

# Target

# 3001!

# Design

# Station

## Kostenlose Discover-Version

eines leistungsfähigen Leiterplatten-CAD-Paketes  
aus dem Internet

(Adresse: <http://www.ibfriedrich.com>)

## Teil1:

## Einstieg und eigenes

## Schaltungsprojekt

## (konventionell + SMD)

## mit der Version TarV11

# Version 2005-2

Änderungen gegenüber der Vorgängerversion:

Einige Bugs korrigiert

Autor: Gunthard Kraus  
Oberstudienrat an der Elektronikschule Tettnang

01. März 2005

# Inhaltsverzeichnis von Teil 1

## 1. Vorbemerkungen und Informationen

## 2. Beschaffung aus dem INTERNET und Installation auf dem PC

## 3. Programmstart

## 4. Umgang mit den wichtigsten Grundfunktionen beim mitgelieferten Schaltplan - Beispiel

- 4.1. ZOOM
- 4.2. Linien- und Punktraster
- 4.3. Löschen eines Bauteils und UNDO - Funktion
- 4.4. Änderungen an bereits verlegten Bauteilen
- 4.5. Einen neuen Bezugspunkt definieren
- 4.6. Ausdrucken eines Schaltplanes

## 5. Umgang mit den wichtigsten Grundfunktionen beim mitgelieferten Platinenlayout - Beispiel

- 5.1. Bauteil-Platzierung
- 5.2. Ebenen (= Layers)
- 5.3. Verschieben, Drehen und Spiegeln von Bauteilen auf der Platine
- 5.4. Einsatz des Autorouters
- 5.5. Ausdruck von Platinen-Layouts

## 6. Eigenes Projekt: Zweistufiger, gegengekoppelter Transistorverstärker

- 6.1. Pflichtenheft
- 6.2. Ergebnisse der Schaltungssimulation mit APLAC
- 6.3. Start frei für den Stromlaufplan
- 6.4. Aufruf und Platzierung der Bauteile
- 6.5. Verdrahtung (= Verlegung der Signalleitungen)
- 6.6. Zuweisung der korrekten Bauteilwerte (bzw. Änderung eines Bauteilwertes)
- 6.7. Verschieben von Bauteilnummerierungen oder Wertangaben
- 6.8. Ausdrucken des Stromlaufplanes
- 6.9. Start frei für die Platine
- 6.10. Platinenumriss festlegen
- 6.11. Befestigungsbohrungen auf der Platine anbringen
- 6.12. Platzierung der Bauteile
- 6.13. Verlegung der Signalleitungen von Hand
- 6.14. Einsatz des Autorouters
- 6.15. Ausdruck des Layouts

## 7. SMD - Version unseres Verstärkerprojektes

- 7.1. Projektdatei erzeugen
- 7.2. Platine erstellen und neue Gehäuse zuweisen
- 7.3. Signalleitungen von Hand verlegen
- 7.4. Einsatz des Autorouters
- 7.5. Ausdruck des fertigen Platinenlayouts

## 8. Ein neues Bauteil für die Bibliothek

- 8.1. Erstellung eines neuen Gehäuses
- 8.2. Erstellung eines neuen Schaltzeichens

## **Inhaltsverzeichnis von Teil 2**

### **9. Weiterführendes Projekt: 8031-Controllerboard**

- 9.1. Platzierung der Bauteile im Stromlaufplan
- 9.2. Verlegung der Busse
- 9.3. Verdrahtung der Ports, der Steuersignale und des Quarzoszillators
- 9.4. Zuweisung der Stromversorgungs-Anschlüsse bei den Digitalbausteinen
- 9.5. Stromversorgung, Reset-Schaltung, Schlusskontrolle

### **10. Entwurf der Platine für das Controllerboard**

- 10.1. Platinenumriss „halbe Europakarte“ zeichnen und Befestigungsbohrungen anbringen
- 10.2. Bauteile von Hand oder mit dem Autoplacer positionieren
- 10.3. Vorbereitungen für den Einsatz des Autorouters
- 10.4. Autorouten der doppelseitig kaschierten Platine
- 10.5. Masseflächen füllen und Beschriftung aufbringen
- 10.6. Erstellung einer einseitig kaschierten Platine, Verlegung von Drahtbrücken

## **Inhaltsverzeichnis von Teil 3**

### **11. HF- und Mikrowellenschaltungen -- eine andere Welt**

- 11.1. Spezielle Anforderungen
- 11.2. Entwurfsbeispiel: 100 MHz - Tiefpass

# 1. Vorbemerkungen und Informationen

TARGET ist als Leiterplatten-CAD-System seit Jahren auf dem Markt. Aber man hat ein Programmpaket zusammengestellt, das in dieser Form zwar bei großen Profihierstellern erhältlich ist, aber dort viel mehr Geld kostet. Neben den heute üblichen Optionen (= Schaltplan und Platine über eine Netzliste verknüpft, Autorouter, Autoplacer usw.) enthält es nämlich auch eine Möglichkeit zur **Simulation der eingegebenen Schaltung mit PSPICE** sowie die Möglichkeit zur **Berechnung der „Störstrahlung“ (= EMV-Simulation)** bei der entworfenen Platine.

Dazu ist eine kostenlose Testversion mit folgenden Eigenschaften im INTERNET abrufbar:

- a) Beliebige maximale Platinengröße
- b) Maximal 100 Bauteilanschlüsse
- c) Bibliothek mit ca. 5000 Bauteilen -- die Digitalschaltungen der 4000er - Serie und 7400er - Serie sind sogar zusätzlich nochmals als DIN-Schaltzeichen-Bibliothek vorhanden.
- d) Komplettes Original-Handbuch dabei.
- e) Autoplacer, Autorouter und „Masseflächen-Umfließ-Option“ vorhanden.

Dass es da ab und zu kleine Fehlerchen gibt, lässt sich bei solchen komplexen Programmen nie ganz vermeiden (vergleiche „WINDOWS“...). Der Hersteller bittet jedoch ausdrücklich um EMAIL - Übermittlung der gefundenen Bugs und verbessert fast täglich das im Internet bereitgestellte Testprodukt.

Außerdem werden stets die aktuellsten Bauteilbibliotheken in gepackter Form veröffentlicht und Sie haben zusätzlich die Möglichkeit, von Ihnen selbst erstellte „Devices“ (= Bauteile mit Schaltzeichen und Footprint) dort übernehmen zu lassen. Außerdem fordert der Hersteller ausdrücklich dazu auf, noch fehlende oder andere interessante Teile zur Erstellung oder Bereitstellung anzumahnen oder vorzuschlagen

Dass natürlich eine „FAQ-Seite“ vorhanden ist (= frequently asked questions = dauernd wird nach denselben Sachen gefragt...), ist heute fast selbstverständlich und man kann per EMAIL seine Sorgen dort loswerden oder nachgucken, ob Andere schon daraufgekommen sind.

---

## 2. Beschaffung aus dem INTERNET und Installation auf dem PC

Aus der bereits erwähnten Homepage des „Ingenieurbüro's Friedrich“ (<http://www.ibfriedrich.com>) sollte man sich folgende Dateien herunterladen.

<b>discover.zip</b>	(= gepacktes Testprogramm „Discoverversion von Target 3001!“)
<b>simulati.zip</b>	(= gepackter PSPICE-Schaltungssimulationsmodul)
<b>treiber.zip</b>	(= gepackte Sammlung der Treiber für verschiedene Ausgabeformate wie Gerber sowie Update-Programme bzw. Konversionsprogramme für EAGLE - oder DXF-Dateien usw. usw.)
<b>hilfev9.zip</b>	(= gepackte HTML-Online-hilfe)
<b>prev800.exe</b>	(= Vorschauprogramm zur Kontrolle der Gerberdateien usw.)
<b>btl3001.zip</b>	(= Neuester Stand der Bauteil-Bibliothek)

Diese Dateisammlung wird auf der Festplatte in ein Verzeichnis „TARGET“ hineinkopiert.

Mit WINZIP (falls nicht zur Hand, bitte ebenfalls über „www.ibfriedrich.com“ holen!) wird erst „discover.zip“ ausgepackt und das Programm installiert. Dann folgen die oben aufgeführten restlichen Dateien.

Um die Sache abzurunden, kann man sich noch zum Abschluss in bekannter Weise (= mit rechter Maustaste auf eine freie Stelle klicken, „NEUE VERKNÜPFUNG“ wählen, Durchsuchen...usw.) ein schönes Start-Icon mit „Tar3001.exe“ oder einfach nur „TARGET“ auf dem WINDOWS - Bildschirm erzeugen.

Tipp:

Sehr hilfreich in der TARGET - Homepage ist die „**Bauteil-Corner**“. In regelmäßigen Abständen sollte man sich dort die neuesten Bauteil-Bibliotheken („**btl3001.zip**“) holen. Außerdem gibt es dazu einen Bibliotheks-Browser (= „**bibbr.zip**“) sowie ein Bibliotheks-Vergleichsprogramm („**bibvgl.zip**“), mit dem eine ältere Bibliothek auf den neuesten Stand gebracht wird und nur die geänderten oder erweiterten Sachen nachinstalliert werden.

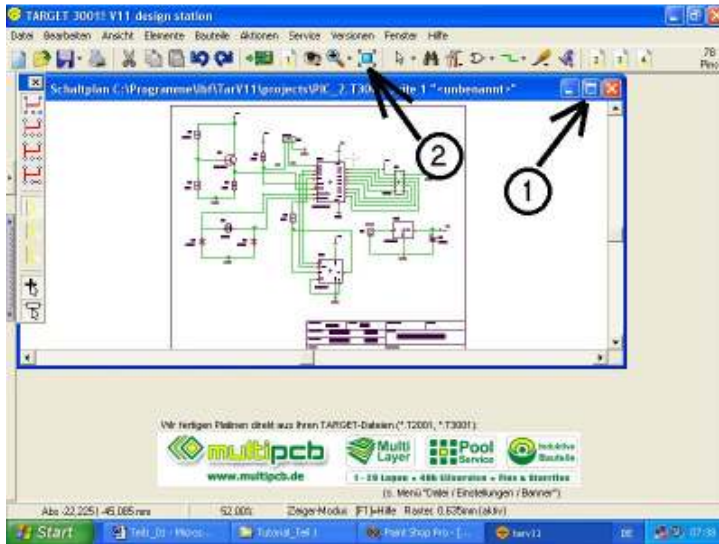
---

### 3. Programmstart



Wir klicken entweder den TARGET - Icon auf dem WINDOWS - Bildschirm an oder setzen die Software über „START“ und „PROGRAMME“ in Gang. Dann erhalten wir den nebenstehenden Bildschirm.

Nun drücken wir auf „Vorhandene Dateien öffnen“, kämpfen uns durch den erforderlichen Pfad („Programme / IBF / TarV11 / projects“= und wählen das mitgelieferte Beispiel „PIC\_2.T3001“ für unsere ersten Experimente aus.



Das bekommen wir zu sehen und wir sorgen erst mal dafür, dass der Bildschirm nach WINDOWS - Manier seine volle Größe aufweist (1).

Anschließend drücken wir den Button „Bild formatfüllend zoomen“ und freuen uns über die etwas größere Darstellung (2). Doch es gibt noch mehr Zoom - Möglichkeiten. Allerdings sehen wir sie nicht sofort, sondern stoßen schon hier auf die **gesamte TARGET-Bedien-Philosophie:**

**Möglichst wenig Buttons, dafür aber alle weitergehenden Funktionen in zunächst nicht sichtbare Untermenüs (= Pulldown - Menüs) gepackt!**

### 4. Umgang mit den wichtigsten Grundfunktionen beim mitgelieferten Schaltplan - Beispiel

#### 4.1. ZOOM

Wir fahren mit unserem Mauszeiger in die Mitte des geladenen Stromlaufplanes „PIC.T20“, klicken einmal mit der rechten Maustaste oder drücken <PAGE DOWN>: **bei jedem Klick wird dann das Bild um den Faktor 2 gezoomt!**

Doch das kann man auch auf eine andere Weise erreichen

Wir rollen den Mauszeiger auf die „Zoomtaste mit der Lupe und dem Pluszeichen“ und klicken darauf. Rollen wir dann den Mauszeiger zurück in die Schaltung, so gibt es zwei Möglichkeiten:



Erster Fall:

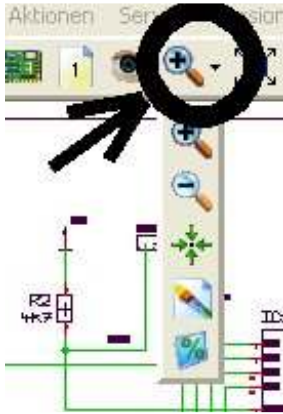
Lassen wir die Maus irgendwo stehen und klicken einfach nur immer wieder mit der **linken Maustaste** bzw. drücken auf die <PAGE DOWN> - Taste, dann wird die Zeichnung -- mit diesem Punkt als Zentrum -- bei jedem Klicken z. B. um den Faktor 2 vergrößert.

Zweiter Fall:

Wenn wir auf die Lupe im Menü klicken und anschließend mit der Maus in die Schaltung fahren, dann können wir dort mit einem Klick und anschließendem Verrollen der Maus (bei gedrückter linker Maustaste) eine bestimmte Region **markieren**. Sie wird nach dem Loslassen der Maustaste automatisch herausgezoomt. Bitte probieren!

Doch wo steckt die Möglichkeit, das **Bild wieder zu verkleinern**?

**Die einfachste Möglichkeit dazu ist ein Klick mit der rechten Maustaste oder ein Druck auf die Taste <PAGE UP>!**



Noch etwas Neues:

Wir freunden uns mit der TARGET - Eigenheit der „Rollmenü's“ an und fahren nochmals mit der Maus auf die „ZOOM - Taste mit der Lupe“. Der Trick besteht nun darin, mit dem Mauszeiger **auf der Buttonfläche etwas nach rechts bis zum kleinen schwarzen Dreieck zu rollen!** Dadurch verbreitert sich die Fläche von selbst und es erscheint der Hinweis „**Weitere ZOOM - Funktionen**“. Nach dem Anklicken taucht das gesuchte Untermenü auf und wir probieren einfach die aufgeführten fünf Funktionen mal durch. Neben der Möglichkeit zur Verkleinerung gibt es nämlich noch weitere Spielsachen!

**Für ganz faule Leute: größer und kleiner zoomen geht in der Praxis am schnellsten mit den beiden Tasten „PAGE UP“ und „PAGE DOWN“ der Tastatur...**

## 4.2. Linien- und Punkt-Raster



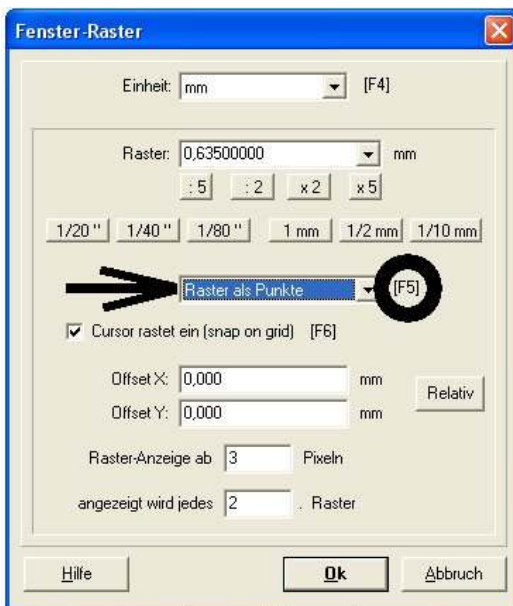
Ansicht-Menü

Hier geht es schneller mit der Rastereinstellung....

Alle eben besprochenen ZOOM – Funktionen sind auch über das „Ansicht“-Menü zugänglich, wobei dort gleichzeitig die erforderlichen Tastenkombinationen zum Aufruf angeboten werden.

Aber noch etwas Wichtiges findet sich dort: die Möglichkeiten, ein **Punkt- oder Linienraster** über die Zeichnung zu legen.

**Wir finden diese Rastermöglichkeiten aber schneller hinter dem "Button mit dem Auge"!**



Nach dem Öffnen stehen wir vor der Auswahl (Linien / Punkte / nix). Haben wir sie getroffen, dann lassen sich anschließend alle gewünschten Parameter (Einheit, Raster...usw.) bequem einstellen.

**Für schnelle Leute: mit der Taste F5 können wir später sehr bequem von der einen zur anderen Rasterart (nix / Linien / Punkte / nix...) weiterschalten!**

Noch ein Tipp:

**Man sollte sich nicht scheuen, bei Unklarheiten die ONLINE - Hilfe aufzurufen. Sie ist wirklich gut gemacht.**

### 4.3. Löschen eines Bauteiles + UNDO - Funktion

Wir wollen uns nun ansehen, wie sich Fehler korrigieren lassen bzw. nicht mehr benötigte Bauteile gelöscht werden.



Wir zoomen uns irgendeinen Ausschnitt unserer Schaltung heraus und klicken auf das kleine „Griffkreuz“ mitten auf einem Bauteil (z. B. auf den Quarz Q1). Dadurch wird es „markiert“ und deutlich auf dem Schirm hervorgehoben. Betätigen wir anschließend die DELETE- Taste auf der Tastatur, so wird das Bauteil aus dem Schaltplan und auf Wunsch auch aus der Platine herausgelöscht.

Diesen Löschvorgang können wir durch die bei

modernen WINDOWS - Programmen vorhandene **UNDO - Taste** wieder rückgängig machen.

Natürlich ist es durch wiederholten Klick auf „UNDO“ möglich, alle in dieser Sitzung durchgeführten Aktionen wieder verschwinden zu lassen. Wurde zuviel gelöscht, dann gibt es glücklicherweise daneben die DO - Taste, mit der wir uns erneut vorwärts hangeln.....

**Übrigens: aus einer gewählten Funktion (ZOOM IN; ZOOM OUT....usw.) kommen wir immer ganz einfach durch einen Druck auf die ESCAPE -Taste wieder heraus!**

### 4.4. Änderungen an bereits verlegten Bauteilen

Dazu klicken wir mit der linken Maustaste -- z. B. bei einem Widerstand in der Schaltung -- genau auf das im Zentrum des Bauteils eingetragene Kreuzchen. Dadurch wird das Bauteil „markiert“ (= es ändert seine Helligkeit) und wir können folgende Aktionen ausführen:

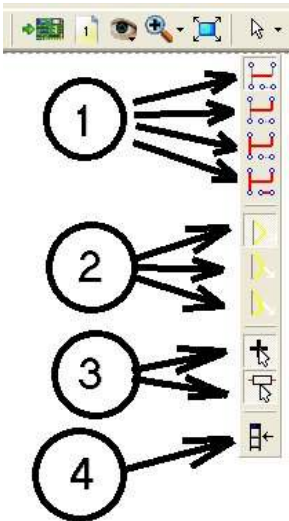
- durch „DRAG and DROP“ (= Rollen bei gedrückter linker Maustaste) lässt sich das Bauteil samt Anschlüssen **verschieben**.
- Durch Druck auf den Buchstaben „d“ **drehen** wir das Bauteil um den eingestellten Drehwinkel (das zugehörige Einstellmenü für den **Drehwinkel** holen wir mit „D“).
- Mit „s“ **spiegeln** wir das Objekt an einer **senkrechten** Achse, die durch die aktuelle Cursorposition bestimmt wird.
- Mit „S“ **spiegeln** wir dagegen an einer **waagrechten** Achse, die durch die aktuelle Cursorposition bestimmt wird.
- Mit „w“ schalten wir nacheinander auf die **einzelnen Bestandteile eines Objektes um** und können an ihnen herumbasteln.
- Mit „ä“ rufen wir ein umfassendes **Änderungsmenü** für das markierte Objekt auf.

Bitte alles probieren und ggf. mit „UNDO“ wieder beseitigen! Diese vielen Sachen (und noch einige dazu) finden wir hinter dem „**Button mit dem Schraubenschlüssel**“, nämlich (von oben nach unten):

- Abstände messen** („m“).
- Einzelteile eines Objektes markieren** („w“).
- Markierte Bauteile können wir mit „DEL“ **löschen** oder
- verschieben** („v“) oder
- drehen** („d“) oder
- an einer **senkrechten Achse spiegeln** („s“) oder
- an einer **waagrechten Achse spiegeln** („S“) oder
- anhand eines zusätzlichen Menüs **ändern** („ä“).
- Schließlich können wir noch ein **Signal auswählen** und ihm einen **neuen Namen geben**.



Ein Tipp:



Manchmal kommt es vor, dass sich bei diesen Versuchen nur ein Teil des Schaltzeichens markieren und dann verschieben (oder drehen... ) lässt. Gleichzeitig protestiert das Programm wütend gegen diese Maßnahme und gibt eine Warnmeldung in folgender Form aus: „...Sie sind im Begriff, ein Symbol zu zerreißen. Wollen Sie das wirklich...?“

Da wir das nicht wollen, sollten wir wissen, welche Option in diesem Fall falsch eingestellt ist. Dazu rollen wir den Cursor mit der Maus auf den **Zeiger in der Bildlaufleiste** und rutschen anschließend darauf noch leicht nach rechts auf das schwarze Dreieck -- so kommen wir zu den „**Einstellungen im Zeigermodus**“.

Mit den oberen vier Tasten (= „1“) können wir nun auswählen, **welche Teile** des Schaltzeichens beim Mausklick markiert werden.

Mit den Tasten im Bereich „2“ lassen sich gerade verlaufende Leitungen **verformen**, nämlich entweder abknickend oder kreisbogenförmig oder als „Spline“-Kurve (= beliebig krumm).

Die Tasten bei „3“ entscheiden dann darüber, wie das Anklicken des Schaltzeichens an einer einzelnen Stelle gleichzeitig eine **Markierung des kompletten Schaltzeichens** auslösen soll -- und die muss in unserem Fall eben aktiv sein, wenn das Zerreißen vermieden werden soll.

Schließlich sollte man sich angewöhnen, mit Button „4“ dauernd diese kleine Menüleiste auf dem Bildschirm anzuordnen.

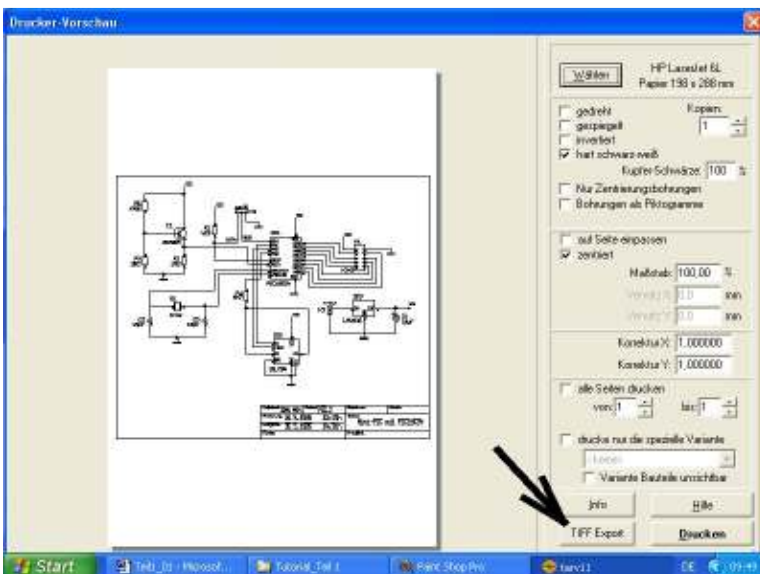
## 4.5. Einen neuen Bezugspunkt definieren

Normalerweise werden alle Abstände in einer Zeichnung auf den Mittelpunkt des (1 Quadratmeter großen) Zeichnungsfeldes bezogen und in der linken unteren Ecke des Bildschirms als „Absolute Koordinaten“ eingeblendet. Bitte einfach mal kurz mit der Maus herumrollen, dann sieht man das gut!

Braucht man aber einen **neuen Bezugspunkt** (= speziell bei einer Platine zum exakten Platzieren von Bauteilen erforderlich!), dann rollt man einfach den **Cursor mit der Maus an die gewünschte Stelle und drückt die Taste „POS1“**. Dadurch ändert sich sofort die Anzeige im Statusfenster auf „REL....“.

Durch einen **Doppelklick** auf „POS1“ schalten wir wieder auf absolute Koordinaten zurück. Bitte ausprobieren!

## 4.5. Ausdrucken eines Schaltplanes



Nichts leichter als das.

Wir rufen nach bekannter WINDOWS - Gewohnheit im Menü „Datei“ den Punkt „Drucken“ oder **klicken auf das Druckersymbol** in der Menüleiste.

So bekommen wir die nebenstehende Vorschau zu sehen.

Da geht man dann die verschiedenen Einstellungen durch (gedreht, gespiegelt, invertiert....usw. usw.), stellt alles nach Wunsch ein und klickt am Ende auf „Drucken“.

Wer will, kann sich über den markierten Button ein „TIFF-Bild“ erzeugen. Das kann dann z. B. in ein WORD-Dokument eingefügt werden.



## 5. Umgang mit den wichtigsten Grundfunktionen beim Platinenlayout - Beispiel

### 5.1. Bauteil-Platzierung



Zuerst rufen wir von unserem Schaltplan aus die zugehörige Platine auf.

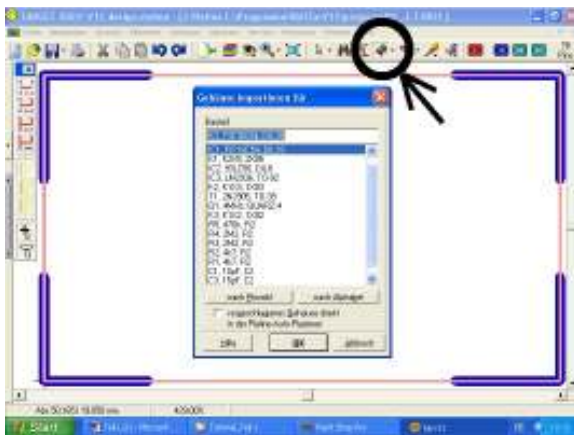
Bitte gleich einprägen, wenn sie auftaucht (...auch wenn sie bei unserem Beispiel „PIC\_2.T3001“ noch nicht bestückt ist):

**Es ist immer der Blick „von oben“ -- also auf die Bestückungsseite -- dargestellt!**

Bei der „Bestückung“ der Platine mit den Bauteilen haben wir **zwei Möglichkeiten**, nämlich:

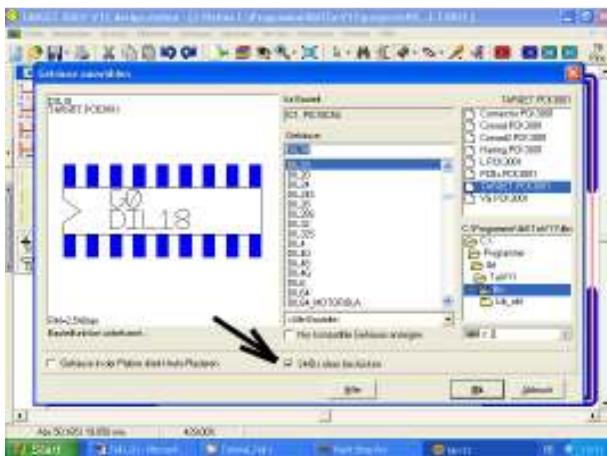
- wir platzieren die Bauteile **von Hand** oder
- wir lassen arbeiten, d. h. wir benutzen ein Unterprogramm namens „**Autoplacer**“

In der Praxis läuft das oft auf eine Mischung beider Methoden heraus, denn da werden kritische Bauteile zuerst von Hand genau dahin gesetzt, wo sie unbedingt hin sollen (Beispiele: Ein- und Ausgänge müssen räumlich getrennt sein, Leistungstransistoren dürfen nicht zu nahe an wärmeempfindlichen Bauteilen sitzen usw.). Ist das erledigt und der Rest unkritisch, dann lässt man den Autoplacer von der Leine los.



**Zu a): Bauteilplatzierung von Hand.**

Ein Klick auf das IC-Symbol öffnet die Part List, in der alle zur Verwendung kommenden Teile enthalten sind. Es gibt keine Vorschrift, in welcher Reihenfolge platziert wird, wir können also nach eigenem Geschmack beginnen.



Wird als erster Vogel der Microcontroller PIC16C54 mit „OK“ angewählt, dann öffnet sich zuerst ein Vorschlagsmenü für das Gehäuse DIL18. An dieser Stelle kann noch die vorgeschlagene Gehäuseform durch eine andere ersetzt werden -- sofern sich etwas in den umfangreichen Bibliotheken findet, die da zur Auswahl angeboten werden.

Bleibt man beim Vorschlag, dann reicht „OK“, damit das Bauteil am Cursor hängt und auf der Platine abgesetzt werden kann.

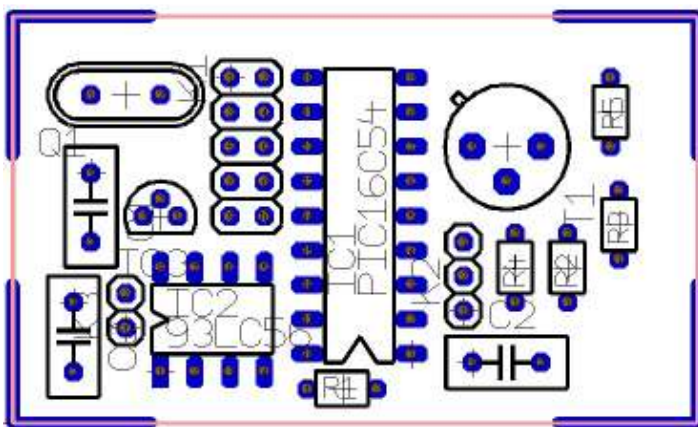
Anschließend geht es mit dem nächsten Teil nach demselben Verfahren weiter.

**Achtung, bitte immer kontrollieren: wir wollen unsere SMD-Bauteile von oben her bestücken (Siehe Pfeil)!**



### Zu b) Arbeiten mit dem Autoplatzierer

Hinter dem „Zauberstab-Menü“ findet sich diese Funktion als IC-Symbol. Man sollte kurz die Einstellungen beim auftauchenden Menü kontrollieren und dann beherzt „OK“ drücken.



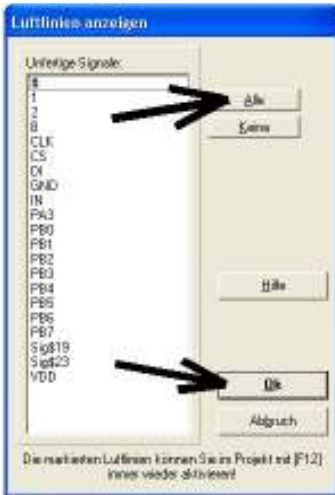
Das ist das Ergebnis eines Programms, dem es besonders um Ausnutzung des vorhandenen Platzes und um kürzeste Verbindungswege geht.....



Die Verbindungsleitungen zwischen den Bauteilen sind zwar noch nicht verlegt, existieren aber (wegen der Verknüpfung von Schaltplan und Platine über die „Netzliste“) bereits als „Luftlinien“. Wir können sie jederzeit auf folgende Weise sichtbar machen:

Wir klicken auf den Button „Zauberstab“ und dann auf den im Untermenü vorhandenen Knopf „Luftlinien“.

Jetzt sehen wir ein Auswahlfeld mit allen „unfertigen“ Leitungs- und Signalarten und brauchen nur die gewünschten Verbindungen mit der linken Maustaste zu markieren.



Wer „**ALLE**“ und „**OK**“ drückt, bekommt natürlich auch alles zu sehen.

Bitte ausprobieren!

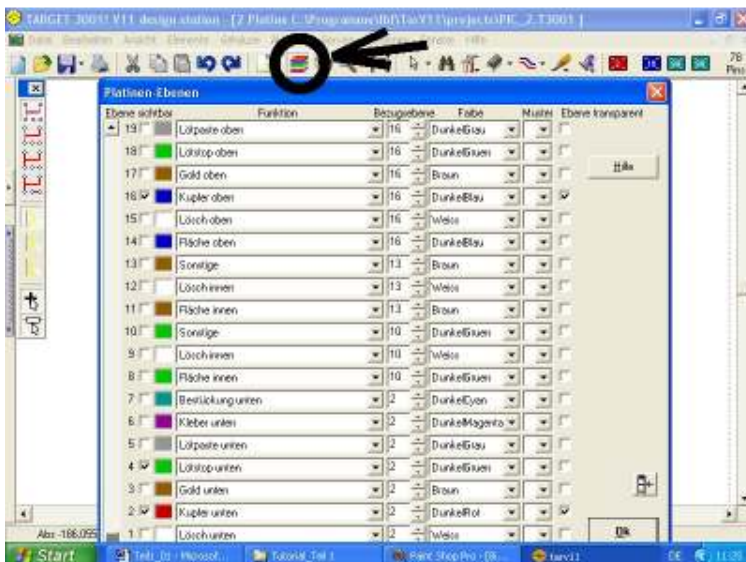
Hinweis:

Wollen wir die **Luftlinien wieder unsichtbar** machen, dann wiederholen wir die eben besprochene Prozedur und wählen anschließend „**Keine**“ im Auswahlmenü. Damit verschwindet die ganze Linienherrlichkeit...

Bitte ausprobieren!

## 5.2. Ebenen (= Layers)

Direkt neben der vorhin benutzten Schaltplan / Platinen - Umschalttaste (mit der wir auch wieder zum Schaltplan zurückkehren können) befindet sich der Button für die **Layer-Informationen**. Sobald wir ihn anklicken, sieht das so aus:



Damit sollte man sich sehr genau vertraut machen. Es empfiehlt sich hierbei, **zuerst auf den ONLINE - HILFE - Knopf** zu drücken und die Erläuterungen durchzulesen.

Dann erkennt man folgendes:

Die **ersten 8 Ebenen (0...7)** gehören alle zur **Platinenunterseite**.

„Kupfer“ bedeutet hierbei Lötaugen und Leiterbahnen, „Fläche“ steht für umfließende Masseflächen, „Lötlack“ spart diejenigen Teile der Platine aus, die nicht von Masse bedeckt sein dürfen usw.

Ebenso gehören dann die Ebenen 14...21 zur Platinenoberseite.

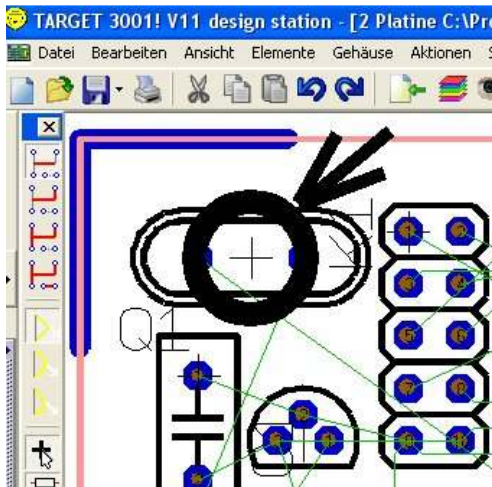
Bemaßung liegt auf 22, Umriss auf 23, Bohrlöcher finden sich auf 24 usw.

**Hinweis:** unsere Luftlinien aus dem vorigen Kapitel finden wir hier auf Ebene 27 wieder.

Bitte mal durch Ausschalten einzelner Ebenen die Wirkungsweise untersuchen -- aber hinterher wieder den alten Zustand herstellen!

### 5.3. Verschieben, Drehen und Spiegeln von Bauteilen auf der Platine

Nehmen wir an, dass unsere Beispielplatine nun komplett bestückt sei. Wir wollen uns aber mal ansehen, wie sich ein Bauteil noch rumschubsen lässt:



Wer genau hinschaut, der erkennt bei jedem Bauteil das kleine **Achsenkreuz** irgendwo im Symbol. Das ist der „Aufhängungspunkt“ (= „Griff“ oder „Drehkreuz“)!

Sobald wir exakt auf dieses Kreuzchen klicken, ändert sich die Markierungsfarbe bei den Anschlüssen. Dann brauchen wir nur noch in bekannter Weise „DRAG AND DROP“ einsetzen (= bei gedrückter linker Maustaste die Maus verrollen) und das Bauteil ändert seine Position. Ein Klick irgendwo in den leeren Raum der Platine beendet den Vorgang.

Bitte z. B. am Quarzsymbol ausprobieren!

Übrigens:

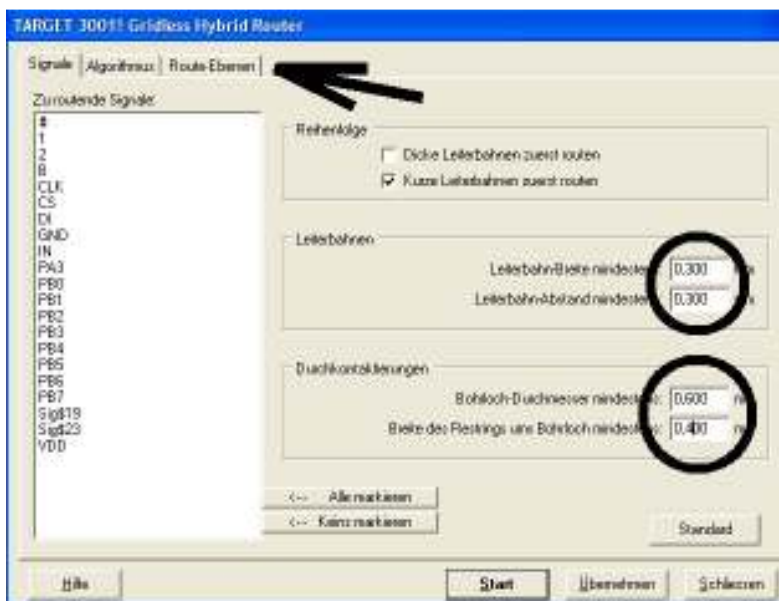
Wer die Luftlinien eingblendet hat, sieht nun sehr schön, wie sie beim Verschieben „mitgezerrt“ werden!

**Wie bereits vom Schaltplan her bekannt, können wir nun das markierte Bauteil mit der Taste „d“ drehen, mit „s“ an einer senkrechten Achse spiegeln, mit „S“ an einer waagrechten Achse spiegeln usw.**

Falls das Programm dabei gleich protestiert, weil wir „im Begriff sind, ein Bauteil zu zerreißen...“, bitte in Kapitel 4.4 nachschlagen: da ist mal wieder der **Zeigermodus falsch eingestellt!** (Die zugehörige Menüleiste ist in diesem Bild am linken Rand eingblendet)

### 5.4. Einsatz des Autorouters

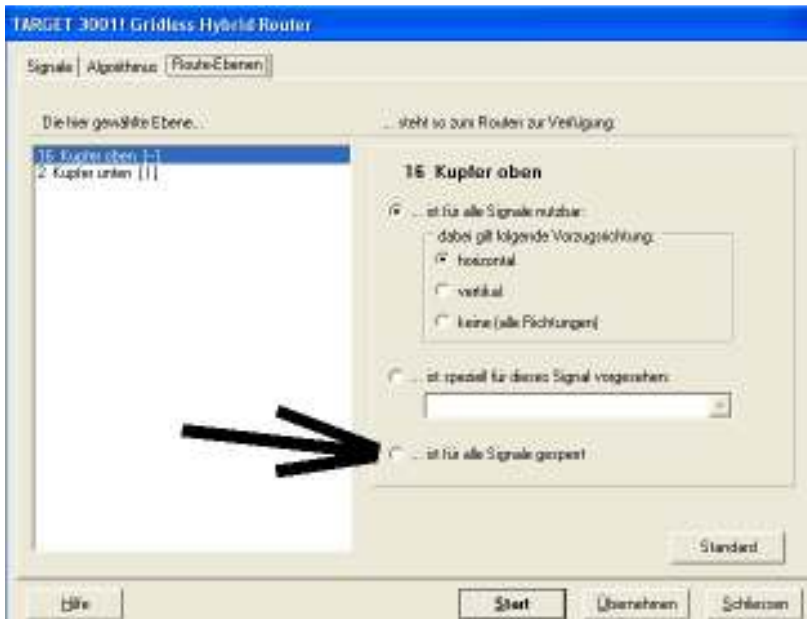
Man sollte zunächst wissen, dass man ihn auf drei Arten starten kann: über unseren „Zauberstab - Button“, über die Taste **F9** oder über das Hauptmenü „**Aktionen**“ (und dann: „Gridless Hybrid Autorouter“).



Es erscheint ein Einstellmenü, bei dem wir die Spalte mit den Signalen als „Luftlinien“ ja schon kennen.

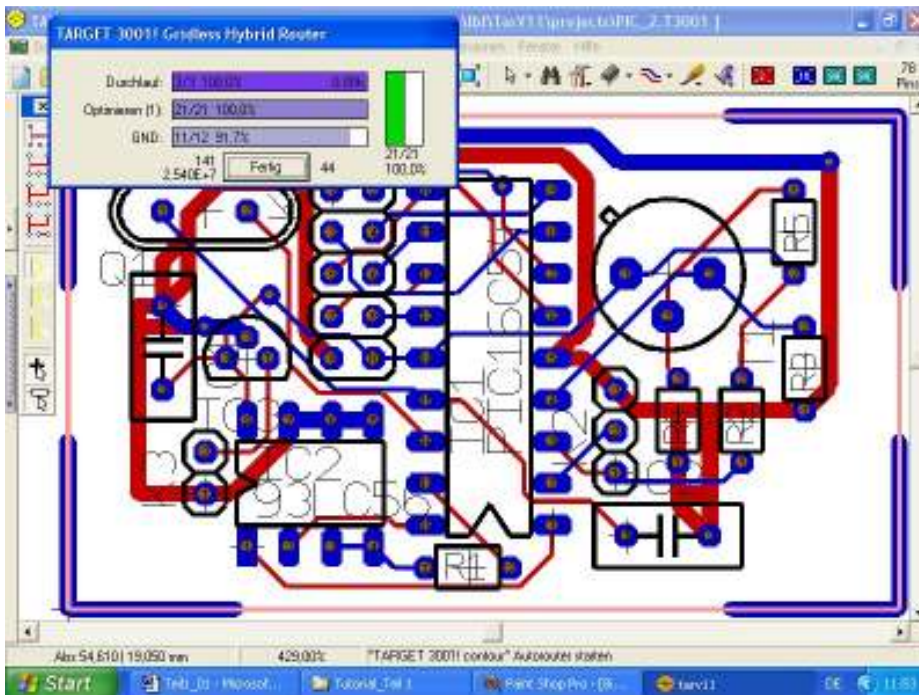
**Wir sollten allerdings die Leiterbahnabstände auf 0,3 mm, die minimale Leiterbreite ebenfalls auf 0,3mm, den Bohrungsdurchmesser bei den Lötäugen auf 0,6mm und schließlich die „Breite des Restinges um ein Bohrloch“ auf 0,4 mm erhöhen -- unser Platinenmacher wird es danken.**

Wer sich nun dafür interessiert, in welchen Ebenen und mit welcher Verlege - Richtung verdrahtet wird, der wechsle auf „Rout - Ebenen“ und werfe einen Blick darauf.



Man sieht, dass wir es mit einer zweiseitig kaschierten Platine („Kupfer unten“ und „Kupfer oben“) zu tun haben und können bei jeder Ebene die erforderlichen Einstellungen treffen. Beispielsweise ist hier eingestellt, dass die obere Seite möglichst „waagrecht“ und die untere Seite möglichst mit „senkrecht“ verlaufenden Leitungen belegt wird.

Übrigens:  
**klicken wir bei einer Ebene „...ist für alle Signale gesperrt“ an, dann arbeiten wir plötzlich mit einer einseitig kaschierten Leiterplatte!**



Der Rest ist nur noch Geduld und Warten auf den Zeitpunkt, bei dem der Autorouter mit seiner Arbeit fertig ist.

So oder so ähnlich sollte die Platine am Ende aussehen.

## 5.5. Ausdrucken von Platinenlayouts

Bei unserer vom Autorouter erstellten, doppelseitig kaschierten Platine will man im Normalfall **getrennte Ausdrücke** von „Unterer Ebene“, „Oberer Ebene“, „Bestückung“ usw.

Also klicken wir mal wieder auf den „**Ebenen-Button**“ und stellen dort durch entsprechende Markierung des betreffenden Kästchens mit der linken Maustaste ein, was zu sehen sein und damit ausgedruckt werden soll. Anschließend ruft man unter „DATEI“ das Druckmenü auf, stellt alle erforderlichen Optionen ein und drückt „OK“.

- Aufgaben:
- Drucken Sie nur die Leiterbahnen auf der Unterseite der Platine aus.
  - Und jetzt die Leiterbahnführung auf der Oberseite.
  - Und damit wir es vollends lernen: schließlich noch den Bestückungsplan der Platinenoberseite ohne Leiterbahnen!