2.6 Leiterplatten Prototypen

Dieses Anleitung beschreibt den kompletten Ablauf um eine doppelseitige Leiterplatte herzustellen. Die Schritte beschreiben den Export der Daten aus einem Leiterplatten-Programm, den Import der Daten, die Gravur der Isolationsbahnen, Bohren der Leiterplatte, Fräsen der Leiterplattenkontur, ...



Beim Arbeiten mit Cenon gibt es meist mehrere Wege, die zum Ziel führen. In diesem Tutorial werden wir ein paar solcher Alternativen vorstellen, auch wenn das Tutorial dadurch etwas länger wird als notwendig.

2.6.1 Export

Bevor wir mit der Fertigung anfangen können müssen zuerst alle Daten exportiert werden. Dazu gehören die Daten beider Lagen, Bohrdaten, die Kontur der Leiterplatte. Die folgende Tabelle empfiehlt Datenformate für alle Lagen, die exportiert werden sollten.

Daten	Datei Format
Lagen	Gerber, EPS
Bohrdaten	Excellon, Sieb&Meyer
Kontur	Gerber, EPS, HPGL
Logo/Text	Gerber, EPS, HPGL

Wenn möglich sollte die Konturlage mit auf die Lötlage gelegt werden. Dadurch spart man sich den Import einer weiteren Datei.

2.6.2 Erste Schritte

Wir beginnen damit die Masken-Datei "PCB-Vorlage.cenon" aus dem Ordner "/Library/Application Support/Cenon/CAM/Jobs/PCB" zu laden. Sie können dazu das Öffnen-Fenster (Menü: Datei > Öffnen...) verwenden und mit den "Gehe nach" Knöpfen direkt in das Bibliotheksverzeichnis von Cenon springen.



Die Masken-Datei ist ein ziemlich leeres Dokument. Zu sehen sind nur zwei Passer-Stifte (Marker). Trotzdem bietet die Masken-Datei nahezu alle Einstellungen, Lagen und Werkzeug-Zuordnungen, die man braucht um Leiterplatten zu fertigen, und spart jede Menge Zeit.

Dokument-Grösse

Das Masken-Dokument kommt in einer Grösse, die passend für Leiterplatten im Europa-Format (160x100 mm) ist. Die Grösse kann im Arbeitsbereichs-Panel angepasst werden, Menü: "Format ▷ Arbeitsbereich ..." (Siehe Kapitel 3.3.2).



Kopie Speichern !

Bevor Sie irgendetwas anderes machen, speichern Sie bitte das Dokument unter neuem Namen in Ihr Heim-Verzeichnis.

Dazu gehen Sie ins Menü Datei ▷ Speichern Als ... Das Speichern-Panel erscheint und erlaubt es einen neuen Ort und Namen für die Datei zu finden. Wir empfehlen die Dateien in ihren privaten Bilbiotheks-Pfad oder den Dokumente-Ordner zu speichern: "HEIM/Dokumente/Cenon/Projects".

Die Lagen

Die PCB Maske bietet alle Lagen, die für Einseitige- und Doppelseitige Leiterplatten benötigt werden. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der Lagen.

Lage	Aufgabe der Lage	Daten-Quelle	Werkzeug
Kontur	Die Kontur der Leiterplatte. Die Lage wird	Importiert (EPS	Leiter-
	ausgefräst und muss mindestens ein gefülltes	oder Gerber), oder	platten
	Grafikobject (Pfad, Rechteck, Kreis) enthalten.	in Cenon erstellt.	Fräser
Lötlage	Die Lötlage stellt die Daten zur Berechnung der	Importiert, in der	Isolations
	Isolations-Kanäle bereit.	Regel als	Gravierer
		Gerber-Datei	
Blow-Up	Erweitert die Isolations-Kanäle um das Löten zu	Berechnet aus	Rub-Out
	vereinfachen. Die Kanäle werden nur dort	Daten der Lötlage	Fräser
	erweitert wo der Platz dies auch zulässt.		
Rub-Out	Bereiche, in denen alles überschüssige Kupfer	Erstellt in Cenon	Rub-Out
	entfernt wird. Die Lage muss ein geschlossenes		Fräser
	Element enthalten. Wird die ganze Leiterplatte		
	ausgeräumt, so wird kein Blow-Up benötigt.		
Bestückungs-	Für doppelseitige Leiterplatten. Die Lage stellt	Importiert, in der	Isolations
Lage	die Daten zur Berechnung der Isolations-Kanäle.	Regel im	Gravierer
		Gerber-Format	
Blow-Up	Erweitert die Isolations-Kanäle.	Berechnet aus der	Rub-Out
		Bestückungslage	Fräser
Rub-Out	Bereiche, in denen überschüssiges Kupfer	Erstellt in Cenon	Rub-Out
	vollständig entfernt wird.		Fräser
Passer Stifte	Passer-Stifte werden nur für zweiseitige	Editiert in Cenon	Bohrer
	Leiterplatten benötigt. Sie helfen die Leiterplatte		
	umzuschlagen zur Bearbeitung der 2. Seite.		

Zusätzliche Lagen können ergänzt werden wie sie gebraucht werden, z.B. eine Lage zum Gravieren eines Logos. Bohr-Daten erzeugen beim Import automatisch eine neue Lage für jeden Bohrdurchmesser.

Die Werkzeuge werden später noch ein wenig genau erklärt.

2.6.3 Import

Nachdem alle Daten vorbereitet sind und wir das Masken-Dokument geöffnet haben, kommen wir nun zum Import der diversen Dateien auf die entsprechenden Lagen. Dieses Tutorial verwendet die Dateien aus dem Ordner "/Library/Application Support/Cenon/Examples/Demo2". Die Leiterplatte, die wir hier als Prototyp fertigen, dient als LED-Board in einem bekanntem CNC-Controller:



Import der Lötlage

Im CAM-Panel unter der Kartei "Lagen" finden wir die Lagen-Verwaltung. Selektieren Sie hier bitte die Lage, die importiert werden soll. In unserem Fall ist das die Lötlage. Das Panel sollte nun wie folgt aussehen, mit der Lötlage selektiert (hier gelb).

	Positionen	zin Anlage	Lagen Maga		
Grafik	▲ 0.1 ♥	\$			vhf Isofräser
Ausgabe	äser 2.0 mm	Leiterplattenfr	Kontur	1.6	🖮 🎤 🖪 🔳
		vhf Isofräser	Lötiage	0.1	۵ /
Lada and).5 mm	vhf Rub-Out 0	Blow Up	0.1	جر 🔘
Louage).5 mm	vhf Rub-Out C	Rub Out	0.1	جر ۱
		vhf Isofräser	Bestückungslage	0.1	# y=
).5 mm	vhf Rub-Out C	Blow Up	0.1	# y=
Lage wechseln).5 mm	vhf Rub-Out C	Rub Out	0.1	1 4 m
Lugo noonooni	n	Bohrer 3.0 mn	Passer	1.6	جر ۱
Details					
- Dotand III					
Neu Entferner					

Nachdem die Lage selektiert ist, wählen Sie bitte aus dem Menü Datei ▷ Import. Das Import-Panel (unten) erscheint. Hier können Sie die Daten-Datei der Lötlage auswählen, in unserem Beispiel ist dies die Datei 1_SL.ger, eine Gerber Datei (RS 274 X).

Im Pop-Up Menu im unteren Teil des Panels kann gewählt werden wohin im Dokument importiert werden soll. Wir möchten auf die selektierte Lage importieren, deshalb hatten wir die Lötlage selektiert.



Wenn Sie den Knopf "Öffnen" drücken, wird die Datei auf die selektierte Lage importiert, die Lötlage.

Tip: Es gibt andere Wege eine Datei zu importieren. Z.B. ist es möglich eine Gerber-Datei aus einem Finder-Fenster direkt in das Cenon Dokument zu schieben. Die Datei landet auf diese Weise auf der obersten sichtbaren (offenes Auge [®]) und editierbaren (Stift ✓) Lage.

Als nächstes dürfen Sie die importierte Lötlage an eine bessere Position im Dokument schieben. Wir empfehlen dazu das Hintergrund-Gitter zu verwenden. Das Gitter macht es sehr viel einfacher die importierten Daten zu handhaben. Im Gitter-Panel (Menü Format > Gitter > Setzen ...) können Sie das Gitter auf ein gewünschtes Rastermass setzen, sagen wir 1/10 Zoll.

Tip: Wenn Sie die Elemente einer Lage gruppieren (Elemente der Lötlage selektieren, dann aus dem Menü: Editieren ⊳ Gruppieren), können Sie anschliessend die gesamte Gruppe z.B. im Zentrum eines gewünschten Löt-Pads greifen und mit dem Löt-Pad auf das Gitter schieben. Die Gruppe folgt und ist nun auf dem Gitter ausgerichtet.

Nach dem Verschieben der Lötlage sollte Ihr Dokument in etwa wie folgt aussehen:



Import und Ausrichten der Bestückungslage

Die Bestückungslage wird auf gleiche Weise importiert wie die Lötlage. Zuerst wird die Lage im Lagen-Panel selektiert, dann kann via Import-Panel die Datei mit den Daten ausgewählt und geladen werden. Die importierten Daten könnten dann z.B. so zum liegen kommen:



Nehmen wir an, die Bestückungslage wird nicht passend zur Lötlage importiert. Natürlich brauchen wir zur Fertigung beide Lagen genau passend zueinander, und das ist auch ganz leicht zu erreichen. Dazu haben wir mehrere Möglichkeiten:

- Stellen Sie zuerst sicher, dass alle Daten der Bestückungslage gruppiert sind (alle Elemente der Lage selektieren, dann aus dem Menü: Editieren > Gruppieren). Nun können Sie einen Pad der Bestückungslage greifen und damit die ganze Gruppe passend auf die Lötlage schieben. Sie können die Lage dabei entweder auf das Gitter oder auf Elemente der Lötlage rasten.
- Bevor Sie diese Variante zum Ausrichten der Lagen nutzen, stellen Sie bitte sicher, dass Sie Elemente auf nicht-editierbaren Lagen selektieren können. Geht es nicht, so gehen Sie bitte in die Voreinstellungen (Menü: Cenon ▷ Voreinstellungen...). In den Cenon-Voreinstellungen aktivieren Sie den Schalter "Selektierung nicht editierbarer Lagen". Stellen Sie nun bitte sicher, dass weder Lötlage noch Bestückungslage gruppiert sind (Gruppen auflösen können Sie über das Menü: Editieren ▷ Gruppe

auflösen). Wir brauchen "lose" Elemente damit wir einzelne Elemente selektieren können.

Schalten Sie nun bitte die Lötlage nicht-editierbar (gebrochener Stift). Damit bleibt diese Lage wo sie ist.

Auf der Lötlage dürfen Sie jetzt einen Pad selektieren, der auch auf der Bestückungslage vorhanden ist. Denselben Pad selektieren Sie auch noch auf der Bestückungslage (Shift-Taste).

Öffnen Sie jetzt das Transform-Panel aus dem Menü: Werkzeuge ▷ Transform-Panel... und klicken Sie dort auf das Ausrichten-Icon oben in der Icon-Leiste des Panels.

Der Schalter "Lagen ausrichten" muss aktiv sein ! Richten Sie dann Horizontal und Vertikal aus indem Sie die beiden mittleren Icons beider Reihen anklicken.



Wenn alles geklappt hat, so liegt die Bestückungslage jetzt genau auf der Lötlage:



Tip: Um zu vermeiden, dass Elemente unbeabsichtigt verschoben werden, sollten Sie Lagen auf denen Sie nicht arbeiten nicht-editierbar schalten. Dazu klicken Sie auf das Stift-Icon der Lage und "zerbrechen" den Stift.

Import der Bohrdaten

Bohrdaten können aus einer Vielzahl von Formaten geladen werden. Gängig sind Sieb&Meyer und Excellon. Bei diesen Beiden wird das Format automatisch erkannt. Weitere Formate, die auf dem DIN, ISO, bzw. G-Code Standard basieren sind in der Regel konfigurierbar.

Öffnen Sie bitte das Import-Panel (Menü: Datei ▷ Import) und wählen Sie die zu importierende Bohrdaten-Datei. Die Extension der Datei muss ".drl" sein. Im Pop-Up Menü im unteren Teil des Import-Panels selektieren Sie bitte "Neue Lage(n)". Damit werden neue Lagen generiert, für jedes Werkzeug (Bohrdurchmesser) eine. Jede Lage bekommt den angegebenen Durchmesser als Name.



Wieder kann es passieren, dass die Bohrdaten nicht mit den anderen Lagen ausgerichtet sind. Der Ablauf zum Ausrichten der Bohr-Lagen ist derselbe wie bei der Bestückungslage.

Die Bilder zeigen die importierten Daten vor und nach dem Ausrichten zur Lötlage.



Und so sieht das Lagen-Panel aus. Es wurden vier neue Lagen angelegt mit den Bohr-Durchmessern im Namen.

0.0		CAM Panel	_		
	Lagen Mag	azin Anlage	Position	nen	
Leiterplattenfräs	er 1.0 mm	\$	<u> </u>		Grafik 🗹
🧶 🔑 🖪 📕 1.6	Kontur	Leiterplattenfr	äser 2.0 m	ım	Ausgabe 🗌
0.1 🔎 🌑	Lötlage	vhf Isofräser			
0.1	Blow Up	vhf Rub-Out C).5 mm		
0.1	Rub Out	vhf Rub-Out C).5 mm		Dahawa 0.0 mm
··· / 0.1	Bestückungslage	vhf Isofräser			Bonrung 0.6 mm
······································	Blow Up	vhf Rub-Out C).5 mm		
··· 0.1	Rub Out	vhf Rub-Out 0).5 mm		
الم 🖉 🖉	Passer	Bohrer 3.0 mn	n		Lane wechseln
🗶 🔑 🖪 📕 1.6	Bohrung 0.6 mm				Lage woonsen
🗶 🎤 🖪 🔳 1.6	Bohrung 0.9 mm				Details
🗶 🔑 🖪 🔳 1.6	Bohrung 2.4 mm				
🗶 🔑 🖪 📕 1.6	Bohrung 3.5 mm				(Neu) (Entformen)

Import und Bearbeitung der Kontur Daten

Jetzt fehlt uns nur noch die Kontur. Versuchen wir damit einmal einen anderen Ansatz! Stellen Sie dazu sicher, dass die Kontur-Lage (oberste Lage der Liste) editierbar ist. Wechseln Sie nun in den Finder, lokalisieren Sie dort die Kontur-Datei, und schieben Sie sie in das Cenon-Dokument (Drag&Drop). Voila:



Aber, ach du Schreck, da liegt eine Menge Zeug, das wir gar nicht brauchen, denn wir brauchen nur das Rechteck. Und manche Elemente sind nichtmal im Arbeitsbereich, weil der schlicht zu klein ist. Aber alles kein Thema !

Selektieren Sie die Gruppe, die importiert wurde, indem Sie auf eines der Elemente klicken.

Wählen Sie aus dem Menü Editieren > Gruppe auflösen (oder Cmd-Shift-G). Alle Elemente der Gruppe bleiben dabei selektiert.

Jetzt, während Sie die Shift-Taste gedrückt halten, selektieren Sie bitte die Linien, die die Kontur bilden (oder verwenden Sie Shift und einen Selektier-Rahmen). So werden Elemente de-selektiert ! Wenn Sie alle anderen Lagen zu machen (Augen zu), dann ist das nicht schwer.

Alles was noch selektiert ist können wir jetzt einfach entfernen durch einen Druck auf die Backspace-Taste. Übrig bleiben die vier Linien der Kontur.

Tip: Falls Sie die Selektierung aus Versehen verlieren, so hilft das Menü "Editieren ▷ Alles Selektieren" um alle Elemente auf allen sichtbaren (oder editierbaren) Lagen zu selektieren, auch Elemente ausserhalb des Arbeitsbereiches. Stellen Sie dazu sicher, dass nur die gewünschte(n) Lagen selektiert werden können.

Was wir nun auf dem Schirm haben, sollte etwa wie folgt aussehen. Die Kontur-Lage enthält vier Linien und die liegt neben dem Layout. Was wir für unseren Zweck aber brauchen ist ein geschlossener Pfad bzw. ein Rechteck.



Um die Einzel-Elemente in einen Pfad zu vereinigen, selektieren wir sie zuerst alle. Wir zeigen nun wieder zwei Wege dies zu tun.

- 1. Während Sie die Shift-Taste gedrückt halten, klicken Sie einmal auf jede einzelne Linie bis alle Linien selektiert sind (kleine Knöpfe erscheinen). Statt Einzel-Klicks können Sie auch einen Selektier-Rahmen aufziehen.
- 2. Klappen Sie alle Lagen zu, ausser der Kontur-Lage, und wählen Sie aus dem Menü: Editieren ▷ Alles Selektieren.

Danach wählen Sie aus dem Menü Editieren ⊳ Vereinigen.

Tip: Um zu testen, ob die Operation erfolgreich war, können wir den erzeugten Pfad de-selektieren und wieder selektieren. Wenn jetzt etwas nicht selektiert wird oder das Menü Editieren ⊳ Alles Selektieren noch aktiv ist, dann müssen wir die vergessenen Elemente auch noch dazu vereinigen. Als nächstes müssen wir die Kontur-Lage noch ausrichten, indem wir sie auf das Gitter schieben oder mit dem Transform-Panel zentrieren.



Wir sind noch nicht ganz fertig, denn damit die Korrektur des Werkzeug-Durchmessers funktioniert muss der Pfad gefüllt sein.

Selektieren Sie dazu die Kontur. Im Inspektor wählen Sie eine Einfache Füllung. Stellen Sie ausserdem sicher, dass die Kontur keine Randstärke besitzt (Strichstärke = 0). Eine Randstärke würde die Kontur aufweiten und grösser machen.



Hinweis: Es ist meist einfacher die Kontur beim Export einfach mit auf die Lötlage zu legen. Dann braucht man sie nicht extra importieren, sondern muss nur die Kontur von der Lötlage auf die Kontur-Lage verschieben. Um die Elemente auf eine andere Lage zu schieben, genügt es die Elemente zu selektieren, dann wird im Lagen-Panel die Ziel-Lage (Kontur-Lage) selektiert und der Knopf "Lage wechseln" betätigt. Das war's. Beide Lagen müssen dazu natürlich editierbar sein.

Anlegen eines Rub-Out Bereiches

Es gibt eigentlich nichts zu importieren für einen Rub-Out Bereich. Alles was wir brauchen ist ein geschlossenes Grafik-Objekt, z.B. ein Rechteck, einen Kreis oder einen Pfad. Bevor Sie loslegen, stellen Sie sicher, dass nur die Rub-Out Lage editierbar ist.



Positionieren der Passer-Stifte

Die Passer-Stifte werden nur für doppelseitige Leiterplatten gebraucht. Sie stellen sicher, dass die Leiterplatte präzise umgedreht werden kann.

Im Grunde können die Passerstifte nahezu überall abgelegt werden, selbst innerhalb der Kontur der Leiterplatte. Eine sinnvolle Position ist sicher links und rechts von der Kontur.



2.6.4 Fertigungs-Vorbereitung

Dieser Teil des Tutorials erklärt die Einstellungen der Lagen (Bearbeitungsschritte), Werkzeuge zuordnen, etc. Die meisten Einstellungen sind bereits in der Maske vorbereitet, andere müssen selber ergänzt werden.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Lagen, deren Berechnungs-Strategie, sowie einen Vorschlag eines passenden Werkzeugs.

Lage / Schritt	Strategie / Werkzeug-Korrektur	Werkzeug
Kontur	Aussen-Korrektur. Bei doppelseitigen	Leiterplatten-Fräser oder
	Leiterplatten sollte diese Lage gespiegelt sein,	Zweischneider, je nach
	denn sie ist in der Regel der letzte Bearbeitsschritt	Leiterplatten-Material.
	nachdem das Board gedreht wurde.	
Lötlage	PCB Isolation. Alle elektrischen Potentiale	Isolations-Gravierer
	werden separiert. Dabei kann ein zu breites	
	Werkzeug zur Einengung von Leiterbahnen	
	führen.	
Blow-Up	PCB Blow-Up. Die Isolations-Kanäle werden	Rub-Out Fräser oder anderes
	aufgeweitet. Enge Passagen werden nur soweit	zylindrisches Werkzeug.
	bearbeitet wie es der Werkzeug-Durchmesser	
	zulässt.	
Rub-Out	PCB Rub-Out. Alles überschüssige Kupfer wird	Rub-Out Fräser oder anderes
	entfernt. Wenn die ganze Leiterplatte ausgeräumt	zylindrisches Werkzeug.
	wird, so wird kein Blow-Up mehr benötigt.	
Passer-Stifte	Keine	Bohrer mit dem Durchmesser
		eines vorhandenen
		Passer-Stiftes (selbst der
		Schaft eines abgebrochenen
		Werkzeugs kann als
		Passerstift dienen).
Bohrung	Keine	Bohrer
Logo/Text	Keine oder Innen-Korrektur	Isolations-Gravierer

Das PCB Masken-Dokument hat das ausgelieferte Standard PCB-Magazin zugewiesen, welches Werkzeuge zur Leiterplatten Bearbeitung enthält.

Jeder Lage muss ein passendes Werkzeug zugewiesen werden. Wenn Sie Werkzeug-Parameter ändern oder neue Werkzeuge zum Magazin ergänzen möchten, so können Sie dies im Magazin-Panel, der Werkzeug-Verwaltung von Cenon machen. Der zweite Reiter im CAM-Panel mit dem Titel "Magazin" bringt Sie ins Werkzeug-Magazin (siehe Kapitel 3.4.3 und Kapitel 3.4.4).

Nach Zuweisen aller Werkzeuge ist zu guter Letzt unser Lagen-Panel komplett und gibt Ihnen einen Überblick über die Arbeitsschritte und die zugeordneten Werkzeuge.

		M Panel	1		_	_	2	0.0	0
	Positionen	Anlage	Magaz	Lagen			_		_
Grafik 🗹	▲ 1.6 ♥	\$		Leiterplattenfräser 2.0 mm					
Ausgabe 🔄	iser 2.0 mm	iterplattenfri		Kontur	1.6		8	12	۲
		f Isofräser		Lötlage	0.1			10	۲
	.5 mm	f Rub-Out 0		Blow Up	0.1			10	۲
1Combuly	.5 mm	f Rub-Out 0		Rub Out	0.1			10	۲
Kontur		f Isofräser	slage	Bestückungs	0.1			10	-
	.5 mm	f Rub-Out 0		Blow Up	0.1			12	No.
	.5 mm	f Rub-Out 0		Rub Out	0.1			10	200
Lage wechseln	li interneti	ohrer 3.0 mm		Passer	1.6			P	۲
Lugo Hoondoni	Č.	hrer 0.6 mm	mm	Bohrung 0.6	1.6		8	10	۲
Details	Č.	ohrer 0. <mark>8</mark> mm	mm	Bohrung 0.9	1.6		B	12	۲
	Č.	ohrer 2.4 mm	mm	Bohrung 2.4	1.6		18	12	۲
Neu Entfernen	Č.	ohrer 3.5 mm	mm	Bohrung 3.5	1.6		B	10	۲

Besondere Einstellungen einiger Lagen

Kontur-Lage: Bei doppelseitigen Leiterplatten ist es wichtig die Konturlage zu spiegeln. Selektieren Sie dazu die Konturlage und klicken Sie auf den Knopf "Details". in den Lagen-Details muss der Schalter "Spiegeln" aktiv sein. Die Ausgabe-Pfade zeigen am Bildschirm keine Veränderungen, doch die Ausgabe dieser Lage wird um die Passerstifte gespiegelt ausgegeben.

Aussen	\$	Füllen
Eintauchtiefe:	1.6	Spiegein M
Anfahrwinkel °:	0	

Bohr-Durchmesser: Allen Bohrlagen muss ein Bohrer passenden Durchmessers zugeordnet werden. Da die Bohrlagen erst beim Import angelegt werden ist erstmal kein Werkzeug zugeordnet. Auch die Eintauchtiefe muss bei den Bohrlagen gesetzt werden.

Lötlage,

Bestückungs-Lage:	Falls Sie auf Probleme treffen bei der Berechnung importierter
	Daten, so haben Sie die Möglichkeit auf einen zweiten Algo-
	rithmus umzuschalten, der toleranter mit kritischen Daten ist.
	Im Falle unserer Bestückungslage haben wir einen solchen Fall
	schlechter Daten. Die Füllungen der Potentialfläche sind endlos
	sich kreuz und quer überlappende Linien statt eines gefüllten
	Polygons. Wenn wir die Kontrolle über den Export haben, kön-
	nen wir einfach bessere Daten ausgeben. Falls nicht, so gehen wir in die Projekt-Einstellungen (siehe Kapitel ??), wählen aus dem Pop-Up Menü die CAM-Finstellungen und aktivieren den
	Schalter "Raster Algorithmus"
	Es gibt dort einen zweiten Schalter "PCB Leiterbahnen entgra- ten". Dieser zweite Schalter entfernt mögliche Kupfer-Grate an Engstellen.
Passer-Stifte:	Die Position der Passerstifte kann beliebig gewählt werden. Sie können auch innerhalb der Leiterplatten-Kontur liegen, wenn Ihnen die Löcher egal sind.
	Eine sinnvolle Position ist rechts und links ausserhalb der Kon-
	tur.
	Die Passer werden nur für doppelseitige Leiterplatten benötigt um die Platine präzise umzuschlagen.

Ergebnisse

Wir sind fertig mit den Vorbereitungen. Hier sind Screenshots der berechneten Ausgabe-Pfade der wichtigsten Lagen.

Es ist auch möglich den Werkzeug-Durchmesser zum Preview der Ausgabe zuzuschalten, dies geht im Menü: Darstellung ⊳ Werkzeugdurchmesser darstellen.



2.6.5 Werkzeuge für die Leiterplatten Prototypen-Fertigung

In diesem Kapitel stellen wir Hartmetall-Werkzeuge vor, die sich in der Prototypen-Fertigung von Leiterplatten bewährt haben bzw. speziell dafür entwickelt wurden.

Isolations-Gravierer	Rub-Out Fräser	Bohrer	Leiterplatten-Fräser
T T	T T		
Dieses Werkzeug	Dies ist eine ver-	Hartmetall-Bohrer	Diese Leiterplatten-
wird verwendet um	kürzte Version eines	werden für alle	Fräser sind spi-
die Isolationskanäle	Zweischneiders mit	Bohrungen in Leiter-	ralverzahnt und
zu gravieren.	besserer Bruch-	platten verwendet.	diamant-verzahnt zu
Die Spitze des Werk-	stabilität. Er wird		erhalten. Sie sind
zeugs ist konisch von	für Blow-Up und		speziell zum Fräsen
0.05 bis 0.7 mm mit	Rub-Out eingesetzt.		von stark Werkzeug-
einem Spitzenwinkel	Dies ist ein perfektes		verschleissenden Ma-
von 90°.	Allround-Werkzeug,		terialen geeignet, z.B.
Das Werkzeug ist	sehr gut auch		glasfaser-verstärkten
auch für andere	zum Abplanen des		Epoxyd-Leiterplatten.
Gravieraufgaben sehr	Auslauf-Materials		
geeignet.	und zum Ausfräsen		
	der Kontur (aus einfa-		
	chem Basismaterial).		

Wenn Sie keinen automatischen Werkzeug-Wechsel einsetzen, dann sollten alle Werkzeuge mit Anschlag-Ring ausgestattet werden. Der Ring erlaubt es schnell und einfach das Werkzeug zu tauschen und wieder zu justieren.

Sie finden all diese Spezial-Werkzeuge im vhf Online Werkzeug Shop: http://www.vhf.de/tools.

Die meisten Werkzeug-Parameter sind voreingestellt im PCB Werkzeug-Magazin, das mit Cenon ausgeliefert wird. Falls Ihre Spindel die hohen Drehzahlen nicht erreicht, so muss die Eintauch-Geschwindigkeit und der Vorschub entsprechend reduziert werden.

Durchmesser	Drehzahl [U/min]	Vorschub Z [mm/s]
0.5 mm	60.000	25
0.6 mm	60.000	30
0.7 mm	55.000	35
0.8 mm	48.000	35
0.9 mm	42.000	35
1.0 mm	38.000	35
1.1 mm	35.000	35
1.2 mm	32.000	35
1.3 mm	29.000	35
1.4 mm	27.000	35
1.5 mm	25.000	35
1.6 mm	24.000	35
1.7 mm	22.000	30
1.8 mm	21.000	30
1.9 mm	20.000	30
2.0 mm	19.000	30
2.1 mm	18.000	25
2.2 mm	17.000	25
2.3 mm	17.000	25
2.4 mm	16.000	25
2.5 mm	15.000	25
2.6 mm	15.000	25
2.7 mm	15.000	25
2.8 mm	15.000	25
2.9 mm	15.000	25
3.0 mm	15.000	25

Empfohlene Werkzeug-Parameter zum Bohren:

2.6.6 Fertigung

Jetzt sind wir vorbereitet die Leiterplatte zu fertigen.

Abplanen der Maschine

Um perfekte Ergebnisse beim Gravieren der Isolationskanäle zu erzielen ist es wichtig, dass der Maschinenbereich plan ist. Es gibt verschiedene Ansätze das zu erreichen, wovon wir hier kurz zwei vorstellen möchten:

- Levelling Vermessung der Oberfläche Die Material-Oberfläche wird mit einem Tastkopf vermessen und ein Höhenprofil erstellt. Damit kann der CNC-Controller Z-Unterschiede bei der Ausgabe kompensieren. Siehe Kapitel 3.5.3.
- 2. Zum Abplanen verwenden wir ein zylindrisches Werkzeug mit grösserem Durchmesser. Damit wird ein gutes Stück des Maschinenbereiches plan gefräst. Ein Zweischneider mit Fischschwanz-Schliff (z.B. Rub-Out Fräser) eignet sich sehr gut. Abgeplant wird ein rechteckiger Bereich des Auslauf-Materials (z.B. Acryl-Platte). In Cenon können Sie einfach ein Rechteck mit Standard-Füllung ausgeben. Da zum Bohren und Fräsen ohnehin ein Auslauf-Material benötigt wird haben wir kaum extra Aufwand.

Aufspannen des Basis-Materials

Auch dabei gibt es verschiedene Ansätze z.B. einen Vakuumtisch oder Kleben. Kleben ist eine preiswerte und sehr verlässliche Methode. Zuerst kleben wir einen doppelseitigen Klebefilm (DX1) auf das Basismaterial, wir entfernen die gewachste Schutzfolie und stellen beim Aufkleben sicher, dass keine Blasen unter dem Film verbleiben. Dann entfernen wir den zweiten Film und kleben die Platine auf das (abgeplante oder vermessene) Auslauf-Material.

Start-Position

Der erste Schritt beim Positionieren ist die Start-Position anzufahren. Die Start-Position auf der Maschine wird im Cenon-Dokument vom Fadenkreuz representiert. In unserem Beispiel befindet sich das Fadenkreuz unten/links von der Leiterplatte. Im folgenden Bild ist das Fadenkreuz zu sehen. Ausserdem die Ausgabe-Pfade mit Werkzeug-Durchmesser (Menü: Darstellung > Werkzeugdurchmesser darstellen).



Die Start-Position wird im Kontroll-Panel gesetzt.



Die X und Y Position ist problemlos, fahren Sie einfach mit Hilfe der Pfeiltasten die Maschine an die Position über dem Basismaterial, die der Position des Fadenkreuzes im Dokument am Bildschirm entspricht. Im Dokument werden zwei graue Linien angezeigt, die sich beim verfahren der Maschine bewegen. Diese Linien zeigen die Grenzen des Bearbeitungsbereiches der Maschine relativ zur Grafik an.

Jeder Klick auf eine Pfeiltaste bewegt die Maschine um 1/10 der Einheit (z.B. 1/10 mm). Wird die Control-Taste gedrückt so bewegt sich die Maschine in vollen Mass-Einheiten (z.B. 1mm).

Geben Sie nun eine Flughöhe an, sagen wir 1 mm.

Schliesslich fehlt nur noch die Z-Höhe, die justiert werden muss. Zuerst können wir die Z-Achse locker nach unten bewegen bis auf einen sicheren Abstand vom Material.

 Falls Sie einen Oberflächen-Messtaster besitzen, so verwenden Sie ihn. Aktivieren Sie den Justier-Schalter (links von der Z-Position). Bewegen Sie X und Y so, dass das Werkzeug sich garantiert über der Platine befindet und drücken Sie den Pfeil Z runter. Die Z Achse sollte sich jetzt selbständig nach unten bewegen bis das Werkzeug in Kontakt mit der Kontaktfläche oder der Platine selbst kommt, je nach verwendeter Ausrüstung.

2. Hier folgt nun auch noch die manuelle Justierung.

Aktivieren Sie den Justier-Schalter (links neben der Z-Position). Bewegen Sie X und Y so, dass das Werkzeug sich garantiert über der Platine befindet.

Senken Sie die Z-Achse in kleinen Schritten bis mit blossem Auge nur noch ein kleiner Spalt zwischen Platine und Werkzeug-Spitze zu erkennen ist. Legen Sie nun ein dünnes Stück Papier unter die Spitze des Werkzeugs.

Senken Sie die Z-Achse in Einzelschritten bis das Papier nicht mehr bewegt werden kann. Stop, das ist unsere Position !

Siehe Kapitel 3.4.5.

Um eine zu tiefe Isolations-Gravur zu vermeiden, empfiehlt es sich zuerst mit einer Z-Höhe von etwa 1/10 oder 2/10 mm höher zu probieren. Probieren Sie die Gravier-Ausgabe mit der Lötlage. Stoppen Sie die Ausgabe nach einer kurzen Gravurzeit und entscheiden Sie ob die Isolationskanäle gut sind. Senken Sie Z in kleinen Schritten von etwa 2/100 bis 5/100 mm bis das Ergebnis perfekt ist.

Ausgabe-Reihenfolge

Lagen werden in der Regel eine nach der anderen ausgegeben. Die auszugebenden Lagen werden dabei anhand der offenen Augen gewählt, was angezeigt wird, wird auch ausgegeben.

Die folgende Liste zeigt die Ausgabe-Schritte für doppelseite Leiterplatten:

- 1. Isolations-Gravur der Lötlage
- 2. Gravur des Blow-Ups und des Rub-Outs der Lötlage
- 3. Bohren der Bohr-Durchmesser
- 4. Bohren der Passer-Löcher für die Passer-Stifte
- 5. Umdrehen der Leiterplatte
- 6. Isolations-Gravur der Bestückungslage
- 7. Gravur des Blow-Ups und des Rub-Outs der Bestückungslage
- 8. Ausfräsen der Kontur (gespiegelt!)

Die folgende Liste zeigt die Ausgabe-Schritte für einseitige Leiterplatten:

- 1. Isolations-Gravur der Lötlage
- 2. Gravur des Blow-Ups und des Rub-Outs der Lötlage
- 3. Bohren der Bohr-Durchmesser
- 4. Ausfräsen der Kontur

Bei jedem Werkzeugwechsel muss das jeweilige Werkzeug neu justiert werden. Die Z-Position muss eigentlich nur für Gravier-Werkzeuge hundertprozentig exakt sein. Bohrer und Fräser sollten schon durch den Einsatz von Anschlagringen ausreichend genau gespannt sein.

- Hinweis: Um ein Weglaufen der Bohrer beim Eintauchen in die Platine auszuschliessen, sollte ein Einlauf-Material auf die Platine aufgelegt werden. Presspappe oder Epoxy sind gute Materialien. Stellen Sie sicher, dass die Bohrer ausserdem tief genug in das Auslauf-Material tauchen um saubere Löcher zu erhalten.
- Hinweis: Um hohe Eintauch-Geschwindigkeiten beim Bohren zu erhalten und um Beschleunigungsrampen während des Span-Prozesses auszuschliessen, sollte die Flughöhe grosszügig genug bemessen werden.