

## 9. Kapitel / Jennifer Vincenz

### ***CAD-Bibliothek: Gibt's doch alles fertig im Internet (?)***

#### ***Grundelemente und Aufbau der CAD-Bibliothek***

#### **Begriffsvielfalt und Begriffsverwirrung**

Wie so oft in unserem Metier gibt es keine genormten Begriffe. Viele Bezeichnungen, die sich mit Bauteilen und den zugehörigen Informationen beschäftigen, werden je nach Anwendung oder Softwarepaket unterschiedlich bezeichnet. Da wird ein Bauteil mal als Bibliothekselement verstanden, mal als plaziertes Element in einem Leiterplatten-Design.

Ein Logik-Symbol ist bei dem Einen ein Schaltplan-Symbol und bei dem Anderen nur ein Gatter-Symbol, das die logische Funktion dieses Gatters beschreibt.

Es wird uns hier nicht gelingen, eine einheitliche Terminologie zu etablieren, auch wenn dies wohl wünschenswert wäre. Wir sollten aber ein einheitliches Verständnis finden, wie CAD-Bibliotheken organisiert sind und welche Struktur sie üblicherweise heutzutage aufweisen (...sollten).

#### **Welche Informationen enthält die CAD-Bibliothek?**

Eigentlich muß die Frage lauten "Welche Informationen MUSS die CAD-Bibliothek enthalten?".

Na ja, die Bauteilinformationen eben...

Doch welche Informationen sind das genau und für welche Aufgabenstellung werden sie benötigt? Die meisten EDA-Systeme arbeiten heute mit einer sogenannten Bottom-Up-Strategie, das heißt, das Design geht vom Schaltplan aus. Für den Schaltplan werden also schon mal die Schaltplansymbole gebraucht. Doch diese Information reicht noch nicht, denn aus dem Schaltplan wird für gewöhnlich auch die "Bill of Material" ( ~ BOM, Stückliste) erzeugt, die unter anderem zur Bauteilbeschaffung dient.

Wir brauchen also zusätzlich mindestens die Information, um welches Bauteil es sich handelt, von welchem Hersteller es stammt, die exakte Herstellerbezeichnung, die Bauform, den Wert und die maximal zulässige Spannung sowie den Temperaturbereich, die Toleranz und ob es gegebenenfalls Ersatztypen anderer Hersteller gibt.

Wenn wir uns vor Augen führen, daß heutzutage für viele Designs zunächst eine Simulation durchgeführt wird, dann kommen noch die Simulationsmodelle dazu, außerdem 3-D-Modelle für kritische Mechanikmodellationen. Und vergessen wir nicht die eventuell zusätzlich notwendigen Teile, wie z.B. Schrauben, Unterlegscheiben, Kühlkörper, Sockel und ähnliches, die in der Stückliste zwar benötigt, im Leiterplatten-Design aber nicht plazierte werden.

Da macht sich der für das Leiterplattendesign benötigte Footprint geradezu spartanisch aus.

Wie werden nun diese verschiedenen Informationen für ein Bauteil im EDA-System zusammengefügt?

Dazu unterscheiden wir grafische Informationen und, sagen wir einmal "textliche" Informationen, sowie elektrische Informationen. Das Schaltplan-Symbol und der Footprint sind grafische Informationen, ebenso die 3-D-Darstellung des Bauteils. Die Herstellerbezeichnung zum Beispiel ist eine "textliche" Information, der Bauteilwert hingegen ist sowohl eine "textliche" als auch eine elektrische Information. Das Simulationsmodell ist eine elektrische Information.

Heutzutage sind Bibliotheken üblicherweise in einer Art Datenbankstruktur organisiert. Das Bauteil selbst ist in der Bibliothek wie ein Datenbankeintrag abgelegt. Die grafischen, textlichen und elektrischen Informationen werden diesem Eintrag zugeordnet (Bild 9-1).

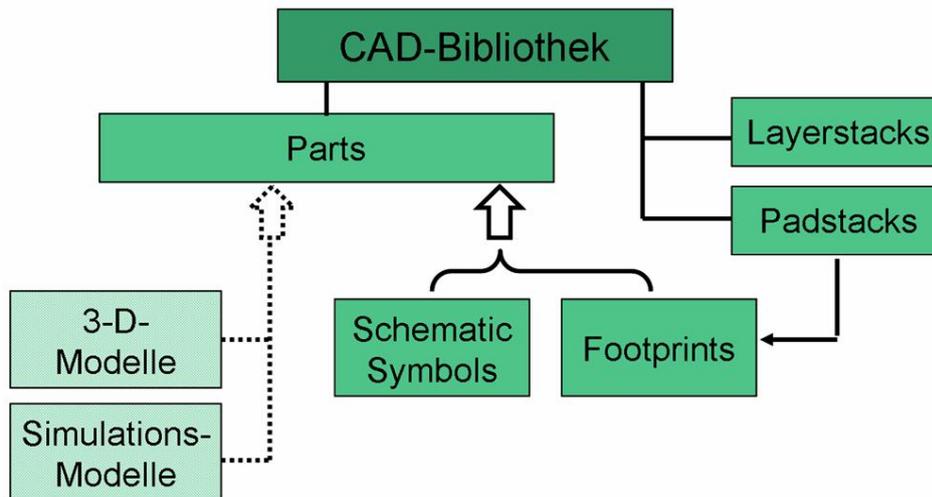


Bild 9-1 Bibliotheksstruktur im CAD-Programm "Pulsonix"

In diesem Beispiel ist der Datenbankeintrag "Part" eine eindeutige Bezeichnung, die innerhalb dieser Bibliothek nur einmal vorkommen kann. Das kann zum Beispiel die präzise Herstellerbezeichnung mitsamt den Suffixes sein, die die Bauform beschreiben. Dann werden diesem Part auch nur die Footprints für diese Bauform zugeordnet (z.B. Reflow-Footprint und Wellenlöt-Footprint).

Damit ist für den Leiterplatten-Designer die Wahl des falschen Footprints ausgeschlossen, wenn das Lötverfahren festgelegt ist.

Dem Part wird außerdem das Schaltplan-Symbol zugeordnet. Dies können gegebenenfalls auch mehrere Symbole sein, entweder ein DIN-Symbol und ein US-Symbol oder aber mehrere Gatter-Symbole.

Alle weiteren Informationen werden dem Part als Attribute mit entsprechenden Attributwerten zugefügt.

### Eine für alles oder für jedes Projekt eine eigene Bibliothek?

Diese Frage stellt sich, speziell beim Dienstleister, immer wieder. Prinzipiell ist eine einzige geprüfte Bibliothek die sicherste Arbeitsmethode. Nun wird eine solche Bibliothek schnell sehr umfangreich und damit unübersichtlich und der Zugriff kann sich stark verlangsamen. Eine Aufteilung muß her. So können beispielsweise Bibliotheken nach Hersteller getrennt angelegt werden.

Eine andere Möglichkeit ist die funktionsgebundene Aufteilung der Bibliothek, beispielsweise eine Bibliothek für Widerstände, eine für Kondensatoren, letztere vielleicht noch getrennt nach gepolten und ungepolten Kondensatoren. Auch eine weitere Unterteilung in SMD- und THT- Bauteile kann sinnvoll sein.

Welche Art der Bibliotheksorganisation die firmenspezifischen Anforderungen letztlich trifft, muß der Designer in Absprache mit den beteiligten Stellen festlegen.

Bleibt für den Dienstleister noch das Problem, daß er Daten aus anderen Organisationen und von anderen Systemen übernehmen muß, die aller Wahrscheinlichkeit nach nicht die gleiche Struktur und schon gleich gar nicht die gleiche Bezeichnung haben.

Da ist es verlockend, für jedes Projekt der Einfachheit halber eine eigene Bibliothek anzulegen, in die beispielsweise die Bauteilbezeichnungen und Schaltplan-Symbole aus dem Schaltplan exportiert werden. Man muß dann ja nur noch den Footprint hinzufügen.

Eine solche Vorgehensweise birgt naturgemäß große Risiken. Ein Risiko ist die falsche Zuordnung von Footprints, weil die Bauteilbezeichnung unvollständig war. Außerdem ist eine Ansteuerung der Baugruppenproduktion mit geprüften und konstant gleichbleibenden Informationen so nicht möglich, oder wollen Sie jedes Mal von Hand fehlende Attribute nachtragen?

Als Lösung ist auch für den Dienstleister die geprüfte Bibliotheksorganisation anzuraten. Für den Abgleich mit anderen Organisationen und Systemen bieten sich Mappings (Zuordnungsdateien) an, die beim Import der Daten eine Zuordnung der im Datensatz vorhandenen Bauteile zu den geprüften Bauteilen der eigenen Bibliothek(en) schaffen.

### **Schaltplan-Symbole**

Ein Schaltplan-Symbol besteht aus grafischen Elementen, wie der Kontur, oder Unterteilungen oder diversen Funktionssymbolen und Ähnlichem.

Des weiteren muß ein Schaltplan-Symbol die Pin-Informationen beinhalten, damit Leitungen im Schaltplan daran richtig angeschlossen werden können und damit eine elektrische Verbindungsliste entstehen kann.

Ein Pin beinhaltet also zusätzlich zur grafischen Information = "Darstellung im Schaltplan" noch eine elektrische Funktion, nämlich die Repräsentation eines elektrischen Anschlusses. Ein Pin hat immer eine eindeutige Pin-Nummer. Diese darf in einem Symbol nur ein einziges Mal vergeben sein. Außerdem kann ein Pin noch einen Pin-Namen (...auch "Logic Name" genannt) haben, z.B. "CLK". Dem Pin kann auch noch eine Funktion zugeordnet sein, z.B. "INPUT" oder "TRISTATE".

Bei machen Systemen wird diese Funktion bereits im Symbol vergeben, bei anderen wird sie über den Datenbankeintrag des Parts zugeordnet. Auf diese Pinfunktion greifen gegebenenfalls Regelsätze des "Electrical Rule Checks" bei der Schaltplaneingabe zurück, um fehlerhafte Anschlüsse rechtzeitig zu erkennen.

Außerdem wird mindestens noch ein Platzhalter für die spätere Bauteilkennung (= Bauteilreferenz, Referenzbezeichner, z.B. "R12") benötigt.

Und es können zusätzliche Platzhalter für Attribute, wie Bauteilwert, Bauform, usw. hinzugefügt werden. Beim Erzeugen von Schaltplan-Symbolen sollte man sich bereits Gedanken darüber machen, in welchem Raster später die Schaltpläne gezeichnet werden sollen, denn im gleichen Raster sollten auch die Schaltplan-Symbole gezeichnet sein. Dadurch werden gerade Anschlüsse ohne unnötige Ecken ermöglicht.

Für die Platzierung im Raster empfiehlt es sich, den Nullpunkt für das Schaltplansymbol auf "Pin 1" zu setzen (Bild 8-2)..



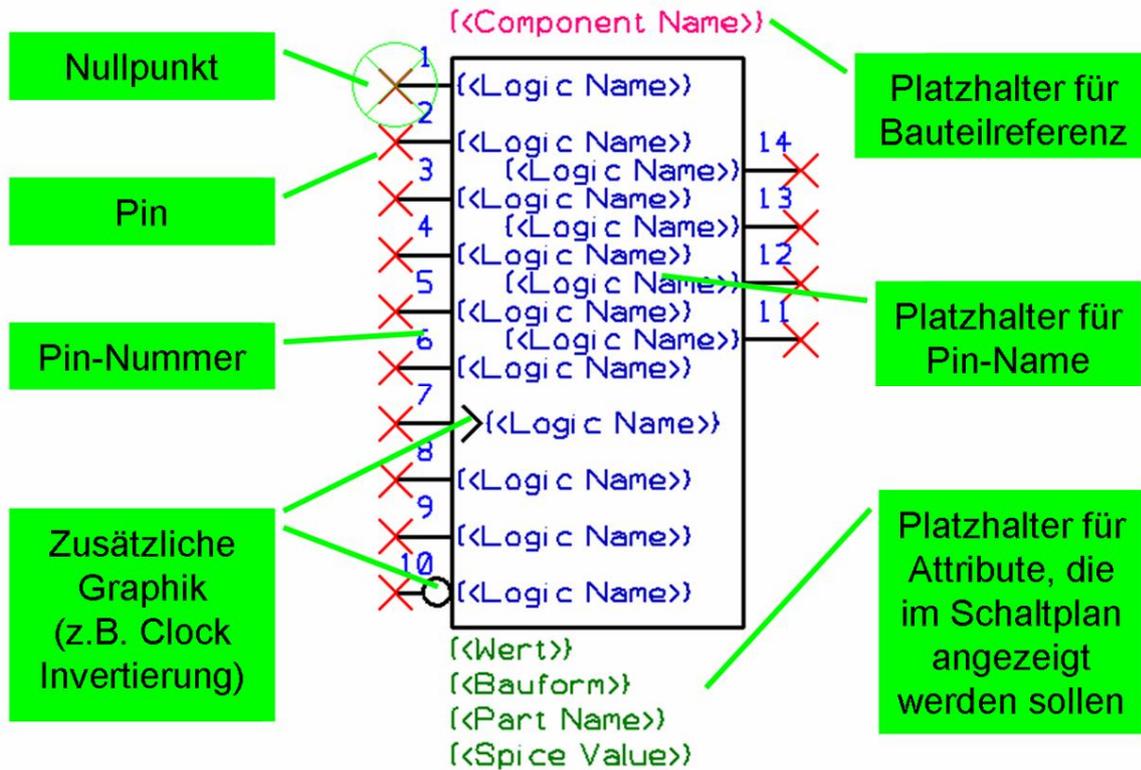


Bild 9-2 Informationen im Schaltplan-Symbol)

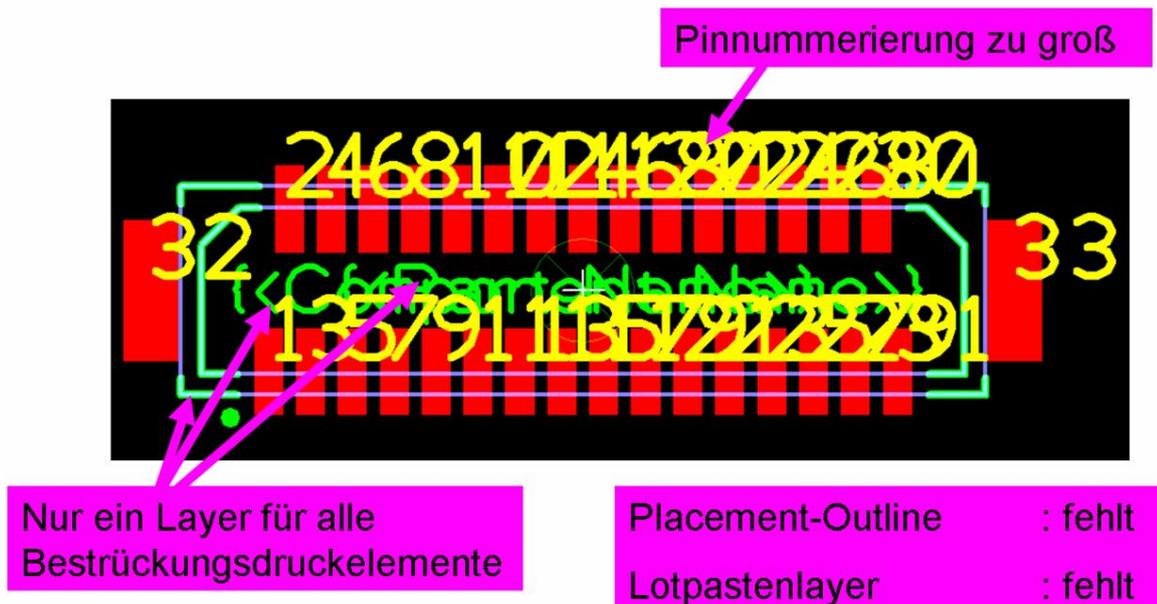


Bild 9-3 Footprint aus dem Internet. Wesentliche Informationen fehlen.

## Footprints

Die Erstellung korrekter Footprints gestaltet sich im Vergleich zu den Schaltplan-Symbolen schon ein wenig aufwendiger. Die dort angelegten Informationen haben weitreichende Auswirkungen auf die nachfolgenden Prozesse, wie die Leiterplattenfertigung und die Baugruppenproduktion.

Auch hier lockt häufig das Internet mit dem schnellen Download des benötigten Footprints. Doch leider sind die zur Verfügung gestellten Information meist von "unzureichend" bis "unbrauchbar" zu bewerten (Bild 8-3).

Auch ein Footprint besteht aus grafischen und elektrischen Informationen. Ein Pad eines Footprints beinhaltet die grafische Information "Form und Größe" sowie die elektrische Information "Anschluß".

Dabei wird unterschieden zwischen SMD-Pads und THT-Pads (SMD = "Surface Mounted Devices", THT= "Through Hole Technology").

Für THT-Pads kommt noch die Bohrinformation hinzu, die eine mechanische Information beinhaltet (Bohrung = "Loch mit dem Durchmesser x.x") sowie eine elektrische Information, die eine Bohrung als "kontaktiert" oder "nicht kontaktiert" ausweist. Kontaktierte Bohrungen (= plated) haben einen elektrischen Anschluß auf verschiedenen Lagen und ermöglichen deshalb die Führung des Signals über diese Lagen. Nicht kontaktierte Bohrungen (= non plated) haben niemals eine Leitungsführung über die verschiedene Lagen des CAD-Designs.

Jedes Pad eines Footprints verfügt über eine eindeutige Pad-Nummer, beziehungsweise einen eindeutigen Pad-Namen, der innerhalb des Footprints nur einmal vergeben sein darf.

Mit dem Anschlußbild allein ist ein Footprint jedoch noch lange nicht ausreichend definiert.

Als nächstes werden die Informationen für die Lötstoplackfreihaltung benötigt. Vielfach wird die Freihaltung in der Lötstopmaske nicht explizit im Padstack angegeben sondern später bei der Ausgabe der Gerberdaten parametrisiert (...siehe dazu auch den Artikel zu den Padstacks).

Diese Vorgehensweise beinhaltet Risiken und Fehlerquellen. Es ist zu bevorzugen, die explizite Freistellung für den Lötstoplack im Padstack zu definieren.

Dagegen ist es in der Praxis üblich, die Öffnung in der Lotpastenschablone im Padstack 1:1 zum SMD-Pad zu definieren. Üblicherweise wird die erforderliche Padgröße entsprechend der einzusetzenden Schablone vom Baugruppenproduzenten angepaßt.

Auch wenn der Trend speziell bei sehr eng bestückten Baugruppen dahin geht, Leiterplatten ohne Bestückungsdruck (i.e. Druck der Bauteilkennung auf der Leiterplatte, auch "Silkscreen" genannt) zu fertigen, so sollte der Bestückungsdruck im Footprint doch immer mit angelegt werden. Der Footprint könnte ja auch mal in einem Design eingesetzt werden, für das ein Bestückungsdruck gefordert wird.

Idealerweise wird der Bestückungsdruck auf mehreren Layern angelegt. Ein Layer enthält nur die Bauteilkennung (Referenzbezeichner, z.B. "R12"), ein weiterer Layer nur die Kennung der Polarität und ein weiterer nur die Bauteilumrandung oder das Bauteilsymbol.

Unter dieser Voraussetzung können durch Kombination der Layer entweder alle Informationen für den Druck auf die Leiterplatte ausgegeben werden oder eben nur eine Minimalinformation, wie z.B. die Polarität diverser Bauteile.

Der Bestückungsplan ist für den Baugruppenproduzenten eine unverzichtbare Servicedokumentation, in der die Art, die Lage und die Polarität der Bauteile ausgewiesen sind. Diese Information ist im Footprint zwingend anzulegen. Ohne Bestückungsplan hat der Baugruppenproduzent keine Möglichkeit, die Bestückung zu prüfen oder beispielsweise eine Handbestückung vorzunehmen.

Für die spätere Ausgabe des Bestückungsplans sollten ebenfalls mehrere Layer vorgesehen werden. Mindestens einer soll die Bauteilumrandung oder das Bauteilsymbol inklusive der Polarität und/oder der Pin1-Markierung enthalten, ein weiterer die Bauteilbezeichnung oder den Bauteilwert und noch ein weiterer die Bauteilkennung. Auch diese Layer lassen sich dann bei der Ausgabe entsprechend den Vorgaben des Baugruppenproduzenten kombinieren.

Für die Baugruppenproduktion muß im Footprint ebenfalls die Information über den Referenzpunkt (i.e. der sogenannte Bauteilmittelpunkt) für die Koordinatenübergabe von CAD an den Bestückungsautomaten enthalten sein.

Dieser ist meist identisch mit dem Footprint-Nullpunkt, auch "Footprint-Origin" genannt. Der Footprint-Nullpunkt darf daher nur dann auf den Pin 1 des Footprints gesetzt werden (...um eine Platzierung im Routing-Raster zu erleichtern), wenn für die Koordinatenausgabe ein gesonderter Referenzpunkt angesprochen werden kann. Ist dies nicht der Fall, dann muß für eine korrekte Koordinatenübergabe der Footprint-Nullpunkt auf den Bauteilschwerpunkt gesetzt werden, und das ist in der Regel der Bauteilmittelpunkt.

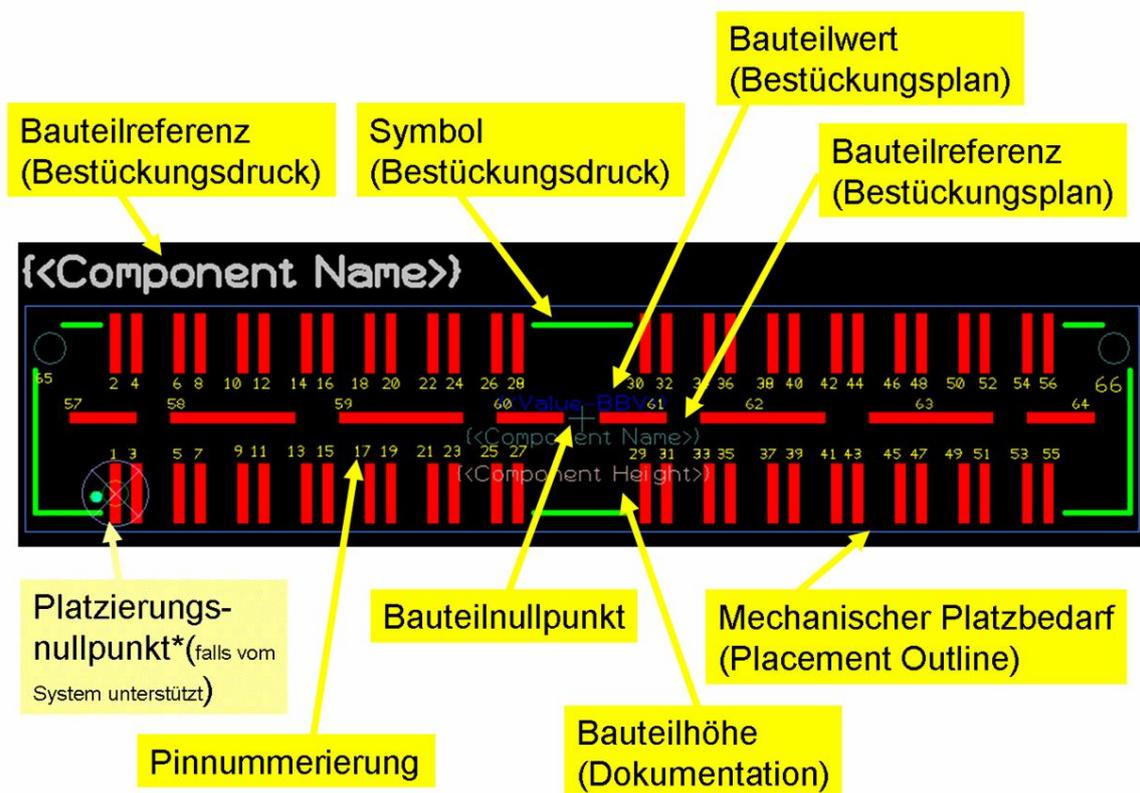


Bild 9-4 Footprint mit korrekt angelegten Informationen

Schlußendlich muß im Footprint noch der mechanische Platzbedarf sowie die Bauhöhe für das Bauteil definiert werden.

Der mechanische Platzbedarf darf nicht verwechselt werden mit der physikalischen Größe des Bauteils. Er ist in der Regel größer und beinhaltet mindestens die Größentoleranz des Bauteils sowie die Minimalvorgaben für die Platzierungsabstände (Bild 9-4).

### Datenbankeintrag "Part"

Als "Part" oder "Bauteil" werden Schaltplansymbol und Footprint zusammengeführt. Abhängig vom EDA-System können hier noch weitere Attribute und Simulations- und 3-D-Modelle hinzugefügt oder Pin- und Pad-Mappings vorgenommen werden.

Pin- und Pad-Mapping erlauben die Erstellung allgemeingültiger Symbole oder Footprints, deren eigentliche Pin- oder Pad-Namen erst im Part zugewiesen werden.

Dadurch muß beispielsweise für einen SOT23-Baustein nur *ein* Footprint erzeugt werden. Die Pad-Namen "E", "B", "C" oder "1", "2", "3" werden erst im Part den entsprechenden Footprint-Pads zugewiesen (Bild 5: Part, Datenbankeinträge und Mappings).

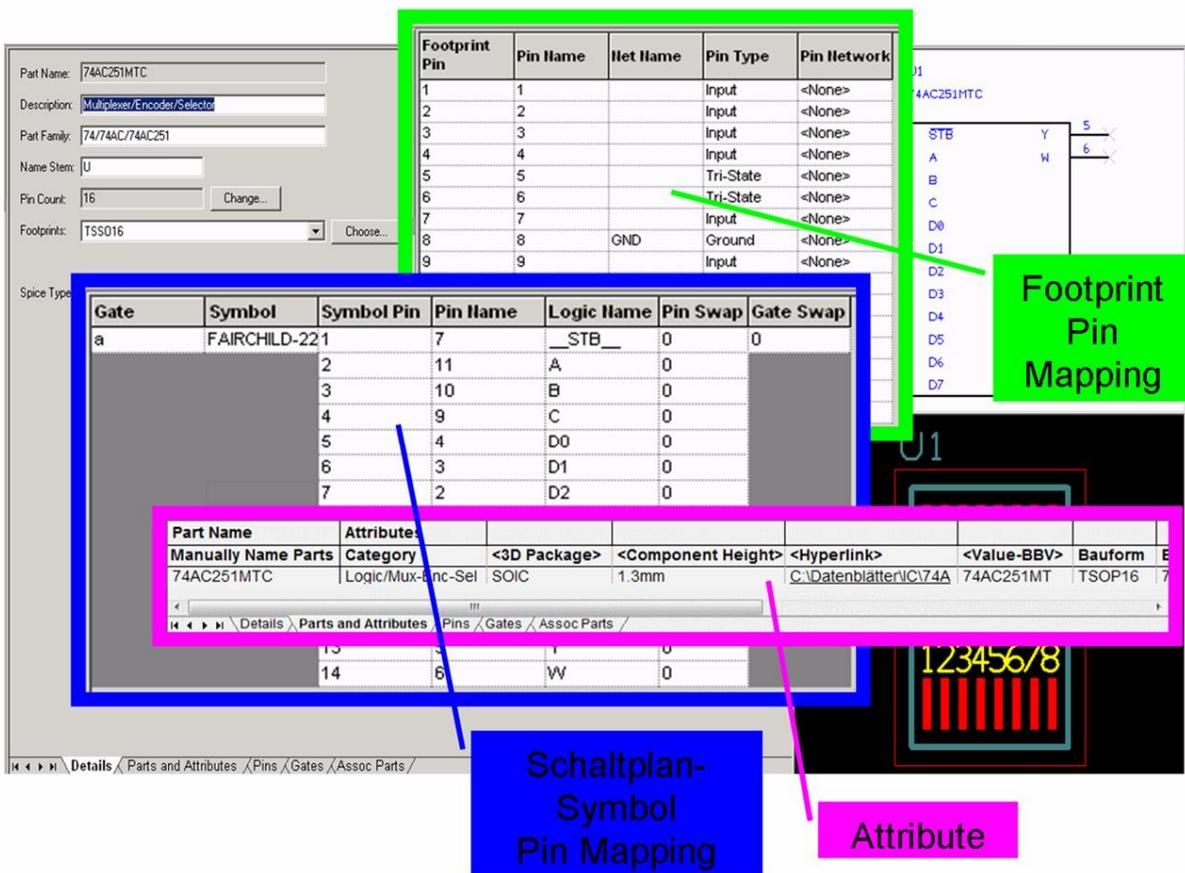


Bild 9-5 Mastervorlage 7,61 x 10,16

### Hinweis

Auch wenn ich der CAD-Bibliothek keinen sakralen Status zuerkennen möchte:

Sie sollten Ihre Bibliothek als eines Ihrer Heiligtümer betrachten und sie mit entsprechender Sorgfalt und Hingabe aufbauen und pflegen.

Denn eins ist ganz sicher: Ein Fehler, den Sie in der Bibliothek haben, führt definitiv zu einem Problem, wenn nicht zu Ausschuß, und damit zu erhöhten Kosten in der weiteren Prozeßkette.