

## **Auftragerteilung**

- Auftrag wird **per Email vom Projektleiter** selbst übermittelt
- die Email enthält das Eagleboard \*.brd sowie Informationen über Funktion und Besonderheiten des Projektes
- Board-File
  - Filename des Auftrages:
    - Klasse-Betreuer-Platinenname-Version  
z.B: 1AHEL-KRIG-Temp-V1.brd
  - bitte keine Sonderzeichen außer „-“ und „\_“ in Dateinamen
- Kurze Beschreibung (drei Zeilen) des Projekts und Anmerkungen über Besonderheiten (z.B. wenn ein zweiseitiges Layout eigentlich einseitig ist und der zweite Layer mit Drahtbrücken ausgeführt wird)
- DRU-Datei (Design-Rules) angeben, wenn spezielle Rules verwendet werden die neue DRU-Datei mitschicken und Anmerkung machen
- sind Warnungen oder Fehler vorhanden, bitte entsprechend kommentieren.

## **Kontrolle vor der Abgabe**

- Printbeschriftung:
  - Es muss an Hand der Printbeschriftung eine eindeutige Zuordnung zum Projekt möglich sein, z.B. 2AHEL-KRIG-TEMP-1
  - bei beidseitigen Prints Beschriftung auf jeder Seite (zur Kontrolle ob die Folie irrtümlich gespiegelt ist geätzt wird)
- Fehler:
  - ERC/DRC nicht vergessen
  - Eagle-Befehl „ERC;“ und „DRC;“ - Strichpunkt beachten!
  - es dürfen keine Fehler/Warnungen vorhanden sein
  - verbleibende Fehler „billigen“
  - „Fehler“ die keine sind und sonstige Auffälligkeiten durch eine Anmerkung bei Auftragserteilung kennzeichnen
- Designrules
  - benutztes .DRU File im Auftrag angeben
  - bei geänderten Design-Rules unter neuem Dateinamen das .DRU File mit dem Auftrag mitschicken.
- Ratsnests (Airwires):
  - es dürfen keine Ratsnests enthalten sein (Kontrolle durch Eagle-Kommando: disp none unrouted )
  - Airwires, die in einer fertigen Printplatte zu finden sind, verursachen

immer wieder Bauchweh. Entweder ist die Platte nicht fertig, oder es wurde unsauber gearbeitet. Bitte darauf achten, dass die Airwires alle geroutet werden.

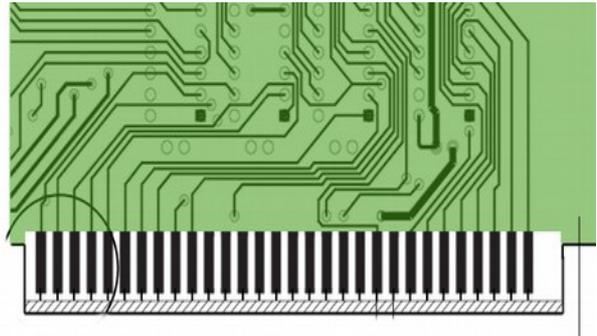
- VIAS über PADS
  - Nicht erlaubt.
- Eagle-Default-Libraries
  - **Bauelemente der Standard-Libraries dürfen nicht verändert werden**  
( verschiedene Projekte werden zu einer Fertigungsdatei zusammengefügt. Habe ich jedoch verschiedene Bauteildefinitionen, so gibt das zuletzt eingespielte Board alle Definitionen vor - und dann müssen wir alle Projekte einzeln fertigen, egal wie klein.)
  - Ist eine Änderung eines Standardbauteils notwendig muss daher ein neues Bauteil erzeugt und in das Projekt eingebunden werden (Vorgangsweise siehe unten)
- Montagebohrungen (Holes):

Es macht zeitlich kaum einen Unterschied, ob ein Loch mit 1mm gebohrt oder mit 3,2mm gefräst wird. Daher ist es auch erwünscht, Montagelöcher am Board einfach **als Hole** (und nicht als PAD) mit dem entsprechenden Durchmesser zu definieren.
- Printgröße
  - Euroformat
  - Sonderformate vermeiden; möglichst versuchen, einen Eurokarte optimal zu nutzen
  - Maximum A4 mit Rand abhängig vom Drucker (Bungard FR4); bitte nur in Ausnahmefällen
- gefräste Printkontur:
  - Prints mit einer Endkontur in einer Größe von 96 x 156mm können wir problemlos fräsen
- Einseitig oder doppelseitig?
  - Vorzugsweise einseitig
  - zweiten Layer nicht ausschließlich für Beschriftung nutzen
  - Einseitiger Print mit Drahtbrücken  
Die Drahtbrücken können über einen zweiten Layer realisiert werden. Beim Auftrag bitte entsprechend anmerken.
  - Drahtbrücken mit dem Autorouter:  
Autorouter-Einstellungen: die Kosten für den zweiten Layer und die Vias in allen Tabs der Autorouter-Konfiguration auf Maximum (99) setzen und die verbleibenden Leitungen auf dem zweiten Layer als Drahtbrücken ausführen (evtl. händisch orthogonal ausrichten)
- Der Printrand (Distance Copper/Dimension)
  - Die Umlaufkanten sollten in einem Bereich von 2mm (80mil)

leiterbahnfrei sein.

- Achtung! Default-Einstellung in Eagle ist 40mil

- Oft ist es so, dass Anschlusspads



die Dimensionlinien berühren, sodass es bei qualitativer Herstellung der Platte zu Signalkurzschlüssen kommen kann. Wir sehen das meist vorher und können bei den Vorlagen bei Bedarf die Printrandlinien weglassen. Trotzdem: Besser keine Überschreitung des Printrandes

- Das Metrische System
  - Printhauptmaße/Montagebohrungen metrisch ist wünschenswert
- Printumrandungen fräsen
  - müssen eine geschlossene Kontur aufweisen
  - Dimension Layer Dicke 0
- Bemaßung / Drill Legends
  - Zusatzinformationen dürfen nicht auf den Kupfer-Layern angelegt werde; unbedingt auf Dokumentlayer (Document, tDocu,bDocu)
  - Krigovsky will am liebsten keine Zusatzlayer sondern nur die für das Ätzen und Bohren nötigen Layer (wegen Zusammenfügen mehrerer Projekte in ein gemeinsames Design für die Fertigung).
- Positionierungsecken
  - keine Positionierungssymbole
  - Zwecks Fertigung vergeben wir selbst unsere eigenen „Eckel und Winkel“. Ihr braucht das nicht zu zeichnen – uns ist es sogar lieber, wenn da nur der Printrand existiert.
- Fräskanäle in der Printplatte
  - Fräsbohrplotter: der kleinste Fräser hat den Durchmesser 1mm.
  - Fräskanäle (Durchfäsungen): Dimension-Layer mit Linienbreite 0. Mindestabstand zwischen den Linien ist selbstverständlich 1mm und es muss eine geschlossene Kontur sein

## **Design-Rules**

- Leiterbahnbreiten
  - so dick wie möglich, 2mm (80mil)

- 15mil (für Leiterbahn -Längen bis max. 10cm)
- Mindestdicke: 10mil (für Leiterbahn-Längen von max. 1cm)
- Vias
  - Restring: 20mil
  - 12mil (0.3mm) minimal
- Pads
  - Restring: 20mil
  - 12mil (0.3mm) minimal
- Clearances (Abstände, Isolate)
  - 12mil
  - 10mil minimal
  - vor dem Freirechnen von Polygonen (Eagle Befehl „ratsnest“) auf minimal 20mil setzen

### ***Printmaterial***

- fotopositives FR4 Printmaterial der Firma Bungard
- Probleme (lt. Ronald Krigovsky): ·Die Fotolackdicken aus Platten der gleichen Charge sind (immer) verschieden. Ein Schüler ist nicht in der Lage, alleine aus der Farbschattierung des Fotolackes eine Entscheidung über eine allfällige Belichtungskorrektur durchzuführen. Wir entgehen diesem Problem dadurch, dass wir die Belichtungszeit etwas höher ansetzen als nötig. Es sei angemerkt, dass deswegen auch unser Vordruck entsprechend schwarzdeckend sein muss. Ist bei einer Platte der Lack dicker, so reicht die Belichtungszeit für eine Durchbelichtung gerade noch aus, jedoch ist die Löslichkeit des Fotolackes in unserer „Standard“ Lauge nicht mehr ausreichend. Deswegen haben wir eine zweite, etwas stärkere Lauge, die dieses Problem behebt. Das Verhalten der Platte beim Entwickeln bleibt so gleich – also einfach für den Schüler.

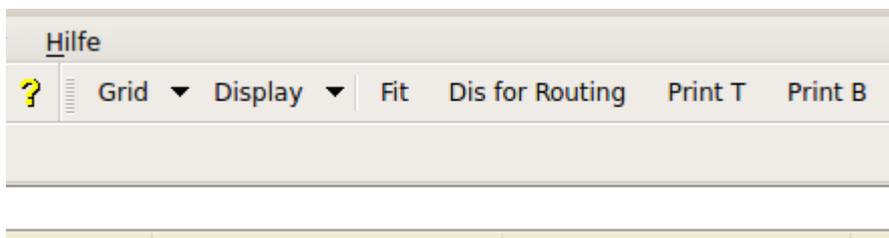
Wenn Printmaterial altert, dann zeigt sich das hauptsächlich am schwarzen Kleber der Deckfolie. Durch Luftzutritt kommt es offensichtlich an den Kanten des Printmaterials zur Oxidation des Klebers, wodurch sich dieser kaugummiartig verändert und sich nicht mehr abziehen lässt. Altes Printmaterial lässt sich meistens problemlos verwenden, wenn vorher 5mm Ränder weggeschnitten werden. Erfahrungsgemäß hält Fotolack bei Raumtemperatur mindestens 5 Jahre ohne Qualitätsverlust, meist auch länger.

### ***Nützliche ULP's***

- drillaid.ulp
  - hilfreiches ULP; verkleinert die Löcher in den Pads und Vias und hilft so

- beim Zentrieren des Bohrers
- es wird Layer 144 eingefügt
- beim Bohren mit HSS Bohrern biegt sich der Bohrer und wird in das Bohrloch „hineingezogen“, Hartmetallbohrer bohren dort wo man sie aufsetzt.
- exp-lbrs.ulp (eagle 6.4, früher export-project-library)
  - exportiert alle Bauteile des Projektes in eine einzige Lib im Projektordner
  - fehlendes Bauteil? => ähnliches Bauteil in das Projekt einbauen und dann per exp-lbrs.ulp exportieren, durch das exportierte Bauteil ersetzen und abändern. So ist gewährleistet, dass man nicht irrtümlich eine System-Lib verändert

## ***Eagle Menü Skript***



Unter <http://kner.at/home/60.Elektronik/eagle/menu/index.html>

gibt es das Menü als Download; es ist ein Eagle-Skript, also eine Textdatei und kann daher leicht angepasst und erweitert werden.

Es gibt leichte Abweichungen für Eagle Version 6 und Version 5.

Im Moment hat es folgende Funktion

- grid umstellen
- die richtigen Layer aktivieren für Bestückungsplan/Layout usw.
- beim Drucken die richtigen Layer einschalten
- die richtigen Einstellungen für das Routen

## ***Ändern eines Bauteils der Standardbibliotheken***

1. Standardbauteil in einen leeren neuen Schaltplan einfügen
2. ULP exp-lbrs.ulp starten und alle Bauteile des Schaltplans exportieren
3. neue Bibliothek umbenennen
4. neue Bibliothek benutzen //Bibliothek/Benutzen
5. Bauteile abändern

6. evtl. mit dem Eagle-Befehl REPLACE bestehende Bauteile im Schaltplan gegen das neue Bauteil austauschen

### ***Eagle Version 6 / Freeware***

Eagle in der Version 6 werden im Moment nicht unterstützt. Die Platinen können aber trotzdem geätzt werden. Sägen und Bohren muss dann von Hand in Eigenregie gemacht werden. (???)