



Tipps für die Erstellung von Layouts

Vor der Erstellung des Layouts sollten alle zu verwendenden Bauteile vorhanden, bzw. ihre Verfügbarkeit geklärt und deren Maße bekannt sein. Es gilt der Grundsatz für Leiterbahnen, Löt pads und Vias so groß wie möglich und so klein wie nötig. Das fertige Layout sollte im Maßstab 1:1 ausgedruckt werden und jeder sollte für sich entscheiden ob er die Platine noch von Hand bestücken und löten kann. Das Rastermaß des Layoutprogramms ist auf 1/10 inch (1inch = 25,4mm) einzustellen, da fast alle Bauteile-Pins sich auf dieses beziehen. Ferner kann das Rastermaß auf 1/20, 1/40, 1/60 inch (1.27 , 0.635 , 0.3175 mm) verkleinert werden um Bauteile, Pads, Leiterbahnen usw. besser anordnen zu können.

Zur Erinnerung: 1 mil = 1/1000 inch = 0,0254mm .

Vorzugsweise sollte das Programm "Eagle" der Firma Cadsoft verwendet werden um die weitere Datenaufbereitung zur Platinenherstellung im E-HF Labor zu gewährleisten. Das Programm ist auf der Herstellerseite als Demoversion verfügbar. Die Platinenerstellung in der Demoversion ist beschränkt. Die Vollversion ist auf 7 Rechnern im Raum B302 und weitere im B305 installiert. Das Handbuch steht nach der Installation sowohl in der Demo als auch in der Vollversion zur Verfügung. Ferner existiert auch ein Trainingshandbuch.

Leiterplattengröße und Anzahl der Layer:

Zunächst sollte die Leiterplattengröße festgelegt werden. Diese ist abhängig von der Packungsdichte der Bauteile, den Gehäuseabmessungen und den Fertigungskosten. Die Standardbezugsgröße ist das Europakartenformat (100 x 160 mm). Ferner sind die Anzahl der Layer zu wählen. Auch hier gelten die oben genannten Anforderungen. Zusätzlich sind auch HF Eigenschaften der Streifenleitungen von Bedeutung, z.B. erhöht sich bei Mäanderspulen die Güte mit der Anzahl der Layer. Breite Busleitungen beanspruchen ebenfalls einen Großteil der Leiterplatte, so dass diese auf mehrere Layer zu verteilen sind. Das Ende einer Leiterbahn ist in Eagle immer rund. Für HF Leiterbahnen kann man mit sogenannten *Rectangle* Leiterbahnen erstellen.

Löt pads, Bohrung und Vias:

Der Löt paddurchmesser sollte so gross wie möglich gewählt werden und beträgt mindestens das Doppelte des Bohrungsdurchmessers. Ein wichtiger Grund hierfür ist die mechanische Standfestigkeit des Löt pads beim Entlöten. Für ein Bauelement mit dem Drahtdurchmesser von 0,8mm ergibt sich somit ein Paddurchmesser von 1,6mm. Wird die Platine von Hand gebohrt, so empfiehlt es sich hierbei den Bohrdurchmesser des Löt pads auf 0,6mm zu verringern, weil der Bohrer besser zentriert wird . Ferner sind die zur Verfügung stehenden Bohrerdurchmesser zu berücksichtigen.

Vias können im einfachsten Fall mit einem Stück Draht realisiert werden, der hinterher auf beiden Seiten verlötet wird. Es ist auch möglich Durckontaktierungen mit Hohlkugeln herzustellen. Auch hierbei sind die verfügbaren Größen zu beachten. Ferner ist darauf zu achten, dass die Löt pads nicht vom Bauteil auf der Bestückungsseite verdeckt werden, wenn keine Durckontaktierung vorhanden ist. Industriell erfolgt die Durckontaktierung galvanisch, d.h. Kupfer wird auf die Bohrungswandung aufgetragen.

Leiterbahnen:

Leiterbahnen werden bei z.B. bei einer doppelseitigen Platine in Vorzugsrichtungen verlegt, d.h. z.B. alle Leiterbahnen auf dem Top Layer verlaufen senkrecht und die vom Bottom Layer waagrecht. Diese Maßnahme spart Platz, erhöht jedoch die Anzahl der Durchkontaktierungen. Ferner knicken die Leiterbahnen üblicherweise unter 45° oder 90° ab. Stoßen zwei Leiterbahnen aufeinander so sind diese rechtwinklig anzuordnen. Bei Multilayer Platinen werden die Versorgungsspannungen auf die weiteren Layer verteilt.

Die Breite der Leiterbahnen richtet sich nach ihrer Funktion. So sollte die Breite der Leiterbahnen für die Stromversorgungen nach ihrer Strombelastbarkeit gewählt werden. Hierfür existieren Tabellen die sich meistens auf die Regeln der "Generic Standard on Printed Board Design (IPC 2221A)" und IPC-D-275 stützen. Die Einbaulage der Platine und ob die Leiterbahn sich auf dem Innen- oder Außenlayer befindet spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle.

Es gilt also wieder die Regel die Leiterbahn so breit wie möglich zu machen.

Beispiel: Wird eine 1.0mm breite Leiterbahn auf einer mit 35µm kupferkaschierten Platine mit einem Strom von 3.0 Ampere durchflossen, so ergibt sich ein Temperaturanstieg auf der Leiterbahn um ca. 20 Kelvin gegenüber der Raumtemperatur.

Als grobe Richtwerte für die Strombelastbarkeit können folgende Formeln zugrunde gelegt werden:

Für die auf den äußeren Layern liegende Leiterbahn gilt als Richtwert:

$$I = 0.048 * dT^{0.44} * A^{0.725}$$

Für die auf den inneren Layern liegende Leiterbahn ist die Strombelastbarkeit nach der o.a. Formel nochmals zu halbieren.

I = maximaler Strom in A dT = Temperaturanstieg in Kelvin A = Leiterquerschnitt in mil²

Beispiel:

35µm (≙1.378mil) kupferkaschierte Platine, 1mm breite Leiterbahn (≙39.37mil) ,
dT = 20 Kelvin , A=1.378*39.37 (mil²) = 54,25

$$I = 0.048 * 20^{0.44} * 50.25^{0.725} \approx 3.2A$$

Die Breite der Signalleitungen richtet sich nach den Möglichkeiten des Platinenherstellers und nach deren Funktion. So ist die Leiterbahnbreite, neben der Dicke der Platine und des Dielektrikums, entscheidend für den Wellenwiderstand der Leitung. Die Leiterbahnen sollten so kurz wie möglich sein, insbesondere bei höheren Frequenzen.

Polygonflächen:

Einzelne Layer können mit einer oder mehreren Polygonflächen versehen werden. Diese dienen insbesondere der Schirmung und/oder Kühlung von Bauteilen. Im Eagle Handbuch wird die Erstellung dieser Polygonflächen beschrieben. Hierbei ist zu beachten das mit dem Menü **Isolate** der Abstand der Polygon- Fläche zu den anderen Leitern eingestellt wird. Eine Polygon-Fläche kann mit dem Menü **Name** einem Signallayer zugeordnet werden.

Abstände:

Neben den Vorgaben des Platinenherstellers ist bei den Abständen der Leiter auch auf die Spannungsüberschlagsfestigkeit zu achten.

Als grobe Richtwerte gelten 0.5mm bei 20V und 5mm bei 230V.

Alle im E-HF Labor des FB VII angefertigten Platinen sind maximal zweiseitig. Die Platinenabmaße sind im Layer Dimension darzustellen.

Einzuhaltende Maße bei Erstellung der Platine mit dem Fräsbohrplotter LPKF Promat C100/HF:

Die Platinenabmaße betragen maximal 220x130 mm.

Leiterbahnabstand und Breite beträgt mindestens 0.2mm. Dieses Maß gilt auch für den Abstand der Polygonflächen.

Bohrungen: 0.6mm , 0.7mm , 0.8mm , 0.9mm , 1.0mm , 1.1mm , 1.3mm , 1.5mm , 2.0mm , >2.0mm jeder Wert

Einzuhaltende Maße bei der Erstellung der Platine mit einer Ätzküvette:

Die Platinenabmaße betragen maximal 100x160mm. Es ist vorzugsweise eine einseitige Platine vorzusehen.

Leiterbahnbreite mindestens 0.3mm, Leiterbahnabstand mindestens 0.6mm

Bohrungen ab 0.8mm in 1/10mm Schritten bis 10mm

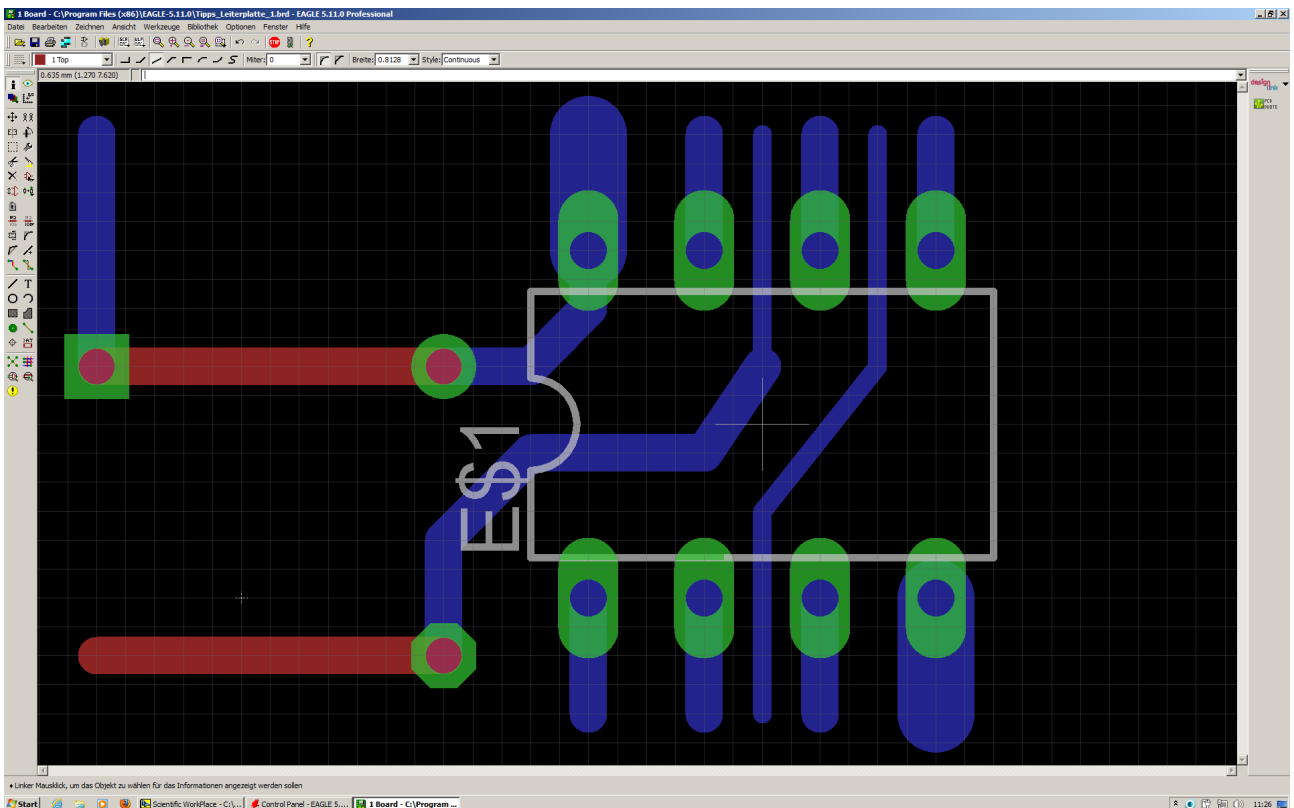
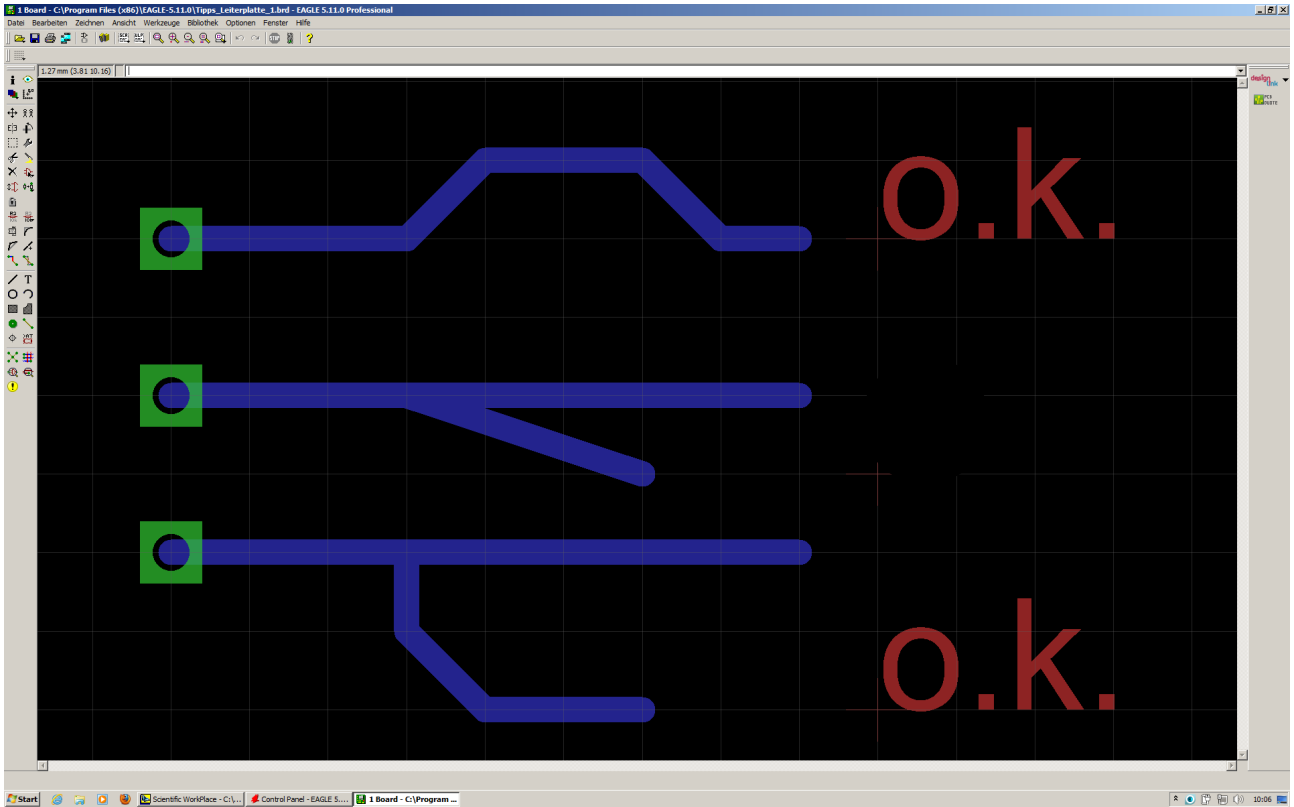
Strombelastbarkeit von Kupfer Leiterbahnen auf Basismaterial FR4 (Herstellerangaben)

Cu-Schichtstärke=35µm

Leiterbahn-
breite Max. Strom in Abhängigkeit zur Temperaturerhöhung
des Leiters gegenüber der Raumtemperatur in Kelvin

	10 K	20 K	30 K	45 K	60 K
0.25 mm	0.5 A	0.8 A	1.0 A	1.3 A	1.6 A
0.5 mm	1.0 A	1.6 A	2.0 A	2.5 A	3.0 A
1.0 mm	2.2 A	3.0 A	3.6 A	4.2 A	4.8 A
1.5 mm	3.0 A	3.8 A	4.6 A	5.3 A	6.5 A
2.0 mm	3.8 A	5.0 A	6.5 A	7.5 A	8.5 A
3.0 mm	4.5 A	6.5 A	8.0 A	9.5 A	11.0 A
4.0 mm	6.0 A	8.5 A	10.0 A	12.0 A	13.5 A
5.0 mm	7.0 A	10.0 A	12.0 A	14.5 A	16.0 A
6.0 mm	7.5 A	11.0 A	14.0 A	16.0 A	18.0 A
8.0 mm	9.0 A	14.0 A	17.0 A	20.0 A	22.5 A
10.0 mm	10.0 A	16.0 A	20.0 A	23.0 A	26.0 A

Beispiele für die Leiterbahnführung:



Auf dieser Abbildung sind die Vorzugsrichtungen der Leiter zu erkennen. Für den Top Layer (rot) ist die Vorzugsrichtung waagerecht und für den Bottomlayer (blau) senkrecht.