

16. Kapitel / Jennifer Vincenz

Plazierung - die halbe Miete

Bauteilplatzierung im CAD-Layout

Ein gutes Layout steht und fällt mit der Bauteilplatzierung

Am Beginn des Layouts stellt sich immer die gleiche Frage: Wohin mit den Bauteilen, logisch, alles muß innerhalb der Board-Outline zu liegen kommen, aber wo genau ist der beste Platz für das jeweilige Bauteil?

Die gute Nachricht zuerst: eine gut durchdachte Plazierung kann das Routing erheblich erleichtern. Doch die Kehrseite der Medaille ist, daß eine weniger durchdachte Plazierung das Routing erschwert. Mit einer Plazierung "auf die Schnelle" wird aus einem 6-Lagen-Multilayer schnell ein 8-Lagen- oder gar ein 10-Lagen-Board, weil mehr benötigte Signallagen auch immer ein Mehr an GND-Lagen bedeuten, die zur Sicherung der Signalintegrität zwischen den Signallagen eingefügt werden sollten. Im schlimmsten Fall kann das bis hin zur Unentflechtbarkeit führen, beispielsweise, wenn ein Auto-placer genutzt wird, der Constraints nicht berücksichtigt (oder nicht berücksichtigen kann).

Und was ist nun DIE optimale Plazierung? Es ist wie im wirklichen Leben, es hängt davon ab..., von vielen Faktoren nämlich, den Vorgaben, den Funktionen, denen die Bauteile zugeordnet sind und nicht zuletzt natürlich auch der Verschaltung, also den Anschlüssen.

Prioritäten der verschiedensten Vorgaben müssen gegeneinander abgewogen werden, zum Beispiel Leitungslängen, Leitungsbreiten, Abständen, Aspect Ratio, Zugänglichkeit, um nur einige zu nennen.

Eine gute Plazierung will überlegt sein und braucht ihre Zeit.

Vorgaben berücksichtigen

Nun, einige Bauteile haben bereits ihren Platz durch die mechanischen Vorgaben aus der Gehäusekonstruktion zugewiesen bekommen. Dies ist meist für Stecker der Fall, die eine Signalübergabe aus der Schaltung heraus an andere Geräte oder Tochter-Leiterplatten ermöglichen sollen. Dazu gehören Sub-D-Stecker oder Buchsen, USB-Stecker, RJ-45-Stecker sowie Stecker- oder Buchsenleisten, die das Stapeln mehrerer Tochterplatinen übereinander ermöglichen (...die sogenannten Piggy-Packs). Diese Bauteile werden zuerst gemäß der Vorgaben positioniert und fixiert, damit sie während des Layoutens nicht mehr versehentlich verschoben werden können.

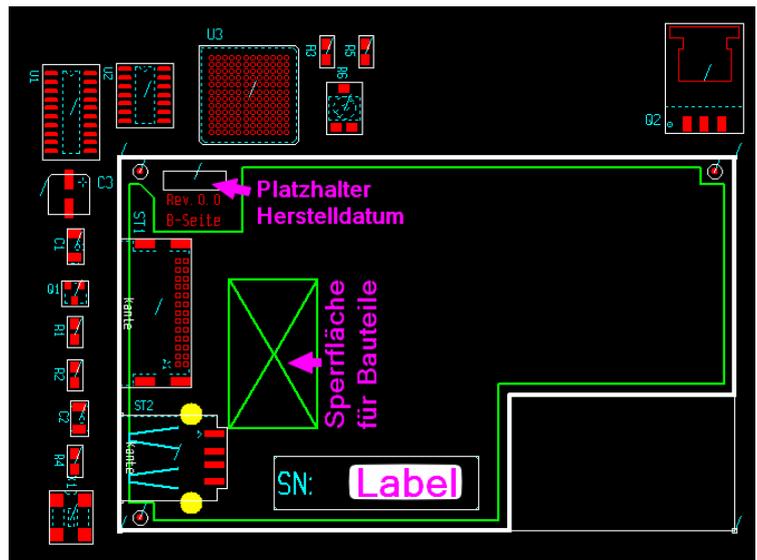
Auch die benötigten Freiräume für die Kennzeichnung des Herstelldatums, ggf. UL-Kennzeichnung und später aufzubringende Labels müssen bereits jetzt in diesem Stadium festgelegt werden. Bedenken Sie beispielsweise, daß sich die Impedanz einer Leitung geringfügig ändert, wenn Sie einen Aufkleber über ihr anbringen. Also sollten impedanzgeführte Leitungen nicht durch eine Fläche geführt werden, die für ein Label vorgesehen ist.

Diese Bereiche müssen deshalb bereits VOR dem Beginn des Routings festgelegt werden und es müssen entsprechende Sperrflächen definiert und berücksichtigt werden, die das Routing in diesen Bereichen verbieten oder einschränken (Bild16-1).



Weitere Vorgaben, die es zu berücksichtigen gilt, ergeben sich durch das Lastenheft oder durch entsprechende Normen oder Richtlinien, z.B. IPC-2221, Kapitel 8.

Auch die technische Funktion kann in einer Platzierungsvorgabe resultieren. Beispielsweise legt die Bedingung, gleiche Leitungslängen zwischen einem Baustein und mehreren anderen angeschlossenen Komponenten zu haben, bereits die Position dieser Bauteile zueinander fest.



Funktionsräume

Im nächsten Schritt sollten wir uns Gedanken um Funktionsräume machen.

Bauteile, die in der Schaltung einer Funktion oder einer Funktionsgruppe zugeordnet sind, sollten dies natürlich auch im Layout widerspiegeln. Zum Einen ermöglicht dies eine kurze und effektive Leitungsführung zwischen den Bauteilen einer Funktionsgruppe. Zum Anderen stören sich die Bauteile unterschiedlicher Funktionsgruppen nicht unnötig gegenseitig, wenn sie klar voneinander getrennt angeordnet werden.

Für die IO-Bereiche ist die saubere Trennung von anderen Funktionsbereichen geradezu Pflicht, denn im IO-Bereich ist fast immer mit erhöhtem Störpotential zu rechnen, daß nur bei einer räumlichen Trennung von anderen Funktionsbereichen auch effektiv gefiltert werden kann (Bild 16-2).

Bild 16-1 Vorgegebene Positionen für Stecker, Labels und Herstellkennzeichnung

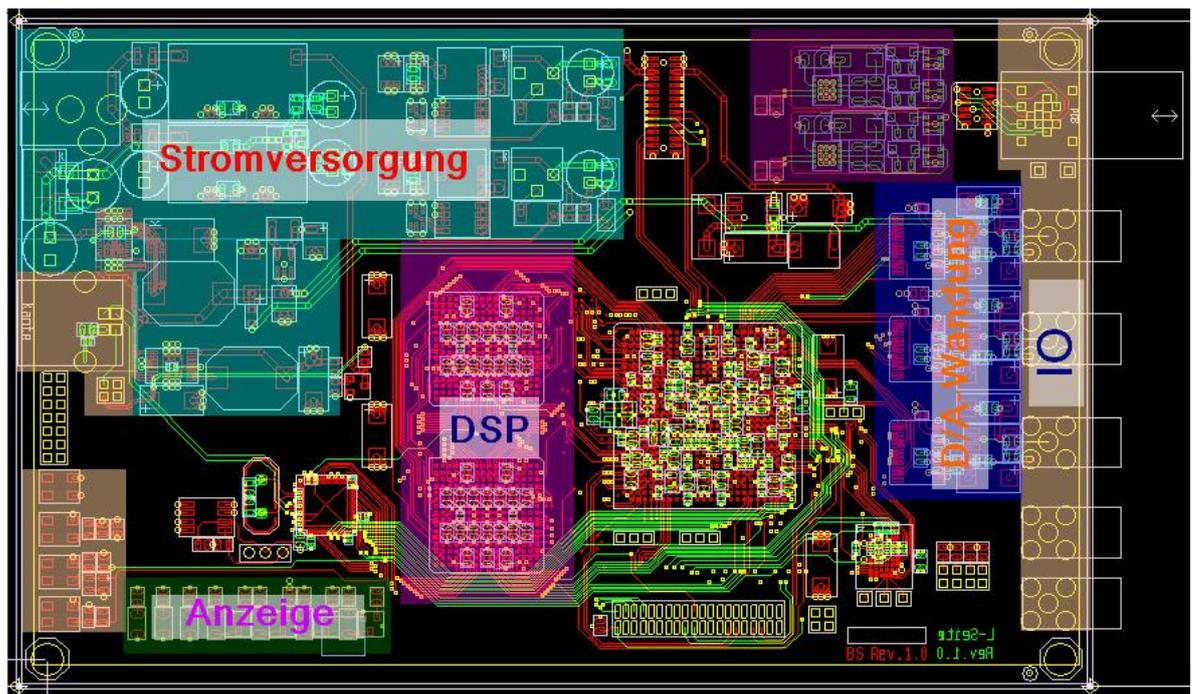


Bild 16-2 Platzierung nach Funktionsgruppen

Eine Hilfe bei der Einteilung stellt der Schaltplan dar, der ja bereits die einzelnen Funktionsbereiche wiedergeben sollte. Einige Layout-Programme, wie z.B. Pulsonix, bieten hier sehr effektive Unterstützung, indem beispielsweise im Schaltplan eine Funktionsgruppe selektiert wird und durch ein Crossprobing die gleichen Bauteile im PCB-Layout für die Vorplatzierung selektiert werden (Bild 16-3).

Ohne diese Hilfestellung bleibt nur die manuelle Vorplatzierung der Bauteile anhand des Schaltplans. Dazu können beispielsweise zunächst alle Bauteile außerhalb der eigentlichen Leiterplattenkontur vorgruppiert werden.

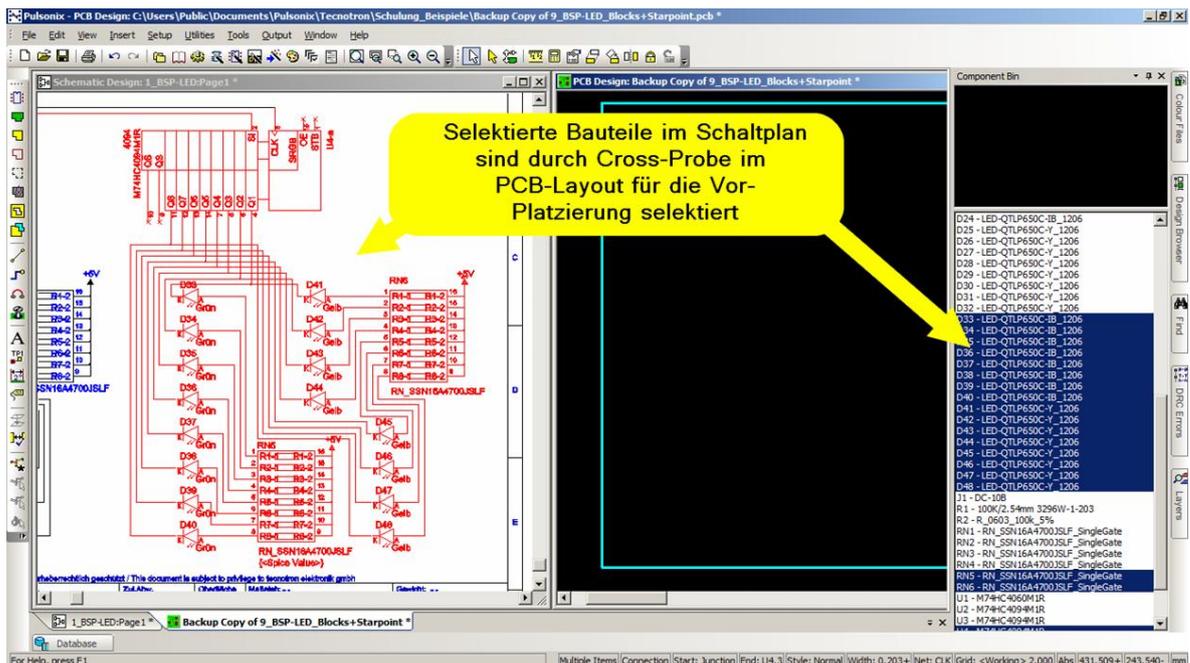


Bild 16-3 Selektion einer Funktionsgruppe im Schaltplan und Crossprobe ins PCB

Feinplatzierung

Innerhalb der Funktionsgruppen findet dann die Feinplatzierung statt. Üblicherweise wird dabei mit dem komplexesten Teil begonnen, dessen unmittelbar angeschlossene Bauteile, z.B. Terminierungen, im nächsten Schritt platziert werden. In der Folge werden dann die weiteren Bauteile der Funktionsgruppe angeordnet.

Eine Orientierung bieten dazu die "Luftlinien" oder "Gummibänder" (...auch "airlines", "rubberbands" oder schlicht "connections" genannt). Diese Linien zeigen die direkte elektrische Konnektivität an. Zuweilen gehört etwas Vorstellungsvermögen und vor allem Erfahrung dazu, sich den tatsächlichen Verlauf der Leitungen anhand dieser Darstellung auszumalen (Bild 16-4).

Die Bauteile sollten so platziert werden, daß möglichst wenige Kreuzungen entstehen. Eine Leitungskreuzung bedeutet, daß über ein Via ein Lagenwechsel für die anzuschließende Leitung nötig wird. Jedes Via benötigt allerdings mindestens den Raum für drei Leitungen.

Nicht immer ist eine solche gekreuzte "connection" auch eine Leitungskreuzung im realen Layout. Durch Hin- und Herbewegen des Bauteils kann jedoch ermittelt werden, was einer "echten" Kreuzung entspricht.

Gegebenenfalls ermöglicht eine Rotation des Bauteils eine Verringerung der Kreuzungen und manchmal kann es die Schaltung optimieren, wenn ICs auch auf der Unterseite platziert werden.

Es gilt also, genau abzuwägen, ob es kostengünstiger sein könnte, eine etwas komplexere Montage gegenüber einer eventuellen Erhöhung der Lagenzahl zu wählen.

Diese gesamte Vorplatzierung kann noch außerhalb der eigentlichen Board-Outline stattfinden. Die vollständig platzierte Funktionsgruppe wird dann später in den vorgesehenen Bereich auf der Leiterplatte verschoben.

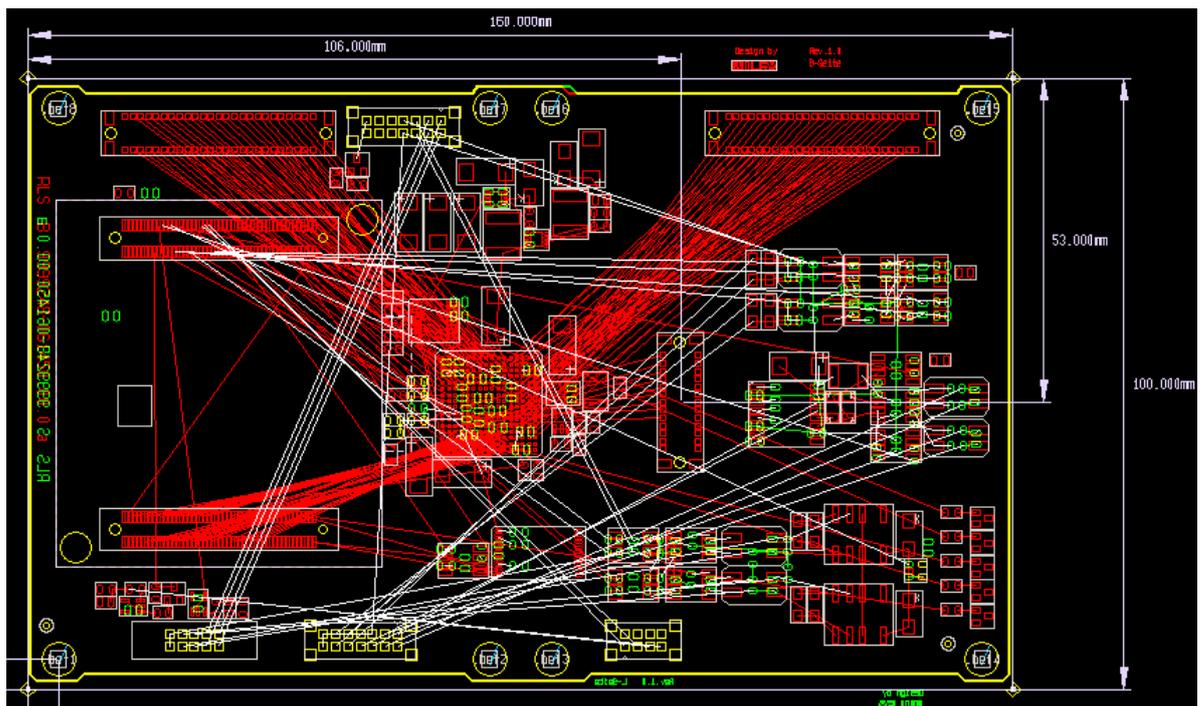


Bild 16-4 „Connections“ bieten eine Orientierungshilfe für die Platzierung

Raum für Fan-Out

Generell muß genügend Raum für das Herausführen der Leitungen, den sogenannten Fan-Out, bei der Platzierung vorgesehen werden.

Acht Leitungen, die ohne Vias herausgeführt werden, benötigen mindestens acht Mal die Leiterbahnbreite plus neun Mal den elektrischen Mindestabstand.

Vorgegebene Platzierungen mit vorgegebenen Pinbelegungen können dazu führen, daß entweder mehr Vias benötigt werden, weil auf Grund von Leitungskreuzungen ein direkter Anschluß nicht möglich ist, oder, im BGA werden Routingkanäle blockiert, weil Leitungen durch den Baustein geführt werden müssen.

In Folge werden mehr Signallagen benötigt, als ursprünglich abgeschätzt. Manchmal kann es in solch einem Fall hilfreich sein, die Leitungen außen um den Baustein herumzuführen. Allerdings benötigt auch das Raum und muss bei der Platzierung berücksichtigt werden (Bild 16-5).

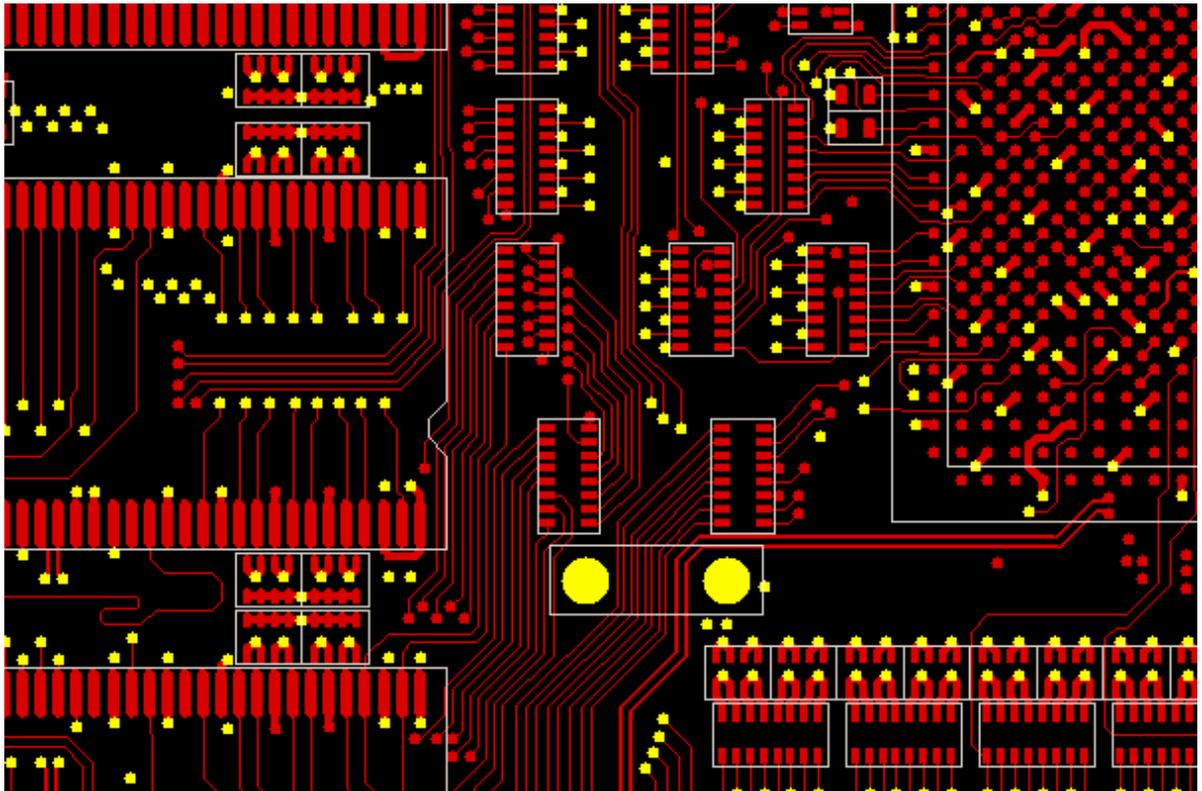


Bild 16-5 Raum für den Fan-Out muss bei der Platzierung berücksichtigt werden

Pin- und Gate-Swap

Verfügt ein Baustein über mehrere identische Gatter (Gates) oder haben einzelne Pins innerhalb eines Gatters identische Funktion, dann können Leitungskreuzungen reduziert werden, indem entweder Pins innerhalb eines Gatters oder gesamte Gatter eines Bausteins getauscht werden.

In einzelnen Fällen kann es sogar zulässig sein, Gatter über mehrere gleichartige Bauteile hinweg zu tauschen. Ein Pin- oder Gattertausch muss in jedem Fall mit dem Entwickler abgestimmt werden und die Möglichkeit der Backannotation in den Schaltplan muss gewährleistet sein.

Hinweis

Der Designer heute steht immer unter großem Zeitdruck. Da wird schon gern mal nachgefragt, warum denn das Herumschieben von ein paar Bauteilen eine Woche oder womöglich noch länger dauern muß.

Die Antwort lautet ganz klar: die Zeit, die in eine gute Platzierung investiert wird, verursacht keine Kosten, sie spart Kosten ein. Denn mit einer guten Platzierung wird gleichermaßen die Grundlage für die stabile und sichere Funktion des Gerätes als auch für die kosteneffektive und zuverlässige Produktion der Baugruppe geschaffen.

