die alle festgestellten Prüfpunkte enthält. Diese Testsysteme testen standardmäßig nach folgenden Kriterien:

-auf Unterbrechung falls > 10 Ohm Netzwerkwiderstand ermittelt werden

-auf Schluss, falls Widerstände < 10 MegOhm zwischen unabhängigen Nebenschlüssen erkannt werden

Folgende Testsysteme setzen wir ein:

- **Prüfadapter/Paralleltester**

Anhand des Prüfprogramms werden Adapterplatten gebohrt und mit Prüfnadeln bestückt, welche auf die betreffenden Kontaktstellen ausgelenkt werden, um alle Endpunkte des elektronischen Netzes für den Prüfvorgang auf Schluss und Unterbrechung gleichzeitig zu erfassen. Parallel dazu werden alle Netze gegeneinander geprüft. Das Testergebnis wird anschließend mit der elektrischen Netzliste verglichen.

- **Fingertester (Flying Probe)**

Alternativ kann der elektrische Test mit Hilfe eines Fingertesters durchgeführt werden. Die Kontaktpunkte der Leiterplatte werden mit Kontaktnadeln sequentiell anhand der zugrunde liegenden Netzliste kontaktiert und auf Schluss und Unterbrechung getestet. Dabei hängen Messnadeln an mechanisch beweglichen „Fingern“, welche die zuvor programmierten Testpositionen anfahren.

Bei allen Testverfahren werden die Leiterplatten, auf denen ein Kurzschluss oder eine Unterbrechung festgestellt wurde, automatisch von den eindeutig fehlerfrei geprüften Leiterplatten getrennt. Für fehlerhafte bzw. nicht eindeutig geprüfte Leiterplatten wird ein Fehlerprotokoll mit genauer Fehlerposition erstellt. Nach erfolgreicher Fehlerbehebung wird die Leiterplatte erneut einem vollständigen Prüfdurchlauf unterzogen.

7. MATERIAL

7.1 Laminate (Basismaterial)

Wir verarbeiten Basismaterialien in Stärken von 0,5 mm bis 3,2 mm.

Weitere Qualitäten sind auf Anfrage erhältlich, beispielsweise Materialien mit Kriechstromfestigkeitswerten (CTI) > 400 Volt.

Die jeweiligen Werte gelten für eine Materialstärke ab 0,5 mm:

Bezeichnung	NEMA	IPC-4101	Tg C°	CTE < Tg ppm/K	CTE > Tg ppm/K	Zersetzungstemperatur C°	T260 min	T288 min	Eigenschaft
epoxy-paper-glass	CEM1	10	100	-	-	-			
epoxy-glass	FR4	21	135	70	270	310	20	3	standard
epoxy-glass	FR4	24	150	70	270	310	20	3	higher Tg
epoxy-glass	FR4	94	150 - 200	70	270	310	20	3	low halogen

Bezeichnung	NEMA	IPC-4101	Tg C°	CTE < Tg ppm/K	CTE > Tg ppm/K	Zersetzungstemperatur C°	T260 min	T288 min	Eigenschaft
epoxy-glass	FR4	99	150	45	240	325	30	5	therm. Filler
epoxy-glass	FR4	124	150	45	230	325	30	5	therm. Filler

7.2 Kupferfoliendicke Standard (vor der galvanischen Aufkupferung)

- 18 µ
- 35 µ
- 50 µ
- 70 µ
- 85 µ
- 105 µ

7.3 Kupferkaschierte Lamine (Dünnlamine exklusive Kupferdicke)

FR4 in mm

0,10*

0,20*

0,25*

0,36*

0,41*

0,50*

0,71*

0,80

1,00

1,08*

1,55

2,00

2,40

3,00

FR4 CTI > 400

1,00

1,55

CEM 1

1,00

1,55

CEM 3

1,55

Falls Sie andere Materialien wünschen, setzen Sie sich bitte mit unserem Vertriebsteam in Verbindung.

8. TOLERANZEN FÜR VERWINDUNG UND VERWÖLBUNG

Generell behalten sich die Hersteller Toleranzen des Verwölbungswerts bis zu 1 Prozent bei doppelseitig kaschiertem Material und 1,5 Prozent bei einseitig kaschiertem Material vor.

Einseitig	Doppelseitig	Multilayer
1,5 %	1 %	1%

Bitte beachten Sie, dass sich der Verwölbungswert überdurchschnittlich erhöht, wenn die Kupferverteilung auf der Leiterplatte lokal sehr unterschiedlich ist. Speziell bei Multilayern sollte direkt zu Beginn der Layout-Entwicklung ein symmetrischer Lagenaufbau geplant werden. Bei asymmetrischen Materialaufbauten können durch die unterschiedlichen Spannungen der Glasgewebequalitäten höhere Verwindungs- und Verwölbungswerte entstehen.

9. VERFÜGBARE FERTIGUNGSNUTZEN

Um wirtschaftlich und nachhaltig zu agieren, prüfen wir die bestmögliche Auslastung unserer Fertigungsnutzen und gleichen diese mit den am häufigsten verwendeten Leiterplattengrößen ab, um unnötigen Verschnitt zu vermeiden.

	Einseitige Leiterplatten mm		Doppelseitige Leiterplatten mm		4-lagige LP Standard Aufbau MassLam mm		4-lagige LP mit mehr als 6 Prepregs und 6-24 Lagen PinLam mm	
	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
Panelgröße 1	618	512	614	512	614	512	600	499
Panelgröße 2	Nicht verfügbar		584	512	584	512	Nicht verfügbar	
Panelgröße 3	584	436	Nicht verfügbar		Nicht verfügbar		Nicht verfügbar	

10. LEITERPLATTENDICKE

Wir können unterschiedliche Leiterplattendicken unabhängig von der Anzahl der Lagen verarbeiten.

Die Vorlaufzeiten für spezielle Materialdicken können dabei allerdings variieren, falls das gewünschte

Material einmal nicht vorrätig sein sollte.

Dicke	Standard mm	Spezial mm	technisches Limit Ein- und Doppelseitige Leiterplatten mm	technisches Limit Multilayer mm
Min. Paneldicke	1,55	0,8	0,4	0,4
Max. Paneldicke	1,55	2,4	3,2	3,2

11. MAXIMALE LAGENANZAHL UND LAGENAUFBAUTEN

Wir fertigen Multilayer mit bis zu 24 Lagen.

Die am häufigsten verwendeten sogenannten Standard-Lagenaufbauten finden Sie auf unserer Website www.microcirtec.de im Bereich Downloads.

Spezielle Sonder-Lagenaufbauten senden wir Ihnen gerne auf Anfrage zu.

12. BOHR- UND FRÄSTOLERANZEN

Durchkontaktierte Bohrungen(PTH)	Standard mm	Spezial mm	Technisches Limit mm
kleinster Bohrdurchmesser	0,35	0,15	0,10
größter Bohrdurchmesser	6,40	6,40	6,40
kleinster Abstand Bohrungstangenten zueinander*	0,20	0,15*	0,075
kleinster Abstand Bohrungstangente zur Leiterbahn*			
- Aussenlagen	0,20	0,15	0,075
- Innenlagen	0,25	0,20*	0,10
Oberfläche "Hot Air Leveling Verzinnung"			
- Enddurchmesser <= 6,4 mm Toleranz	+0,10/-0,05	+0,09/-0,06	+0,08/-0,05
- End-Durchmesser > 6,4 mm Toleranz	+0,14/-0,05	+0,10/-0,05	+0,08/-0,05
Oberfläche OSP/ENIG/chemisch Zinn/Silber			
- Enddurchmesser <= 6,4 mm Toleranz	+0,10	+0,05/-0,05	+0,10
- Enddurchmesser > 6,4 mm gefräst Toleranz	+0,12/-0,02	+0,06/-0,06	+0,10

*Bitte beachten Sie, dass durchkontaktierte Löcher in der Regel um 150 µ größer als der gewünschte Enddurchmesser gebohrt oder gefräst werden müssen, um die Metallisierung in der Bohrung zu kompensieren. Wenn Sie beispielsweise einen Enddurchmesser von 0,6 mm wünschen, beträgt der Durchmesser des eingesetzten Bohrers 0,75 mm, sofern keine abweichenden Toleranzen angegeben sind.

Nicht durchkontaktierte Bohrungen(NPTH)		Standard mm	Spezial mm	Technisches Limit mm
kleinster Bohrdurchmesser		0,40	0,20	0,15
größter Bohrdurchmesser		6,40	6,40	6,40
kleinster Abstand Bohrungstangenten zueinander**		0,20	0,15	0,10
kleinster Abstand Bohrungstangente zur Leiterbahn* - Aussenlagen		0,20	0,15	0,05
- Innenlagen		0,25	0,20	0,10
Enddurchmesser <= 2,0 mm	Toleranz	+/- 0,05	+/- 0,03	+/- 0,03
Enddurchmesser <= 6,4 mm	Toleranz	+ 0,1/-0,05	+/- 0,05	+/- 0,03
Enddurchmesser > 6,4 mm	gefräst Toleranz	+ 0,1/-0,05	+/- 0,06	+/- 0,04

**abhängig von dem Lochdurchmesser

Lochlagetoleranz durchkontaktierter Löcher zu nicht durchkontaktierten Löchern und zur Kontur	+/- 0,20	+/-0,07 ***	0,05 ***
--	----------	-------------	----------

***vorausgesetzt, der Bohrvorgang wird in einer Maschinenaufspannung durchgeführt (tenting)

13. GALVANISCHES KUPFERABSCHIEDUNGSVERFAHREN UND ASPECT RATIO

Die Dicke der Aufkupferung ist abhängig von der Expositionszeit und Kupferabscheidungsrate im Galvanikbad.

Grundsätzlich wird während des Prozesses eine Abscheidungsdicke von 20 µ bis 25 µ Kupfer auf der Oberfläche und in den durchzukontaktierenden Bohrungen aufgebracht. Dickere Kupferschichten können abgeschieden werden, wenn die Dicke der Kupferschicht in der Hülse die IPC-Klasse 3 erfüllen soll.

Um eine gleichmäßige Kupferabscheidung erzielen zu können, sollte beim Entwurf des Layouts berücksichtigt werden, dass Leiterbahnstrukturen entweder möglichst gar nicht in Masse oder vollständig in Masse eingebettet sind. Die Leiterbahnführungen bzw. Pad-Positionierungen sollten mittig innerhalb einer Masse-Einbettung und in gleichen Abständen zueinander erfolgen. Sind Kupferoberflächen schon im Layout ungleichmäßig verteilt, so kommt es in den „massearmen“ Regionen zu einer tendenziellen Überabscheidung. Diese führt zu einer Verminderung der Leiterbahnabstände bis zum elektrischen Ausfall durch Kurzschluss, da die Leiterbahnen regelrecht zusammenwachsen.

Kupferfolie µ	Elektrolytische Kupferabscheidung µ	Endkupferdicke µ
8	ca. 20	ca. 35
35	ca. 20	ca. 55
50	ca. 20	ca. 70
70	ca. 20	ca. 90
85	ca. 20	ca. 105
105	ca. 20	ca. 125

Mit dem "Aspect Ratio" wird das Verhältnis "Materialstärke zu Lochdurchmesser" definiert. Es wird wie folgt ermittelt: Materialstärke dividiert durch den kleinsten Lochdurchmesser, z.B. 1,6 mm Material-stärke dividiert durch 0,2 mm Lochdurchmesser = 8

Dieser Wert ist für die Herstellbarkeit der Leiterplatte sehr entscheidend, denn je größer das Aspect Ratio, desto aufwändiger ist es, eine Metallisierung in den Löchern herzustellen.

Standard	Spezial	Technisches Limit
6	8	10

Die Leistungsfähigkeit der elektrolytischen Kupferabscheidung wird im Aspect Ratio, dem Verhältnis vom Durchmesser einer Bohrung zur kontaktierbaren Tiefe dieser Bohrung ausgedrückt.

14. LEITERBILD-ERSTELLUNG

Das technische Limit bei der lithographischen Auflösung unserer Belichtungssysteme bei der Leiterbilderstellung beträgt 50 µ Leiterbahnbreite (track) und -abstand (gap). Wir unterscheiden aufgrund der Einflussgrößen Kupferdicke und Leiterbildstruktur drei Leistungskategorien: Standard-, Spezial- und technisches Limit.

Die Aufteilung und Breite der Leiterbahnen, Lötäugen und Iso-Abstände sollte verhältnismäßig erfolgen (siehe nachstehende Tabellen). Je höher die Kupferendstärke, desto höher ist demzufolge der Unterätzungsgrad bzw. der Unterätzungsfaktor an den Flanken.

Gerne beraten wir Sie zur Machbarkeit Ihres Layouts persönlich, da die Stärke des Kupferaufbaus durch die Vielzahl der Layout-Möglichkeiten sowie der Prozesstechnik des Lötstopplackdruckes eingeschränkt sein kann. Insbesondere achten wir bei der Lötstopplackbeschichtung auf teilweise Überdeckung, Unterdeckung oder gar Freistellung der Leiterflanken und Isolationsflächen.

14.1 Endkupferdicke 18 µ

	Standard µ		Spezial µ		Technisches Limit µ	
	Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen	
Leiterbahn-Breite	130	130	100	100	60	80
Leiterbahn-Abstand	120	120	85	85	50	60
Restring	150	180	100	120	50	75

14.2 Endkupferdicke 35 μ

	Standard μ		Spezial μ		Technisches Limit μ	
	Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen	
Leiterbahn-Breite	150	150	125	125	100	100
Leiterbahn-Abstand	170	170	140	150	100	115
Restrिंग	200	225	150	170	100	130

14.3 Endkupferdicke 70 μ

	Standard μ		Spezial μ		Technisches Limit μ	
	Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen	
Leiterbahn-Breite	200	200	150	150	120	130
Leiterbahn-Abstand	250	300	200	250	180	220
Restrिंग	250	300	200	250	150	150

14.4 Endkupferdicke 105 μ

	Standard μ		Spezial μ		Technisches Limit μ	
	Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen	
Leiterbahn-Breite	300	300	250	250	180	180
Leiterbahn-Abstand	360	360	280	280	250	250
Restrिंग	300	300	250	250	200	200

14.5 Endkupferdicke 140 μ

	Standard μ		Spezial μ		Technisches Limit μ	
	Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen		Außenlagen/Innenlagen	
Leiterbahn-Breite	350	350	300	300	250	250
Leiterbahn-Abstand	400	400	360	360	320	320
Restrिंग	350	350	300	300	250	250

15. LÖTSTOPPMASKE

Beim fototechnischen Lötstopplackverfahren wird die Oberfläche in ein fotosensitives Polymer eingebettet. Die chemische Vernetzung der Polymere wird durch die definierte Belichtung erreicht; alle nicht belichteten Zonen werden selbst im Micrometerbereich konturenscharf herausentwickelt. Um die geforderten elektro-

physikalischen Eigenschaften des Lackes zu erreichen, erfolgt anschließend eine thermische Endaushärtung.

Werte gelten für grünen Lötstopplack	Standard μ	Spezial μ	Technisches Limit μ
umfld. Aufweitung der Lötstopplackmaske	70	50	30
Minimale Stegbreite	80	60	50
Min. Abstand SMD zu SMD *	200	170	150

*Minimaler Abstand zwischen lötpackfreien Flächen, um einen Lötstopplacksteg herstellen zu können

Bei der Lötstopplackbeschichtung können auf Wunsch die Lötäugen der Viabohrungen zugepresst werden. Das Verschließen der Viabohrungen (via plugging) kann hiermit allerdings nicht garantiert werden (ungeeignet für Vakuumtester).

Ist ein Verschließen der Viabohrung jedoch unbedingt erforderlich, so erfolgt dieser Prozess in einem gesonderten Verfahren, bei dem speziell die betreffenden Bohrungen mit Lack beschichtet und verschlossen werden. Bis zu einem Lochdurchmesser von 0,45 mm ist das Verschließen mit Standardlacken möglich. Bei größeren Lochdurchmessern, ist ein spezieller Lack und die Beachtung weiterer Designrules erforderlich.

16. OBERFLÄCHENVEREDELUNG

	Dicke μ	Eigenschaft
Heißluftverzinnung	2 – 30	bleifrei
Elektrolytisch Au	1 - 3 Au / 4 - 8 Ni	Hartgold z.B. für Steckkontakte
ENIG chemisch Ni/Au Sudgold	0,05 - 0,1 Au / 4 - 8 Ni	Aluminiumdraht bondfähig
ENIG chemisch Ni/Au Reduktiv-Gold	0,3 Au / 4 - 8 Ni	Golddraht bondfähig
ENEPIG chemisch Ni/Pa/Au	0,02-0,08 Au/0,05 – 0,25 Pa /4 - 8 Ni	Golddraht bondfähig
Chemisch Zinn	1	sehr planare Oberfläche
Organischer Anlaufschutz (OSP)	0,2 – 0,5	sehr planare Oberfläche, bis zu 6 Monate lagerfähig

17. DRUCKTECHNIKEN

17.1 Kennzeichnungsdruck / Bestückungsdruck

Um Unterbrechungen oder Verschleierungen innerhalb des Schriftbildes zu vermeiden, sollte die Strichstärke des Kennzeichnungsdrucks nicht unter 0,2 mm definiert werden und die Schrifthöhe nicht kleiner als 1,25 mm

gewählt werden. Auch die Lötflächen sollten mindestens 0,25 mm vom Kennzeichnungsdruck ausgespart werden.

Bestückungsdruck	Standard μ	Spezial μ	Technisches Limit μ
Abstand Druck zu Pad	300	250	200
Abstand Druck zu Durchkontaktierung	300	250	200
Leiterbahnbreite	200	175	140
Mindestgröße der Zeichen	1250	1000	800

17.2 Carbondruck

Carbondruck	Standard (μ)	Spezial (μ)	Technisches Limit (μ)
Abstand der Carbonflächen zueinander	500	400	300
Mindestbreite der Carbonfläche	700	600	500

17.3 Abziehlack/-maske

Die Schichtstärke des Abziehlacks beträgt ca. 350 μ , die Farbe ist blau.

Löcher, die mit Abziehlack überspannt werden, sollten eine Größe von 1,8 mm² nicht überschreiten.

Abziehlack	Standard	Spezial	Technisches Limit
Maximal überspannbarer Durchmesser	1,8 mm	2,0 mm	2,6*mm
Lackdicke	300 μ	400 μ	500 μ
Minimale Breite	6 mm	4 mm	3 mm

*das vollständige Überspannen des Loches kann nicht garantiert werden

18. KONTURBEARBEITUNG

Die Konturbearbeitung erfolgt durch Fräsen oder Ritzen (V-Cut).

Diese Techniken ermöglichen eine Bearbeitung innerhalb der Norm "DIN 7168 mittel" (mittlere Genauigkeit) und "fein" (präzise Genauigkeit). Abhängig von der Größe der Leiterplatten werden folgende Toleranzen angegeben (andere Toleranzwerte sind nach Vereinbarung möglich):

Format mm			Fein mm	Standard mm
0,5	-	6	+/- 0,05	+/- 0,10
6	-	30	+/- 0,10	+/- 0,20
30	-	120	+/- 0,15	+/- 0,30
120	-	400	+/- 0,20	+/- 0,50
400	-	1000	+/- 0,30	+/- 0,80
1000	-	2000	+/- 0,50	+/- 1,20

- Ritzen (Kerbfräsen)

Der Winkel der Ritzmesser beträgt 15°. Daher ist entlang der Konturen, die geritzt werden, ein Abstand der Leiterbahnen zur Kontur gemäß der folgenden Tabelle zu berücksichtigen:

Materialstärke mm	Abstand Leiterbahnen zur Kontur mm
bis 1,00	0,45
1,10 - 1,60	0,50
1,70 - 2,00	0,70
2,10 - 2,50	0,80
2,60 - 3,20	1,00

Falls für die Kontur keine Plus toleranz zulässig ist, muss die gewünschte Minustoleranz zu den oben genannten Werten „Abstand Leiterbahnen zur Kontur“ hinzu addiert werden.

Beispiel:

Leiterplattenformat 100 mm x 100 mm +0,0/-0,30 mm

Abstand Leiterbahnen zur Kontur bei 1,6 mm Materialstärke: 0,5 mm + 0,15 mm = 0,65 mm

19. LAGERUNG

19.1 Luftfeuchtigkeit

Leiterplatten, insbesondere Multilayer, sind extrem hydrophil. Selbst bei normalen Raumbedingungen wird

Luftfeuchtigkeit durch Kapillarkräfte in die Zwischenlagen gesogen.

Bei Lagerbedingungen von beispielsweise 20 Grad Celsius und 35 Prozent Luftfeuchtigkeit ist bereits nach 12 Tagen eine Feuchtigkeitsaufnahme von 0,12 Prozent (in Gewichtsprozent des Epoxydharzes wt) zu verzeichnen.

Damit nimmt auch der Gasdruck innerhalb der Platine zu, der durch starke Erhitzung des Materials beim Lötvorgang entsteht. Überschreitet die Feuchtigkeitsaufnahme 0,17 Prozent, wird ein kritischer Gasdruck von 8 – 10 bar erreicht, bei dem es zu Delaminationen und Blasenbildung kommen kann.

Obwohl die Trocknung der Ware in unserem Haus erfolgt und zusätzlich einem Löttest unterzogen wird, kann aufgrund unsicherer Transportumstände und Lagerung die Feuchtigkeitsaufnahme nicht komplett ausgeschlossen werden.

Zur Vermeidung bzw. Reduzierung der Feuchtigkeitsaufnahme empfehlen wir deshalb die Berücksichtigung folgender Punkte:

19.2 Lagerumgebung

Die Lagerung von Leiterplatten sollte bis kurz vor der Lötung in konstant beheizter Umgebung erfolgen. Schon ein Temperaturabfall von mehr als 7 Grad Celsius kann bereits zur Kondensation auf den verpackten Platinen führen. Ebenso sollte die Luftfeuchtigkeit niemals 65 Prozent überschreiten und die Verpackung der Leiterplatten unbedingt unversehrt bleiben. Wir weisen darauf hin, dass ein sicherer Schutz vor Feuchtigkeit aufgrund der Gasdichte der Polyäthylen-Beutel nicht vollständig erreicht werden kann.

19.3 Lagerzeit

Die Lagerzeit von Leiterplatten sollte so kurz wie möglich sein und ihr Verbrauch am besten nach der „first-in, first-out“ Regel erfolgen. Auch Kunststoffumhüllungen sollten erst kurz vor der Bestückung entfernt werden.

Wir raten dazu, Restmengen mit Klebeband oder durch Einklemmen der Folie zwischen der Platine sicher zu verschließen und in Kisten zu lagern, um Luftzug zu vermeiden.

Bitte verbrauchen Sie geöffnete Pakete zuerst.

19.4 Löttest

Leiterplatten, die bereits mehrere Monate gelagert wurden und deren Transportumstände unklar sind (Warentransport durch Speditionen bei jedem Wetter und Temperatur), sollten unbedingt einem Löttest unterzogen werden.

20. TEMPERN

Um die aufgenommene Luftfeuchtigkeit in den Platinen zu reduzieren, empfehlen wir unabhängig vom Ausgang eines Löttests, das Trocknen der Ware in einem Ofen, wobei die Leiterplatten vorzugsweise vertikal in einem Rack getrocknet werden sollten.

Grad C	Zeit des Temperns
120	8 Stunden
110	12 Stunden
100	18 Stunden

Geringere Trocknungstemperaturen sind ebenfalls möglich, doch sollte entsprechend der Abbildung dabei die Zeitachse ausgedehnt werden.

Nach der Trocknung sollte die Verarbeitung der Leiterplatten unverzüglich beginnen, da die hydrophilen Eigenschaften der Platine bestehen bleiben. Die Zeit zwischen dem Trocknen und der Verlotung sollte 48 Stunden nicht überschreiten.