

elektronik industrie

Kennziffer-Fachzeitschrift für Elektronik-Entwicklung

Ohne Symbole geht bei Elektronik-CAD nichts

PicTRON
Symbolbibliothek

Johannes M. Heuss
Reichweinstraße 47
W-8500 Nürnberg 50
Telefon 0911 / 80 82 56

J. M. Heuss

Ohne Symbole geht bei Elektronik-CAD nichts

Die modernen CAD-Programme für PC-kompatible Rechner bieten breit gefächerte Möglichkeiten, um effizient und fehlerfrei Elektronikschaltungen zu entwickeln. Die Erfordernis von den Bauteilen entsprechenden Symbolen wird jedoch oft vergessen und der zu ihrer korrekten Erstellung erforderliche Aufwand unterschätzt. Die bei der Erstellung einer derartigen Symbolbibliothek gewonnenen Erfahrungen werden hier vorgestellt.

Die günstige Preisentwicklung der Personal-Computer und das breite Angebot an Elektronik-CAD-Programmen für PCs bewegen auch kleinere Entwicklungsunternehmen vermehrt dazu, eine zeitgemäße Alternative zu Kreppband und Zeichenfolie anzuschaffen. Die Möglichkeiten der Programme erscheinen verlockend: nicht nur die Entwicklung von Elektronik-Baugruppen wird dadurch erleichtert, auch der für die Dokumentation anfallende Aufwand wird verringert und macht dabei sogar oft den Zeichner arbeitslos (wenn er nicht bereits an einem anderen CAE-Arbeitsplatz tätig ist).

Ist das Programm glücklich installiert und hat man sich durch hakelige Benutzeroberflächen bisher nicht beirren lassen, zeigt sich meist der erste Haken: es funktioniert zwar alles ganz prima und die mitgelieferten Symbole sehen brauchbar aus, doch beim ersten eigenen Projekt erweisen sie sich als unvollständig oder gar unbrauchbar. Manche Möglichkeiten eines CAD-Programms können mit den mitgelieferten Symbolen gar nicht genutzt werden.

So macht sich der Anwender eben selbst an die Arbeit, und nach einer Woche sind in der so entstandenen Bibliothek „Transist.1“, „Kerko_A1“ und weiteres zu finden, was eben für das erste Projekt benötigt wird. Ist dieses glücklich überstanden, findet man im nächsten Projekt bereits Fehler und Versäumnisse in den Symbolen. Kein Problem, das kann man ja leicht ändern. Nach dem zweiten Projekt ist das erste noch einmal nachzuarbeiten, aber die inzwischen geänderten Symbole passen nicht mehr. Also erneutes Ändern, und inzwischen fragt man sich, worin die versprochene Erleichterung der Arbeit eigentlich besteht.

Die Schuld den CAD-Programm-Entwicklern und -Vertreibern zuzuschreiben erscheint naheliegend, ist jedoch meist unbegründet. Deren Aufgabe besteht darin, ein funktionstaugliches Werkzeug abzuliefern, und diese Aufgabe erfüllen sie in der Regel befriedigend. Die Zusammenstellung einer CAD-Symbolbi-

othek umgegangen werden. Bauteile, wie z. B. Quarze, werden kaum in dem gleichen Umfang vertreten sein wie Kondensatoren oder Halbleiter. Zu berücksichtigen sind auch spezielle Bereiche für Dokumentation, allgemeine Zeichnungen und Freiräume für Bauteile-Neuentwicklungen.

Die weitere Verschlüsselung sollte zweckmäßig den jeweiligen Bauteilen angepaßt sein: Bei Kondensatoren gibt es bereits sehr viele Zweige wie keramische oder Elektrolyt-Kondensatoren usw., dagegen ist bei Steckverbindern eher eine Typenvielfalt der jeweiligen Hersteller maßgebend. Genormten Teilen ist eine bevorzugte Stellung zu geben, jedoch sollten auch Sonderformen einzelner Hersteller Platz finden. Verlockend einfach erscheint die Verfahrensweise, Bauteile einfach durchzunummerieren. In der Praxis setzen die mnemonischen Fähigkeiten des Anwendergehirns bezüglich Ziffern hier jedoch enge Grenzen, daher ist diese Lösung nur als letztes Mittel anzusehen. Sinnvoll ist eher, Ziffernkombinationen der Herstellerbezeichnungen weitgehend zu übernehmen.

Auch die drei Zeichen der Extension sollten nicht allzu freigiebig vergeben werden. Mit ihnen kann – falls notwendig – später eine Versions-Kennung vorgenommen werden. In bestimmten Fällen bietet die Extension jedoch ein Mittel, parallele Möglichkeiten für ein Symbol zu verschlüsseln, z. B. für die Sockelbilder integrierter Schaltungen mit unterschiedlichen Lötungenformen. **Bild 1** zeigt einige Beispiele für Symbol-Bezeichner.

DDG-NA2	D = DIN-Schaltzeichen/Dokumentation
	D = Digitaltechnik
	G = Gatter
	NA = NAND-Funktion
	2 = 2 Eingänge

CPEA45	C = Kondensatoren
	P = Gruppe MKP-Kondensatoren
	E = Hersteller ero/Roederstein
	A = Baureihe KP 1830
	45 = Typ 7,2 x 4,5 mm

HLAC049A	H = integrierte Halbleiter
	L = Logik-Baustein
	A = Reihe CMOS-4000
	C = Kennung "Common Pin Names"
	049 = Typ 4049
	A = Teileinheit A - 1. Inverter

Bild 1: Schaltzeichen-Symbol-Bezeichner

Integrierte Schaltkreise		
Schaltzeichen	Bauteil-Bild	
HLAC049A	----	H = integrierte Halbleiter
HLAC050A	----- \	- = Kennung für Bauteil-Bilder
HLAC051	----- /	D = Dual-Inline-Gehäuse
		16 = 16-polig

Kondensatoren		
Schaltzeichen	Bauteil-Bild	
CPEA45	----- C-PEA45	C = Kondensatoren
CPEA55	----- C-PEA55	- = Kennung für Bauteil-Bilder
CPEA75	----- C-PEA75	P = Gruppe MKP-Kondensatoren
		E = Hersteller ero/Roederstein
		A = Baureihe KP 1830
		45 = Typ 7,2 x 4,5 mm
		55 = Typ 7,2 x 5,5 mm
		75 = Typ 7,2 x 7,5 mm

Bild 2: Beziehung zwischen Schaltzeichen und Bauteil-Bildern

othek ist tatsächlich ein eigenes Kapitel und erfordert vielfältige Vorbereitungen. Im folgenden sollen die wesentlichen Aspekte hierzu erläutert werden.

Bauelemente-Vielfalt

Die heutige Elektronik bietet eine enorme Fülle von genormten und ungenormten Bauteilen, die Möglichkeiten der Dateibezeichner unter DOS erscheinen mit 11 Zeichen gleichsweise bescheiden. Also kann das Problem nur über konsequente Aufschlüsselung gelöst werden. Erste Einschränkungen sind meist durch das CAD-Programm selbst gegeben: für Lötungen, Durchkontaktierungen und deren Konturformen sind bestimmte Rumpfkennungen reserviert, die für Symbole allgemeiner Art nicht benutzt werden sollten. Im Interesse einer möglichen späteren Erweiterung des Bibliotheksumfangs darf mit den ersten Buchstaben nicht zu verschwende-

Symboldatei-Inhalte

Bisher ist nicht zwischen Symbolen für Schaltzeichnungen und für Leiterplatten-Layouts unterschieden worden. Diese Unterscheidung ist dann notwendig, wenn das Programm für die jeweilige Umgebung getrennte Symbole benötigt. Das sieht dann z. B. so aus: in Schaltzeichen-Symbolen für unterschiedliche integrierte Schaltkreise sind die Anschlüsse mit Nummern versehen, und in jeder Symboldatei steht der Verweis auf ein Sockelbild-Symbol für das Layout; dieses ist für ein DIL-Gehäuse mit 16 Anschlüssen allen gemeinsam vorhanden. Bei diskreten Bauteilen wie Kondensatoren ist es umgekehrt: das Schaltzeichen ist immer gleich, jedoch unterscheidet sich das Sockelbild in Größe und Rasterabstand. Hier ist jedem Sockelbild ein

(identisches) Schaltzeichen-Symbol zuzuordnen, das jedoch den richtigen Querverweis enthält. **Bild 2** veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Die Unterscheidung zwischen Schaltbild- und Layout-Symbolen hat viele Vorteile: die Ebenen (Layer) des CAD-Programms können in der jeweiligen Umgebung vollständig genutzt und frei zugeordnet werden. Im Schaltbild-Symbol kann mit farblichen Unterscheidungen eine angenehme und übersichtliche Bildschirmdarstellung erreicht werden, was jedoch auf gleichartige Elemente (z.B. Anschluß-Bezeichnungen oder Verbindungen) beschränkt bleiben sollte. Dioden gelb und Transistoren rot darzustellen bedeutet erhöhten Aufwand, ohne jeden Nutzeffekt. Im Layout dienen die Ebenen zur getrennten Darstellung der zur Leiterplattenherstellung benötigten Filmvorlagen wie Leiterseiten, Bestückungsdruck, Bohrplan etc. Die farbliche Kennzeichnung kann auch hier zur Ergonomie beitragen. [1]

Schaltzeichen-Symbole

Ein Schaltzeichen ist schnell erstellt: ein paar Striche, ein Kreis, ein Pfeil, und fertig ist der Transistor. Ist aber beabsichtigt, Schaltpläne nach *DIN*-Norm gleich von Anfang an herzustellen, sind die Ansprüche höher. Proportionen müssen stimmen, Anschlußbezeichnungen sind zu vereinheitlichen, und bei Logikschaltungen sind Normsymbole nach *DIN 40900* bzw. *IEC 617-12* anzustreben. Ist der visuelle Bildinhalt korrekt, sind Informationen über gemeinsame Versorgungsanschlüsse festzulegen (bei Logikschaltungen z.B. U_{CC} und U_{SS}), und der Verweis auf ein Layout-Sockelbild ist einzutragen. **Bild 3** zeigt dazu Beispiele.

Es liegt nahe, auch Textbezeichnungen wie z.B. „LM 311“ in das Symbol zu integrieren. Hierbei verringert sich aber der Freiheitsgrad der weiteren Verwendbarkeit des Symbols für vergleichbare Bauteile mit anderer Bezeichnung. Auch ist es vielerorts üblich, im Schaltbild nur allgemeine Bezeichner wie „IC 17“ zu vergeben, der Bauteiltyp bzw. -wert geht dann erst aus der Stückliste hervor.

Bei der Schaltzeichen-Erstellung ist vor allem eines zu bedenken: Oft können einmal erstellte Symbole mit geringfügigen Änderungen weiterverwendet werden; unbemerkt geblie-

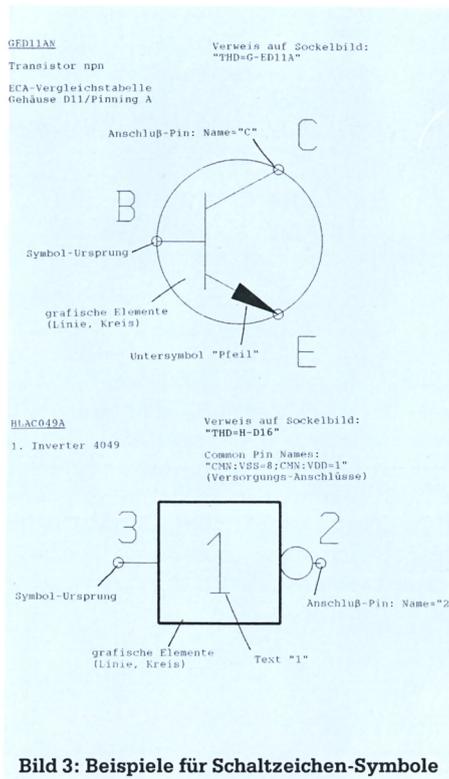


Bild 3: Beispiele für Schaltzeichen-Symbole

bene Fehler werden so virenartig in die gesamte Bibliothek übernommen. Sind die Symboldateien jedoch klar und übersichtlich gestaltet, sind Fehler leichter zu finden, und die spätere Weiterverwendung ist ohne viel Zeit- und Energieaufwand möglich. [1] [3]

Bauteil-Sockelbilder

Für die Bauteil-Darstellung auf der Leiterplatte gibt es (noch) keine Norm, hier gelten eher praktische Grundregeln. Ein Bauteil nimmt eine bestimmte Fläche in Beschlag, deren Kontur auf einer Ebene darzustellen ist: etwas größer ist sinnvoll aufgrund der Bauteil-Toleranzen, zu groß erschwert Abschätzungen über die erreichbare Packungsdichte. Die Bauteilkontur ist selten als Bestückungsdruck verwendbar. Daher ist dieser gesondert anzulegen. Bauteilanschlüsse sind mit den der Drahtstärke angemessenen Lötäugen zu besetzen, welche gleichzeitig Informationen über den Bohrlochdurchmesser enthalten. Das CAD-Programm bietet hierfür meist eine Möglichkeit zur Erstellung von *Excellon*-Bohr-

dateien bei entsprechender Kennzeichnung der Bohrung. Zur Herstellung von Labormustern von Hand ist auch ein Bohrplan mit ausschließlich visuellen Kennzeichen nützlich. Die Lötstopmasken sind ebenfalls in den Lötäugen-Symboldateien anzulegen. Alle Lötäugen sind mit dem Schaltzeichen-Symbol entsprechenden Bezeichnungen zu benennen. Benötigt das Bauteil Leiterplatten-Ausschnitte (Montagebohrungen), sind Ausschlußkonturen für den Autorouter und zur visuellen Kontrolle sinnvoll, um Leiterbahnen mit Bohrung zu vermeiden.

Der Symbol-Ursprung ist frei wählbar. Bewährt hat sich aber die folgende Regel (Draufsicht auf das Bauteil): bei Anschlüssen im 1,27/2,54-mm-Raster bei der unteren linken Anschluß; bei Rasterbezug in einer Richtung der Schnittpunkt der Achse der unteren/linken Anschlüsse mit der Symmetrieachse in der rasterfreien Richtung; bei Anschlüssen ohne diesen Rasterbezug das Symmetriezentrum. Bei Rand-Steckerleisten ist zweckmäßig der Schnittpunkt der Symmetrieachse mit der Leiterplattenkante die richtige Wahl. [3] In **Bild 4** ist ein Beispiel zur Sockelbild-Gestaltung beschrieben.

SMT

Gerade in der SM-Technik ist CAD zur effektiven Arbeit unerlässlich. Besondere Erfordernisse werden dabei an flexible Handhabung aller Herstellungsverfahren (Reflow-, Wellenlöttechnik) gestellt. Die Standardisierung der Gehäusetypen verringert die Anzahl verschiedener Sockelbilder, jedoch sind die Variationen der Lötflächen dafür um so vielfältiger. Reguläre Konturen mit Mehrfachnutzung (rund, rechteckig usw.) sind sinnvoll, aber auch spezielle Konturen werden benötigt (z.B. für Lotfänger bei PLCC-Gehäusen im Wellenlötverfahren). **Bild 5** zeigt hierzu ein Beispiel. [1] [2] [5]

PicTron-Symbolbibliothek

Bei der Erstellung der *PicTron*-Symbolbibliothek für das CAD-Programm *Draftsman-EE* von *Design Computation* (Vertrieb: *Walter Electronic*) wurden alle genannten Aspekte einbezogen und durch weitere Merkmale ergänzt. So wurden die Bezeichnungen für diskrete Halbleiter (Dioden, Transistoren usw.)

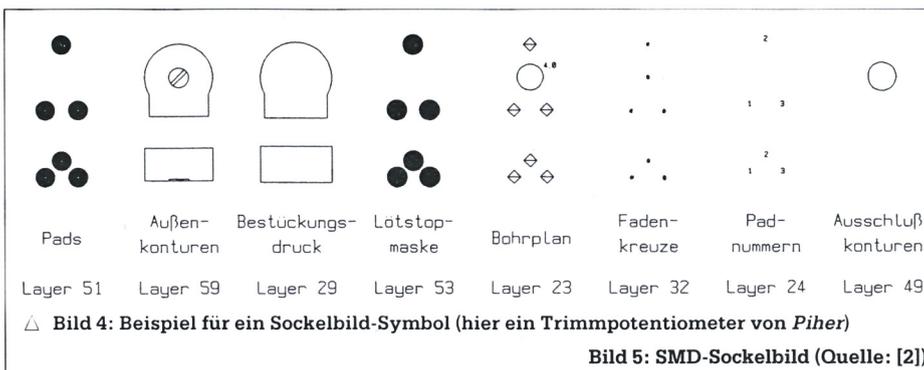


Bild 4: Beispiel für ein Sockelbild-Symbol (hier ein Trimpotentiometer von Piher)

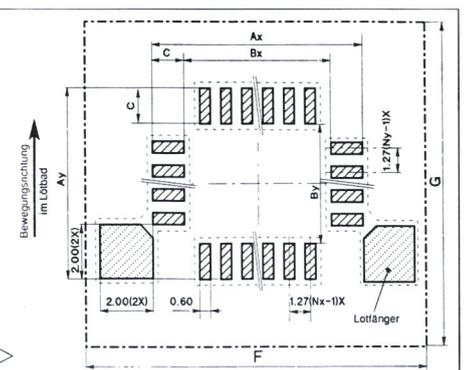


Bild 5: SMD-Sockelbild (Quelle: [2])

nach gängigen Vergleichstabellen verschlüsselt, um mit möglichst wenig Symboldateien auszukommen und gleichzeitig die darin enthaltenen Beschaltungshinweise zu übernehmen. Der Anwender kann damit direkt die entsprechenden Sockelbild-Bezeichnungen als Dateinamen aufrufen. [6]

Bei Operationsverstärkern und Komparatoren wurde gleichermaßen verfahren. Hier sind zusätzlich sowohl Symbole mit feststehenden Versorgungsanschlüssen (Common-Pin-Names) als auch solche mit freier Beschaltung erstellt worden. So kann der Anwender die jeweils am besten passende Möglichkeit ausnutzen, auch Mischung bei Mehrfach-Elementen (z. B. LM 324) ist zulässig.

Alle Symbolbezeichnungen sind zusammen mit Informationen über Bauteil-Typ, -Art und -Hersteller in einer Datenbank erfasst.

Es ist anzustreben, eine Symbolbibliothek unabhängig von der Realisation im jeweiligen CAD-Programm aufzubauen. Eine Möglich-

keit hierzu stellt der *EDIF*-Standard dar, der Bauteile in einer Art Hochsprache „von oben nach unten“ beschreibt und verschiedene Anwender-Sichten wie auch Informationen zur Simulation zuläßt. Die Symbole werden

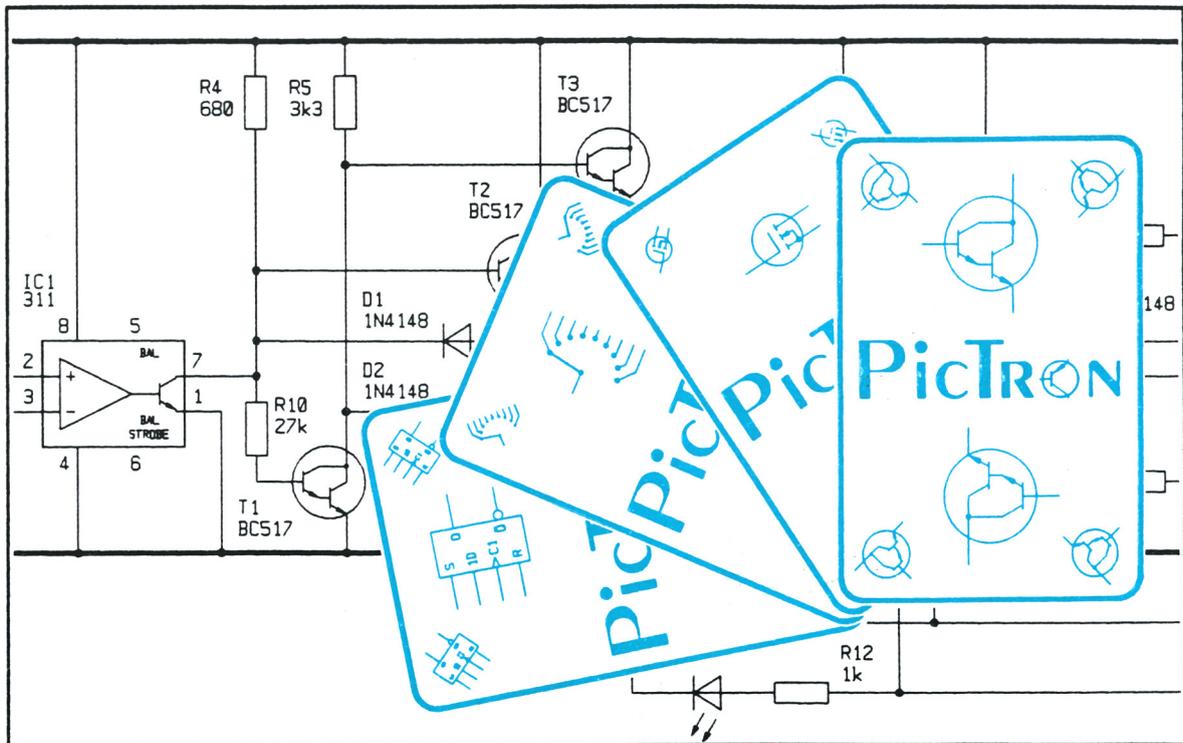
Übergeordnete Symbolbibliotheken

dann für das CAD-Programm erst bei Aufruf von einem Dienstprogramm in die benötigten Beschreibungs-Elemente umgewandelt. So läßt sich die Symbolbibliothek beispielsweise auf CD-ROM-Datenträger verbreiten und praktisch allen CAD-Programmen zugänglich machen. Erforderlich ist hierfür allerdings detaillierte Kenntnis der systemeigenen Besonderheiten, und hier ist der Informationsfluß eher spärlich. Eine weitergehende Standardisierung von CAD-Dateien ist jedoch in naher Zukunft unumgänglich. [4] (tb).

Literatur

- [1] **Ammon, Peter:** Entwurf von Leiterplatten; Hüthig Verlag, Heidelberg 1987.
- [2] **Philips:** Entwurfsrichtlinien für SMD-Lötflächen; Technische Informationen TI 910419; Philips Components, Hamburg 1990
- [3] **DIN:** Analoge und binäre Elemente: Schaltzeichen, Anwendung in Stromlaufplänen; Normen – Taschenbuch 502/DKE-Auswahlreihe Beuth Verlag, Berlin 1984
- [4] **Brauer, Johannes:** Datenhaltung in VLSI-Entwurfssystemen; B. G. Teubner Verlag Stuttgart 1990
- [5] **Nolde, Ralf:** SMD-Technik: Einstieg in die Miniatur-Elektronik; Franzis Verlag, München 1989
- [6] **ECA:** Vergleichstabellen; ECA-Verlag, München

Johannes M. Heuss ist selbständiger Elektronik-Entwickler in 8500 Nürnberg 50 (Tel. 0911/808256) und seit August 1990 mit der Zusammenstellung der *PicTron*-Symbolbibliothek beschäftigt.



einfach anfangen ...

PicTron
Symbolbibliothek

Johannes M. Heuss
Reichweinstraße 47
W-8500 Nürnberg 50
Telefon 0911 / 80 82 56