

LPKF 101 LC

HANDBUCH

Inhaltsangabe

- 1. Einleitung**
- 2. Lieferumfang**
- 3. Notwendiges Zubehör**
- 4. Installation**
- 5. Orientierung der Maschine**
- 6. Sicherheitsvorschriften**
- 7. Inbetriebnahme**
 - 7.1. Vor dem Einschalten
 - 7.2. Neuinitialisierung
 - 7.3. Einschaltfolge des initialisierten Systems
 - 7.4. Justieren der HOME-Position
 - 7.5. Inbetriebnahme der LPKF 3 PHASE
 - 7.6. Kontrolle der HOME-Position
 - 7.7. Erstellen eines neuen Paßlochsystems
- 8. Funktionen der LPKF 101 LC Steuereinheit im STOP-Mode**
 - 8.1. Funktionen der LPKF 101
 - 8.2. Funktionen der LPKF 3 PHASE
- 9. Rechnergesteuerte Funktionen der LPKF 101 LC Steuereinheit**
 - 9.1. Anschluß an einen PC
 - 9.2. Befehlssatz der LPKF 101 LC
 - 9.2.1. HP-GL Subset
 - 9.2.2. Sonderbefehle

10. **Befestigung der Leiterplatte (Paßlochsystem)**
11. **Werkzeuge und Zubehör**
 - 11.1. Werkzeuge
 - 11.2. Zubehör
 - 11.3. Schreibstifthalterung
12. **Wartung**
13. **Arbeitsabläufe mit der LPKF 101 LC**
 - 13.1. Befehlsfolge für 2-seitige Leiterplatte
 - 13.2. 2-seitige Leiterplatte
 - 13.3. Arbeitsabläufe beim Fräsen und Bohren mit LPKF 101 LC
 - 13.3.1. Arbeitsweise des mechanischen Arbeitstiefenbegrenzers
 - 13.3.2. Bohren
 - 13.3.2. Isolationsfräsen
 - 13.3.3. Konturenfräsen in Leiterplattenmaterial
 - 13.3.4. Frontplattengravur
 - 13.3.5.1. Das Fräsen von Layoutfilmen
 - 13.3.5.2. Korrekturmittel
 - 13.3.5.3. Einfäbung von Fräsfilmern
 - 13.3.5.4. Entschichten
14. **Richtwerttabelle für Drehzahlen (nur beim 3-Phasenmotor)**
15. **Basismaterial**
16. **Reinigen der Leiterplatte**
17. **Praxistips**
 - 17.1. Fräs/Bohrqualität
 - 17.2. Verfahren des Kopfes
 - 17.3. Sonstiges
- A. **Anhang**
 - A.1. Epromwerte zum Patchen

1. Einleitung

Die Fräsbohrereinheit LPKF 101 LC ist eine Fräsbohrmaschine, die zum Erstellen von Leiterplattenprototypen und Gravurfilmen geeignet ist.

2. Lieferumfang

1 Maschineneinheit LPKF 101 LC

1 Steuereinheit LPKF 101 LC

1 Flachbandkabel (LPKF 101 LC Steuereinheit - Maschine 50-pol)

1 RS-Kabel (LPKF 101 LC Steuereinheit - Rechner), AT-Adapter 9/25-pol

1 LC Handbuch

1 Satz Zubehör (Klebeband, div Inbusschlüssel, Paßstifte, Pinzette, Pinsel, 30mmStahlstift, 7er Steckschlüssel, 2 rote Paßlochschieber)

1 Netzkabel

Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):

1 Steuereinheit LPKF 3 PHASE

1 Rundkabel (LPKF 3 PHASE - LPKF 101 LC Maschine)

1 Netzkabel

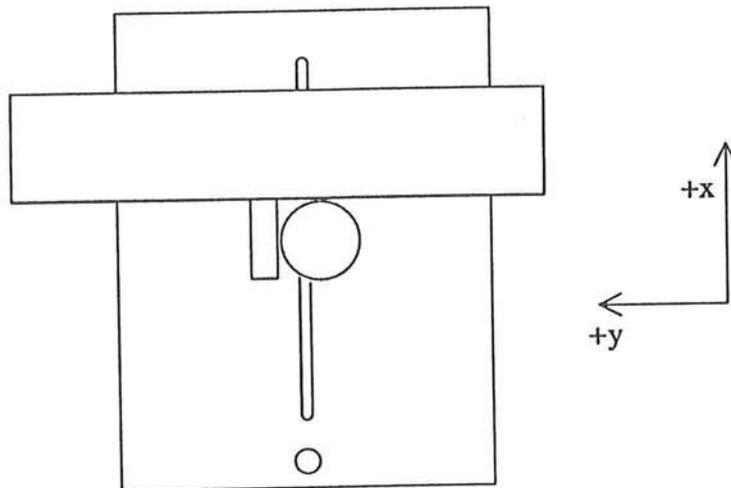
3. Notwendiges Zubehör:

Staubsauger

4. Installation

1. Wichtig: Das Gerät muß auf einer ebenen und festen Unterlage stehen, empf. LPKF Maschinentisch.
 2. Falls Maschinenhaube vorhanden, diese so ausrichten, daß die Klappe nach vorn zu öffnen ist.
 3. Maschine so ausrichten, daß die Anschlüsse für das Flachbandkabel hinten liegen.
 4. Maschine bis zur Haubenrückwand in die Haube (falls vorhanden) setzen.
 5. Die Maschineneinheit mit 50-pol. Flachbandkabel (Abb.2,5) an der LPKF 101 LC Steuereinheit anschließen (dabei auf korrekten Sitz der Stecker achten und mit Sicherungsbügel fixieren). (Abb.1,7 an 11)
 6. LPKF 101 LC nun mit dem RS-Kabel (Abb.2,3) am Rechner anschließen (COM1 oder COM2). (Abb.1,1)
 7. LPKF 101 LC Steuereinheit mit dem Netz verbinden. (Abb.1,8)
 8. Staubsauger am Adapter anstecken (passend für Halterohr Nr.111124 eines Nilfisk Industriestaubsaugers)
- Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):**
9. LPKF 3 PHASE nun mittels Rundkabel (Abb.2,4) mit der Maschineneinheit verbinden. (Abb.1,5 an 12)
 10. LPKF 3 PHASE Steuereinheit mit dem Netz verbinden (Abb.1,6)

5. Orientierung der Maschine



(gedrehtes Koordinatensystem; X-Achse ist längerer Verfahrweg)

6. Sicherheitsvorschriften

Nie in die laufende Maschine fassen!

Achtung Maschine wechselt während des Verfahrens automatisch die Verfahrgeschwindigkeit.

Nie in die Maschine fassen wenn die SELECT-Anzeige der Steuereinheit leuchtet.

Werkzeug nur bei stehendem Fräsbohrmotor wechseln.

Werkzeug beim Werkzeugwechsel bis zum Anschlag in die Spannzange einführen.

Bei Verwendung von Chemikalien bitte die Hinweise auf den Behältern oder evtl. separate Sicherheitsblätter beachten.

7. Inbetriebnahme

7.1. Vor dem Einschalten

Vor dem Einschalten sind alle Gegenstände von der Maschine und aus deren Verfahrbereich zu entfernen. Pilotstifte dürfen nicht aus dem Basismaterial herausragen. Außerdem sollte sich im Schaft des Fräsbohrmotors immer ein Werkzeug oder der 3mm Stahlstift befinden, sonst kann beim Einschalten des Motors die Inbusschraube im Schaft herausgeschleudert werden. NC-Speed-Potentiometer an der Steuereinheit auf Maximum stellen.

Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):

Im Schaft des 3-Phasenmotors muß sich immer ein Werkzeug befinden. Das Werkzeug muß mit dem Knauf fest eingespannt sein. Achtung vor dem Einschalten sicherstellen, daß der Knauf hochgezogen ist, sonst ist die Spannzange blockiert.

Während des Einschaltens nie in die Maschine fassen!

7.2. Neuinitialisierung

Zur Beachtung: Alle Geräte werden vom Werk aus vorinitialisiert. Nach dem Transport kann es aber trotzdem notwendig sein, daß das Gerät neu initialisiert werden muß. **Die Neuinitialisierung löscht die voreingestellte HOME-Position.**

Vor der ersten Inbetriebnahme der Maschine kann dann ein Initialisierungslauf, der den Arbeitsbereich feststellt und die Daten im batteriegepuffertem RAM der Steuereinheit abspeichert, durchgeführt werden. Dazu werden beim Einschalten die Tasten PROGRAM + SHIFT betätigt bis die ERROR-Anzeige leuchtet und die Maschine verfährt. Danach können die Tasten losgelassen werden. Es werden nacheinander alle vier Endschalter (-x, +x, -y, +y) angefahren, um den Arbeitsbereich zu ermitteln. Die x-Achse entspricht der des Paßlochsystems, wobei +x in Richtung des Paßlochschiebers (hinten) und -x in Richtung der Paßlochbuchse (vorne) zeigt. Danach verfährt die Maschine zu einem vom Programm vorgegebenen Null-Punkt. Das Gerät muß nach solch einer Neuinitialisierung auf jeden Fall aus- und wieder eingeschaltet werden!.

7.3. Einschaltreihenfolge des initialisierten Systems

1. Rechner
2. LPKF 101 LC Steuereinheit
- Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):
3. LPKF 3 PHASE Steuereinheit

Es können auch alle Geräte gleichzeitig eingeschaltet werden. Es kann dann allerdings im Run-Mode passieren, daß die Erroranzeige beim ersten Verfahren durch den Rechner aufleuchtet. Der Grund sind Daten die beim initialisieren der seriellen Schnittstellen im Rechner entstehen.

7.4. Justieren der HOME-Position

Die HOME-Position muß für doppelseitige Platinen auf der Spiegelachse (Paßlochsystem) der Maschine liegen. Um diese Spiegelachse wird die doppelseitige Leiterplatte gewendet. Ungenauigkeiten der HOME-Position führen zu Versatz beim Bearbeiten von zweiseitigen Leiterplatten nach dem Wenden.

In den Schaft der Motorspindel wird der mitgelieferte 30x3mm Stahlstift eingesetzt. Aus der Paßlochbuchse wird der eingesetzte Paßstift entfernt. Mit dem Fräsbohrkopf wird manuell über die Bohrung der Paßlochbuchse gefahren, bis sich der Stahlstift, ohne zu klemmen, in dieser versenken läßt. Damit ist die y-Achse eingerichtet. Zum Einstellen der x-Achse wird zu einem beliebigen Punkt in Richtung des Paßlochschiebers gefahren. Nun wird PROGRAM+HOME gleichzeitig gedrückt. Die momentane Position wird als neue HOME-Position abgespeichert. Sie steht auch nach dem Aus- und Wiedereinschalten zur Verfügung. Die HOME-Position sollte nicht direkt über dem Paßstift programmiert sein.

Bei jedem weiteren Einschalten werden nur noch die -x und -y Endschalter abgefahren, um aus dieser Position die eingestellte HOME-Position anzufahren.

Falls die Endschalter nicht verlassen werden konnten wird die ERROR-Anzeige aktiviert. Danach muß neu initialisiert werden. Die Daten im batteriegepuffertem Ram sind dann verloren! Der selbe Effekt tritt auf, wenn die Steuerung ohne angeschlossener Maschine eingeschaltet wird.

Nach dem Programmieren der Home-Position sollte als Referenz noch die Koordinate der rechten vorderen Ecke (Anfahren durch "SHIFT + Verfahrtaste") notiert werden. Bei Verlust der Daten im batteriegepufferten RAM kann so eine Neuprogrammierung einfacher und schneller durchgeführt werden.

7.5. Inbetriebnahme der LPKF 3 PHASE

Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):

Spindelansteuerung einschalten. Die LED an der Frontplatte muß aufleuchten. Mit der MOTOR-Taste an der LPKF 101 HI-P kann der Spindelmotor eingeschaltet werden. Die Drehzahl ist mit dem Potentiometer veränderbar. Mit der Taste HEAD kann nun der Fräsbohrkopf abgesenkt und angehoben werden.

7.6. Kontrolle der HOME-Position

1. Doppelseitiges Basismaterial mit Paßlochbohrungen(3.05mm) versehen.
2. Material mit Bohrunterlage auf der Maschine befestigen. (siehe auch Kapitel 10)
3. Mit 1mm Bohrer Loch an der Home-Position bohren.
4. Leiterplatte um die X-Achse wenden.(y-Achse nicht manuell verfahren)
5. Universalfräser einsetzen und manuell in X-Richtung über die Bohrung fräsen.
6. Optische Kontrolle ob die Fräslinie durch exakt den Mittelpunkt der Bohrung führt.
7. Falls die Fräslinie nicht genau durch den Mittelpunkt verläuft, muß die Home-Position um die halbe Fehlerstrecke korrigiert werden.

7.7. Erstellen eines neuen Paßlochsystems

Die Paßlöcher, in den roten Paßlochschiebern, werden nach einiger Zeit durch die Benutzung größer und damit nicht mehr so genau wie am Anfang sein. Dann wird es Zeit neue Löcher in die Schieber zu Bohren. Wenn dann zuviele Löcher in den Schiebern sind müssen auch die Paßlochschieber ausgetauscht werden.

Das Erstellen eines neuen Paßlochsystems wird wie folgt ausgeführt:

- Zunächst die beiden Kunststoffpaßstücke in die Maschinennut eindrücken. Der Abstand zwischen den beiden Kunststoffpaßstücken sollte etwa der Größe des Basismaterials in der Y-Achse entsprechen.
- Einen Bohrer im Durchmesser 3 mm so einspannen, daß er etwa 0,5 mm über der Tischplatte verfahren kann. Das bedeutet, daß er **nicht** bis zum Anschlag eingespannt werden darf.
- Arbeitstiefenbegrenzer nach oben verstellen, so daß der Bohrhub verlängert wird.
- Fräsbohrkopf manuell zum inneren Kunststoffpaßstück verfahren und etwa in der Mitte ein ca. 4 mm tiefes Bohrloch bohren. Jetzt den Fräsbohrkopf in der Y-Achse nicht mehr verändern.
- In der X-Achse zum zweiten, äußeren Kunststoffpaßstück verfahren und dort ebenfalls ein ca. 4 mm tiefes Bohrloch bohren.
- Bohrwerkzeug jetzt bis zum Anschlag in dem Bohrfutter positionieren.
- Basismaterial und Bohrunterlage in X-Richtung mit deckungsgleichen Paßlöchern versehen (Durchmesser 3,05 mm). Dies kann auch auf einer beliebigen Ständerbohrmaschine durchgeführt werden.
- Fräsbohrkopf zur Seite verfahren. Zwei Paßstifte in die jetzt vorhandenen Bohrungen der Kunststoffpaßstücke hineinstecken.
- Alte Bohrungen mit Filzstift markieren, damit sie nicht mit den neuen verwechselt werden können.
- Vorgebohrtes Basismaterial und Bohrunterlage über den Paßstiften positionieren. Gegebenenfalls ein Kunststoffpaßstück entsprechend dem Format des Basismaterials verschieben.
- Das jetzt positionierte Basismaterial zusätzlich mit Klebeband (empfohlen Tesakrepp 5250) an zwei Seiten befestigen.

8. Funktionen der LPKF 101 LC Steuereinheit im STOP-Mode

Tastenkombinationen zum Beispiel "PROGRAM+HOME" werden folgendermaßen ausgeführt:

"PROGRAM" drücken, gedrückt halten und gleichzeitig "HOME" drücken.

8.1. Funktionen der LPKF 101 LC

POWER

Betriebsanzeige

SELECT

Mit der SELECT-Taste kann die Steuereinheit von rechnergesteuerter Bedienung (RUN-Mode) auf manuelle Bedienung (STOP-Mode) umgeschaltet werden. Beim Umschalten in den Run-Mode verfährt der Kopf auf die letzte vom Rechner vorgegebene Koordinate.

Die SELECT-Anzeige leuchtet bei rechnergesteuerter Bedienung.

Diese Taste wird während des Verfahrens abgefragt. Sie kann aber immer erst nach Vollendung eines Rechnerkommandos quittiert werden.

Im STOP-Mode werden weiterhin Daten über die serielle Schnittstelle entgegengenommen, bis der Puffer in der Steuereinheit gefüllt ist.

Alle folgenden Tasten werden nur im STOP-Mode akzeptiert !

- ERROR** Die ERROR-Anzeige zeigt fehlerhafte Kommandos vom Rechner an. Die Anzeige kann mit der ERROR-Taste gelöscht werden.
- PAUSE** Verfährt den Kopf auf Sicherheitsabstand vor die +x-Max und +y-Max Position. Diese Funktion wird benötigt um das Werkstück (Leiterplatte) bequem wenden zu können.
- HOME** Verfährt den Kopf in die Position, die im Augenblick als Nullpunkt definiert ist. Alle Koordinateneingaben vom Rechner beziehen sich auf diesen Nullpunkt.
- PROGRAM+HOME** Übernimmt die aktuelle Position als neuen Nullpunkt. Der Koordinatenzähler wird auf Null gesetzt. Dieser Nullpunkt muß immer genau über dem Paßlochsystem(Spiegelachse) liegen. Sonst können keine doppelseitigen Leiterplatten erstellt werden.
- MOTOR** Schaltet den Motor Ein/Aus. MOTOR-Anzeige leuchtet, wenn der Motor eingeschaltet ist. Zu beachten ist, daß die 3 Phase - Steuereinheit ebenfalls eingeschaltet ist.

HEAD	Hebt und senkt den Fräsbohrkopf. HEAD-Anzeige leuchtet, wenn der Kopf gesenkt ist.
MI/DR	Schaltet von Fräsen auf Bohren. MI/DR-Anzeige leuchtet, wenn daß System auf Bohren (Drill) steht. Das Drilltime-Poti wird nur in der "Drill"-Stellung ausgelesen.
Verfahrtasten	Dienen zum manuellen Verfahren des Kopfes in vier aufeinander folgenden Geschwindigkeitsstufen. Zunächst sehr langsam, dann immer schneller.
SHIFT+Verfahrtaste	Das Gerät verfährt in die Werkzeugwechselposition vorn, rechts.
SHIFT+PROGRAM+AREA	Legt ein Verfahrenfenster auf der Maschine fest. Das Verfahrenfenster wird durch das Festlegen zweier diagonalen Endpunkte definiert. Wobei zunächst -x/-y Endpunkt des Fensters, dann der +x/+y Endpunkt programmiert wird. Im RUN-Mode kann dieses Fenster nicht verlassen werden. Damit kann verhindert werden, daß der Fräsbohrkopf über das zu bearbeitende Werkstück hinaus fährt. Falls sich die letzte Position im RUN-Mode außerhalb des Verfahrenfensters (AREA) befunden hat, kann nur in Richtung des Verfahrenfensters gefahren werden. Im STOPMode hat das Fenster keinen Einfluß auf die Verfahrensmöglichkeiten. Nach Aus- Einschalten des Geräts wird dieses Fenster gelöscht.

NC-SPEED

Mit diesem Potentiometer kann die Geschwindigkeit für rechnergesteuertes Verfahren eingestellt werden. Sie gilt auch für die PAUSE- und HOME-Funktion.

Achtung, die neu eingestellte Geschwindigkeit wird erst beim nächst folgenden Verfahrbefehl übernommen. Bei vom Rechner vorgegebener Verfahrensgeschwindigkeit hat das NC-Speed-Poti keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit.

DRILL-TIME

Hier kann die Länge der Bohrzeit eingestellt werden. Neue Einstellungen werden auch hier erst beim nächsten Bohrkommando übernommen. Beim vom Rechner vorgegebener Bohrzeit hat das Drilltime-Poti keinen Einfluß auf die Bohrzeit. Die Mill/Drilleuchte muß an sein, damit das Poti ausgelesen wird.

ALARM

Diese LED leuchtet bei Überhitzung der Schrittmotor Endstufen, oder wenn bei einer der Endstufen die Sicherung durchgebrannt ist.

LIMIT

Diese LED leuchtet wenn der Kopf die Endschalter erreicht. Dies passiert normalerweise nicht im laufenden Betrieb.

8.2. Funktion der LPKF 3 PHASE

Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):

SPINDLE-SPEED-Poti Manuelle Drehzahlvorgabe. Im linken Bereich des Potentiometers kann die Drehzahl auf Null gestellt werden.

9. Rechnergesteuerte Funktionen der LPKF 101 LC Steuereinheit

9.1. Anschluß an einen PC

Die LPKF 101 LC Steuereinheit wird an die serielle Schnittstelle eines Rechners angeschlossen.

•Kabelbelegung:

PC	LPKF 101
1	1
2	3
3	2
5 + 6 + 8	5 + 20
7	7

Folgende Parameter müssen beachtet werden:

Baudrate	4800
Parity	None
Datenbit	8
Stopbit	1
Time Out	Printer Line

Wichtig: Hardwarehandshaking erfolgt über Leitung 20 der LPKF 101.

Mit DTR wird der Datenstrom zum Gerät gesteuert.

DOS-Kommando : *Mode Com1:48,N,8,1,P*

9.2. Befehlssatz der LPKF 101 LC

Der implementierte Befehlssatz ist eine Untermenge von HP-GL. Wenn das Gerät von einem beliebigen CAD-System angesteuert werden soll, ist bei den HP-GL Befehlen zu beachten, daß die Schrittweite wesentlich geringer ist als bei normalen Penplottern.

Die Schrittweite beträgt 6.35 µm/step

Da nicht alle Möglichkeiten des Gerätes mit HP-GL ausgeschöpft werden können, gibt es noch einige Sonderbefehle.

9.2.1. HP-GL Subset

AA xx , yy , aa (, cc) ;	Kreisbogen um abs. Punkt
AR xx , yy , aa (, cc) ;	Kreisbogen um rel. Punkt
CI rr (, cc) ;	Vollkreis um aktuellen Punkt mit Radius r
IW aa , bb , cc , dd ;	Fenster(window, area) eingeben
PA xx , yy (, xx , yy) ;	Fahren nach abs. Punkt
PD ;	Kopf(pen) absenken(down)
PR xx , yy (, xx , yy) ;	Fahren nach rel. Punkt
PU ;	Kopf(pen) anheben(up) ; beim Bohren länger warten
RC xx , yy ;	Rechteck fahren

SPx ; Werkzeugwechsel zu Werkzeug x (select pen). Das Gerät verfährt in die Werkzeugwechselposition vorn, rechts. Danach wird automatisch in den Stop-Modus geschaltet.

Die Folge von " PD ; PU ; " wird als Bohrbefehl erkannt !

9.2.2. Sonderbefehle

!D nn	neue Bohrzeit, Zeit = nn * 2ms
!M 1/0	Fräs/Bohr-Umschaltung
!O nn	neue Geschwindigkeit fürs Verfahren mit angehobenem Kopf, Geschw. (2500 mm/s)/nn nn - min = 40 nn - max = 512 bei nn = 0 wird auf Potisteuerung umgeschaltet
!U nn	neue Geschwindigkeit für das Verfahren mit abgesenktem Kopf, Bestimmen der Geschwindigkeit siehe !O nn.
!B 1/0	Motor ein/aus (1 = Ein ; 0 = Aus)

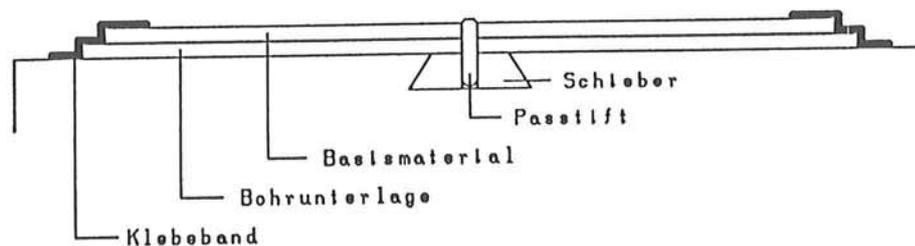
10. Befestigung der Leiterplatte

Basismaterial und Bohrunterlage in X-Richtung mit deckungsgleichen Paßlöchern versehen (Durchmesser 3,05mm). Dies kann auch auf einer beliebigen Ständerbohrmaschine durchgeführt werden. Es ist zu beachten, daß sich der Durchmesser beim Durchkontaktieren verringert.

Fräsbohrkopf in die PAUSE-Position verfahren. Paßstifte in die vordere Paßlochbuchse und in den Paßlochschieber hineinstecken.

- Vorgebohrtes Basismaterial und Bohrunterlage über den Paßstiften positionieren. Gegebenenfalls den Paßlochschieber entsprechend dem Format des Basismaterials verschieben.

Das jetzt positionierte Basismaterial zusätzlich mit Klebeband (empfohlen Tesakrepp 5250) an allen Seiten befestigen.



(Befestigung der Leiterplatte)

Die Paßstifte halten die Leiterplatte in Position. Das ist besonders beim Konturenfräsen notwendig. Zum anderen sind sie aber die Referenz beim Wenden von doppelseitigen Leiterplatten. Die Klebestreifen dienen zum Niederhalten der Leiterplatte an den Rändern.

Wichtig ist, daß sich zwischen den einzelnen Schichten kein Schmutz (Klebebandreste, Bohr- oder Frässpäne) befindet. Das würde die Genauigkeit der Frästiefe negativ beeinflussen.

11. Werkzeuge und Zubehör

11.1. Werkzeuge

- a) Universal LPKF Fräsbohrer, zum Fräsen von Trennungskanälen von 0,2 - 0,5 (je nach Tiefeneinstellung), 30 mm lang.
- b) Spiralbohrer, versch. Durchmesser zum Bohren, 32 mm lang.
- c) Konturenfräser 1-3 mm, zum Fräsen breiterer Isolationsbahnen 30 mm lang und zum Durchtrennen von Leiterplatten-material in Bohrstellung, 32 mm lang.
- d) Folienfräser 0,3 mm, zum Erstellen von Filmvorlagen, 30 mm lang.

Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):

- e) Zweischneider zylindrisch zum Bearbeiten von Aluminium, 30 mm und 32 mm lang.

Das Freigeben des Werkzeugs im Schaft geschieht durch Lösen der kleinen Inbusschraube mit dem mitgelieferten Schlüssel.

Bei dem Gerät mit 3 Phasenmotor wird die Spannzange an dem Knauf geöffnet. Zunächst Knauf herunterdrücken bis er einrastet. Die Spannzange ist nun blockiert. Durch Drehen am Knauf wird die Spannzange geöffnet. Das Werkzeug kann nun gewechselt werden. Nun die Spannzange wieder fest schließen und den Knauf nach oben ziehen. Das darf nicht vergessen werden, da bei blockiertem Motor auf Dauer Motor oder Ansteuerung zerstört werden.

Die Werkzeuge müssen in jedem Fall bis zum Anschlag in die Spannzange eingesteckt werden. Falls das nicht geschieht, wird die Arbeitstiefe verfälscht. Es kann unter Umständen das Maschinenbett beschädigt werden.

Zum Einstecken und wieder Herausziehen des Werkzeugs wird eine Pinzette mitgeliefert.

11.2. Zubehör

Maschinenschutzhaube

Kompressor 54dB(A)

Staubsauger 65dB(A)

mit Schalldämpfer 61dB(A)

Maschinentisch

11.3 Schreibstifthalterung

Die Montage des Schreibstifthalters ist wie folgt :

1. Aluteil des Schreibstifthalters in die Bohrung der Motorträgerplatte stecken und mit mitgelieferter Inbusschraube fixieren.
2. Den Tuschestift in die Messinghülse schrauben.
3. Messinghülse jetzt mit dem Tuschestift in die Aluhalterung stecken.
4. Arbeitstiefenbegrenzer so einstellen, daß der Tuschestift gerade das Papier berührt.

12. **Wartung**

Wellen sauber und trocken halten, in feuchten Räumen gelegentlich mit leicht öligem Lappen abreiben. Transportspindeln ölfeucht und sauber halten.

Lager nicht ölen!

Arbeitstiefenbegrenzer in regelmäßigen Abständen abmontieren und reinigen. Dazu alle Geräte ausschalten. Dann folgendermaßen vorgehen:

1. Innensechskantschraube, mit der der Begrenzer an der Motorhalteplatte befestigt ist, lösen (Abb.3,6) und Arbeitstiefenbegrenzer abnehmen.
2. Den Gewindestift, der zum Fixieren des Taststifts dient, abschrauben.
3. Der Arbeitstiefenbegrenzer kann nun mit dem mitgelieferten Pinsel oder in Waschbenzin gereinigt werden.
4. Taststift und Bohrung nun reinigen.

Achtung, Arbeitstiefenbegrenzer niemals ölen !

6. Nach der Reinigung muß der Arbeitstiefenbegrenzer in umgekehrter Reihenfolge wieder montiert werden.

13. Arbeitsabläufe mit der LPKF 101 LC

13.1. Befehlsfolge für zweiseitige Leiterplatten

Nur möglich im Zusammenhang mit LPKF COLORCAM oder LPKF GERBERCV Treiberprogramm 101 LC

Der Start des Treiberprogramms erfolgt mit dem Aufruf: *101 LC-2*

Die Benutzeroberfläche entspricht dem Treiber für den HP-Plotter, lediglich für das Bohren wurde eine Korrektur vorgenommen. Außerdem wurde der "dimfactor" auf 1.5748032 gesetzt, da die kleinste Schrittweite des Systems 6.35 µm ist. (Siehe auch Beschreibung der Plottertreiber im COLORCAM-Handbuch)

Programmierung einer halbautomatisch zu erstellenden 1-seitigen Leiterplatte

Nach dem Isolieren und Erstellen der Bohrdaten stehen z.B. folgende Dateien zur Bearbeitung an:

name.INS	(Lötseite isoliert)
name.BOS	(Leiterplattenumriß)
name.M06	(Bohren 0.6mm Durchmesser)
name.M09	(" 0.9mm ")
name.M11	(" 1.1mm ")

Um diese Leiterplatten in einem halbautomatischen Durchlauf bearbeiten zu können, müssen zunächst in einer Textdatei (name.ext) die Arbeitsschritte festgelegt werden. In dieser Textdatei können folgende Befehlsarten verwendet werden:

- Befehle für den 101 LC Plottertreiber
- Direkte HP-GL Befehle (soweit sie von der Maschine unterstützt werden)
- Direkte Sonderbefehle

(Direkte Befehle müssen bei diesem Treiber durch "D" markiert werden.)

also z.B:

n name.BOS	Datei für Boardumriß bearbeiten
D SP1;	Werkzeug 1 holen, Drehzahl auf 50.000 1/min
D !U100	Langsame Verfahrgeschwindigkeit (zum Einstellen der Frästiefe)
s	Fräsen starten
n name.M06	Bohren für 0.6mm Durchmesser
D!M0	auf Bohren schalten
D !U0	zurückstellen auf Potigeschwindigkeit
D SP2	Werkzeug 2 holen, Drehzahl auf 60.000 1/min
s	Bohren starten
n name.M09	Bohren für 0.9mm Durchmesser
D SP3;	Werkzeug 3 holen, Drehzahl auf 55.000 1/min
s	Bohren starten
n name.M11	Bohren für 1.1mm Durchmesser
D SP4;	Werkzeug 4 holen, Drehzahl auf 50.000 1/min
s	Bohren starten
n name.INS	Isolationsfräsen
D!M1	auf Fräsen schalten
D SP1;	Werkzeug 1 holen, Drehzahl auf 50.000 1/min
s	Fräsen starten
D SP1;	Werkzeug ablegen, Drehzahl auf null stellen.
q	Ende der Bearbeitung, Rücksprung in DOS

Aufruf : *101LC-2 name.ext* (Textdatei mit Extension)

Anmerkung: Bei allen SP-Kommandos verfährt das Gerät in die Werkzeugwechsel-Position vorn, rechts und schaltet in den Stop-Modus. Die Drehzahleinstellung ist nur bei 3 Phasenmotor möglich.

13.2. 2-seitige Leiterplatte (ohne Benutzung der Befehlsdatei/Textdatei)

- 101LC Treiber starten.
- SELECT auf Aus.
- PAUSE-Position anfahren (PAUSE-Taste drücken).
- Basismaterial wie oben beschrieben befestigen.
- HOME fährt das Gerät zurück auf die HOME-Position.
- Von hier nun den Anfangspunkt der Leiterplatte ausmessen und den Wert als Offset im Treiber eintragen.
- X x-offset
- Y y-offset
- Mit SHIFT+Verfahrtasten in Werkzeugwechselposition fahren.
- Bohrer auswählen.
- Schaft oder Spannzange öffnen und Werkzeug einführen.
- Motor einschalten.
- SELECT auf Ein.
- Namen des Bohrprogramms eingeben :N Name.Extension.
- S zum Starten des Programms.
- Nach dem Programmende steht der Kopf an der letzten Bohr/Fräskoordinate.
- SELECT auf Aus.
- Nun eventuell Leiterplatte durchkontaktieren (LPKF-CONTAC).
- Motor ausschalten.
- Mit SHIFT+Verfahrtasten in Werkzeugwechselposition fahren.
- Fräser auswählen.
- Schaft oder Spannzange öffnen und Werkzeug einführen.
- Motor einschalten.
- SELECT auf Ein.
- Fräsprogramm zum Rahmen(Board)-fräsen starten und dabei Frästiefe einstellen.

- Danach Fräsprogramm für Isolationsbahnen (Bestückungsseite) starten.
- SELECT auf Aus.
- Mit PAUSE Kopf zur Seite fahren und die Leiterplatte wenden.
- SELECT auf Ein.
- Y-Offset jetzt mit -1 multipliziert im Treiber eintragen.
- Fräsprogramm für gewendete Seite starten.

13.3. Arbeitsabläufe beim Fräsen und Bohren mit LPKF 101 LC

13.3.1. Arbeitsweise des mechanischen Arbeitstiefenbegrenzers

Beim Fräsen von Isolationskanälen in oft leicht gebogene Leiterplattenmaterialien kommt es besonders darauf an, die Frästiefe konstant zu halten. Bei der LPKF101LC wird das mit dem mechanischem Arbeitstiefenbegrenzer (Abb.3,8) erreicht. Der Taststift gleitet in der Frässtellung über das Material.

Es ergeben sich folgende positive Effekte:

1. Das Material wird abgetastet. Der Arbeitstiefenbegrenzer folgt leicht gebogenen Leiterplatten.
2. Das Material wird durch den Arbeitstiefenbegrenzer in gewissen Grenzen niedergehalten.

Das Absenken des Kopfes erfolgt mit einem Hubmagnet, das Anheben mit einer Feder (Abb.3,18).

Die Frästiefeneinstellung geschieht mit dem Rändelrad (Abb.3,7) am Arbeitstiefenbegrenzer. Wenn das Rad in Uhrzeigersinn gedreht wird, wird die Frästiefe vergrößert. Gegen den Uhrzeigersinn wird feiner gestellt. Pro Raste wird die Frästiefe um ca. 20 µm geändert. Drehen im Uhrzeigersinn ist, besonders bei abgesenkten Kopf, leichter als umgekehrt.

13.3.2. Bohren

Das Bohren der Leiterplatten geschieht mit speziellen Leiterplattenbohrern. Wichtig ist in jedem Fall, daß das Absenken mit konstanter Geschwindigkeit passiert. Die Senkgeschwindigkeit wird durch einen Stoßdämpfer stabilisiert.

Es kann immer nur eine Leiterplatte aufeinmal gebohrt werden. Mehrere Leiterplatten übereinander sind nicht möglich! Eine Bohrabdeckplatte wird nicht benötigt.

13.3.2. Isolationsfräsen

Vor dem Fräsen muß sichergestellt sein, daß ausreichend scharfe LPKF Universalfräsbohrer verwendet werden. Die Fräsbreite wird entsprechend der Bestückungsdichte zwischen 0,2 und 0,5 mm eingestellt.

Es ist ratsam, das Basismaterial vor der Bearbeitung mit einem Reinigungsspray zu entfetten (Entfetter für elektronische Bauteile). Dadurch können die Frässpäne besser abgesaugt werden.

Grundsätzlich sollte die Frästiefe so breit (tief) wie möglich eingestellt werden. Wenn nur mit der vordersten Fräsespitze (<0.2mm Isolation) gearbeitet wird, nutzt sich das Werkzeug schneller ab, als wenn tiefer gefräst wird.

Vor- und Nachteile verschiedener Materialien - siehe Anhang , Basismaterial.

Nach der Bearbeitung muß die Leiterplatte gereinigt werden. Das kann in einer Bürstmaschine oder auch manuell mit Platinenreinigern (LPKF Zubehör) geschehen. In jedem Fall muß die Leiterplatte sorgfältig mit Wasser gespült werden, um den beim Bürsten entstandenen Kupferstaub wegzuspülen.

Nach dem Spülen muß die Leiterplatte gut getrocknet werden (Föhn) und anschließend gegen Oxidation mit einem Lötack geschützt werden.

13.3.3. Konturenfräsen in Leiterplattenmaterial

Die Verfahrensgeschwindigkeit muß für das Konturenfräsen herabgesetzt werden. Das kann von Material zu Material unterschiedlich sein. Nur spezielle Konturenfräser verwenden: möglichst 1 oder 2 mm.

Der 1mm Konturenfräser sollte nur für Innenausbrüche verwendet werden (geringer Innenradius). Er bricht relativ schnell ab, daher Vorschubgeschwindigkeit auf Minimum einstellen.

Der 2mm Konturenfräser ist wesentlich robuster, nimmt aber nicht soviel Material weg wie der 3mm Fräser. Viele Postprozessoren der LPKF Software sind für den 2mm Fräser berechnet (z.B. CUTTING)

Der 3mm Konturenfräser eignet sich besonders zum Fräsen breiter Isolationskanäle (VDE-Vorschriften). Beim Konturenfräsen wird sehr viel Material entfernt.

13.3.4. Frontplattengravur

Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):

Beim Gravieren Verfahrensgeschwindigkeit je nach Graviertiefe und Material einstellen. Universal LPKF Fräser 0,9 mm verwenden.

Auch beim Gravieren absaugen!

Warnung: Durchfräsen von Aluminiumfrontplatten kann bei weichen Materialien - dazu führen, daß sich das Werkzeug aus der Spannzange zieht.

13.3.5.1. Das Fräsen von Layoutfilmen

Filmunterlage (Plexiglas- oder Glasscheibe) auf dem Maschinentisch mit Tesaband befestigen.

Filmmaterial mit der beschichteten Seite (matt) nach oben auf die Unterlage legen.

Filmmaterial nun fest und plan auf die Filmunterlage streichen bis keine Luft mehr eingeschlossen ist.

Den Film nun an allen 4 Seiten transparentem Klebeband (darf nicht dehnbar sein) luftdicht festkleben. Es dürfen keine Luftblasen zwischen Film und Unterlage entstehen. Am Rand des Filmes kann nun die Frästiefe eingestellt werden. Sie kann überprüft werden, indem ein Rahmen rings um die Filmfläche gefräst wird. (manuell verfahren)

Die Verfahrensgeschwindigkeit sollte auf ca. 15 mm/sec reduziert werden.

Absaugung einschalten, aber nur mit halber Saugkraft saugen lassen, indem am Absaugstutzen "Nebenluft" gesaugt wird. Das Filmfräsprogramm kann nun gestartet werden.

Filmmaterial ist im Format DIN A3 und DIN A4 erhältlich. (Spezialgrößen auf Anfrage)

Vorsicht Filmbeschichtung ist kratzempfindlich und wasserlöslich, daher nicht mit Wasser in Berührung kommen lassen.

Auf Wunsch kann der Film mit einem Einfärber umkopiert werden.

13.3.5.2. Korrekturmittel

Mit dem Korrekturmittel Duroscal Korrekturschicht rot können Gravurfolien ausgebessert werden. Die Anwendung ist sehr einfach. Die fehlerhaften Stellen damit einpinseln, ca 5min antrocknen lassen und dann wie gewohnt die Gravurfolie weiterverarbeiten.

Die korrigierten Stellen können nicht mit Wasser entschichtet werden.

Sicherheitshinweise auf dem Behälter des Korrekturmittels beachten !

13.3.5.3. Einfärbung von Fräsfilmen

Für die gefrästen Negativfolien gibt es Duroscal Einfärber schwarz, mit dem Sie Positive erstellen können. Die fertig gefräste Gravurfolie wird mit Duroscal Einfärber eingefärbt, indem man die Flüssigkeit auf einen SAFIR Tampon gießt und gleichmäßig auf der gesamten Folie verteilt. Überschüssige Farbe muß mit Zellstoff abgewischt werden. Die eingefärbte Folie muß zum Kontrollieren gegen das Licht gehalten werden, um schwach deckende Stellen zu finden und nachzufärben. Danach sofort entschichten. Der Einfärber muß nicht trocknen. **Achtung**, die Flüssigkeit darf nicht auf die Rückseite des Filmes gelangen, da er sich hier nicht wieder entfernen läßt. Der Einfärber läßt sich auch von anderen Oberflächen (Textilien, Haut) nur sehr schlecht entfernen (Kittel und Gummihandschuhe tragen).

Sicherheitshinweise auf dem Behälter des Einfärbers beachten !

13.3.5.4. Entschichten

Beim Entschichten nur einen Film pro Behälter bearbeiten, damit eine eventuell noch mit Einfärber angefeuchtete Oberfläche nicht die Rückseite des zweiten Films beschädigt.

a) Wasserentschichtung

Die Folie muß hierzu in eine Schale mit handwarmen Wasser (angereichert mit etwas Geschirrspülmittel) gelegt werden. Die Schutzschicht löst sich nach etwa 30min. . Eventuell zurückbleibende Schichtreste können mit einer feinen Handbürste entfernt werden. Diese Methode ist preiswert und umweltfreundlich! Der Film kann beliebig lange im Wasserbad verweilen.

b) Entschichtung der Korrekturflüssigkeit

Zunächst verfahren wie unter a) beschrieben. Dann die Stellen, die mit Korrekturflüssigkeit behandelt wurden mit Brennspritus befeuchten. Ca. 60 min. einweichen lassen. Dann die Schicht mit Zellstoff unter leichtem Druck abwischen. Hinterher wird die Folie mit Zellstoff, Fließpapier oder einem Tuch getrocknet. Nun gegebenenfalls die Wasserentschichtung wiederholen.

Sicherheitshinweise für Brennspritus beachten !

14. Richtwerttabelle für Drehzahlen (LC-VS)**a) Isolationsfräsen**

Vorschub ca. 60 mm/Sek. ca. 40.000 min⁻¹

b) Frontplattengravur

Vorschub ca. 60 mm/Sek. ca. 30.000 min⁻¹

c) Konturenfräsen

Vorschub je nach Material

1 mm Durchmesser ca. 40.000 min⁻¹

2 mm Durchmesser ca. 30.000 min⁻¹

d) Filmfoliengravur

Vorschub ca. 60 mm/Sek. ca. 40.000 min⁻¹

e) Bohren

unter	0,8 mm Durchmesser	ca. 60.000 min ⁻¹
	0,8 mm Durchmesser	ca. 60.000 min ⁻¹
	1,0 mm Durchmesser	ca. 50.000 min ⁻¹
	1,3 mm Durchmesser	ca. 45.000 min ⁻¹
	2,0 mm Durchmesser	ca. 30.000 min ⁻¹
	3,0 mm Durchmesser	ca. 25.000 min ⁻¹

15. Basismaterial

Grundsätzlich sind technisch alle Basismaterialien zu verarbeiten.

Einfachste Phenolharzqualitäten (FR 2) können jedoch die Fräsqualität negativ beeinflussen.

Glasfaserverstärktes Epoxidmaterial (FR 4 oder G 10) kann durch den entstehenden Frässtaub **gesundheitsschädlich** sein. (Allergien, Krebsgefahr). Außerdem ist die Standzeit der Werkzeuge erheblich vermindert.

Wir empfehlen **Epoxidmaterial ohne Glasfaser (FR 3)**. Bei bester Fräsqualität und hoher Standzeit der Werkzeuge sind keine Nachteile gegenüber FR 4 bekannt, außer etwas verringerter mechanischer Belastbarkeit (Bruch). Dieser Nachteil dürfte bei Prototypplatinen nicht gewichtig sein, es sei denn, besonders schwere Bauteile sind zu bestücken.

Im Normalfall wird 1,5 mm Gesamtstärke und 35 μm Cu-Stärke verwendet. Mit 17 μm Material können noch feinere Fräskanäle bei hoher Packungsdichte graviert werden. Bei galvanisch durchkontaktierenden, 2-seitigen Leiterplatten sollte 5 - 17 μm Cu-Stärke verwendet werden, damit nach dem galvanischen Aufkupfern eine zu dicke Kupferschicht vermieden wird.

Bei 70 μm Material müssen Kompromisse bei der Frästiefeneinstellung eingegangen werden, daß heißt, die tiefere Fräseinstellung bedingt breitere Fräskanäle von 0,5 - 0,7 mm.

Spezielle Basismaterialien mit dickerer Kupferschicht bis zu 300 μm können mit dem LPKF Universalfräser nicht mehr bearbeitet werden. Hierfür sind Konturenfräser bzw. Spezialwerkzeuge notwendig. In solchen Fällen bitten wir um Rücksprache und um Zusendung von Mustermaterial damit gegebenenfalls Versuche durchgeführt werden können.

Die Bearbeitung von Teflonmaterialien ist möglich, es sind aber folgende Punkte zu beachten:

1. Da das Material sehr weich und dadurch oft extrem stark gewellt ist, kann eine konstante Fräsbreite oft nicht eingehalten werden. Vor dem Fräsvorgang sollte daher das Material geglättet werden.
2. Durch die Weichheit des Materials ist es nicht möglich so feine Isolationsbahnen wie in Epoxidmaterial zu fräsen.
3. Beim 3-Phasenmotor mit erhöhter Drehzahl arbeiten.

Als Material für HF- und Mikrowellenanwendungen hat sich folgendes Material besonders gut bewährt: RT/duroid type 5870 0310 diel +-001 10 oz electro deposited copper 2 sides.

Bei allen Bearbeitungsvorgängen in Leiterplattenmaterial ist eine Bohrunterlage unumgänglich. Diese ermöglicht das Durchbohren der Leiterplatten ohne die Maschine zu beschädigen. Die Bohrunterlage kann aus einfachem Hartpapier bestehen und sollte 2 mm dick sein

16. Reinigen der Leiterplatte

Vor dem Bestücken muß die fertige Leiterplatte sorgfältig gereinigt werden. Das kann in Leiterplattenbürstmaschinen geschehen oder von Hand.

Beim Reinigen von Hand legt man die Leiterplatte auf eine ebene Unterlage. Man bürstet mit einem nassen Platinenreiniger (z.B. LPKF Platinenreiniger PAD) die Platine in der Vorzugsrichtung der Leiterbahnen. Das Bürsten soll zum einen die Oxidationsschicht entfernen, und zum anderen Späne im Isolationskanal lösen. Nach dem Büsten muß die Leiterplatte metallisch blank sein. Von jetzt an sollte die Platine nur noch an den Rändern angefaßt werden. Jetzt wird die Platine am besten unter fließendem heißen Wasser gespült und anschließend mit einem Föhn getrocknet. **Achtung, niemals mit Pressluft ausblasen**, da die hierin enthaltenen Ölpartikel bei der Weiterverarbeitung Probleme verursachen können. Nach dem Trocknen wird die Platine von beiden Seiten mit Lötlack eingesprüht.

17. Praxistips

17.1. Fräs/Bohrqualität

Versatz zwischen Löt- und Bestückungsseite tritt auf, wenn die HOME-Position nicht genau programmiert wurde, oder wenn nach der Neuinitialisierung das Gerät nicht aus/eingeschaltet wurde.

Fräsbreite(tiefe) ungleichmäßig; dafür kann es mehrere Gründe geben. Wichtig ist immer ein wirklich sauberes Maschinenbett. Reste von Klebestreifen oder ähnliches können die Frästiefe stark beeinträchtigen. Auch Frässpäne zwischen dem Maschinenbett, Bohrunterlage und Leiterplatte können die Genauigkeit verringern. Stark verformte Materialien so biegen, daß die Durchbiegung nach unten zeigt; dann an den Rändern gut mit Klebeband befestigen. Wichtig für eine genaue Frästiefe ist aber auch das Absaugen der Fräs- und Bohrspäne.

Fräskanäle beim Folienfräsen werden ungleichmäßig, wenn sich unter dem Film noch Luft befindet. Wenn der Film mit einem dehnbaren Klebeband befestigt wird, kann sich der Film nach einiger Zeit wellen. Wichtig ist besonders hier die Ebenheit der Fräsunterlage(LPKF Gravurfolienunterlage).

Haken zwischen den Fräsbahnen können bei falscher Fräsfolge auftreten, insbesondere bei Kreisen. Wenn mit einem rechtsdrehendem Werkzeug ein Kreis gegen den Uhrzeigersinn gefräst wird, kann es bei überlappenden Fräsbahnen zu feinen Häkchen zwischen den Kupferflächen kommen. Die Ursache ist eine Verringerung der Schnittgeschwindigkeit an den Außenkanten. Die Lösung liegt hier in der richtigen Fräsrichtung. Beim Isolieren von Leiterbahnen sollte, beim LPKF-Isolate, vor dem Isolieren die Lötseite gespiegelt werden, da der Isolieralgorithmus selbst rechts drehend arbeitet. Das Standardpostprozessing ist bereits dafür ausgelegt.

Fräsgrat kann durch stumpfe Werkzeuge oder falsche Drehzahlen oder Verfahrensgeschwindigkeiten verursacht werden. Falls die zu fräsende Struktur es zuläßt, kann durch Tieferstellen korrigiert werden. Sonst Werkzeug austauschen. Siehe auch Kapitel 14.

Bohrgrat tritt entweder bei stumpfen Werkzeug oder bei zu hoher Absenkgeschwindigkeit des Kopfes auf. Im ersten Fall Werkzeug wechseln. Eine weitere Möglichkeit ist auch hier eine falsche Drehzahl; siehe Kapitel 14.

Grat beim Folienfräsen tritt entweder durch ein stumpfes Werkzeug oder durch zu tiefes Fräsen auf. Bei Drehzahlen über 25000 1/min kann es zum partiellen Schmelzen des Films und damit auch zu Grat kommen.

Grat beim Konturenfräsen, oder unsaubere Schnittkanten entstehen entweder durch ein stumpfes Werkzeug oder falsche Drehzahl bzw. Vorschubgeschwindigkeit (siehe Kapitel 14). Durch das Kommando D !O20 im LPKF Plottertreiber wird die Verfahrensgeschwindigkeit mit angehobenen Kopf auf Maximum gestellt. Bei abgesenktem Kopf wird die am Poti eingestellte Geschwindigkeit übernommen.

Die **Farbe des Fräskanals** sagt bei einigen Materialien etwas über den Zustand des Werkzeugs aus. Bei Epoxidmaterialien deuten dunkle Isolationsbahnen auf scharfes, hellere auf stumpferes Werkzeug hin.

Ausweichen des Bohrers tritt besonders bei nicht mehr ganz scharfen, dünnen Werkzeugen auf.

Ein **Verglasen der Bohrung** tritt dann auf, wenn der Bohrer nach dem Durchbohren zu lange im Loch verweilt. Diese Bohrungen machen dann beim Durchkontaktieren Probleme.

Punkte am Anfang einer Fräsbahn entstehen durch zu schnelles Absenken des Fräsbohrkopfes; siehe Kapitel 13.3.2..

17.2. Verfahren des Kopfes

ALARM LED leuchtet, wenn die Endstufenkarten überhitzt sind oder eine Sicherung für die Endstufen der Schrittmotore ausgelöst hat (3.15 A). In diesem Fall sind alle Verfahrfunktionen blockiert.

LIMIT LED leuchtet, wenn der Kopf einen der Endschalter erreicht. Im Normalfall ist das nicht möglich, weil ein Sicherheitsrahmen in der Software das Anfahren der Endschalter verhindert.

Zum **rechnergesteuerten Verfahren** der Maschine muß die Baudrate des Rechners auf 4800 Baud gestellt werden.

Verlust der Daten im batteriegepufferten RAM tritt auf wenn die Steuereinheit ohne angeschlossene Maschine eingeschaltet wird.

Stoppen des Fräsprozesses kann durch SELECT an der nächsten Koordinate erfolgen. Stoppen am PC ist nicht so schnell möglich, da zunächst alle Befehle im Puffer der Steuereinheit (512 Bytes) abgearbeitet werden.

17.3. Sonstiges

Lebensdauer der Batterie für das RAM in der Steuereinheit LPKF 101 LC beträgt ca. 10 Jahre, danach kann Datenverlust auftreten. Verlust der Daten im RAM ist aber auch durch Einschalten der Steuereinheit ohne Maschine, oder nicht richtig aufgestecktem Maschinenkabel möglich. In solch einem Fall muß neuinitialisiert werden.

Bohrer brechen ab, wenn die Bohrunterlage schon mehrfach benutzt wurde. Die Bohrunterlage sollte für jede neue Leiterplatte gewechselt werden. Wenn ein Bohrer auf die Kante einer vorhandenen Bohrung in der Unterlage trifft, ist ein Abbrechen kaum zu vermeiden. Abgebrochene Werkzeuge unbedingt aus Leiterplatte und Bohrunterlage entfernen.

Zusätzlich bei 3-Phasenmotor (LPKF 101 LC - VS):

Der Spindelmotor wird zu heiß, wenn die Lager nicht mehr rund laufen (Lebensdauer ca 1000 Betriebsstunden)

A. Anhang

A.1. Epromwerte zum Patchen

Am Anfang sind im Eprom einige voreingestellte Werte abgelegt, diese sind in zwei Gruppen unterteilt :

1. Vorschlagswerte (Default)

- 10h = Drilltime
- 14h = Move Delay (speed with head up)
- 18h = Draw Delay (speed with head down)
- 24h = zeropoint x
- 28h = zeropoint y
- 2ch = toolposition 1x
- 30h = toolposition 1y
- 70h = toolposition 9x
- 74h = toolposition 9y

2. Definitionswerte (System)

- 08h = sio mode control
- 09h = sio counter register (baudrate)
- 0ah = sio counter
- 0bh = echo rs232 (1) or not (0)
- 0ch = drilltime multipl.
- 1ch = pen on/off time 1 delay time
- 20h = pen on/off time 2 delay time
- 7ch = speed at init. drive
- 80h = accelerate par.
- 84h = speed man. driving 1. step
- 88h = 2. step
- 8ch = 3. step
- 90h = 4. step
- 94h = distance to endswitches in steps (frame)