

EAGLE 3.5

Schaltplan - Layout - Autorouter

Trainingshandbuch

Copyright © 1999 CadSoft Computer GmbH
www.cadsoft.de

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkung	6
2 Systemvoraussetzungen	6
3 Eigenschaften von EAGLE (Professional-Version)	6
Allgemein	6
Layout-Editor	7
Schaltplan-Editor	7
Autorouter-Modul	7
4 Einschränkungen der Freeware-Version	7
5 Wie Sie dieses Trainingshandbuch benutzen sollten	8
6 Installation und Programmstart	8
Windows95/98/NT	8
Andere Betriebssysteme	9
7 Individuelle Programmeinstellungen	9
8 Das EAGLE-Bedienungskonzept	9
9 Typografische Festlegungen	10
Selektieren von Menüpunkten	10
Mausklick	10
Verschiedene Eingabe-Alternativen	10
Funktionstasten und Tastenkombinationen	13
Befehls- und Parametereingabe über die Kommandozeile	13
10 Control Panel	13
EAGLE-Dateien	14
EAGLE Project File	15
11 Datei laden und Bildschirmausschnitt wählen	15
12 Dargestellte Layer wählen	16
13 Raster und Einheit einstellen	17
14 Linien, Kreise, Kreisbögen, Rechtecke und Texte	18
Der WIRE-Befehl	18
Linienstärke ändern	19
Objekt in anderen Layer bringen	19
Undo/Redo	20

Der CIRCLE-Befehl	20
Der ARC-Befehl	21
Der RECT-Befehl	21
Der TEXT-Befehl	22
Platzhaltertexte	23
15 Bibliotheken benutzen	23
Der USE-Befehl	23
Der ADD-Befehl	24
Der INVOKE-Befehl	25
16 Schaltplan erstellen	26
Raster	26
Zeichnungsrahmen anlegen	26
Text im Schriftfeld hinzufügen und ändern	27
Eingabe einer Schaltung	28
Der BUS-Befehl	31
Der DELETE-Befehl	31
Der NAME-Befehl	32
Der LABEL-Befehl	32
Der NET-Befehl	32
Der SHOW-Befehl	33
Der MOVE-Befehl	33
History-Funktion	34
Zeichnung vervollständigen	34
Der JUNCTION-Befehl	34
Der SMASH-Befehl	35
Der VALUE-Befehl	35
Der Electrical Rule Check (ERC)	36
17 Funktionstasten	36
18 Automatische Forward&Back-Annotation	37
Platinendatei aus Schaltplan erzeugen	37
19 Entwurf einer Leiterplatte	38
Platine ohne Schaltplan anlegen	38

Platinenumrisse definieren	38
Standard-Raster (Default-Grid)	39
Bibliothek zum Benutzen laden	39
Bauteile plazieren	39
SMD-Packages plazieren	40
Namen vergeben	40
Werte vergeben	40
Signale definieren	41
Platine aus Schaltplan anlegen	41
Board-Datei erzeugen	42
Bauteile anordnen	42
Autorouter: kleine Kostprobe	43
Manuell routen	43
Platine ändern	44
Weitere Anwendung des Layout-Editors	44
DISPLAY-Befehl	44
MOVE-Befehl	45
GROUP-Befehl	45
SPLIT-Befehl	46
CHANGE-Befehl	46
ROUTE-Befehl	47
RIPUP-Befehl	47
SHOW-Befehl	47
Bildschirm auffrischen	47
UNDO/REDO	47
Versorgungs-Layer	48
Copper Pouring	49
20 Autorouter	50
21 Design Rule Check	51
22 Bibliotheken	52
23 Ausgabe von Zeichnungen und Fertigungsdaten	52
Schaltplan mit dem PRINT-Befehl ausgeben	53

Gerber-Daten mit dem CAM-Prozessor erzeugen	54
24 Flexible Datenausgabe mit EAGLE User Language	55
25 Script-Dateien — flexible Eingabeschnittstelle	55

1 Vorbemerkung

Dieses Trainingshandbuch gibt eine schnelle Einführung in die Benutzung des Elektronik-CAD-Pakets EAGLE. Es reißt zwar einen großen Teil der zur Verfügung stehenden Befehle an, geht aber nicht auf die vielen Feinheiten ein, die das Programm ungemein flexibel machen — etwa auf die Möglichkeiten der Befehle SET, SCRIPT und RUN (siehe Help-Funktion).

Ziel des Trainingshandbuches ist es, den Benutzer in die Lage zu versetzen, ein ernsthaftes Projekt durchzuführen. Im Laufe der ersten Entwicklungen sollte er aber mit Hilfe des EAGLE-Referenz-Handbuchs und der Help-Funktion seine Kenntnisse weiter vertiefen, damit er EAGLE voll ausnutzen kann.

2 Systemvoraussetzungen

EAGLE ist ein sehr leistungsfähiger Grafikeditor, der für den Entwurf von Platinen-Layouts und Schaltplänen optimiert ist. Voraussetzung für seinen Betrieb sind:

- ein IBM-kompatibler Computer (ab 386), Windows 95/98, Windows NT, Linux oder DOS,
- eine Festplatte mit mindestens 30 MByte freiem Plattenplatz.

Ausgabe: auf Drucker, Plotter, Fotoplotter und Bohrmaschine, als Grafikdatei oder vom Benutzer programmiert mit User Language.

3 Eigenschaften von EAGLE (Professional-Version)

Allgemein

- maximale Zeichenfläche 64 x 64 Zoll (ca. 1,6 x 1,6 m)
- Auflösung 0,0001 mm (0,1 micron)
- Raster in Millimeter und Zoll einstellbar
- Bis zu 255 Zeichnungs-Layer
- Ausführen von Befehlsdateien
- C-ähnliche Benutzersprache
- Einfaches Bearbeiten von Bibliotheken

Layout-Editor

- Konventionelle und SMD-Technik (auf beiden Seiten)
- Bis zu 16 Signal-Layer
- Design Rule Check (prüft z.B. Platine auf Kurzschlüsse)
- Copper Pouring (Auffüllen z. B. mit Massefläche)

Schaltplan-Editor

- Bis zu 99 Blätter pro Schaltplan
- Online-Forward&Back-Annotation zwischen Schaltplan und Platine
- Automatische Platinen-Generierung
- Automatische Verdrahtung der Versorgungsspannung
- Electrical Rule Check (prüft Schaltplan)

Autorouter-Modul

- Vollständig in die Basis-Software integriert
- Wechsel zwischen manuellem und automatischem Routen in jedem Entwicklungsstadium der Platine
- Ripup-und-Retry-Algorithmus
- Steuerung durch Kostenfaktoren (vom Benutzer definierbar)
- Kleinstes Routing-Raster 4 Mil
- Platzierungsraster beliebig
- Bis zu 16 Signal-Layer (mit einstellbaren Vorzugsrichtungen)
- Davon bis zu 14 Versorgungs-Layer

4 Einschränkungen der Freeware-Version

Die als Freeware erhältliche Light-Version hat folgende Einschränkungen:

- Die Platinenfläche ist auf 100 x 80 mm begrenzt.
- Es stehen nur zwei Signal-Layer zur Verfügung.
- Ein Schaltplan kann nur aus einem Blatt bestehen.

5 Wie Sie dieses Trainingshandbuch benutzen sollten

Dieses Handbuch macht Sie mit der Installation und der Anwendung von EAGLE, einschließlich Schaltplan-Editor, Layout-Editor und Autorouter, bekannt. Es ist so angelegt, daß Sie die Arbeitsschritte in der natürlichen Reihenfolge kennenlernen: angefangen mit dem Entwurf eines Schaltplans, bis zur Verwendung des Autorouters.

Änderungen, die nach Drucklegung dieses Handbuchs durchgeführt wurden, entnehmen Sie bitte der Datei *README*. Außerdem sollten Sie sich die Dateien mit der Extension **.DOC* ansehen.

Der Umgang mit den grundlegenden Bedienfunktionen Ihres Betriebssystems sollte Ihnen bekannt sein. Ausdrücke wie *vergrößern Sie das Editor-Fenster* werden deshalb ohne weitere Erklärung verwendet.

Diese Einführung orientiert sich an Windows. Die Bedienungsunterschiede zu anderen Betriebssystemen sind jedoch minimal.

6 Installation und Programmstart

Windows95/98/NT

Legen Sie den Datenträger in ein CD-ROM-Laufwerk. Wählen Sie im CD-ROM-Startfenster den gewünschten Menüpunkt.

Falls das Startfenster nicht automatisch erscheint, doppelklicken Sie auf das CD-ROM-Symbol im Ordner *Arbeitsplatz*.

Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm. Als Installationsart sollten Sie *Standard* wählen, damit die Verzeichnisse mit denen übereinstimmen, die von diesem Handbuch vorausgesetzt werden.

Sie müssen EAGLE beim ersten Start lizenzieren. Halten Sie dazu Ihr *User License Certificate* bereit. Darauf ist Ihr individueller Installations-Code vermerkt. Die Lizenzkarte sollte sicher und getrennt von den Datenträgern aufbewahrt werden.

Bei der Installation der Freeware wird keine Lizenzkarte benötigt.

Falls Sie EAGLE wieder deinstallieren wollen, führen Sie das Programm *unInstallShield* aus, das im EAGLE-Verzeichnis angelegt wird.

Andere Betriebssysteme

Legen Sie den Datenträger in ein CD-ROM-Laufwerk.

Wechseln Sie in das entsprechende Verzeichnis und beachten Sie die Hinweise zur Installation in der Datei *README*.

Sie müssen EAGLE beim ersten Start lizenzieren. Halten Sie dazu Ihr *User License Certificate* bereit. Darauf ist Ihr persönlicher Installations-Code vermerkt. Die Lizenzkarte sollte sicher und getrennt von den Datenträgern aufbewahrt werden.

Bei der Installation der Freeware wird keine Lizenzkarte benötigt.

7 Individuelle Programmeinstellungen

EAGLE erlaubt dem Benutzer eine Vielzahl individueller Einstellungen, bis hin zur Konfiguration von Menüs, Funktionstasten und Bildschirmfarben. Diese Möglichkeiten werden hier nicht diskutiert, da sie den Rahmen des Trainingshandbuches sprengen würden.

8 Das EAGLE-Bedienungskonzept

EAGLE ist intern so angelegt, daß jede Aktion aufgrund eines Textbefehls ausgeführt wird. Der Benutzer gibt diese Befehle normalerweise durch Anklicken von Menüpunkten oder Symbolen (Icons) in Toolbars ein. Sind Werte anzugeben, dann trägt er sie in dafür vorgesehene Felder ein.

Die Kenntnis der internen Kommandosprache ist nicht Voraussetzung, um mit EAGLE erfolgreich Schaltungen und Platinen zu entwerfen. Allerdings bietet dieses Konzept weitere Möglichkeiten, die EAGLE zum überaus flexiblen Werkzeug machen:

Jeder Befehl kann zum Beispiel auch in Textform über die Kommandozeile eingegeben oder von einer Datei eingelesen werden. Außerdem lassen sich die Funktionstasten individuell mit Befehls-Strings belegen. Damit ist es unter anderem möglich, ganze Befehlssequenzen (Makros) auf Funktionstasten zu legen oder mit wenigen Mausclicks (SCRIPT-Befehl) auszuführen.

In der speziellen Kommandodatei (Script-Datei) *EAGLE.SCR* lassen sich sämtliche Voreinstellungen für den Schaltplan-, den Layout- und den Bibliotheks-Editor in Form von EAGLE-Befehlen vornehmen.

Wer diese Möglichkeiten nutzen will, sollte sich mit der

Kommandosprache vertraut machen. Die genaue Befehlssyntax ist in den Help-Seiten beschrieben.

Die Benutzeroberfläche von EAGLE läßt sich individuell einstellen. Das vorliegende Trainingshandbuch geht jedoch davon aus, daß Sie EAGLE mit der voreingestellten Oberfläche verwenden.

9 Typografische Festlegungen

Selektieren von Menüpunkten

Das Zeichen \Rightarrow bedeutet, daß eine Auswahl aus einem Menü zu treffen ist. So bedeutet

\Rightarrow *File/Save*

klicken Sie (jeweils mit der linken Maustaste) das *File*-Menü an und anschließend den Menüpunkt *Save*.

Mausklick

Das Betätigen der linken Maustaste wird durch einen fetten Punkt symbolisiert. Beispiel:

- *MOVE* und *F1*

Im Klartext: Klicken Sie mit der linken Maustaste den *MOVE*-Befehl an, und betätigen Sie anschließend die *F1*-Taste.

Ein Doppelklick mit der linken Maustaste wird durch zwei fette Punkte symbolisiert. Beispiel:


- *DEMO.LBR*

Im Klartext: Selektieren Sie aus dem Menü *DEMO.LBR* mit einem Doppelklick der linken Maustaste.

Verschiedene Eingabe-Alternativen

EAGLE-Befehle lassen sich alternativ mit der Tastatur, durch Anklicken von Icons oder durch Anklicken von Menüpunkten eingeben.

Folgende Aktionen führen zum Beispiel zur Aktivierung des *MOVE*-Befehls:


- Anklicken des Icons 
- Eingabe von *MOVE* in die Kommandozeile, abgeschlossen mit der Enter-Taste
- Betätigen der mit dem *Move*-Befehl vordefinierten

Funktionstaste F7

- Selektieren des Menüpunktes ⇒ *Edit/Move*

In diesem Handbuch soll überwiegend mit den Toolbars gearbeitet werden. Aus Gründen der besseren Darstellbarkeit werden die Befehle aber meist textuell angegeben.

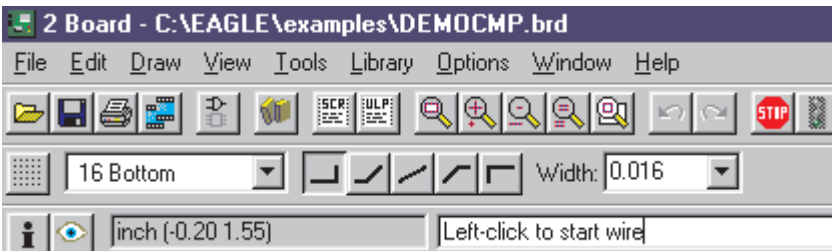
- MOVE

bedeutet also: Klicken Sie das MOVE-Icon  an.

Die folgenden Bilder zeigen die Zuordnung von Befehlen und Icons. Eine zusätzliche Hilfe bietet der Bubble-Help-Text, der erscheint, sobald sich der Mauscursor eine gewisse Zeit über einem Icon befindet. Er beginnt normalerweise mit dem zugehörigen Befehlsnamen.

Info		Show	Info		Info
Display		Mark	Display		Mark
Move		Copy	Move		Mirror
Mirror		Rotate	Mirror		Rotate
Group		Change	Group		Change
Cut		Paste	Cut		Paste
Delete		Add	Delete		Add
Name		Value	Name		Value
Smash			Smash		
Pinswap		Gateswap	Pinswap		Replace
Split		Invoke	Split		Optimize
Wire		Text	Route		Ripup
Circle		Arc	Wire		Text
Rectangle		Polygon	Circle		Arc
Bus		Net	Rectangle		Polygon
Junction		Label	Via		Signal
ERC			Hole		
			Ratsnest		Auto
			ERC		DRC
			Errors		

Kommando-Toolbar des Schaltplan- und des Layout-Editors



Von oben nach unten: Titelzeile, Menüleiste, Action-Toolbar, Parameter-Toolbar und Koordinatenanzeige mit Kommandozeile

Funktionstasten und Tastenkombinationen

Ein Pluszeichen bedeutet, daß die erste Taste gedrückt ist, während die zweite betätigt wird. Beispiel:

```
Alt+F1
```

Die Alt-Taste ist gedrückt, während die F1-Taste betätigt wird.

Befehls- und Parametereingabe über die Kommandozeile

Aktionen, die mit der Enter- bzw. Return-Taste abzuschließen sind, werden mit dem Zeichen ← symbolisiert. Beispiel:

```
USE ←
```

Im Klartext: Tippen Sie *USE* und anschließend die Enter-Taste.

Alles, was Sie so eingeben müssen, wie es gedruckt ist, erscheint in Schreibmaschinenschrift, wie im folgenden Beispiel:

```
CHANGE WIDTH 0.024 ←
```

Im allgemeinen unterscheidet EAGLE nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung, Sie können den obigen Befehl deshalb auch so eingeben:

```
change width 0.024 ←
```

Da EAGLE Schlüsselwörter auch erkennt, wenn sie so weit abgekürzt sind, daß sie nicht mit einem anderen verwechselt werden, können Sie die Eingaben in den meisten Fällen abkürzen. Obiger Befehl wäre auch so gültig:

```
cha wid 0.024 ←
```

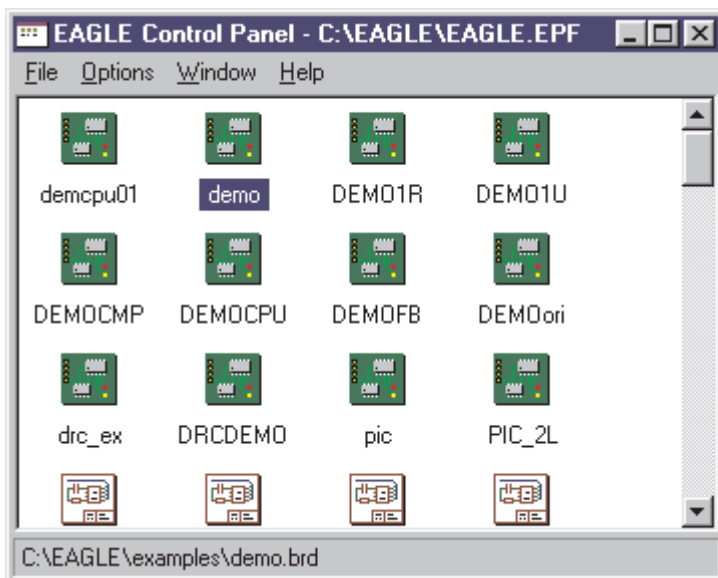
Aus Gründen der Klarheit wird in diesem Trainingshandbuch aber immer die ausgeschriebene Schreibweise verwendet.

10 Control Panel

Nach dem Start von EAGLE erscheint ein Informationsfenster, und es öffnet sich das Control Panel von dem aus Projekte verwaltet und generelle Programmeinstellungen vorgenommen werden.

Die Icons im Control Panel stellen Dateien dar, die Schaltpläne, Platinen, Bauelemente-Bibliotheken, Befehlssequenzen (Scripts), User-Language-Programme oder CAM-Prozessor-Jobs (für die automatisierte Ausgabe von Zeichnungen und Fertigungsdaten) enthalten. Sie lassen sich mit •• zur Bearbeitung laden. Klickt man ein

solches Icon mit der rechten Maustaste an, öffnet sich ein Kontext-Menü, aus dem man verschiedene Optionen auswählen kann, z.B. *Copy* (Kopieren), *Delete* (Löschen) oder *Rename* (Umbenennen). Klickt man ein Icon (einfach) mit der linken Maustaste an, erscheint der volle Dateiname mit Pfadangabe am unteren Rand des Fensters.



EAGLE-Dateien

Folgende Dateiartern können Sie in EAGLE bearbeiten:

Dateiart	Fenster	Name
Platine	Layout-Editor	*.BRD
Schaltplan	Schaltplan-Editor	*.SCH
Bibliothek	Bibliotheks-Editor	*.LBR
Script-Datei	Text-Editor	*.SCR
User-Language-Prog.	Text-Editor	*.ULP
Beliebige Textdatei	Text-Editor	*.*

Die Linux-Version erkennt Dateierendungen nur in Kleinbuchstaben!

EAGLE Project File

EAGLE merkt sich in einer Datei *.EPF die eingestellten Optionen und die Fenster, die aktiv waren, als das Programm verlassen wurde. Beim nächsten Programmstart wird dieser Zustand wieder hergestellt.

Mit \Rightarrow *File/Save project* im Control Panel können Sie einen bestimmten Zustand unter einem bestimmten Namen speichern.

Wenn Sie mit \Rightarrow *File/Open/Project* diese Datei wieder laden, stellen Sie diesen Zustand wieder her. Auf diese Weise können Sie zwischen mehreren Projekten bequem wechseln.

Für die im folgenden besprochenen Übungen müssen Sie das Projekt EXAMPLES.EPF laden, da sonst die erwähnten Dateien nicht wie beschrieben in den File-Dialog-Fenstern erscheinen.

Beim Neustart des Programms wird immer das zuletzt bearbeitete Projekt geladen.

Wenn Sie EAGLE mit $\text{Alt}+\text{X}$ verlassen, finden Sie beim erneuten Programmaufruf alle Einstellungen und Fenster unverändert wieder vor.

11 Datei laden und Bildschirmausschnitt wählen


Lassen Sie uns nun mit den praktischen Übungen beginnen. Starten Sie EAGLE, und warten Sie, bis das Control Panel erscheint. Öffnen Sie das Menü \Rightarrow *File/Open/Project* und $\bullet \bullet$ EXAMPLES.EPF.


Nun öffnen Sie das Menü \Rightarrow *Options/Directories*, und Sie sehen die voreingestellten Pfade für unterschiedliche EAGLE-Dateiarten. Klicken Sie den HELP-Button an, um detailliertere Informationen dazu zu erhalten. Unter *Libraries* sind zwei Pfade eingetragen, da sich die später benutzte Bibliothek DEMO im Verzeichnis `..\EXAMPLES` befindet. Da die Einstellungen nicht geändert werden sollen, klicken Sie den Cancel-Button an.

Nun soll die Platinendatei DEMOCMP geladen werden. Dazu selektieren Sie entweder das Board-Icon mit dem Namen DEMOCMP mit Doppelklick, oder sie wählen aus dem Menü \Rightarrow *File/Open/Board* den Dateinamen mit Doppelklick aus. Die gleichnamige Schaltung wird ebenfalls geladen.


Vergrößern Sie das Platinen-Editor-Fenster, wie Sie es von Windows her kennen.

Nun klicken Sie das Icon  an, um in die Zeichnung

hineinzuzoomen. Wenn Sie  anklicken, wird die Zeichnung bildschirmfüllend dargestellt.

Mit  zoomen Sie aus der Zeichnung heraus.


Etwas vielseitiger als bei anderen Programmen ist der Befehl, der sich

hinter dem Icon  verbirgt: Klicken Sie es an, und markieren Sie eine Ecke des interessierenden Bildschirmausschnitts, indem Sie die linke Maustaste anklicken und gedrückt halten. Ziehen Sie dann mit der Maus ein Rechteck auf, und lassen Sie die Maustaste los. Auf diese von anderen Programmen her gewohnte Weise wählen Sie einen Teilbereich der Zeichnung aus.

Wenn Sie einen neuen Mittelpunkt bei gleichem Vergrößerungsfaktor wählen wollen, klicken Sie dasselbe Icon an, markieren Sie den Mittelpunkt mit einem Mausklick, und klicken Sie anschließend das Ampelsymbol in der Action-Toolbar an.

Wenn Sie einen neuen Mittelpunkt auswählen und gleichzeitig den Vergrößerungsfaktor ändern wollen, klicken Sie wieder dieses Icon an. Mit drei weiteren Tastenklicks erreichen Sie das gewünschte Ergebnis: der erste legt das neue Zentrum fest, und die beiden nächsten definieren den Zoomfaktor. Ist der dritte Punkt weiter vom ersten entfernt als der zweite Punkt, dann wird in die Zeichnung hineingezoomt, und umgekehrt. Am besten, Sie probieren es einfach aus.

Bei verschiedenen Aktionen kann es vorkommen, daß sich Zeichenobjekte teilweise gegenseitig auslöschen. In diesem Fall sollten

Sie den Bildschirminhalt durch Anklicken des Icons  auffrischen.

Weitere Möglichkeiten finden Sie auf der Help-Seite des Window-Befehls, die Sie zum Beispiel durch Eintippen von

HELP WINDOW ←

in die Kommandozeile aufrufen können.

12 Dargestellte Layer wählen

EAGLE-Zeichnungen enthalten Objekte in unterschiedlichen Zeichen-Layern. Bei der Ausgabe werden unterschiedliche Layer kombiniert, um sinnvolle Ergebnisse zu erhalten. So ergibt die Kombination aus Top-, Pad- und Via-Layer den Film zum Ätzen der

Platinenoberseite. Entsprechend ergibt die Kombination aus Bottom-, Pad- und Via-Layer den Film zum Ätzen der Platinenunterseite. Der Pad-Layer enthält die Durchkontaktierungen der Bauelementeanschlüsse, und der Via-Layer enthält die Durchkontaktierungen, die zum Layer-Wechsel für Leiterbahnen erforderlich sind.

Laden Sie die Platine DEMOCMP, und klicken Sie in der Kommando-Toolbar das Icon für den DISPLAY-Befehl an (siehe Toolbar-Abbildungen weiter vorne). Die markierten Layer werden im Augenblick dargestellt. Durch Anklicken der Check-Boxes können Sie jeden Layer ein- und ausblenden. Die Buttons *All* und *None* sorgen dafür, daß alle Layer ein- bzw. ausgeblendet werden.

Wenn Sie tPlace (Bestückungsplan Oberseite) selektieren oder deselektieren, werden automatisch auch die Layer tOrigins, tNames und tValues selektiert/deselektiert. Entsprechendes gilt für bPlace (Bestückungsplan Unterseite).


Ganz wichtig: Bauteile auf dem Top-Layer können Sie nur dann in der Zeichnung bewegen oder für andere Operationen selektieren, wenn tOrigins eingebledet ist. Das gleiche gilt für Bauteile auf dem Bottom-Layer und den bOrigins-Layer.

Bitte suchen Sie in den Help-Seiten nach dem Begriff *Layer*, um mehr über die Bedeutung der einzelnen Layer zu erfahren.

13 Raster und Einheit einstellen

Schaltpläne sollten immer im voreingestellten Raster von 0.1 Inch gezeichnet werden, da die Bibliotheken dafür ausgelegt sind. Bei Platinen richtet sich das Raster nach den verwendeten Bauelementen und der Packungsdichte.

Raster und Einheit werden mit dem GRID-Befehl eingestellt, der sich

hinter dem Icon  in der Parameter-Toolbar verbirgt. Alle Maßangaben beziehen sich auf die aktuell eingestellte Einheit. Bitte ziehen Sie die Help-Seite des GRID-Befehls für detailliertere Angaben zurate.

14 Linien, Kreise, Kreisbögen, Rechtecke und Texte

Linien, Kreise, Kreisbögen, Rechtecke und Texte werden mit den Befehlen WIRE, CIRCLE, ARC, RECTANGLE und TEXT erzeugt. Diese Objekte dienen einerseits als reine Zeichenelemente bei der Erstellung von Symbolen, Gehäusen (Packages), Zeichnungsrahmen etc., andererseits übernehmen sie spezielle Funktionen, etwa bei der Definition von Sperrflächen.

Zunächst soll eine neue Schaltplandatei angelegt werden. Schließen Sie alle Editor-Fenster, und wählen Sie im Control Panel

⇒ *File/New/Schematic*

Es wird eine neue Schaltung mit dem Namen UNTITLED.SCH angelegt. Normalerweise sollten Sie nie Dateien mit dem Namen UNTITLED abspeichern, sondern mit ⇒ *File/Save as* einen anderen Namen wählen. In den beschriebenen Übungen werden aber grundsätzlich keine Dateien abgespeichert.

Vergrößern Sie nun das Schaltplan-Editor-Fenster.

Der WIRE-Befehl

Achtung: Verwenden Sie den WIRE-Befehl nicht zum Zeichnen von Netzen und Busverbindungen in Schaltplänen. Dazu dienen die Befehle NET und BUS!

Der WIRE-Befehl dient dazu, Linien zu zeichnen. Außerdem erzeugt man mit dem WIRE-Befehl elektrische Verbindungen in einer Platine, sofern man ihn in einem der Layer Top, Bottom oder Route2..15 benutzt. Auch die Platinenumrisse zeichnet man mit dem WIRE-Befehl.

Klicken Sie den WIRE-Befehl in der Kommando-Toolbar an. Alle für diesen Befehl möglichen Parameter lassen sich jetzt in der Parameter-Toolbar einstellen. Wählen Sie zunächst den Layer 95 (Names) aus dem Layer-Selektionsmenü aus. In diesem Layer soll ein rechteckiger Linienzug gezeichnet werden.



Definieren Sie mit einem Klick auf die linke Maustaste den Anfangspunkt des Linienzugs. Bewegen Sie den Cursor etwas nach rechts oben, und drücken Sie die rechte Maustaste einige Male. Beachten Sie, wie die Verbindung in verschiedenen diagonalen und orthogonalen Modi dargestellt wird. Wenn die Verbindung einen rechten Winkel bildet, drücken Sie die linke Maustaste, um ihre Position zu fixieren. Bewegen Sie den Cursor nun wieder zum Anfangspunkt, und **••**, um die Linie abzusetzen. Sie sollten nun einen rechteckigen Linienzug sehen. Wie Sie soeben feststellen konnten, läßt sich der Knickwinkel zwischen Wire-Segmenten mit der rechten Maustaste einstellen. Das ist effektiver als über die Symbole in der Parameter-Toolbar.

Linienstärke ändern

Während der WIRE-Befehl aktiv ist, können Sie die Strichstärke (width) aus dem entsprechenden Selektionsmenü in der Parameter-Toolbar auswählen oder einen bestimmten Wert dort eintragen, und zwar getrennt für jedes Segment.

Um die Linienstärke eines existierenden Objekts zu ändern,

- **CHANGE** in der Kommando-Toolbar, und ein Popup-Menü öffnet sich.
- **WIDTH**, und ein weiteres Popup-Menü erscheint, in dem die gegenwärtige Strichstärke markiert ist.

Wählen Sie die gewünschte Strichstärke durch einen Mausklick, und klicken Sie dann das Objekt, dessen Strichstärke zu ändern ist, mit der linken Maustaste an.

Wenn Sie nachträglich eine Strichstärke einstellen wollen, die nicht im Menü des CHANGE-Befehls erscheint, können Sie die Kommandozeile zur Eingabe benutzen. Tippen Sie zum Beispiel:

```
CHANGE WIDTH 0.017 ←
```

und klicken Sie das betreffende Wire-Segment an.

Objekt in anderen Layer bringen

Um ein Objekt, z. B. ein Wire-Segment in einen anderen Layer zu legen,

- CHANGE
- LAYER

selektieren Sie den Ziel-Layer, z. B. *Symbols*, mit • und • OK, und • auf das gewünschte Objekt oder die gewünschten Objekte. Bitte beachten Sie, daß manche Objekte, etwa Bus- oder Netzlinien, nicht in andere Layer verschoben werden können, da sie spezielle Bedeutung haben.

Undo/Redo

Eine der nützlichsten Eigenschaften von EAGLE ist die unbegrenzte Undo-Funktion. Klicken Sie das linke Icon beliebig oft an, um vorherige Aktionen rückgängig zu machen. Verwenden Sie das rechte Icon, um rückgängig gemachte Aktionen erneut auszuführen.



Der CIRCLE-Befehl

Um den Befehl CIRCLE, der zum Zeichnen von Kreisen dient, zu aktivieren,

- CIRCLE

Um einen Kreis zu definieren, sind zwei Mausklicks erforderlich: der erste legt den Mittelpunkt fest, der zweite definiert einen Punkt auf dem Kreisumfang.

Bewegen Sie den Cursor zum gewünschten Kreismittelpunkt und • .

Bewegen Sie nun den Cursor einige Rastereinheiten nach rechts, aber bleiben Sie auf derselben Rasterlinie in Y-Richtung. Wenn Sie den gewünschten Radius erreicht haben, • um den Kreis zu fixieren.

Die Strichstärke des Kreises läßt sich genauso ändern, wie Sie es bereits bei Wires getan haben. Ein Kreis mit Strichstärke 0 wird gefüllt.

Wenn Sie mehr über den CIRCLE-Befehl erfahren wollen, drücken Sie F1, während der Befehl aktiviert ist, oder tippen Sie

HELP CIRCLE ←

ein.

Wenn Sie einen Befehl abrechnen wollen, klicken Sie das Icon mit dem Stoppschild an, oder Sie aktivieren einen weiteren Befehl. Wenn Sie die Esc-Taste drücken können Sie im allgemeinen ein Objekt vom Cursor lösen.

Der ARC-Befehl

Um den Befehl ARC, der zum Zeichnen von Kreisbögen dient, zu aktivieren,

- ARC

Ein Kreisbogen wird mit drei Mausklicks definiert: der erste legt den Anfangspunkt fest, der zweite den Kreisdurchmesser und der dritte den Endpunkt.

Plazieren Sie den Cursor am gewünschten Anfangspunkt und • . Bewegen Sie den Cursor einige Rasterpunkte nach rechts, aber bleiben Sie auf der gleichen Y-Rasterlinie. Es erscheint ein Kreis, der den Durchmesser des Kreisbogens angibt. • und der Kreis wird zum Kreisbogen. Sie können jetzt die Richtung des Kreisbogens mit der rechten Maustaste ändern. Klicken Sie mehrfach die rechte Maustaste, und Sie sehen, was gemeint ist. Sie können auch den Kreisbogen größer oder kleiner machen, indem Sie die Maus bewegen. Wenn Sie die gewünschte Form erreicht haben, • um den Kreisbogen zu fixieren. Zeichnen Sie einige Kreisbögen zur Übung. Wenn Sie mehr über den ARC-Befehl erfahren wollen, verwenden Sie die Help-Funktion.

Der RECT-Befehl

Um den Befehl RECT, der zum Zeichnen von gefüllten Rechtecken dient, zu aktivieren,

- RECT

Zum Definieren eines Rechtecks sind zwei Mausklicks erforderlich: Der erste legt eine Ecke fest, und der zweite bestimmt die Position des gegenüberliegenden Eckpunkts.

Bewegen Sie den Cursor zu der Stelle, an der eine Ecke des Rechtecks liegen soll, und • . Bewegen Sie den Cursor etwas nach rechts und nach oben. Wenn das Rechteck die gewünschte Größe erreicht hat, • um es zu fixieren. Das Rechteck ist mit der Farbe des verwendeten Layers gefüllt. Diese Farbe kann vom Benutzer mit dem SET-Befehl (siehe Help) verändert werden.

Wenn Sie mehr über den RECT-Befehl erfahren wollen, verwenden Sie die Help-Funktion.

Der TEXT-Befehl

Um den Befehl TEXT, der zum Plazieren von Texten dient, zu aktivieren,

- TEXT

Nun tippen Sie den gewünschten Text ein und • OK. Plazieren Sie den Text mit • . Nun hängt eine Kopie desselben Textes am Cursor. Falls Sie keine Texte mehr plazieren wollen, klicken Sie den nächsten Befehl an. Soll ein weiterer Text (der unterschiedlich ist) plaziert werden, tippen Sie ihn einfach ein und schließen ihn mit der Enter-Taste ab. Er erscheint in der Kommandozeile.

Texte, die mehrere aufeinanderfolgende Leerstellen oder einen Strichpunkt enthalten, schließen Sie in einfache Hochkommas ein. Auch wenn Sie eine Fehlermeldung erhalten, weil ein Text mit einem Befehl verwechselt wird, schließen Sie den Text in einfache Hochkommas ein.

Wenn Sie die Größe eines Textes ändern wollen,

- CHANGE
- SIZE
- Wert im Menü

und • linke untere Ecke des Textes. Bei gedrehten Texten kann der Aufhängepunkt nach rechts oben wandern (Texte werden immer so dargestellt, daß sie nach rechts oder nach oben ausgerichtet sind).

Wenn Sie einen Text ändern wollen,

- CHANGE
- TEXT

und auf den Aufhängepunkt des Textes, dann editieren Sie den Text und auf OK.

Mit

- CHANGE
- RATIO

Ändern Sie die Strichstärke eines Textes im Verhältnis zur Höhe (siehe Help-Seite des CHANGE-Befehls).

Platzhaltertexte

Wenn Sie den Text

>SHEET

plazieren, erscheint an dieser Stelle die aktuelle Seitennummer des Schaltplans in der Form 1/1 (Blatt 1 von 1). EAGLE kennt noch mehr solcher Platzhalter, z. B. für Uhrzeit und Datum der letzten Änderung oder des Ausdrucks. In Bibliothekselementen werden Platzhaltertexte für den Namen und den Wert von Bauteilen eingesetzt, weil diese Parameter erst zum Zeitpunkt der Schaltungserstellung bekannt sind.

Platzhaltertexte sollten nur in Bibliotheken verwendet werden.

Wenn Sie mehr über den TEXT-Befehl erfahren wollen, verwenden Sie die Help-Funktion.

15 Bibliotheken benutzen

Im Lieferumfang von EAGLE sind zahlreiche Bibliotheken enthalten, sowohl mit bedrahteten als auch mit SMD-Bauelementen. In diesem Abschnitt werden Sie lernen, wie man Symbole aus der Bibliothek in den Schaltplan holt und wie man sie dort verwendet.

Um eine leere Zeichenfläche zu erhalten, öffnen Sie eine neue Schaltplan-Datei.

Um Symbole oder Gehäuseformen aus einer Bibliothek in einer Schaltung oder Platine plazieren zu können, müssen Sie EAGLE vorher mitteilen, welche Bibliothek Sie verwenden wollen. Das geschieht mit dem USE-Befehl.

Der USE-Befehl

Selektieren Sie den Befehl mit dem Icon



in der Action-Toolbar. Es erscheint eine Liste der Bibliotheken, die im Bibliotheksverzeichnis gespeichert sind. Falls unter *Path* nicht der Pfad *..examples* erscheint, selektieren Sie diesen Pfad aus der Combo Box. Wählen Sie dann

- DEMO.LBR

Damit ist DEMO.LBR zum Benutzen geladen.

Die Path-Combo-Box des USE-Befehls erlaubt die Auswahl aller Pfade, die im Menü ⇒ *Options/Directories* des Control Panels unter

Libraries eingetragen sind. Falls Sie alle Bibliotheken in diesen Verzeichnissen zum Benutzen freigeben wollen, tippen Sie

```
USE *; ←
```

in die Kommandozeile ein.

Der ADD-Befehl

Um Symbole aus einer Bibliothek auszuwählen, • **ADD** in der Kommando-Toolbar, und ein Popup-Menü erscheint, das in einer Combo Box die Liste der mit dem USE-Befehl freigegebenen Bibliotheken anbietet. Falls dort nicht *DEMO* angezeigt wird, wählen Sie diese Bibliothek aus. Nun erscheinen im Fenster darunter die in der Bibliothek *DEMO* gespeicherten Devices. Ein Device ist in EAGLE ein kompletter Baustein.

Wählen Sie 7400 mit ••, und am Cursor hängt ein Gatter des Bausteins 7400. Sie können es mit der rechten Maustaste rotieren und an beliebiger Stelle mit der linken Maustaste plazieren.

Plazieren Sie den Cursor etwas links von der Bildschirmmitte und •. Bewegen Sie den Cursor nach rechts und setzen Sie ein weiteres Gatter mit dem nächsten Mausklick ab. Plazieren Sie auf diese Weise vier Gatter um das Zentrum der Zeichenfläche herum.

Nun plazieren Sie ein fünftes Gatter irgendwo daneben. Beachten Sie, daß EAGLE den ersten vier Gattern die Namen U1A..U1D zugewiesen hat, während das fünfte Gatter den Namen U2A erhalten hat, weil dafür der nächste Baustein erforderlich ist.

Wenn Sie nun den Pins-Layer einblenden, entweder wie vorher beschrieben oder, indem Sie

```
DISPLAY PINS ←
```

in die Kommandozeile eintippen, sind weitere Pin-Parameter grün dargestellt. Zoomen Sie in die Zeichnung, so daß ein Gatter groß dargestellt wird. Sie werden sehen, daß die Pins als Input (In) oder Output (Out) gekennzeichnet sind, und daß eine Zahl den Swaplevel angibt. Der Swaplevel 1 besagt, daß dieser Pin mit einem anderen desselben Gatters getauscht werden kann, der ebenfalls Swaplevel 1 hat (Befehl PINSWAP). Dasselbe gilt für alle anderen Zahlen außer 0. Der Swaplevel 0 besagt, daß dieser Pin nicht getauscht werden kann.

Der Pins-Layer ist beim Drucken normalerweise ausgeblendet.

Solange der ADD-Befehl aktiv ist, hängt immer noch das Gatter-Symbol am Cursor.

Benutzen Sie nun das Zoom-in-Icon oder die F4-Taste, um einen größeren Bereich der Schaltung auf den Bildschirm zu bekommen. Dann drücken Sie die Esc-Taste, um das Gattersymbol vom Cursor zu lösen und das Auswahlménü des ADD-Befehls aufzurufen. Selektieren Sie den Baustein 555 mit ●● 555, rotieren Sie ihn um 180 Grad mit zwei Klicks der rechten Maustaste, und plazieren Sie ihn irgendwo auf der Arbeitsfläche mit der linken Maustaste. Wiederholen Sie diesen Vorgang mit den anderen Symbolen der DEMO-Bibliothek. Sie werden feststellen, daß einige Symbole auch in amerikanischer Darstellungsart vorhanden sind. Wählen Sie selbst, welche Alternative Sie bevorzugen.

EAGLE geht davon aus, daß Versorgungs- und Masse-Pins an dasselbe Versorgungs- bzw. Massesignal angeschlossen werden, und stellt sie deshalb nicht explizit dar. Die Verdrahtung geschieht automatisch, sofern der Benutzer nicht etwas anderes vorsieht.

Bei den mitgelieferten Bibliotheken werden die Schaltungssymbole im allgemeinen ohne Versorgungs-Pins dargestellt, wenn es jeweils einen VCC- und einen GND-Anschluß gibt. In manchen Fällen werden die Versorgungsanschlüsse aber auch im Schaltungssymbol dargestellt, Sie sind dann mit den entsprechenden Versorgungsnetzen zu verbinden. Ein Beispiel dafür ist der Baustein 555 in der DEMO-Bibliothek.

Der INVOKE-Befehl

Der INVOKE-Befehl dient unter anderem dazu, Versorgungs-Pins an andere Signale als die vordefinierten Versorgungssignale (z. B. VCC und GND) anschließen zu können. Um seine Wirkungsweise zu verstehen,

- INVOKE

und klicken Sie das Symbol U2A mit der linken Maustaste an. Ein Popup-Menü erscheint. ●● POWER in diesem Menü und die Versorgungs(Power)-Pins von U2 können an beliebiger Stelle in der Zeichnung plaziert und mit einem beliebigen Netz verbunden werden.

Eine andere Eigenschaft des INVOKE-Befehls ermöglicht es Ihnen, die Reihenfolge zu ändern, in der die Gatter eines Bausteins plaziert werden. Sofern der INVOKE-Befehl noch aktiv ist, ● U2A, und das Popup-Menü erscheint wieder. Das Sternchen bei Gatter A zeigt an, daß dieses Gatter schon in die Zeichnung geholt wurde; die Gatter ohne Sternchen können noch plaziert werden. Wenn Sie nun Gatter C vor Gatter B plazieren wollen, ●● C im Popup-Menü, und das Gatter kann mit der linken Maustaste an beliebiger Stelle abgesetzt werden.

Auch wenn Gatter C in der Zeichnung plaziert ist, verwendet EAGLE erst die noch verfügbaren Gatter dieses Bausteins, bevor ein neuer Baustein in die Zeichnung geholt wird.

Experimentieren Sie etwas mit unterschiedlichen Bibliotheken und mit dem Plazieren und Rotieren von Symbolen. • `USE`, um eine weitere Bibliothek zu verwenden. Wählen Sie die gewünschte Bibliothek, und verwenden Sie den `ADD`-Befehl, um die Symbole zu plazieren.

Sie können in einer Zeichnung Bausteine aus beliebig vielen unterschiedlichen Bibliotheken verwenden. Die Bausteine sind immer komplett in der Zeichnung gespeichert. Wenn Sie eine Datei weitergeben, brauchen Sie die Bibliotheken nicht gesondert mitzuliefern.

16 Schaltplan erstellen

In diesem Abschnitt werden Sie lernen, wie man Netze und Busse in einer Schaltung verwendet. Damit sind Sie bereits in der Lage, eine Schaltung zu erstellen.

Um eine leere Zeichenfläche zu erhalten, öffnen Sie eine neue Schaltplan-Datei, und vergrößern Sie das Editor-Fenster.

Raster

Das Standardraster für Schaltpläne ist 0.1 Inch. Symbole sollten nur in diesem Raster oder einem Vielfachen davon plaziert werden, da sonst unter Umständen keine Netze an die Pins angeschlossen werden können.

Zeichnungsrahmen anlegen

Beginnen Sie damit, einen Zeichnungsrahmen aus einer Bibliothek zu holen. Die EAGLE-Bibliothek `FRAMES.LBR` enthält vordefinierte Rahmen in verschiedenen Formaten. Tippen Sie

```
USE *; ←
```

in die Kommandozeile ein. Damit stehen nachfolgend alle Bibliotheken für den `ADD`-Befehl zur Verfügung, die sich in einem der `Libraries`-Pfade (siehe *Options/Directories*-Menü im Control Panel) befinden.

- `ADD`, und wählen Sie aus dem Menü einen geeigneten Rahmen z. B.

mit **•• DINA4 P** aus. Am Cursor hängt ein Rahmen, der auf eine DIN-A4-Seite im Hochformat (Portrait) paßt.

Wenn Sie ihn nicht ganz sehen können, drücken Sie die F4-Taste, bis der Bildausschnitt groß genug ist. Plazieren Sie ihn dann mit der linken Maustaste so, daß seine linke untere Ecke auf dem Koordinatenursprung (X=0, Y=0) zu liegen kommt.

Nun hängt ein weiterer Rahmen am Cursor. Klicken Sie das Icon mit dem Stoppschild an, um den ADD-Befehl zu beenden. Drücken Sie

`Alt+F2`

um den Rahmen bildschirmfüllend darzustellen, oder klicken sie das Zoom-to-fit-Icon in der Action-Toolbar an.

Text im Schriftfeld hinzufügen und ändern

Sie können Linien, Text und andere Objekte zu den vordefinierten Rahmen und den dazugehörigen Schriftfeldern in der Bibliothek hinzufügen. Sie können aber auch eigene Rahmen entwerfen und abspeichern.

Aktuelle Beschriftungen oder andere Ergänzungen lassen sich aber auch direkt im Schaltplan-Editor einfügen, in dem Sie sich jetzt befinden.

Rahmen sind in den Bibliotheken als Symbole gespeichert, deshalb ist es sinnvoll, den Text im Symbols-Layer anzulegen.

Bringen Sie nun das Textfeld des Rahmens so in das Editor-Fenster, daß es vollständig zu sehen ist. Nun klicken Sie das Icon für den TEXT-Befehl an und tragen in das sich öffnende Feld den Text

`CadSoft`

ein. Nachdem Sie die den OK-Button angeklickt haben, hängt der Text am Cursor und kann mit der linken Maustaste plaziert werden.

Bewegen Sie den Text in die obere leere Zeile des Textfeldes und setzen Sie ihn mit **•** ab. Eine weitere Kopie des Textes hängt jetzt am Cursor. Sie verschwindet, sobald ein neuer Befehl aktiviert oder das Stoppschild-Icon angeklickt wird.

Falls Sie die passende Textgröße nicht festgelegt haben, solange der TEXT-Befehl aktiv war, können Sie den CHANGE-Befehl dazu verwenden.

•• CHANGE

Aus dem sich öffnenden Menü wählen Sie

- SIZE

und ein weiteres Menü öffnet sich, in dem die gegenwärtig eingestellte Texthöhe in der aktuell gültigen Einheit (siehe GRID-Befehl) markiert ist.

- 0.15

und bewegen Sie den Cursor zur linken unteren Ecke des Textes `CadSoft`. Drücken Sie die linke Maustaste, und die Texthöhe wird auf 0.15 Zoll geändert. Falls Sie einen Wert einstellen wollen, der nicht im CHANGE-SIZE-Menü vorhanden ist, z. B. 0.17, tippen Sie ein

CHANGE SIZE 0.17 ←

und klicken Sie anschließend die linke untere Ecke des Textes mit der Maus an.

Bitte beachten Sie, daß Dezimalzahlen immer mit Punkt eingegeben werden. Als Maßeinheit wird immer die im GRID-Menü eingestellte Einheit zugrunde gelegt.

Üben Sie die Bearbeitung von Texten, indem Sie eine Adresse oder eine Dokumentennummer zum Textfeld hinzufügen. `TITLE:` enthält den benutzen Dateinamen. `DATE:` enthält das Datum. Beide Felder werden automatisch mit den aktuellen Daten ausgefüllt, wenn die Zeichnung abgespeichert wird, da an diesen Stellen entsprechende Platzhalter bei der Definition des Zeichnungsrahmens eingesetzt wurden.

Eingabe einer Schaltung

Sie sollen nun die im Bild dargestellte Schaltzeichnung eingeben. Falls Sie nicht die komplette Schaltung selbst erstellen wollen: Sie ist unter dem Namen `DEMO.SCH` gespeichert.

Beginnen Sie damit, den Zeichnungsrahmen bildschirmfüllend darzustellen: `Alt+F2` oder Mausklick auf das Zoom-to-fit-Icon.

Wählen Sie dann mit dem USE-Befehl die Bibliothek `DEMO.LBR` aus, falls noch nicht geschehen.

Mit dem ADD-Befehl plazieren Sie nun die Bausteine `6504`, `2716`, `6532` und `1X18`. Bequemer als über das Icon des GRID-Befehls können Sie mit der `F6`-Taste die Rasterlinien bzw. -punkte ein- und ausschalten.

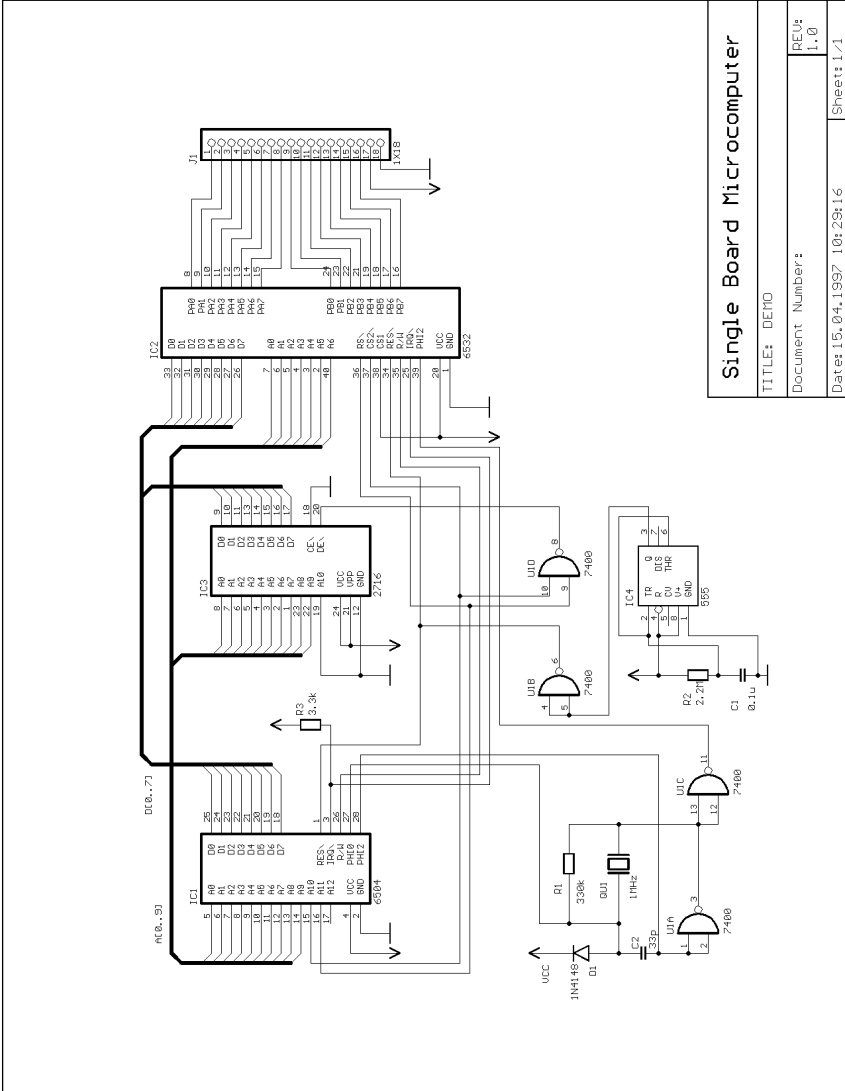
Mit dem MOVE-Befehl läßt sich die Plazierung der Symbole jederzeit ändern: Aktivieren Sie `MOVE` in der Kommando-Toolbar, und • auf das zu verschiebende Symbol. EAGLE stellt das Symbol heller dar, um anzuzeigen, daß es selektiert ist und verschoben werden kann. Bewegen Sie das Symbol mit der Maus zur gewünschten Stelle, und

plazieren Sie es mit der linken Maustaste. Der MOVE-Befehl ist noch aktiv, und das nächste Objekt kann verschoben werden. Wenn Sie ein Objekt drehen wollen, betätigen Sie die rechte Maustaste, solange es am Cursor hängt.

Sobald die Symbole plaziert sind, können Sie mit den Befehlen `BUS` und `NET` Verbindungen einzeichnen.

Achtung: Nicht den WIRE-Befehl verwenden!

Ein Bus hat keine logische Bedeutung. Er stellt lediglich ein Zeichenelement dar. Logische Verbindungen (Netze) werden ausschließlich mit Hilfe des `NET`-Befehls definiert. Netze mit demselben Namen sind identisch, selbst wenn sie sich auf verschiedenen Blättern eines Schaltplans befinden oder optisch nicht zusammenhängen.



Single Board Microcomputer	
TITLE: DE10	REV: 1.0
Document Number:	
Date: 15.04.1997 10:29:16	Sheet: 1/1

Der BUS-Befehl

Beginnen wir mit dem BUS-Befehl.

- BUS

Um den Bus einzuzichnen, der IC1, IC3 und IC2 verbindet, bewegen Sie den Cursor ein paar Rasterlinien links von IC1, auf gleicher Höhe von IC1-13. Klicken Sie diese Stelle mit der linken Maustaste an, um den Anfangspunkt des Busses zu definieren. Bewegen Sie den Cursor nach oben und zwei Rastereinheiten nach rechts, stellen Sie mit der rechten Maustaste den Winkel der Bus-Segmente auf 45 Grad ein und •, um den bisherigen Verlauf der Bus-Linien zu fixieren. Ziehen Sie auf die gleiche Weise den Bus weiter bis zur Stelle links von IC3-23, wie im Bild zu sehen.

- am Endpunkt beendet das Zeichnen der Bus-Verbindung.

Wenn Sie eine Aktion zurücknehmen wollen, klicken Sie das UNDO-Icon an, oder Sie verwenden die F9-Taste. Durch Anklicken des REDO-Icons bzw. Taste F10 führen Sie die zurückgenommene Aktion wieder aus.

Verwenden Sie den MOVE-Befehl, um einzelne Segmente eines Busses zu verschieben. Selektieren Sie ein Segment in der Nähe des Endpunktes, um den Endpunkt zu verschieben. Selektieren Sie ein Segment etwa in der Mitte, um es parallel zu verschieben. Mit DELETE können Sie einzelne Segmente löschen.

Der Cursor nimmt die Form von vier Pfeilen an, sobald Sie ein Objekt selektieren wollen, dessen Aufhängepunkt dem Aufhängepunkt eines anderen Objekts sehr nahe ist. In diesem Fall drücken Sie die linke Maustaste, um das hell dargestellte Objekt zu selektieren. Drücken Sie die rechte Maustaste, falls Sie zum nächsten in Frage kommenden Objekt weiterschalten wollen.

Der DELETE-Befehl

Mit diesem Befehl löschen Sie Objekte. Wird er für Netze, Wires oder Busse verwendet, löscht man jeweils ein einzelnes Segment. Um diesen Befehl zu benutzen, • DELETE in der Kommando-Toolbar, bewegen Sie den Cursor zum Objekt, das gelöscht werden soll, und • . Auch hier funktionieren UNDO und REDO.

Der NAME-Befehl

EAGLE vergibt automatisch Namen, z. B. B\$. für Busse, P\$. für Pins und N\$. für Netze. In dieser Übung geben Sie dem Bus einen aussagekräftigeren Namen.

- **NAME** und anschließend • auf den blau dargestellten Bus. Ein Popup-Menü zeigt den vordefinierten Namen des Busses. Tragen Sie

A[0..9]

ein, und • **OK**. Ab sofort trägt der Bus diesen Namen.

Namen von Bauelementen und Signalen lassen sich auf die gleiche Weise ändern.

Der LABEL-Befehl

Der LABEL-Befehl dient dazu, Bus- oder Netzbeschriftungen, sogenannte Labels, an beliebigen Stellen in der Zeichnung zu plazieren.

- **LABEL**, bewegen Sie den Cursor über eine Bus-Linie und •

Der Bus-Name hängt jetzt am Cursor. Er kann mit der rechten Maustaste rotiert und mit der linken plaziert werden. Plazieren Sie das Label etwa so, wie in der Zeichnung dargestellt.

Werden Signal- oder Bus-Namen geändert, ändern sich die zugehörigen Labels automatisch. Labels werden also nicht mit dem Befehl CHANGE TEXT, sondern mit NAME geändert.

Der NET-Befehl

Nun sollen Sie die Signale A0 bis A9 aus dem Bus "herausziehen". Das ist nur dann möglich, wenn Sie den Bus so benannt haben, wie vorher beschrieben.

Beginnen Sie mit dem Signal A0, das an IC1-5 angeschlossen wird.

- **NET** in der Kommando-Toolbar und bewegen Sie den Cursor über den Bus, eine Rasterlinie über dem Anschluß IC1-5. Damit das Signal gleich den richtigen Namen erhalten kann, müssen Sie das Netz am Bus beginnen.
- um den Anfangspunkt auf dem Bus zu fixieren. Ein Menü mit den vom Busnamen abgeleiteten Signalnamen erscheint, aus dem Sie mit • **A0** den Namen A0 auswählen können. Bewegen Sie jetzt den Cursor auf IC1-5, und benutzen Sie die rechte Maustaste, um die Netzlinie in die

gewünschte Form zu bringen. Mit **••** fixieren Sie den Endpunkt der Netzklinie.

Achtung: Ein Netz wird nur dann an einen Pin angeschlossen, wenn es am Anschlußspunkt des Pins abgesetzt wird. Blenden Sie den Pins-Layer ein, um diese Punkte zu lokalisieren (markiert mit grünem Kreis).

Wiederholen Sie diesen Vorgang für A1 bis A9, um die im Bild dargestellten Verbindungen zu erhalten.

Wie schon erwähnt, definieren Netze mit gleichem Namen eine Verbindung. Im vorliegenden Fall haben z. B. die Netze an IC1-5, IC3-8 und IC2-7 den gleichen Namen. Die Pins sind deshalb elektrisch verbunden, obwohl die Netzklinien nicht durchgehend sind.

Der SHOW-Befehl

An dieser Stelle läßt sich der SHOW-Befehl gut demonstrieren, der Namen und andere Details von Bauelementen und Objekten anzeigt. Sie können komplette Netze (im Schaltplan) oder Signale (im Layout) heller darstellen. Um beispielsweise A0 anzuzeigen, **• SHOW** in der Kommando-Toolbar, bewegen Sie den Cursor an den Endpunkt von Pin 5 des IC1, und **•**.

Beachten Sie, daß EAGLE alle Netzklinien, alle angeschlossenen Pins und die dazugehörigen Pin-Namen heller darstellt. Damit läßt sich sehr einfach feststellen, ob optisch verbundene Netze tatsächlich zusammengehören. Zusätzlich erscheint in der Kommandozeile

```
Net: A0
```

Wenn Sie ein Objekt mit einem bestimmten Namen anzeigen wollen, **• SHOW**, und tippen Sie den Namen (z. B. **D0 ←**) in die Kommandozeile ein. Sie können der Reihe nach weitere Namen eintippen, ohne den SHOW-Befehl erneut aktivieren zu müssen.

Der MOVE-Befehl

Eine wichtige Besonderheit des MOVE-Befehls betrifft die Behandlung von Netzen im Schaltplan:

Wenn Sie ein Netz mit MOVE über einen Pin bewegen und absetzen, entsteht keine elektrische Verbindung. Wenn Sie aber ein Bauteil so verschieben, daß ein Pin über einem Netz plaziert ist, dann "fängt" dieser Pin das Netz ein. Es entsteht eine Verbindung. Passiert das versehentlich, machen Sie die Aktion mit UNDO rückgängig, oder

löschen Sie das Netz mit DELETE.

Eine Überprüfung der Verbindungen ist mit dem SHOW-Befehl möglich, wie vorher beschrieben, aber auch durch Ausgabe einer Netzliste oder Pin-Liste mit dem EXPORT-Befehl.

History-Funktion

Mit den Tasten *Pfeil nach oben* und *Pfeil nach unten* können Sie einen der letzten mit der Tastatur eingegebenen Befehle in die Kommandozeile bringen und mit der Enter-Taste ausführen. Die Esc-Taste löscht die Kommandozeile.

Drücken Sie **Alt+F2**, um die ganze Schaltung auf den Bildschirm zu bringen, dann tippen Sie

```
SHOW R1 ←
```

```
SHOW C1 ←
```

```
SHOW IC1 ←
```

Führen Sie einen neuen Bildschirmaufbau mit **F2** durch, und betätigen Sie die Tasten *Pfeil nach oben* und *Pfeil nach unten* etliche Male. Wie Sie sehen, können Sie damit durch die Liste der zuletzt eingetippten Befehle gehen. Sobald der gewünschten Befehl in der Kommandozeile erscheint, drücken Sie die Enter-Taste.

Zeichnung vervollständigen

Wenn Sie mit den Bussen fertig sind, verwenden Sie den **ADD**-Befehl, um die restlichen Bauelemente und die Symbole für VCC und GND zu plazieren. Bitte erinnern Sie sich daran, daß Sie mit der rechten Maustaste die Symbole rotieren können, bevor Sie sie absetzen und daß Sie alle Objekte mit dem **MOVE**-Befehl verschieben können.

Mit dem **NET**-Befehl verbinden Sie die Pins der Symbole. Zeichnen Sie die restlichen Verbindungen, wie im Bild dargestellt. Verwenden Sie die rechte Maustaste bei aktivem **NET**-Befehl, um den Winkel zwischen den Netzsegmenten einzustellen. Verwenden Sie **•**, um ein Segment zu fixieren. Verwenden Sie **••**, um eine Netzlinie zu beenden.

Der JUNCTION-Befehl

Dieser Befehl dient dazu, den Punkt zu zeichnen, der eine Verbindung zwischen zwei sich kreuzenden Netzen symbolisiert.

- **JUNCTION** in der Kommando-Toolbar, und ein Punkt hängt am Cursor. Bewegen Sie den Cursor über den Kreuzungspunkt zweier zu verbindender Netzknoten und •.

Der **SMASH**-Befehl

Beim Rotieren von Dioden und Widerständen werden Sie festgestellt haben, daß ihr Name und ihr Wert ebenfalls rotiert werden (immer so, daß der Text von unten oder von rechts zu lesen ist). Mit dem **SMASH**-Befehl lassen sich diese Texte von einem Symbol loslösen, so daß man sie individuell mit **MOVE** bewegen und rotieren oder mit **CHANGE SIZE** vergrößern oder verkleinern kann.

Um den Befehl zu aktivieren,

- **SMASH**

Nun plazieren Sie den Cursor auf dem Dioden-Symbol und •. Selektieren Sie **MOVE**, bewegen Sie den Cursor zum Text D1 und •. Der Selektionspunkt eines Textes ist normalerweise links unten, er kann aber bei rotierten Texten auch rechts oben liegen. Der Dioden-Name kann jetzt an eine andere Stelle bewegt und mit der rechten Maustaste rotiert werden. Mit • setzen Sie den Namen an der neuen Stelle ab.

Sie können dasselbe mit dem Wert des Symbols tun, der im Augenblick noch **DIODE-10** ist (sofern Sie nicht die fertige Schaltung geladen haben). **EAGLE** belegt den Wert von Bauelementen mit dem Namen, den sie in der Bibliothek haben (z. B. **7400**, **DIODE-10** etc.). Sie können diesen Wert mit dem **VALUE**-Befehl ändern.

Wenn Sie die Größe von Texten ändern wollen, die mit dem **SMASH**-Befehl vom Symbol losgelöst wurden, verwenden Sie den **CHANGE**-Befehl (klicken Sie das **CHANGE**-Icon an, und selektieren Sie **SIZE**).

Der **VALUE**-Befehl

Mit diesem Befehl definieren oder ändern Sie den Wert von Bauelementen wie Widerständen oder Kondensatoren. Bei ICs gibt dieser Parameter im allgemeinen den Typ an (z. B. **7400**).

Um den Befehl zu aktivieren,

- VALUE
- Diodensymbol

tragen Sie 1N4148 in das Menü ein, • OK, und der neue Wert ist definiert.

Ändern Sie nun die Namen von Bauelementen und Bussen so, wie es aus dem Schaltbild hervorgeht. Netznamen müssen nicht geändert werden, es sei denn, man möchte später eine aussagekräftige Netzliste ausgeben.

Der Electrical Rule Check (ERC)

Sollten Sie die Schaltung nicht komplett selbst eingegeben haben, können Sie an dieser Stelle die Datei DEMO.SCH laden.

Der ERC testet einen Schaltplan auf elektrische Fehler. Er liefert als Ergebnis Warnungen und Fehlermeldungen, die in eine Datei geschrieben werden. Die Datei wird nach Beendigung des ERC gleich in einem Textfenster angezeigt, falls Meldungen aufgetreten sind. Um den ERC-Befehl zu aktivieren, klicken Sie dessen Icon in der Kommando-Toolbar an.

Bitte bedenken Sie, daß der ERC nur Hinweise auf eventuelle Fehler geben kann. Interpretieren müssen Sie das Ergebnis selbst!

Wenn Sie mehr über den ERC-Befehl erfahren wollen, Tippen Sie

HELP ERC ←

in die Kommandozeile ein.

17 Funktionstasten

Wie schon mehrmals angedeutet, sind verschiedene Funktionstasten bereits mit bestimmten Befehlen vorbelegt. Diese Belegung läßt sich jederzeit vom Benutzer ändern. Lediglich die Windows-spezifischen Tasten (wie F1 für die Help-Funktion) dürfen nicht neu definiert werden.

Bitte rufen Sie die Help-Seite des ASSIGN-Befehls auf, um weitere Informationen zur Belegung und Verwendung von Funktionstasten zu erhalten.

18 Automatische Forward&Back-Annotation

Sie sollten Ihre Platinen immer unter Kontrolle der Forward&Back-Annotation entwickeln, damit sie sicher mit dem Schaltplan übereinstimmen. Das ist automatisch der Fall, wenn eine Schaltung und eine dazu konsistente Platinendatei geladen sind. EAGLE lädt immer beide Dateien, falls Sie im selben Verzeichnis existieren. Konsistent heißt in diesem Zusammenhang, daß die Netzlisten, Bauteile und Values gleich sind.

Wenn Sie eine Schaltung laden, zu der eine Platinendatei mit gleichem Namen existiert (oder umgekehrt), führt EAGLE eine Konsistenzprüfung durch. Werden Unterschiede festgestellt, haben Sie die Möglichkeit, einen Electrical Rule Check (ERC) zu starten, dessen Ergebnis in einem Texteditor-Fenster landet. Mit diesen Angaben sind Sie in der Lage, die Inkonsistenzen manuell zu beheben. Damit können Sie auch nachträglich einen Schaltplan zu einer existierenden Platine erstellen.

Platinendatei aus Schaltplan erzeugen

Haben Sie eine Schaltung geladen, aus der Sie eine Platine entwerfen wollen, dann klicken Sie das BOARD-Icon in der Action-Toolbar an:



Es entsteht die zugehörige Platinendatei, in der die Gehäuse neben einer Leerplatine angeordnet sind.

Die Forward&Back-Annotation wird dann aufgehoben, wenn nur das Schaltplan- oder nur das Platinen-Fenster aktiviert ist und Sie Änderungen vornehmen, die zu inkonsistenten Dateien für Schaltplan und Platine führen. Beachten Sie deshalb:

Wenn Sie z. B. an der Platine arbeiten, sollten Sie das zugehörige Fenster mit der Schaltung nicht schließen (Sie dürfen es aber zum Icon verkleinern) — und umgekehrt.

EAGLE gibt eine Warnmeldung bei Aktionen aus, die zur Aufgabe der Forward&Back-Annotation führen würden.

Unter Kontrolle der Forward&Back-Annotation zieht jede Änderung im Schaltplan eine entsprechende Änderung in der Platine nach sich, und umgekehrt. Dabei können manche Änderungen sowohl in der Schaltung als auch in der Platine durchgeführt werden (z.B. das Benennen von Bauelementen, Netzen etc.), andere sind nur im

Schaltplan möglich (z. B. das Hinzufügen von Bauelementen). EAGLE läßt eine derartige Operation in der Platine nicht zu und weist Sie darauf hin, daß sie im Schaltplan auszuführen ist.

Um die Wirkungsweise der Forward&Back-Annotation beobachten zu können, laden Sie die Datei DEMOFB.SCH. Die Platine DEMOFB.BRD wird dann automatisch in den Layout-Editor geladen.

Verkleinern Sie nun beide Fenster so, daß beide auf dem Bildschirm zu sehen sind, und ändern Sie die Namen oder Werte einiger Netze oder Bauelemente. Verwenden Sie dazu die Befehle NAME und VALUE. Sie werden sehen, daß sich diese Namen in beiden Fenstern ändern. Experimentieren Sie auch mit dem DELETE-Befehl, und denken Sie vor allem daran, daß die UNDO-Funktion auch mit der Forward&Back-Annotation funktioniert.

19 Entwurf einer Leiterplatte

In diesem Abschnitt werden Sie eine kleine Platine entwerfen und ein existierendes Design mit dem Layout-Editor modifizieren. Sie werden zunächst eine Platine ohne Schaltplan anlegen. Dieser Abschnitt ist besonders für diejenigen interessant, die kein Schaltplan-Modul besitzen. Im allgemeinen werden Besitzer des Schaltplan-Moduls die Schritte bis "Platine aus Schaltplan anlegen" nicht zu erledigen haben, sie sollten den Abschnitt aber dennoch durchspielen, da einige andere Aspekte für sie nützlich sind.

Platine ohne Schaltplan anlegen

Legen Sie eine neue Platine, und vergrößern Sie das Editor-Fenster.

Platinenumrisse definieren

Als erstes soll die Form der Platine festgelegt werden. Vorher müssen Sie die Einheit festlegen, auf die sich die Maßangaben beziehen sollen. Es soll das Standardraster für Platinen von 0.05 Inch eingestellt werden. Dazu klicken Sie das GRID-Icon in der Parameter-Toolbar an. Dann • DEFAULT-Button und • OK.

Die Platinenumrisse müssen mit dem WIRE-Befehl in den Dimension-Layer gezeichnet werden: • WIRE, und wählen Sie aus der Combo-Box der Parameter-Toolbar den Layer Dimension aus.

Positionieren Sie den Cursor auf den Koordinaten-Nullpunkt und •, um

den Anfangspunkt der Umrißlinie festzulegen. Bewegen Sie den Cursor etwas nach rechts. Betätigen Sie die rechte Maustaste, bis beide Liniensegmente einen Winkel von 90 Grad bilden, und positionieren Sie den Cursor in der Nähe der Koordinaten 4.00 3.00.

Fixieren Sie den bisherigen Verlauf mit ●, und bewegen Sie den Cursor zurück zum Koordinaten-Nullpunkt.

Mit ●● legen Sie den Endpunkt fest. Damit sind die Platinenumrisse definiert.

Sie können mit MOVE die Kanten verschieben oder mit UNDO/REDO vorherige Aktionen zurücknehmen bzw. erneut ausführen.

Alt+F2 bzw. Anklicken des Zoom-to-fit-Icons stellt die Platine so dar, daß sie das Arbeitsfenster ausfüllt.

Standard-Raster (Default-Grid)

Bevor man Bauteile plaziert, muß man das richtige Raster einstellen. Das Plazierungs raster kann anders sein als das Raster, in dem die Umrisse gezeichnet worden sind, und es ist meist anders als das Raster, in dem die Leitungen verlegt werden. In diesem Fall wählen wir das Standard-Raster von 0.05 Zoll, das bereits eingestellt ist.

Bibliothek zum Benutzen laden

Klicken Sie das Icon für den USE-Befehl in der Action-Toolbar an:



Selektieren Sie als Pfad ...*examples*, falls nicht schon geschehen, und wählen Sie die Bibliothek DEMO.LBR aus.

Bauteile plazieren

● ADD in der Kommando-Toolbar, und ●● DIL14.

Ein 14poliges DIL-Gehäuse (Package) hängt am Cursor und kann mit der rechten Maustaste rotiert bzw. mit der linken Maustaste plaziert werden. Plazieren Sie zwei DIL-14-Gehäuse.

Benutzen Sie die F3-Taste und die F4-Taste, um den Bildausschnitt zu verkleinern und zu vergrößern.

SMD-Packages plazieren

Plazieren Sie nun mit `ADD` zwei Packages (Gehäuse) `1210` auf der Platine. Wenn Sie den Gehäusenamen kennen, geht das auch, indem Sie

```
ADD 1210 ←
```

in die Kommandozeile eintippen.

Die SMD-Pads erscheinen in Rot, das bedeutet, sie befinden sich auf der Oberseite (Top-Layer) der Platine. Um sie auf die Unterseite zu bringen, verwendet man den `MIRROR`-Befehl. Klicken Sie das `MIRROR`-Icon in der Kommando-Toolbar und `•` auf das Package.

Sie können das Package mit weiteren Mausklicks auf die jeweils andere Platinenseite bringen, solange der `MIRROR`-Befehl aktiv ist. Für die folgende Übung sollten Sie die Packages auf dem Top-Layer (rot) plazieren.

Namen vergeben

Um den gerade plazierten Packages Namen zu geben,

- `NAME`

Bewegen Sie den Cursor in die Nähe des Aufhängepunktes des ersten `DIL14`, der mit einem Kreuz markiert ist, und `•`. Es erscheint ein Popup-Menü. Tippen Sie

```
IC1 ←
```

und das Element erhält diesen Namen. Wiederholen Sie diesen Vorgang mit den restlichen Elementen, denen Sie die Namen `IC2`, `R1` und `R2` geben.

Werte vergeben

Um den Elementen Werte zuzuweisen,

- `VALUE`

Bewegen Sie den Cursor in die Nähe des Aufhängepunktes des ersten `DIL14` und `•`.

Es erscheint ein Popup-Menü. Tippen Sie

```
CD4001 ←
```

und `IC1` hat jetzt den *Wert* `CD4001`. Weisen Sie auf die gleiche Art `IC2` den Wert `CD4002` und den Widerständen `R1` und `R2` die Werte `100k`

und 22k zu.

Signale definieren

Im nächsten Schritt sollen Signale definiert werden, die in Form von Luftlinien (*Airwires*, *Rubberbands*) mit dem SIGNAL-Befehl eingezeichnet werden. Zunächst sollen die Versorgungsanschlüsse der beiden ICs verbunden werden.

- SIGNAL, und tippen Sie

GND ←

- auf Pad 7 von IC1 (IC1-7), bewegen Sie den Cursor zu IC2-7 und ••, um die GND-Luftlinie zu beenden.

Damit sind die beiden Pads an das Signal GND angeschlossen.

Nun tippen Sie

VCC ←

- IC1-14, bewegen Sie den Cursor zu IC2-14 und ••, um die VCC-Luftlinie zu beenden.

Definieren Sie weitere Verbindungen auf die gleiche Weise.

Wenn Sie keinen Wert auf einen bestimmten Signalnamen legen, starten Sie eine Luftlinie ohne vorherige Eingabe eines Namens mit • auf das erste Pad und beenden Sie mit •• oder durch Anklicken des Stoppschild-Icons. EAGLE generiert dann automatisch Signalnamen, die Sie nachträglich mit dem NAME-Befehl ändern können.

EAGLE-Nomenklatur: Pads sind Anschlüsse von bedrahteten Gehäusen (Layout). Pins sind Anschlüsse von Symbolen (Schaltplan). Smds sind Anschlußflächen von SMD-Gehäusen.

Luftlinien können mit DELETE gelöscht werden, sofern Sie nicht unter Kontrolle der Forward&Back-Annotation arbeiten (in diesem Fall sind die Verbindungen im Schaltplan zu löschen).

Selbstverständlich funktionieren auch UNDO (F9) und REDO (F10).

Platine aus Schaltplan anlegen

Wenn Sie das Schaltplan-Modul besitzen und der Schaltplan bereits vorliegt, kommen Sie mit ganz wenigen Schritten zu dem Ergebnis, das

Sie mit viel Mühe im vorangegangenen Abschnitt erzielt haben: einer Platine, bei der die Pads bzw. Smds durch Signale (Luftlinien) verbunden sind und die Namen und Werte der Bauteile bereits richtig vergeben sind.

Board-Datei erzeugen

Laden Sie die Schaltung DEMO.SCH und klicken Sie das BOARD-Icon an:



Damit wird eine Board-Datei mit demselben Namen wie die Schaltplan-Datei angelegt, also DEMO.BRD. Beantworten Sie die Frage, ob die Datei erzeugt werden soll, mit • OK, und vergrößern Sie das Layout-Editor-Fenster, um den ganzen Bildschirm ausnutzen zu können.

Der weiße Rahmen rechts stellt die Platinenumrisse dar. Es handelt sich um Wires im Dimension-Layer, wie sie im vorhergehenden Abschnitt per Hand eingegeben wurden.

- MOVE, und
- rechte senkrechte Kante der *Platine* etwa in der Mitte. Bewegen Sie den Cursor etwas nach links und
-

Damit haben Sie die Platine etwas verkleinert. Sie können die Platinengröße auf die gleiche Weise zu jeder Zeit wieder ändern.

Bauteile anordnen

Klicken Sie das Zoom-to-fit-Icon an, um die Zeichnung in das Fenster einzupassen. Die Bauteile sind links neben der Platine angeordnet.

- MOVE, • das größte IC etwa in der Mitte, und bewegen Sie den Cursor in die Platine. Das Bauteil und die Luftlinien bleiben am Cursor. Drücken Sie die rechte Maustaste, wenn Sie das Bauteil rotieren wollen.
- um das Bauteil abzusetzen.

Plazieren Sie alle Bauteile auf diese Weise.

Klicken Sie das RATSNEST-Icon, um die Luftlinien so berechnen zu lassen, daß sie die kürzesten Verbindungen darstellen. Geben Sie diesen Befehl immer wieder, wenn Sie beurteilen wollen, wie gut Ihre Platzierung ist (möglichst kurze Wege, möglichst keine *verdrehten* Signalbündel etc.).

Autorouter: kleine Kostprobe

Wenn Sie eine kleine Kostprobe des Autorouters sehen wollen, klicken Sie das Icon des `AUTO`-Befehls in der Kommando-Toolbar an. Im Autorouter-Menü klicken Sie den `Start`-Button an.

Ist die Platzierung gut, sollte er schnell fertig sein (Meldung: *...finished*) in der Kommandozeile). Wenn es Ihnen zu lange dauert, brechen Sie ihn durch Anklicken des Stoppschild-Icons ab. Bestätigen Sie die Frage *Interrupt?* mit

- `Yes`.

Wenn Ihnen das Ergebnis nicht gefällt, machen Sie es mit `RIPUP` rückgängig. Falls Sie einzelne verlegte Leitungen in Luftlinien verwandeln wollen, klicken Sie diese Leitungen zuerst an und starten dann die Ausführung des Befehls durch Klick auf das Ampel-Icon in der Action-Toolbar. Wenn Sie alle Leitungen in Luftlinien verwandeln wollen, klicken Sie bei aktiviertem `RIPUP`-Befehl gleich das Ampel-Icon an. Die Frage *Ripup all signals?* beantworten Sie mit `OK`.

Sie können den Autorouter zu jeder Zeit starten, ganz gleich, ob schon Signale geroutet sind oder nicht. Typischerweise verlegt man zunächst einige Signale per Hand (etwa die Versorgungssignale) und startet dann den Autorouter.

Manuell routen

Der `ROUTE`-Befehl verwandelt Luftlinien in Leitungen.

- `ROUTE` in der Kommando-Toolbar.
- Anfangspunkt einer Luftlinie.

Wie beim `WIRE`-Befehl können Sie jetzt weitere Parameter, etwa die Breite oder den Ziel-Layer, mit Hilfe der Parameter-Toolbar eingeben.

Alle Maßangaben beziehen sich auf die gegenwärtig eingestellte Einheit (siehe `GRID`-Befehl).

Bewegen Sie den Cursor, um die Leitung zu routen, `•` um das Segment zu beenden und die Richtung für ein neues Segment zu ändern. `••` um den Route-Vorgang für das ganze Signal zu beenden.

Danach können Sie mit `•` sofort ein neues Signal routen.

Während Sie ein Signal routen, können Sie den Knickwinkel zwischen zwei Segmenten mit der rechten Maustaste weiterschalten.

Wenn Sie den Layer für eine Leitung ändern, nachdem Sie ein Segment mit der linken Maustaste gestartet haben, werden die

anschließend gerouteten Segmente in den neuen Layer gezeichnet. Die für den Wechsel der Ebene erforderliche Durchkontaktierung setzt EAGLE automatisch.

Platine ändern

Wenn Sie die Platine fertigeroutet haben, können Sie nachträgliche Änderungen durchführen. Sie können:

- Leitungssegmente und Bauteile mit `MOVE` bewegen,
- mit dem `DELETE`-Befehl geroutete Segmente in Luftlinien verwandeln,
- mit dem `RIPUP`-Befehl ein komplett verdrahtetes Signal in Luftlinien verwandeln.

Den Autorouter können Sie zu jeder Zeit starten, auch wenn bereits Signale von Hand verlegt worden sind. Diese Signale rührt der Autorouter nicht an. Typischerweise verlegt man Versorgungsleitungen und andere kritische Signalpfade mit der Hand und übergibt den Rest dem Autorouter.

Weitere Anwendung des Layout-Editors

In diesem Abschnitt werden Sie eine geroutete Demoplatine bearbeiten. Laden Sie die Datei `DEMOCMP.BRD`, und vergrößern Sie das Editor-Fenster.

Zunächst sollen ein paar wichtige Kommandos wiederholt werden.

DISPLAY-Befehl

Manchmal ist es leichter, den Überblick zu behalten, wenn man bestimmte Informationen ausblendet.

- `DISPLAY`

und deselektieren Sie mit der Maus Layer 21 (`tPlace`). Der Layer `tPlace` enthält die Information für den Bestückungsdruck auf der Top-Seite der Platine. Wenn Sie ihn selektieren oder deselektieren, werden automatisch auch die Layer `tOrigins`, `tNames` und `tValues` ein- bzw. ausgeblendet.

Um die Änderungen wirksam zu machen, • `OK`.

MOVE-Befehl

Mit dem `MOVE`-Befehl lassen sich Wires (Linien bzw. Leitungen) bewegen. Wenn Sie ein Segment in der Nähe eines Endpunkts selektieren, wird nur der Endpunkt bewegt. Selektieren Sie es mehr in der Mitte, bewegen Sie es parallel.

Sie können auch Vias (Durchkontaktierungen) bewegen. Die angeschlossenen Wires werden mitbewegt.

Bauteile auf dem Top-Layer lassen sich nur bewegen, wenn der `tOrigins`-Layer eingeblendet ist. Entsprechendes gilt für Bauteile auf dem Bottom-Layer und den `bOrigins`-Layer.

Während der `MOVE`-Befehl aktiv ist, können Sie mit der rechten Maustaste das selektierte Objekt drehen.

GROUP-Befehl

Einer der nützlichsten EAGLE-Befehle ist der `GROUP`-Befehl. Er erlaubt es, mehrere Objekte zusammenzufassen, mit `CHANGE` ihre Eigenschaften zu ändern oder sie gemeinsam zu verschieben, zu rotieren oder auf die andere Seite zu spiegeln. Um den Befehl anzuwenden, • `GROUP`, und definieren Sie mit Einzelklicks der linken Maustaste ein Polygon um eine Gruppe von Objekten herum (benutzen Sie nicht den `POLYGON`-Befehl!). Schließen Sie den Gruppendefinitionsbereich mit der rechten Maustaste. Die selektierten Objekte erscheinen nun heller auf dem Bildschirm.

Bitte beachten Sie, daß nur Objekte selektiert werden, die sich in einem sichtbaren Layer befinden. Packages auf dem Top-Layer können nur selektiert werden, wenn der Layer tOrigins eingeblendet ist, und Packages auf dem Bottom-Layer können nur selektiert werden, wenn der bOrigins-Layer eingeblendet ist. Benutzen Sie den `DISPLAY`-Befehl, um die Layer einzublenden, falls erforderlich.

Nun selektieren Sie den `MOVE`-Befehl und benutzen die rechte Maustaste, um die Gruppe an den Cursor zu heften. Sie können dann alle Objekte gemeinsam bewegen, mit der rechten Maustaste rotieren und mit der linken Maustaste fixieren.

Wenn eine Gruppe mit `GROUP` definiert wurde, können die Eigenschaften der darin enthaltenen Objekte mit dem `CHANGE`-Befehl geändert werden. Selektieren Sie eine Gruppe, die einige Wires enthält, • `CHANGE` in der Kommando-Toolbar, • `width`, und • `0.032`. Dann klicken Sie irgendwo im Editor-Fenster die rechte Maustaste an. Machen Sie die Aktion mit `UNDO` rückgängig.

Gruppen lassen sich auch definieren, indem man das `GROUP`-Icon selektiert und danach bei gedrückter linker Maustaste einen rechteckigen Bereich aufzieht.

SPLIT-Befehl

Mit dem `SPLIT`-Befehl fügen Sie einen Knick in einen Wire ein.

- `SPLIT` in der Kommando-Toolbar
- ein Wire-Segment nahe seinem Endpunkt

Verschieben Sie den Knickpunkt etwas, und Sie werden sehen, daß das längere Segment gerade bleibt, während sich das ursprünglich kürzere Segment aufteilt. Der Winkel zwischen den beiden neuen Segmenten wird mit der rechten Maustaste eingestellt. Ein weiterer Klick mit der linken Maustaste fixiert die Wire-Segmente.

CHANGE-Befehl

Verwenden Sie den `CHANGE`-Befehl, um die Breite von Wires zu ändern oder ein Wire-Segment auf einen anderen Layer zu legen. Um die Wire-Breite zu ändern,

- `CHANGE`
- `WIDTH` im Popup-Menü
- den Wert für die neue Breite

Dann bewegen Sie den Cursor zum Wire-Segment, dessen Breite geändert werden soll, und •.

Um eine Breite einzustellen, die nicht im Menü erscheint, z. B. 0.23 Inch, tippen Sie

```
CHANGE WIDTH .23 ←
```

und klicken das Wire-Segment an.

Um ein Wire-Segment auf einen anderen Layer zu legen,

- `CHANGE`
- `LAYER`
- gewünschten Layer
- Wire-Segment

Falls eine Durchkontaktierung (Via) erforderlich ist, damit keine Leitung aufgetrennt wird, setzt EAGLE es automatisch. Sollte ein Via überflüssig werden, entfernt EAGLE es automatisch.

DELETE-Befehl

Verwenden Sie den `DELETE`-Befehl, um ein Wire-Segment in eine Luftlinie zu verwandeln.

ROUTE-Befehl

Verwenden Sie den `ROUTE`-Befehl, um eine Luftlinie in einen Wire zu verwandeln. Mit `•` fixieren Sie die Position eines Segments. Dann bewegen Sie den Cursor in eine andere Richtung, fixieren das nächste Segment usw., bis das ganze Signal verlegt ist.

RIPUP-Befehl

Wenn Sie z. B. die Signale `GND` und `VCC` auflösen wollen, klicken Sie das `RIPUP`-Icon in der Kommando-Toolbar an, und tippen Sie

`GND VCC ←`

Zweimal `F9` macht die Aktion wieder rückgängig.

Wenn Sie alle Signale außer `GND` und `VCC` auflösen wollen, tippen Sie bei aktivem `RIPUP`-Befehl:

`! GND VCC ←`

SHOW-Befehl

Verwenden Sie den `SHOW`-Befehl, um Luftlinien, Wires oder Bauteile heller darzustellen. Klicken Sie das `Zoom-to-fit`-Icon und anschließend das `SHOW`-Icon an. Dann tippen Sie

`IC1 ←`

um `IC1` zu lokalisieren.

Bildschirm auffrischen

Benutzen Sie die Taste `F2`, um den Bildschirminhalt aufzufrischen, oder klicken Sie das `Redraw`-Icon an.

UNDO/REDO

Alle genannten Aktionen lassen sich mit dem `UNDO`-Icon in der Action-Toolbar (`F9`) rückgängig machen und mit dem `REDO`-Icon (`F10`) wiederholen.

Innen-Layer

Innen-Layer (Route2...15) können zum Routen von Signalen in der gleichen Weise verwendet werden wie Top- und Bottom-Layer.

Versorgungs-Layer

Innen-Layer (Route2...15) können allein durch Umbenennen des Namens in *\$signalname* als Lage für ein komplettes Signal verwendet werden. Laden Sie die Platine DEMOCMP.BRD, und tippen Sie

```
SHOW GND ←
```

Das GND-Signal wird hell dargestellt.

Tippen Sie dann

```
RIPUP GND ←
```

Das GND-Signal wird jetzt nur noch durch Luftlinien dargestellt.

Nun soll Layer 2 als Masse-Layer definiert werden. Das Massesignal heißt GND, deshalb muß der Layer in \$GND umgetauft werden:

```
LAYER 2 $GND ←
```

Der Layer-Befehl ist nicht als Icon vorhanden, da dies nicht viel Sinn machen würde. Er kann deshalb nur über die Kommandozeile eingegeben werden.

Klicken Sie das RATSNEST-Icon an, damit die Luftlinien des GND-Signals verschwinden.

Um sich das Resultat anzusehen, blenden Sie alle Layer außer \$GND aus. Das können Sie durch Anklicken des DISPLAY-Icons erreichen, oder Sie tippen den entsprechenden Befehl direkt in die Kommandozeile ein:

```
DISPLAY NONE $GND ←
```

Denken Sie bei solchen Befehlen daran, daß Sie auch Kleinbuchstaben benutzen und Schlüsselwörter abkürzen können, also z. B.:

```
dis none $gnd ←
```

Tippen Sie nun

```
SHOW GND ←
```

Jedes Thermal-Symbol (heller dargestellt) schließt eine zum Signal GND gehörende Durchkontaktierung an den Masse-Layer an, während die runden Annulus-Symbole die anderen Pads von diesem Layer isolieren.

Versorgungs-Layer, die mit \$... definiert wurden, werden invertiert

geplottet, deshalb bleibt alles Kupfer, was auf dem Bildschirm schwarz ist. Die in der Layer-Farbe dargestellten Annulus-Symbole sind frei von Kupfer. Bei den Thermal-Symbolen führen vier leitende Stege zur Durchkontaktierung.

Copper Pouring

Als Copper Pouring bezeichnet man eine Eigenschaft des Layout-Editors, mit deren Hilfe man Flächen so füllen kann, daß alle zu einem bestimmten Signal (im allgemeinen GND oder VCC) gehörenden Objekte an die Fläche angeschlossen werden, während zu allen anderen Potentialen ein definierter Abstand eingehalten wird. Um die Lötbarkeit zu gewährleisten, werden Pads mit Thermal-Symbolen angeschlossen. Der dazu erforderliche Befehl ist der `POLYGON`-Befehl. Sie können mehrere Polygone auf einem Layer anlegen, etwa um unterschiedliche Ground-Flächen zu realisieren, oder Sie können Polygone auf unterschiedlichen Layern anlegen.

Sie sollen nun den Top-Layer einer Platine mit dem GND-Signal *füllen*.

Laden Sie die Platine `DEMOCMP.BRD`, und lösen Sie das GND-Signal auf:

```
RIPUP GND ←
```

Blenden Sie mit dem `DISPLAY`-Befehl die Layer *Top*, *Pads*, *Vias* und *Dimension* ein. Benutzen Sie den Button `NONE` im Menü, um vorher alle anderen Layer auszublenden.

Klicken Sie das `POLYGON`-Icon in der Kommando-Toolbar an und tippen Sie

```
GND ←
```

ein. Um dem zu definierenden Polygon gleich den Namen `GND` zu geben. Damit gehört es zum GND-Signal.

Wählen Sie aus der Combo-Box in der Parameter-Toolbar den Layer `TOP` aus. Dann:

- linke obere Ecke des Platinenumrisses,
- rechte obere Ecke,
- rechte untere Ecke,
- linke untere Ecke,

Mit dem Doppelklick schließt sich das Polygon.

Um die Berechnung der gefüllten Bereiche zu starten, klicken Sie das `RATSNEST`-Icon an.

Da es sich dabei um eine sehr komplexe Operation handelt, kann dieser Vorgang eine Weile dauern.

Wie vorher sind die zum GND-Signal gehörenden Pads mit Thermal-Symbolen angeschlossen. Überprüfen Sie das mit

```
SHOW GND ←
```

In diesem Fall ist alles Kupfer, was in der Layer-Farbe dargestellt ist, da der Layer nicht invertiert geplottet wird (nur Versorgungs-Layer, die mit *\$name* realisiert wurden).

Nach dem Laden einer Platine sind Polygone nur mit ihren Umrissen dargestellt. Erst der Befehl RATSNEST führt zur gefüllten Darstellung. Umgekehrt kann man mit RIPUP und • auf Polygonkante gezielt Polygone auf Umrißdarstellung umschalten.

Rufen Sie die Help-Funktion auf, um mehr über die verschiedenen Einstellungen des POLYGON-Befehls zu erfahren.

20 Autorouter

Kein Autorouter der Welt wird Ihr Layout genau so entwerfen, wie Sie es haben wollen. Deshalb lehnen viele den Einsatz von Autoroutern generell ab. In diesem Kapitel wollen wir Ihnen demonstrieren, daß Ihnen ein guter Autorouter eine ganze Menge stumpfsinniger Arbeit ersparen kann.

Laden Sie die Platine DEMO1U.BRD. Bitte beachten Sie, daß diese Platine nicht mit der Standard- oder Light-Version bearbeitet werden kann.

Blenden Sie mit Hilfe des DISPLAY-Befehls den Layer tPlace aus, damit die Bauelemente nicht mehr dargestellt werden.

Auf dieser Platine sind die Versorgungssignale von Hand verlegt worden. Außerdem sind mit Kreisen und Rechtecken (Befehle CIRCLE und RECT) in den Layern TRestrict und BRestrict Sperrflächen für den Autorouter angelegt worden. Innerhalb dieser Flächen darf er im Top- bzw. Bottom-Layer keine Leitungen verlegen.

Starten Sie den Autorouter durch Anklicken des AUTO-Icons in der Kommando-Toolbar.

Es öffnet sich ein Menü, in dem Sie individuelle Einstellungen vornehmen können (Siehe Help-Funktion). Veränderte Einstellungen für eine Platine merkt sich der Autorouter für künftige Aufrufe.

Da Sie alle nicht gerouteten Leitungen routen wollen,

- Start

Sofern Sie die Parametereinstellungen nicht verändern wollen, können Sie den Autorouter auch durch Eintippen von

```
AUTO; ←
```

in die Kommandozeile starten. Das Menü erscheint dann nicht.

Beobachten Sie die Statusmeldungen in der Kommandozeile. Darin erfahren Sie unter anderem, wieviel Prozent der Signale schon verlegt sind oder wie viele Durchkontaktierungen der Autorouter im Augenblick benötigt. Sie werden sehen, daß diese Zahl bei den Optimierungsläufen niedriger wird.

Falls Sie den Autorouter unterbrechen wollen, klicken Sie das Stoppschild-Icon an.

Ein Protokoll des Routing-Vorgangs legt der Autorouter in der Datei DEMO1U.PRO ab. Sehen Sie sich die Datei mit Hilfe des Texteditors an.

Die vom Autorouter geroutete Platine können Sie weiterbearbeiten, wie jede andere Platine auch. Sollte das Route-Ergebnis nicht 100% sein, können Sie einzelne Signale oder Signalbündel mit RIPUP auflösen und per Hand oder mit dem Autorouter gezielt neu verlegen.

21 Design Rule Check

Der letzte Schritt beim Entwurf einer Leiterplatte ist der Design Rule Check (DRC). Dabei wird die Platine auf die Einhaltung bestimmter Kriterien überprüft, die der Benutzer vorgibt.

Laden Sie die Datei DEMOCMP.BRD, und blenden Sie den tPlace-Layer aus.

Um die Prüfung zu starten, klicken Sie das DRC-Icon in der Kommando-Toolbar an.

Es öffnet sich ein Menü, in dem Sie verschiedene Prüfungen aktivieren und Ihre Design Rules eingeben können.

- HELP

um mehr über die Parameter zu erfahren.

Schalten Sie die Prüfungen für OffGrid und Angle mit der Maus aus. Sie haben hier keinen Sinn, da die SMD-Bauelemente nicht im eingestellten Plazierungsraster liegen und deshalb zahlreiche Fehlermeldungen die Folge wären.

- OK

In der Kommandozeile sollte nun die Meldung *No errors* erscheinen. Damit haben Sie die Gewähr, daß Ihre Design Rules eingehalten sind. Frischen Sie das Bild mit **F2** auf, oder klicken Sie das Redraw-Icon an. Bewegen Sie nun mit **MOVE** eine rote Leitung über mehrere andere rote, und starten Sie den DRC erneut mit

DRC; ←

Der Strichpunkt verhindert das Erscheinen des Menüs.

Nun sollte eine Anzahl von Fehlern in der Kommandozeile gemeldet werden.

Klicken Sie das Zoom-to-fit-Icon an und anschließend das **ERRORS**-Icon in der Kommando-Toolbar. Es öffnet sich ein Menü mit der Liste der Fehler. Drücken Sie **F1**, um mehr über den **ERRORS**-Befehl zu erfahren.

Wenn Sie die Fehler korrigiert haben, löschen Sie das Ergebnis des vorhergehenden DRC-Durchlaufs mit

DRC CLEAR ←

*Wenn Sie in einer Platine undefinierbare Objekte finden, die sich nicht löschen lassen, denken Sie daran, daß es sich um Fehlermarkierungen handeln könnte, die der DRC hinterlassen hat. Sie lassen sich mit **DRC CLEAR** löschen.*

22 Bibliotheken

Die Bauelemente, die Sie in Schaltungen verwenden, sind in Bibliotheken gespeichert. Der Bibliotheks-Editor hat dieselbe Bedienoberfläche wie der Schaltplan- und der Layout-Editor. Damit ist für das Definieren von Bauteilen nur die Kenntnis einiger zusätzlicher Funktionen erforderlich.

23 Ausgabe von Zeichnungen und Fertigungsdaten

EAGLE kann Zeichnungen über den **PRINT**-Befehl ausgeben, der über das File-Menü des Schaltplan- oder Layout-Editors erreicht werden kann. Oder man verwendet den CAM-Prozessor, der über das File-Menü des Control Panels bzw. über das CAM-Prozessor-Icon in einem der Editor-Fenster aufgerufen wird.

Den `PRINT`-Befehl benutzt man im allgemeinen für Zeichnungen, die zu Kontroll- oder Dokumentationszwecken erstellt werden, nicht zur Ausgabe von Layouts.

Unter Windows erreicht man über `PRINT` die installierten Drucker.

Unter Linux werden PostScript-Daten erzeugt, die an `lpr` oder in eine Datei ausgegeben werden können.

Ausgegeben wird die im jeweiligen Editor-Fenster dargestellte Zeichnung mit der aktuellen Layer-Einstellung.

Mit dem CAM-Prozessor erstellt man die Film- und Fertigungsdaten. Er verwendet eigene Gerätetreiber, die der Benutzer modifizieren kann (siehe Datei `EAGLE.DEF`).

Achtung: In der DOS-Version wird der PRINT-Befehl nicht unterstützt. Verwenden Sie hier den CAM-Prozessor!

Schaltplan mit dem `PRINT`-Befehl ausgeben

Der Schaltplan `DEMOCMP.SCH` soll schwarz/weiß und formatfüllend auf eine Seite gedruckt werden.

Laden Sie die Datei `DEMOCMP.SCH`, und klicken Sie das `PRINT`-Icon in der Action-Toolbar an. Markieren Sie die Check Boxes `Black`, `Solid` und `Rotate` (weil die Zeichnung im Querformat vorliegt). Die Check Boxes `Mirror` und `Upside down` werden nicht markiert.

Tragen Sie unter `Scale factor` und `Page limit` jeweils 1 ein. Damit legen Sie fest, daß die Zeichnung mit dem Skalierfaktor 1 ausgegeben werden soll, falls Sie auf eine Seite paßt. Wenn nicht, wird der Skalierfaktor automatisch so verkleinert, daß die Zeichnung auf einer Seite Platz hat. Bei `Page limit 0` wird die Zeichnung immer mit dem eingestellten Skalierfaktor ausgedruckt.

Den Drucker wählen Sie über den Button `Printer` aus.

Unter Linux stellen Sie für die Ausgabe an den Drucker im `Printer`-Feld `lpr` ein. Wollen Sie in eine Datei drucken, geben Sie eine Umleitung an, z.B.:

```
cat > board.ps
```

Mit dem Button `Page` gelangen Sie zur Seiten-Parameter-Einstellung. Ist die Check Box `Caption` markiert, wird eine Bildunterschrift mit ausgedruckt, die Angaben wie Datum, Uhrzeit, Dateiname und

Scale-Faktor enthält.

Gerber-Daten mit dem CAM-Prozessor erzeugen

Wenn man Filme und Fertigungsdaten erzeugt, ergibt sich im allgemeinen ein Ablauf, der für jede Platine dieselben Schritte erfordert. Dieser Ablauf läßt sich als CAM-Prozessor-Job definieren.

Die Datei GERBER.CAM, die sich im Default-Verzeichnis für CAM-Jobs befindet, automatisiert die Ausgabe von Gerber-Daten für zweilagige Platinen. Bitte beachten Sie, daß das beschriebene Verfahren nur für Gerber-Plotter mit flexiblen Blenden geeignet ist, nicht für Plotter mit festem Blendenteller.

Laden Sie den Job in den CAM-Prozessor, indem Sie entweder im Control Panel das Icon mit dem Namen GERBER doppelklicken, oder indem Sie von einem Editor-Fenster aus das CAM-Prozessor-Icon anklicken und die Datei GERBER . CAM selektieren.

Nun laden Sie die Board-Datei DEMOCMP . BRD, von der die Gerber-Daten erzeugt werden sollen:

⇒ *File/Open/Board* und •• DEMOCMP . BRD

Klicken sie den Button *Process Job* an, und bestätigen Sie die beiden Meldungen *Delete name. \$\$\$...* und *More than ...* mit • OK.

Jetzt werden alle erforderlichen Dateien in das Design-Directory (in dem sich die Platinen und Schaltungen Ihres Projektes befinden) geschrieben.

Die Dateien haben folgende Bedeutung:

Democmp . cmp	Bestückungsseite
Democmp . sol	Lötseite
Democmp . plc	Bestückungsdruck
Democmp . stc	Lötstopmaske f. Bauteilseite
Democmp . sts	Lötstopmaske f. Lötseite
Democmp . whl	Blendentabelle
Democmp . gpi	Infodatei, nicht relevant, löschen
Democmp . \$\$\$	Temporäre Datei, löschen

Die ersten sechs Dateien schicken Sie Ihrem Leiterplattenhersteller. Entsprechend lassen sich Bohrdaten mit Hilfe des Jobs

EXCELLON .CAM erzeugen.

Weitere Informationen finden Sie in den CAM-Prozessor-Help-Seiten.

24 Flexible Datenausgabe mit EAGLE User Language

EAGLE enthält eine integrierte, C-ähnliche Benutzersprache in Form eines Interpreters. Sie läßt den Zugriff auf beliebige EAGLE-Daten und die Ausgabe in Dateien zu. Damit steht ein leistungsfähiges Werkzeug für die Erzeugung beliebiger Formate zur Verfügung. Sehen Sie sich die Dateien mit der Extension *.ULP und den entsprechenden Abschnitt der Help-Funktion an, um einen Eindruck von den Möglichkeiten der User Language zu bekommen.

25 Script-Dateien – flexible Eingabeschnittstelle

Script-Dateien sind Textdateien, die beliebige EAGLE-Befehle enthalten können (siehe SCRIPT-Befehl). Damit steht ein flexibles Eingabe-Interface zur Verfügung, dessen Definition sich aus der Syntax-Beschreibung der EAGLE-Befehle ergibt (siehe Help-Funktion).

Zusammen mit der User Language geben Script-Dateien dem Benutzer die Möglichkeit an die Hand, eigene Funktionen zu realisieren, etwa eine maßgeschneiderte Snap-Funktion, die alle Bauteile auf ein bestimmtes Raster zieht. Dabei erzeugt man mit RUN eine Script-Datei, die Befehle zur Neupositionierung der Bauteile enthält, und führt sie mit SCRIPT aus.

Das ist nur ein Beispiel für die Flexibilität des Programmpakets EAGLE.

Wenn Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte an uns:

Deutschland und europäisches Ausland:

Tel. +49 (0)8635 6989-10

Hotline +49 (0)8635 6989-30

Fax +49 (0)8635 6989-40

Internet: www.CadSoft.DE

Email: Info@CadSoft.DE

USA und andere Länder

Tel. +1 (561) 274 8355, USA auch: 1-800-858-8355

Fax +1 (561) 274 8218

Internet: www.CadSoftUSA.COM

Email: Info@CadSoftUSA.COM

Für unsere Kunden unterhalten wir eine kostenlose Hotline!