

Kurzanleitung Leiterplattendesign mit EAGLE

26.11.18 – 14 pk

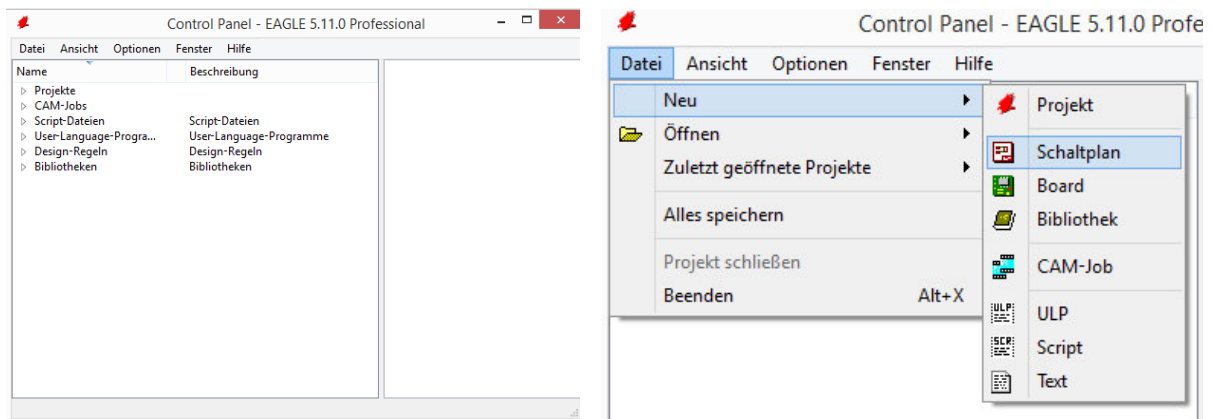
Mit dem Programm EAGLE soll eine Leiterplatte entworfen werden, d.h. eine sogenannte „gedruckte Schaltung“. Auf einer Trägerplatte (glasfaserverstärktes Epoxidharz) befinden sich auf einer Seite oder beiden Seiten Kupferbahnen. Bauteile (z.B. Widerstände, Kondensatoren, Halbleiterbauteile wie Dioden, Transistoren, Leuchtdioden oder integrierte Schaltungen, ICs) werden durch Löten mit den Kupferbahnen verbunden, die Anschlussdrähte der Bauteile werden durch Bohrungen der Leiterplatte gesteckt oder bei oberflächenmontierten Bauteilen (surface mounted devices, SMD) direkt aufgelötet.

Bedienung des Schaltplan-Editors von EAGLE

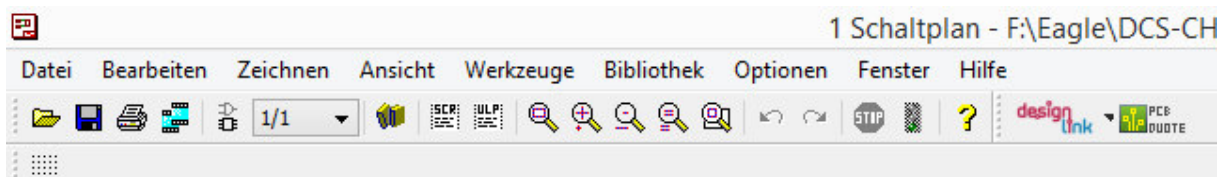
Öffnen Sie das Programm EAGLE (entweder aus dem Startmenü Programme > EAGLE oder auf dem Desktop das Symbol mit dem roten Adler:



Es öffnet sich das „Control Panel“. Im Menü **Datei** wählen Sie **Neu > Schaltplan**



Es erscheint ein leeres Zeichenfeld. Am oberen Bildrand finden Sie die üblichen Werkzeuge zum Öffnen und Speichern von Dateien, zum Drucken oder Zoomen. Einige Funktionen können Sie auch über die Funktionstasten F2 bis F10 aktivieren (siehe unten):



Bei den **Zoom-Funktionen** („Fit“, auch über Funktionstaste F2) automatisch die ganze Zeichnung darstellen.

Mit den Symbolen + (auch: F3) und – (auch: F4) daneben vergrößern oder verkleinern Sie.

Das 2. Symbol von rechts „redraw“ zeichnet neu, das kann manchmal sinnvoll sein. Diese Funktion ist auch mit (Alt + F2) ausführbar.

Wenn Sie das Symbol rechts anklicken, können Sie mit der linken Maustaste ein Fenster aufziehen, danach wird nur dieser Bereich vergrößert angezeigt.

Die beiden Symbole   sind **Undo** (auch: F9) und **Redo** (auch: F10)

Besonders wichtig ist die **Werkzeugleiste links** (Befehlsmenü) mit zahlreichen Funktionen. Beachten Sie: Je nach aktivierter Funktion werden am oberen Rand des Zeichnungsfeldes zusätzliche Optionsmenüs sichtbar, wo z.B. Größen, Breiten, Linienverläufe usw. einstellbar sind.

Info			Show
Display			Mark
Move			Copy
Mirror			Rotate
Group			Change
Paste			
Delete			Add
Pinswap			Replace
Gateswap			
Name			Value
Smash			Miter
Split			Invoke
Wire			Text
Circle			Arc
Rect			Polygon
Bus			Net
Junction			Label
Attribute			Dimension
Erc			Errors

Die wichtigsten Befehle sind:

Display: Der Schaltplan hat mehrere Zeichnungsebenen (Layer), z.B. für die Symbole (z.B. Widerstand), deren Namen (z.B. R2) und Wert (z.B. 10 k) oder die Verbindungslinien (Nets). Sie lassen sich durch Anklicken der Nummer ein- und ausschalten

Layers:	
Nr	Name
91	Nets
92	BusSES
93	Pins
94	Symbols
95	Names
96	Values
97	Info
98	Guide

Move: Bauteile, Netze usw. bewegen. Wenn Sie eine Netzlinie nahe dem Ende/der Ecke anklicken, bewegen Sie nur diese Seite. Anklicken etwa in der Mitte bewegt beides, also die ganze Linie.

Mirror/Rotate: horizontal spiegeln oder drehen. Bei aktiviertem Move geht drehen auch mit Rechtsklick.

Group: Mit gedrückter linker Maustaste ein Fenster aufziehen ODER durch zahlreiche Einzellinksklicks ein Polygon um eine Bauteilgruppe zeichnen (Rechtsklick schließt das Polygon). Die so definierte Gruppe kann dann mit Rechtsklick als Ganzes bewegt oder bearbeitet werden.

Add: Bauteilbibliothek und neues Bauteil wählen

Name/Value: Bauteilnamen oder -wert eingeben/ändern

Split: Zusätzliche Ecken (Knicke) in Linien einfügen.

Text: Texte hinzufügen.

Net: Elektrische (grüne) Verbindungslinien zeichnen (bitte *nicht* mit Wire oder Bus), mit **Label** werden Netznamen zugefügt (Netz anklicken und Text mit Klick dann danebensetzen), mit **Junction** bei Bedarf Verbindungspunkte zugefügt.

Erc = electrical rule check, Prüfung auf evtl. Verdrahtungsfehler (z.B. Kurzschlüsse durch Verbindung zweier Ausgänge.)

Errors zeigt die Fehler (erneut) an.

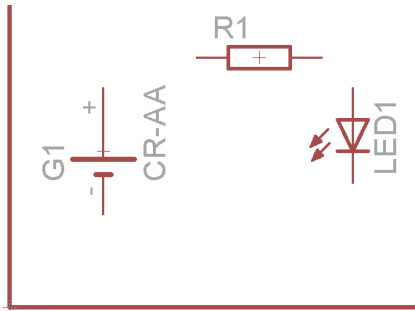
Ein sehr einfacher Schaltplan wird gezeichnet

Mit **Add** gehen Sie in die Bibliothek **frames** und wählen dort **DINA4_L**, also einen Zeichnungsrahmen DIN A4 im Querformat. Setzen Sie das Symbol (vielleicht sehen Sie gerade nur dessen linke untere Ecke) auf dem Nullpunkt (kleines Kreuz) des Zeichnungsfeldes ab (Linksklick).

Fügen Sie mit **Add** dann noch hinzu:

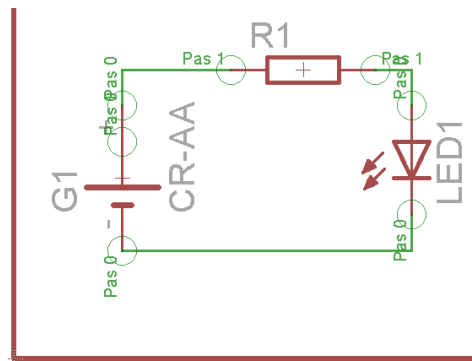
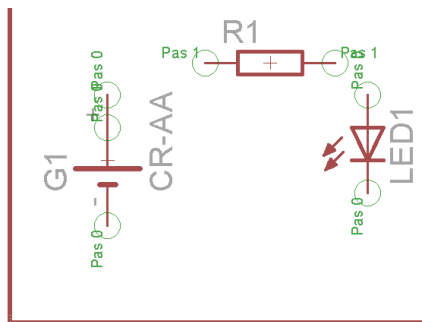
- Eine Batterie (Bibliothek **battery**, Symbol **CR-AA**)
- einen Widerstand (Bibliothek **rcl**, Unterordner **R_EU_**, Symbol **R-EU_0207/7**)
- eine LED (Bibliothek **LED**, Unterordner **LED**, Symbol **LED5MM**)

und platzieren Sie die Bauteile in etwa so wie dargestellt:




Schalten Sie sich ggf. mit **Display** den Layer **Pins** ein, dann sehen Sie an den Bauteilenden grüne Kreise (siehe Abb. unten links). Hier und nur hier (!) können Sie mit **Nets** die Verbindungslinien ansetzen: Erster Linksklick, dort wo das Netz beginnen soll, zweiter Linksklick, wo es enden soll.

Zeichnen Sie diese Verbindungen ein, etwa so wie im rechten unteren Bild. Sie müssen nicht ganz genau die Bauteilenden treffen, denn eine Fangfunktion lässt Netzenenden nur an bestimmten Rasterpunkten zu. Es darf eben nur nicht außerhalb des grünen Kreises begonnen/geendet werden, sonst ist die Verbindung nicht angelegt.

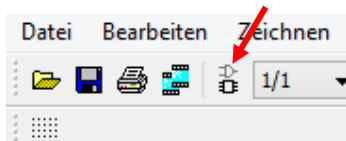


Manchmal kommt es vor, dass der **Mauszeiger nahe an zwei oder mehr Objekten** liegt und das Programm beim Anklicken nicht entscheiden kann, welches Objekt gemeint ist. Dann verwandelt sich

der Mauszeiger (kleines oder großes Kreuz) in ein kleines Kreuz mit Pfeilen  und eines der möglichen Objekte leuchtet heller auf. Wenn dieses hellere Objekt das gewünschte ist, sagen Sie **mit Linksklick JA**, andernfalls **mit Rechtsklick NEIN**. Nach jedem Nein leuchtet ein anderes mögliches Objekt heller auf. Klicken Sie solange rechts, bis das gewünschte aufleuchtet, dann links. Die Auswahl ist zyklisch, d.h. irgendwann leuchtet wieder das zuerst abgelehnte Objekt auf usw.

Damit ist der Schaltplan fertig. Nun müssen wir das zugehörige Board (die Leiterplatte) definieren.

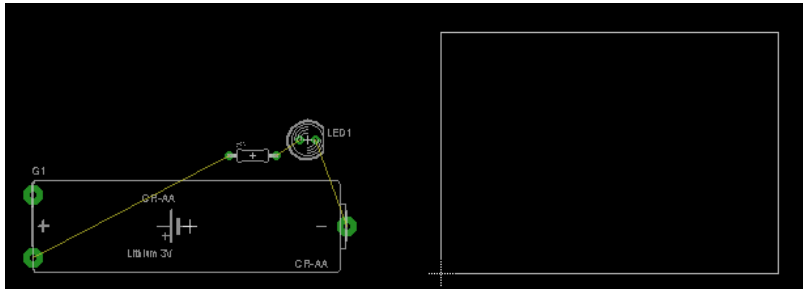
Mit dem Symbol „board“ (links neben dem Fenster „1/1“ oben) wechseln wir zum **Layouteditor**.



Es erscheint die Frage, ob ein neues Board erzeugt werden soll, weil es dieses noch nicht gibt. Beantworten Sie diese mit Ja. Wir sind nun im Layouteditorfenster. Mit dem (fast) selben Symbol können Sie dort zurückschalten in den Schaltplan-Editor

Bedienung des Layout-Editors von EAGLE

Sie sehen nun eine leere Platine, angedeutet durch die weißen Linien. Links daneben sind die Bauteile angehäuft.



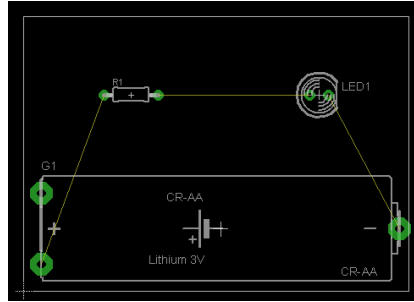
Die Bauteile sind mit dünnen gelben „Luftlinien“ verbunden, die sich beim Bewegen der Bauteile wie Gummibänder verhalten. Diese Linien stellen die elektrischen Verbindungen aus dem Schaltplan dar.

Auch der Layout-Editor hat am linken Bildrand ein Befehlsmenü.

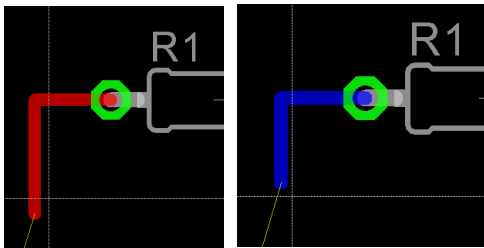
Einige Funktionen sind denen aus dem Schaltplan sehr ähnlich oder sogar gleich:

Info		Show		Die wichtigsten Befehle sind:		Layers:	
Display		Mark		Display. Das Layout hat mehrere Zeichnungsebenen (Layer), z.B. für die Kupferbahnen der Bauteilseite oben (top) und Lötseite unten (bottom) , an den Pads werden die Bauteile festgelötet.	Nr	Name	
Move		Copy		Mit Vias (Durchkontaktierungen) werden top- und bottom-Leitungen verbunden (siehe unten)	16	Bottom	
Mirror		Rotate		Unrouted („noch nicht verlegt“) sind die gelben Luftlinien. Für die top- und bottom-Seite gibt es Bauteilsymbole (tPlace/bPlace), Bauteilmarker (t/bOrigins), um die rotiert und an denen „angefaßt“ wird (ohne Origins-Layer können sie die Bauteile nicht bewegen!). In den Layern t/bNames und t/bValues sind die Namen und Werte sichtbar.	17	Pads	
Group		Change		(Layer 29-43 sind nicht so wichtig)	18	Vias	
Paste		Add		Drills/Holes/Milling sind Bohrungen und Fräsungen. Interessant sind noch die Docu -Layer mit zusätzlichen Details der Bauteilsymbole.	19	Unrouted	
Delete		Replace		Die Layer lassen sich durch Anklicken der Nummer ein- und ausschalten.	20	Dimension	
Pinswap		Value			21	tPlace	
Lock		Miter			22	bPlace	
Name		Optimize			23	tOrigins	
Smash		Ripup			24	bOrigins	
Split		Text			25	tNames	
Meander		Arc			26	bNames	
Route		Polygon			27	tValues	
Wire		Signal			28	bValues	
Circle		Attribute			44	Drills	
Rect		Auto			45	Holes	
Via		Drc			46	Milling	
Hole					47	Measures	
Dimension					48	Document	
Ratsnest					49	Reference	
Erc					51	tDocu	
Errors					52	bDocu	

Aktivieren Sie zuerst die Funktion **Move**, klicken Sie die Bauteile an, drehen Sie sie eventuell (mit Rechtsklicks) und plazieren Sie sie in etwa so wie nebenstehend abgebildet. Danach ist es oft sinnvoll, den **Ratsnest**-Befehl auszuführen.



Aktivieren Sie nun die **Route**-Funktion und linksklicken Sie in der Nähe eines grünen Pads auf eine Luftlinie. Der Bereich zwischen diesem Pad und dem Mauszeiger verwandelt sich in eine rote oder blaue Kupferbahn.

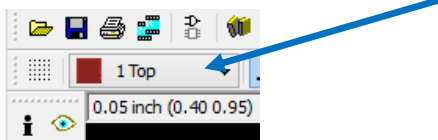


Rot bedeutet: Die Kupferbahn ist auf der Platinen**oberseite (top 1)**.

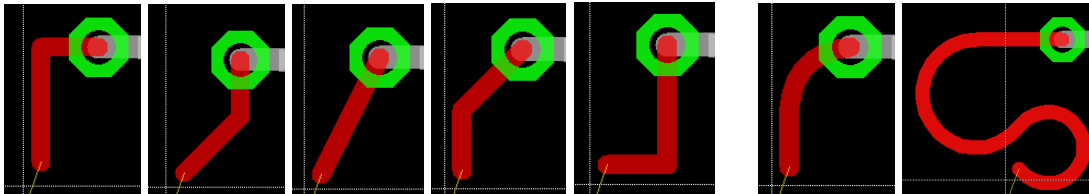
Blau bedeutet: Die Kupferbahn ist auf der Platinen**unterseite (bottom 16)**, wobei Sie immer *von oben* durch eine transparente Platine sehen.

(In der Vollversion sind bis zu 16 Layer möglich, d.h. Leiterplatten mit weiteren 14 Zwischenlagen)


Mit der **mittleren** Maustaste können sie (während der Route-Funktion) zwischen den beiden Varianten schnell umschalten. Das Umschalten geht aber auch über das Menu links oben.



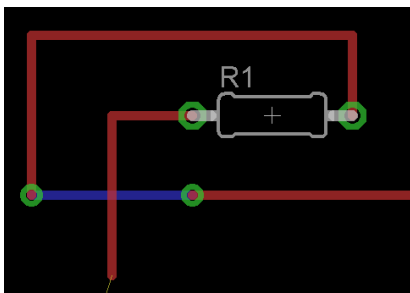
Mit der **rechten** Maustaste können sie (während der Route-Funktion) zwischen verschiedenen „Knickwinkel“-Varianten umschalten. Es ist nämlich sinnvoll, Leiterbahnen nur unter 0, 45 oder 90 Grad abzuwinkeln, damit Mindestabstände besser kontrollierbar sind. Die Abbildungen zeigen die wichtigsten Varianten. (Runde oder S-förmige wie ganz rechts machen in der Regel keinen Sinn!)



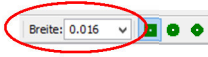
Mit Linksklick setzen Sie einen festen Punkt für die Leiterbahn, von wo aus sie weiter verlegen können. Mit Mittelklick wechseln Sie wie gesagt den Layer. Bei einer teilweise verlegten Leiterbahn wird beim Layerwechsel automatisch eine Durchkontaktierung (Via) erzeugt.

Mit dem Menü am oberen Bildrand  können Sie (während der Route-Funktion) die Form des Vias (Quadrat, Kreis, Achteck) ändern. Bitte stellen Sie aus layouttechnischen Gründen **runde Vias** ein, denn quadratische können problematisch sein, wenn an ihnen unter 45 Grad eine Leiterbahn vorbeiläuft.

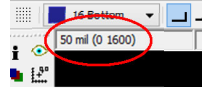
Die folgende Abbildung zeigt Ihnen eine (absichtlich etwas kompliziert) verlegte Leiterbahn.



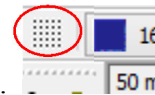
Sie sehen: Ein Layerwechsel ist immer dann notwendig, wenn sich zwei Leiterbahnen **kreuzen**, denn auf demselben Layer würde es ja einen Verbindung zwischen unterschiedlichen Signalen geben.

Mit dem bereits erwähnten Menü am oberen Bildrand  können Sie (während der Route-Funktion) auch die Breite der Leiterbahn ändern. Der Zahlenwert bezieht sich auf Millimeter (mm) oder Milli-Inch (mil) d.h. $25,4 \text{ mm} / 1000 = 25,4 \text{ um}$. Daneben gibt es noch Mikrometer (mic) und ganze Zoll (1 inch = 25,4 mm). Bauteile mit vielen Pins haben diese oft im Raster von 100 mil.

Welche Einheit gültig ist, sehen Sie an der linken oberen Ecke des Zeichnungsfensters



Hier verrät „50 mil“ die Einheit mil. Die 50 mil geben dabei den Wert des Gitterrasters an, auf dem Sie Bauteile und Leiterbahnen plazieren können. Die beiden Zahlen in der Klammer sind die aktuellen Mauszeigerkoordinaten bezogen auf den Ursprung (linke untere Ecke der Platine)

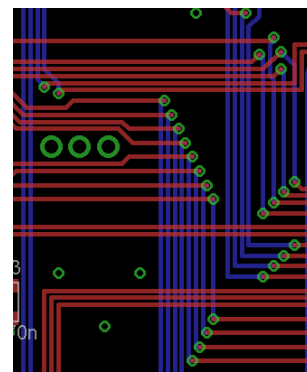
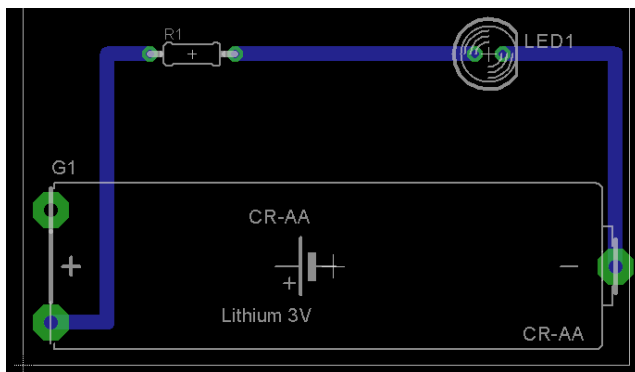


Wenn Sie auf das „Punktfeld“ in der Abbildung links oben klicken ... 

öffnet sich das „Grid-Menü“, wo Sie Änderungen des Rasters und der Einheit vornehmen können. Dort können Sie das Raster auch als Punkt- oder Strichgitter sichtbar machen (aber auch über F6 ein- und ausschalten).

Bitte stellen Sie kein beliebig feines Raster ein, weil sich auf einem groben Raster (z.B. 50 mil = 1,27 mm) leichter gerade Linien und Mindestabstände realisieren lassen.

Eine wichtige Technik für ein erfolgreiches Routen ist das **Einhalten von Vorzugsrichtungen**. Solange z.B. auf dem top-Layer alle Leiterbahnen senkrecht verlaufen und auf dem bottom-Layer alle Leiterbahnen waagrecht verlaufen, kann es auf keinem der Layer zu Überkreuzungen kommen. Das bedeutet: Bei jedem Richtungswechsel wird zwischen den beiden Layern umgeschaltet. Das müssen Sie natürlich nur soweit einhalten, wie es von der Leiterbahndichte her nötig ist. Bei einfachen Layouts wie in unserem Beispiel können Sie problemlos alles auf einem Layer routen.



Beispiel für Vorzugsrichtungen

Damit ist das Layout fertiggestellt!

Noch ein Tipp: Speichern Sie Ihr Layout regelmäßig (am besten alle paar Minuten) ab, damit Ihnen Ihre Arbeit nicht verlorenght, falls sich das Programm oder der PC „aufhängt“!