

# Integrierte Entwicklungs-Software für Schaltung und Leiterplatte – ein Erfahrungsbericht

1. [Einleitung](#)
2. [Installation](#)
3. [Allgemeine Vorbereitung](#)
  - 3.1 [Eigene Bibliothek](#)
  - 3.2 [Zeichnen-Funktionen](#)
  - 3.3. [Graphische Edit-Funktionen](#)
    - 3.3.1. [Verschieben](#)
    - 3.3.2. [Drehen](#)
    - 3.3.3. [Spiegeln](#)
    - 3.3.4. [Editieren von Linien](#)
    - 3.3.5. [Editieren von Kreisen](#)
  - 3.4. [Löschen von Graphic-Objekten](#)
  - 3.5. [Copy & Paste](#)
  - 3.6. [Ändern von Verbindungen](#)

Die hier veröffentlichten Informationen begründen weder den Anspruch auf Vollständigkeit, noch haftet der Verfasser für materielle, physische oder sonstige Schäden, die durch Anwendung daraus entstehen könnten. Alle Angaben sind ohne Gewähr.

Das betrifft auch die zitierten Links im Internet.

© Copyright by Peter Salomon, Berlin – August 2012

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder sonstige Verbreitung in der Öffentlichkeit bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung des Autors.

Produkt- und Firmenbezeichnungen, sowie Logos sind in der Regel durch eingetragene Warenzeichen geschützt und sind als solche zu betrachten.

# 1. Einleitung

Auf [www.designspark.com/de](http://www.designspark.com/de), ein Service von [www.de.rs-online.com/web](http://www.de.rs-online.com/web), kann man sich ein *kostenloses* Software-Paket (~62MB) herunterladen, welches für o.g. Aufgabe bestens geeignet sein soll. Eine diesbezügliche Nennung des geschützten Produktnamens soll hier vermieden werden, um nicht in Konflikt mit dem deutschen Markenrecht zu kommen.

Es gibt eine ganze Reihe vergleichbarer Produkte anderer Hersteller, die allerdings in ihrer Funktionalität und im Handling unterschiedlichen Ansprüchen genügen und mehr oder weniger auch ihren Preis haben – von 50,- Euro angefangen bis „open end“.

Für den Vorteil, dass für die Benutzung o.g. Software keine Erstehungskosten anfallen, ist die Hemmschwelle, sich damit zu befassen, entsprechend niedrig. Nachteilig – jedenfalls für den deutschen Sprachraum ist, dass nur eine englische Version verfügbar ist. Das betrifft außer den Ein- und Ausgaben des eigentlichen Programms auch die integrierte Hilfe, sowie ein Tutorial und weitere Docs. Anderssprachige Versionen sollen angeblich in Arbeit sein, was aber eher für den asiatischen Raum zutreffen wird. Dem Autor liegt zwar eine unautorisierte deutsche Übersetzung des Tutorials vor, aber diese ist weder sehr hilfreich, noch kann sie infolge des Urheberrechts weitergegeben werden.

Die hier erprobte Software ist derart komplex, dass zunächst nur einige grundlegende Funktionen – Schaltungs-Entwicklung (Zeichnung) und Entwicklung des Leiterplatten-Layouts – bearbeitet wurden. Weiterführende Features, die jetzt vor allem in der Version 3.0 dazugekommen sind, werden zunächst – bis auf eine Ausnahme - nicht weiter betrachtet. Insbesondere sei auf die integrierten Programme zur 3D-Ansicht der Leiterplatte und zur Schaltungs-Simulation hingewiesen. Letzteres stützt sich dabei auf externe Programm-Dateien, die offensichtlich nicht (?) im Lieferumfang enthalten sind. Im Tutorial werden diese Features auch nicht erwähnt. Es gibt lediglich eine Hilfe, die erst nach dem Start über das Hauptmenü vom *Design Schematic – Output -> Spice Simulation Output*, bzw. *Output -> Basic Spice Netlist* zur Verfügung steht. Wegen der Kompliziertheit und ungenügender Hilfe-Unterstützung wurden diese Zusatz-Features (noch) nicht getestet.

Somit ist bisher auch nicht ermittelt worden, inwieweit es eine der üblichen anschaulich-graphischen Ausgabe gibt, oder – so wie es den Anschein hat – nur textliche „Report“-Seiten.

## 2. Installation

Nach dem Download wird empfohlen die 62MB-Installations-exe in einen separaten Ordner im Windows-Programm-Ordner abzulegen. Damit ist sichergestellt, dass bei einem Programm-Crash auch bei späteren Download-Schwierigkeiten die Installationsdatei immer noch zur Verfügung steht. Außerdem können dort auch frühere, bzw. später eventuell noch erscheinende Versionen abgelegt werden.

Die Installation erfolgt nach den Windows-üblichen Verfahren, wobei anzuraten ist, diese in einem weiteren Unterordner auszuführen. Es ist durchaus möglich mehrere Versionen gleichzeitig installiert zu bekommen, wobei allerdings die mit unterschiedlichen Versionen erzeugten Projektdaten-Dateien untereinander nicht kompatibel sind!

Die Installation kann nur mit einer diesbezüglichen Registrierung beim Hersteller abgeschlossen werden.

## 3. Allgemeine Vorbereitung

Nachdem die Installation erfolgreich abgeschlossen ist, sollten – bevor mit irgendeinem Projekt (Schaltung, Leiterplatte oder beides) begonnen wird, einige Vorbereitungen getroffen werden.

Zu beachten ist insbesondere - weil das Produkt aus dem anglo-amerikanisch, d.h. englischen Sprachraum kommt, dass in den Voreinstellungen (*Settings* - Default) grundsätzlich alles in Zoll, bzw. der davon abgeleiteten Maßeinheit *thou* voreingestellt ist. Inwiefern das beibehalten werden kann, oder verändert werden sollte, muß im Einzelnen entschieden werden. Darauf wird im Nachfolgenden noch zurückzukommen sein.

In dem Software-Paket ist eine ganze Reihe von mehr oder weniger nützlichen Bibliotheken enthalten. Dabei handelt es sich sowohl um Komponenten, wie auch Schaltungs- und Layout-Symbole. Auch darauf wird im Folgenden noch näher eingegangen.

Im Menü-Punkt *File* (und auch in der Symbolleiste) gibt es ein Untermenü-Punkt *Libraries*, unter welchem man die vorhandenen Bibliotheken finden, verwalten und bearbeiten kann. Die Namensgebung ist vielfach an die jeweiligen Firmen-Namen geknüpft, so dass man schon sehr genau wissen muß, welches Bauteil (Komponente) in welcher Bibliothek zu finden ist. Die kryptischen Bezeichnungen der Vielzahl von Bauteilen sind dabei auch nicht gerade hilfreich.

### 3.1 Eigene Bibliothek

Erfahrungsgemäß kann festgestellt werden, dass von den vielen Bauteilen (*Components*), die in den vielen mitgelieferten Bibliotheken enthalten sind, nur wenige ständig genutzt werden. Vielfach hängt das auch mit dem zu bearbeitenden Projekt zusammen. Um eine ständige, zeitraubende Sucherei in den Standard-Bibliotheken zu vermeiden, empfiehlt es sich eine eigene Bibliothek anzulegen. Dort können sowohl Bauteil-Kopien aus den vorhandenen Standard-Bibliotheken – ggf. unter einem plausiblen Namen – abgelegt werden, evtl. auch in angepasster Variante und auch eigene Bauteile. Anpassungen sind ggf. notwendig, um z.B. die verschiedenartigen Maßsysteme verwenden zu können. Es hat sich als günstig herausgestellt, Schaltungs-Symbole im metrischen Maß-System zu zeichnen, hingegen ist es zweckmäßig die so genannten PCB-Symbole wegen der Herkunft der Bauteile eher im Zoll-System, d.h. in diesem Fall in *thou* zu entwerfen.

#### Hinweis:

Sehr nützlich ist zum Zwecke der Umrechnung vom metrischen Mass-System in das Zoll-System und umgekehrt die unter dem Tool-Menü *Design-Calculator* zu findende *Convert*-Funktion.

Zu erklären sei an dieser Stelle, dass sich eine Bauteil-Komponente aus einem Schaltungs-Symbol – abgelegt in einer *.ssl*-Datei, sowie einem PCB-Symbol – abgelegt in einer *.psl*-Datei, zusammensetzt. Die Bauteil-Komponente wird in einer *.cml*-Datei abgelegt, wobei nicht nur die entsprechenden Verweise auf das Schaltungs- und das PCB-Symbol enthalten sind, sondern auch die Zuordnung der Schaltungs-Anschlüsse in Bezug auf die PCB-Symboldarstellung. Ohne die entsprechende tabellarische Zuordnung ist der Komponenten-Entwurf nicht vollständig und somit nicht abspeicherfähig. Zwar kann eine willkürliche Nummerierung der Anschlüsse eines Bauteils im Schaltungs-Symbol mit der Realität auf dem PCB-Symbol ausgeglichen werden, jedoch ist diese Verfahrensweise nicht zu empfehlen. Schon beim Schaltungs-Symbol ist deshalb die Reihenfolge der Anschlüsse von besonderer Bedeutung. Eine Zuordnung 1 = 1 ist immer übersichtlicher, als eine chaotische Zuordnung.

Wenn ein Bauteil von einer Standard-Bibliothek in die eigene User-Bibliothek kopiert wird – und das ist ganz wichtig: unter einem anderen Namen, weil ansonsten ggf. das betreffende Bauteil nicht in dem *Add Component*-Fenster erscheint, sollten auch die Bestandteile – „Schaltungs-Symbol“ und „PCB-Symbol“ in den betreffenden User-Bibliotheken abgelegt

werden. Ansonsten kann es vorkommen, dass nach einem diesbezüglichen Hinweis das Hauptfenster des Programms „einfriert“ und nur durch Wechseln auf ein anderes, im Hintergrund laufendes Windows-Programm, und zurück wieder „zum Leben erweckt“ werden kann. Dieser „Bug“ ist zwar sehr ärgerlich, aber man kann damit leben, bzw. man vermeidet das Problem einfach, wie beschrieben.

Bei der Erstellung eines neuen Bauteils (*Components*) – in der Bibliotheks-Verwaltung mit *New Item* sollte zuerst mit dem Schaltungs-Symbol begonnen werden. Dazu wird die Seite *Schematic Symbols* aufgerufen. Dann erscheint mit „New Item“ eine leere Zeichenfläche mit weißem Hintergrund und gepunktetem Raster. Zunächst wird die dafür geltende Maßeinheiten-Definition festgelegt – für Zeichnungen im deutschen Sprachraum ist sicherlich *mm* eine gute Wahl. Einstellbar ist das unter dem Menüpunkt *Settings – Units*. Ganz besonders wichtig ist die Raster-Einstellung unter *Grids*. Hier ist auf der Seite *Working Grid* der *Step Size*-Wert auf „1“ zu stellen und der *Snap-Mode* auf *Grid* oder besser *Half Grid*. Jetzt sind die Zeichnungsbedingungen so weit vorbereitet, dass mit dem Zeichnen begonnen werden kann.

Man soll hier nicht den Komfort erwarten, den ein x-beliebiges CAD-Programm bietet, aber mit den wenigen Zeichnungs-Funktionen lassen sich unter Beachtung einiger Regeln die ansonsten einfachen Schalt-Symbole recht gut kreieren.

### **3.2 Zeichnen-Funktionen**

Zur Verfügung stehen Funktionen zum Zeichnen von einfachen Linien, welche aus dem Menüpunkt *Add - Single Lines* waagerechte oder senkrechte, oder auch im Winkel (nach entsprechender Voreinstellung) erzeugt, sowie Rechtecke (*Rectangle*) und Kreise (*Circle*). *Square*, *Open Shape* und *Close Shape* sind von *Rectangle* abgeleitete Spezial-Versionen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

Alle die graphischen Objekte werden mittels Mouse-Click- und Schiebe-Aktionen hergestellt, was im Allgemeinen ein nicht sehr präzises Arbeiten zur Folge hat. Auf jeden Fall ist zuerst immer der gewünschte Zeichen-Modus auszuwählen und mit der Mouse den Startpunkt durch Click auf einen (oder in die Nähe eines) Rasterpunkte(s) der Zeichen-Vorgang zu beginnen. Zwar lassen sich über das Kontextmenü (rechte Mouse-Taste) unter den Menüpunkten *Type Coordinate* und *Type Offset* Zahlenwerte für *X* und *Y* eingeben, jedoch sind die Auswirkungen je nach Graphic-Objekt unterschiedlich und beziehen sich immer auf bereits vorhandene, d.h.

selektierte Graphic-Objekte. Es wird angeraten entsprechende Versuche vorzunehmen. Weitere Menüpunkte im Kontextmenü beeinflussen auch noch zusätzlich den Zeichen-Vorgang.

Die Strich-Breite (*Width*) ist zunächst in einer Standard-Einstellung vorgegeben, kann jedoch im Nachhinein, wenn das betreffende Graphik-Objekt selektiert (markiert) wurde, über den Menüpunkt *Properties* im Kontextmenü verändert werden. Die Selektierung erfolgt im Modus *Selektion* – in der Symbolleiste der nach oben gerichtete Pfeil – durch Mouse-Click auf das betreffende Graphic-Objekt. Zur Kennzeichnung der Selektierung wird die Strichfarbe des Graphic-Objekts von schwarz in orange-rot gewechselt. Im Gegensatz zum Windows-Standard wird die aufsummierende Selektion (Deselektion) einzelner Graphic-Objekte, wie z.B. ein Linien-Segment, nicht mit der *Shift*-, sondern mit der *Strg*-Taste vorgenommen. Die Verwendung der *Shift*-Taste bewirkt die Selektion des gesamten Graphic-Objekts, auch wenn dieses aus mehreren Unterobjekten (Segmenten) zusammengesetzt ist. Diese HotKey ist insbesondere beim Leiterplatten-Layout von Interesse, um z.B. auf einen Blick einen Leiterzug in Gänze verfolgen zu können.

Eine individuelle Auswahl der Strichfarbe ist nicht vorgesehen, diese wird ausschließlich vom Programm bestimmt, bzw. einmalig für die gesamte Zeichnung unter dem Menüpunkt *View - Colors*.

### Hinweis

Bezüglich der Strichbreite kann man diese mit einem (undokumentierten) Trick in der Weise festlegen, in dem man vor Aufruf der betreffenden Zeichnen-Funktion ein Graphic-Objekt mit der gewünschten Strichbreite selektiert. Alle nachfolgenden Zeichnen-Funktionen werden dann mit der Strichbreite ausgeführt, wie sie im vorher selektierten Graphic-Objekt vorlag. Das funktioniert solange, bis z.B. durch *ESC* der momentan aktive Zeichnen-Modus beendet wird. Dann wird wieder mit der Standard-Einstellung der Strichbreite gezeichnet.

### **3.3 Graphische Edit-Funktionen**

Ein besonderes Kapitel sind die vorhandenen Edit-Funktionen für Graphic-Objekte. Wer durch die vielfältigen Möglichkeiten eines x-beliebigen CAD-Programms verwöhnt ist, muß hier gründlich umdenken. Die Edit-Funktionen betreffen nicht nur die einfache Bearbeitung ausgewählter (selektierter) Graphic-Objekte, sondern auch die spezielle Funktion des „Leitungs-Legens“, sowohl im Schaltungsentwurf, wie auch beim Leiterplatten-Design. Schriftzüge werden auch als Graphic-Objekte angesehen.

#### **3.3.1 Verschieben**

Das geht recht einfach (nach Selektion des betreffenden Graphic-Objektes) mit *Place* und Mouse-Verschiebung in X- und Y-Richtung, oder wenn eine Koordinatenachse ausgeschlossen werden soll, mit *Place Horizontally* bzw. *Place Vertically*. Für exakte Positionierung sollte die Funktion *Type Offset* in Anspruch genommen werden.

#### **3.3.2 Drehen**

Soll ein Graphic-Objekt gedreht werden, sind die Funktionen *Rotate on Step* bzw. *Rotate Step Back* in den Schritten 0°, 90°, 180° und 360° vorgesehen. Es gibt aber auch eine Funktion *Rotate By*, wo man den Drehwinkel angeben kann. Gedreht wird immer um den Bezugspunkt, bei einfachen Graphic-Objekten ist das der Anfangspunkt der Zeichnen-Operation.

#### **3.3.3 Spiegeln**

Mitunter wird auch das „Spiegeln“ eines Graphic-Objektes benötigt, welches hier mit der Flip-Funktion realisiert werden kann. Im Gegensatz zu CAD-Programmen wird dazu keine Spiegelachse benötigt und es kann auch nur in horizontaler Richtung gespiegelt werden. Diese Einschränkung relativiert sich aber, weil durch nachträgliches Drehen auch ein vertikales Spiegeln erreicht werden kann.

### 3.3.4 Editieren von Linien

Wie bereits eingangs erwähnt ist die Edit-Funktion von Linien (was auch Leiterzüge sind) von besonderer Bedeutung. Wird die zu editierende Linie selektiert, stehen 3 Grund-Funktionen zum Editieren zur Verfügung:

*Add Corner* – bewirkt in einer Art „Gummiband-Funktion“ ein Setzen eines Punktes außerhalb der Linie.

*Edit Segment* – ist die umfangreichste Funktion mit zahlreichen Funktions-Modi, die über weitere Kontex-Untermenüs erreicht werden können, wenn man im *Edit Segment*-Modus ist.

Als besonders wichtig im PCB-Design sei hier die *Miter*-Funktion (Gehrung) genannt. Damit ist es möglich, schräge Segmente einer Polylinie (z.B. eines Leiterzuges) zu verschieben, ohne dass die anderen Segmente der Linie davon betroffen sind.

Hier empfiehlt es sich einige Übungs-Versuche anzustellen.

*Arc* - mit dieser Funktion wird aus der Linie ein Kreisbogen, wobei auch hier wieder zahlreiche Kontex-Untermenüs die Funktionalität weiter spezifizieren. Auch hier empfiehlt es sich eingehende Versuche zu unternehmen.

Ein grundsätzliches Problem tritt bei der Veränderung der Linienlänge auf. Diese ist an beiden Linienenden möglich. Nach der Selektierung der betreffenden Linie ist der Cursor in unmittelbarer Nähe des Anfangs- oder Endpunktes der Linie zu bringen (Wichtig! - Ggf. vorher Vergrößerung vornehmen) und dann im Kontex-Menü *Edit Segment* anwählen. Bei einer erfolgreichen Verlängerung wird das verlängerte Liniestück *rot* gezeichnet, bei Verkürzung *blau*. Im umgekehrten Ergebnis wird es zu keiner Verlängerung bzw. Verkürzung der Linie kommen. Beendet wird der Vorgang mit dem weiteren Kontex-Menüpunkt *Finish Here*.

Die hier aufgezeigte Vorgehensweise trifft nur auf horizontale und vertikale Linien zu. Schräge Linien lassen sich zwar auch verlängern, nur dass durch die zusätzlich auftretenden horizontalen und vertikalen Linien diese dann erst wieder mit *Delete Segment* gelöscht werden müssen.

Zwar kann mittels *Type Coordinates* die X- und Y-Koordinate des Anfangspunktes der Linie bestimmt werden, es gibt aber leider keinen Zugriff auf die Koordinaten des Endpunktes der Linie.

Wenn ein Rechteck als Ganzes selektiert wird, stehen die Edit-Funktionen nicht zur Verfügung. Allerdings wenn davon nur eine Linie selektiert wird, stehen zwar wiederum die Edit-Funktionen zur Verfügung, um alle möglichen Ausbuchtungen – Einzüge am Rechteck vornehmen zu können, aber eine Verlängerung (Verkürzung) der Linie – und damit Veränderung der Größe des Rechtecks ist damit nicht möglich.

### 3.3.5 Editieren von Kreisen

Zunächst ist zu bemerken, dass bei der Selektierung des Kreises nur ein Halbbogen markiert wird. Man soll sich davon nicht verwirren lassen.

Als einzige Editier-Möglichkeit steht im Kontext-Menü *Edit Circle* zur Verfügung, womit der Durchmesser des Kreises per Mouse verändert werden kann. Wenn das zu unpräzise ist, kann auch in weiteren Untermenüs *Enter Diameter*, bzw. *Enter Radius* in einem Eingabe-Dialog der gewünschte Wert numerisch festgelegt werden.

Über das Untermenü *Filled Shape* ist auch ein Ausfüllen des Kreises möglich.

Abgeschlossen werden alle Mouse-Aktionen mit üblichem Mouse-Click.

## 3.4 Löschen von Graphic-Objekten

Gelöscht werden kann ein Graphic-Objekt nur über die Tastatur „Entf“, oder durch den *Delete*-Befehl aus dem Edit-Menü, bzw. in der Symbolleiste (X).

Vorsicht ist jedoch geboten beim versuchten Löschen von einzelnen Segmenten einer Polylinie, wie z.B. eines Leiterzuges im Schaltplan oder Leiterplatten-Layout. Hierbei wird immer die gesamte Linie (!) weggenommen. Ist das nicht wünschenswert, kann man sich damit helfen, den zu erhaltenden Linienteil zunächst woanders anzubinden, um dann das zu löschende Linien-Segment zu entfernen. Ein Lösen der Verbindung mit temporärer Mouse-Führung und anschließender Neu-Connection ist leider nicht vorgesehen – siehe [3.6](#).

Beim einfachen Löschen von Verbindungen mit *Entf* oder *Delete* besteht noch ein weiteres Problem. Mit dieser Vorgehensweise werden nämlich nicht die Verbindung der betreffenden Komponenten-Anschlüsse aus der Netz-Liste (*NetList*) entfernt, was daran zu erkennen ist, dass auch nach dem Löschen des Graphic-Objektes der Verbindungslinie eine dünne gelbe Linie zwischen den ehemaligen Anschlüssen zu erkennen ist. Dies ist der Hinweis auf den immer noch bestehenden Eintrag in der Netzliste. Auch ein Löschen dieser Linien-Graphic

mit *Entf* oder *Delete* entfernt nicht wirklich diesen Eintrag, obwohl es zunächst in der graphischen Ansicht so aussieht. Wenn man sich die Eigenschaften der selektierten Verbindungslinie anschaut, kann daraus der betreffende Eintrag in der Netzliste entnommen werden. Die Netzliste kann jederzeit über das Kontext-Menü über *Net* erreichen. Es kann aber keinesfalls angeraten sein, nun einfach diesen Eintrag in der Netzliste zu löschen, denn dann werden auch alle anderen Verbindungen, die sich auf diesen Eintrag beziehen aus der Netzliste gelöscht – und das kann schlimmstenfalls z.B. alle Masse-Verbindungen betreffen, o.ä.

Während Komponenten-Anschlüsse jederzeit über das Kontextmenü *Disconnect from Net* (Gegenteil von *Add to Net*) von den Netzverbindungen getrennt werden können, geht das bei Verbindungsleitungen nicht, sondern nur mit dem Löschen der Verbindungsleitung. Zu beachten ist aber, dass beim Löschen einer Verbindungsleitung die betreffenden Komponenten-Anschlüsse weiterhin mit dem betreffenden Netz verbunden sind und dass dann bei einer erneuten Verbindung diese automatisch wieder mit dem alten Netz verbunden werden, obwohl das in der graphischen Darstellung so nicht zu sehen ist (es sei denn, an der dünnen Verbindungslinie, wie oben beschrieben).

Es ist also anzuraten, bevor eine neue Verbindungslinie gezogen wird, die betreffenden Komponenten-Anschlüsse wie beschrieben von den alten Netzverbindungen zu trennen.

Um beim Erstellen von Verbindungsleitungen die vorhandene Netzstruktur nicht durcheinander zu bringen, empfiehlt es sich einen neuen Anschluss immer in Richtung des Bestands-Netzes zu ziehen und sorgfältig die darauf folgende Meldung über die Zusammenlegung von Netz-Verbindungen zu prüfen, bzw. ggf. durch *Undo* den Vorgang zurücknehmen und noch mal neu versuchen.

Unkonsistente Netzverbindungen werfen spätestens bei der Überprüfung unter dem *Tools*-Menü *Design Rule Check*, d.h. bei der Überprüfung der Design-Regeln erheblich Probleme auf.

### **3.5 Copy & Paste**

Wie eigentlich in jedem Windows-Programm gibt es auch hier die Grundfunktion *Copy & Paste*, d.h. Kopieren und Einfügen. Man kann sich zwar aus der Bibliothek jedes Mal immer wieder das gleiche Bauelement ziehen, aber mitunter ist es einfacher, dieses mit der *Copy &*

*Paste* –Funktion zu bewerkstelligen. Wird z.B. aus der Bibliothek erstmals ein Widerstand gezogen, so erhält dieser automatisch die Bezeichnung *R1*, der nächste dann *R2* usw. Kopiert man nach der ersten Ablage von *R1* diesen und fügt ihn (an anderer Stelle) wieder ein, so erhält er ebenfalls die fortlaufende Bezeichnung *R2*, beim wiederholten Einfügen *R3* usw. - wie beim direkten Einziehen aus der Bibliothek. Sind nach der ersten Ablage schon Werte eingetragen worden – über *Properties / Values*, so werden diese auch mitkopiert und wieder eingefügt, was im Gegensatz beim direkten Einziehen aus der Bibliothek nicht passiert (es sei denn, das BE ist dort schon so hinterlegt worden).

Noch eine Bemerkung zu den *Values*. Diese sind nur dann sichtbar, wenn in den *Component-Properties* unter *Value* diese mit einem Haken auch aktiviert wurden.

### **3.6 Ändern von Verbindungen**

Wie bereits weiter oben beschrieben, ist das Ändern von Verbindungen – egal ob nun im Schaltbild, oder auf der Leiterplatte – recht problematisch. Ein einfaches „Anfassen“ eines Verbindungsende mit der Mouse bewirkt zwar eine Selektierung der ganzen Verbindungsleitung, aber leider keine Trennung von dem betreffenden Anschlusspunkt. Ein Löschen und Neuzeichnen ist auch nicht immer angebracht - vor allem dann nicht, wenn es sich um kompliziert-lange Leitungswege handelt.

Hier kann man sich aber mit einem Trick helfen:

Man stellt einfach temporär eine neue Verbindung in der Nähe des zu lösenden Anschlusspunktes mit einer beliebigen, in der Nähe befindlichen Leitung, oder anderem Verbindungspunkt her. Es entsteht ein neuer Abzweigpunkt. Anschließend wird das Leitungsstück vom Abzweigpunkt der neuen Verbindung bis zum Verbindungspunkt gelöscht. Damit verschwindet auch der neue Abzweigpunkt. Jetzt kann die Verbindung von einer beliebigen Stelle auf der Leitung mit dem gewünschten neuen Anschlusspunkt verbunden werden. Auch jetzt entsteht wieder ein neuer Abzweigpunkt. Danach wird die temporäre Verbindung von eben diesem Abzweigpunkt bis hin zu dem temporären Anschlusspunkt gelöscht.

Damit ist die Verbindungsleitung mit dem neuen Anschlusspunkt verbunden.

- Ende -