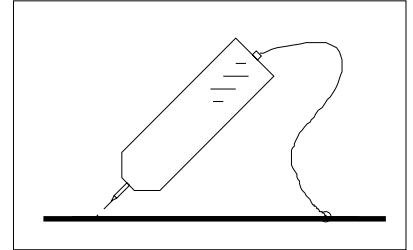


### Überblick

Der **Durchgangsprüfer** ist von allgemeiner Bedeutung im Zusammenhang mit Hobby oder Beruf, rund um Haus oder Auto. Immer wenn Sie wissen wollen, ob eine elektrische Verbindung vorhanden ist oder nicht, hilft der **Durchgangsprüfer**. Die Elektronik samt Batterie ist in einem handlichen Gehäuse untergebracht. An einem Ende ist ein Laborstecker- am anderen Ende eine Laborbuchse montiert. Stellt man über ein Kabel eine elektrische Verbindung zwischen diesen beiden Enden her, werden hörbare Impulse erzeugt, die umso schneller aufeinander folgen, je besser (niederohmiger) die Leitungsverbindung ist. Berührt man beispielsweise die beiden Enden mit den Händen, wird eine sehr hochohmige Verbindung hergestellt und nur wenige Impulse pro Zeiteinheit ausgegeben.



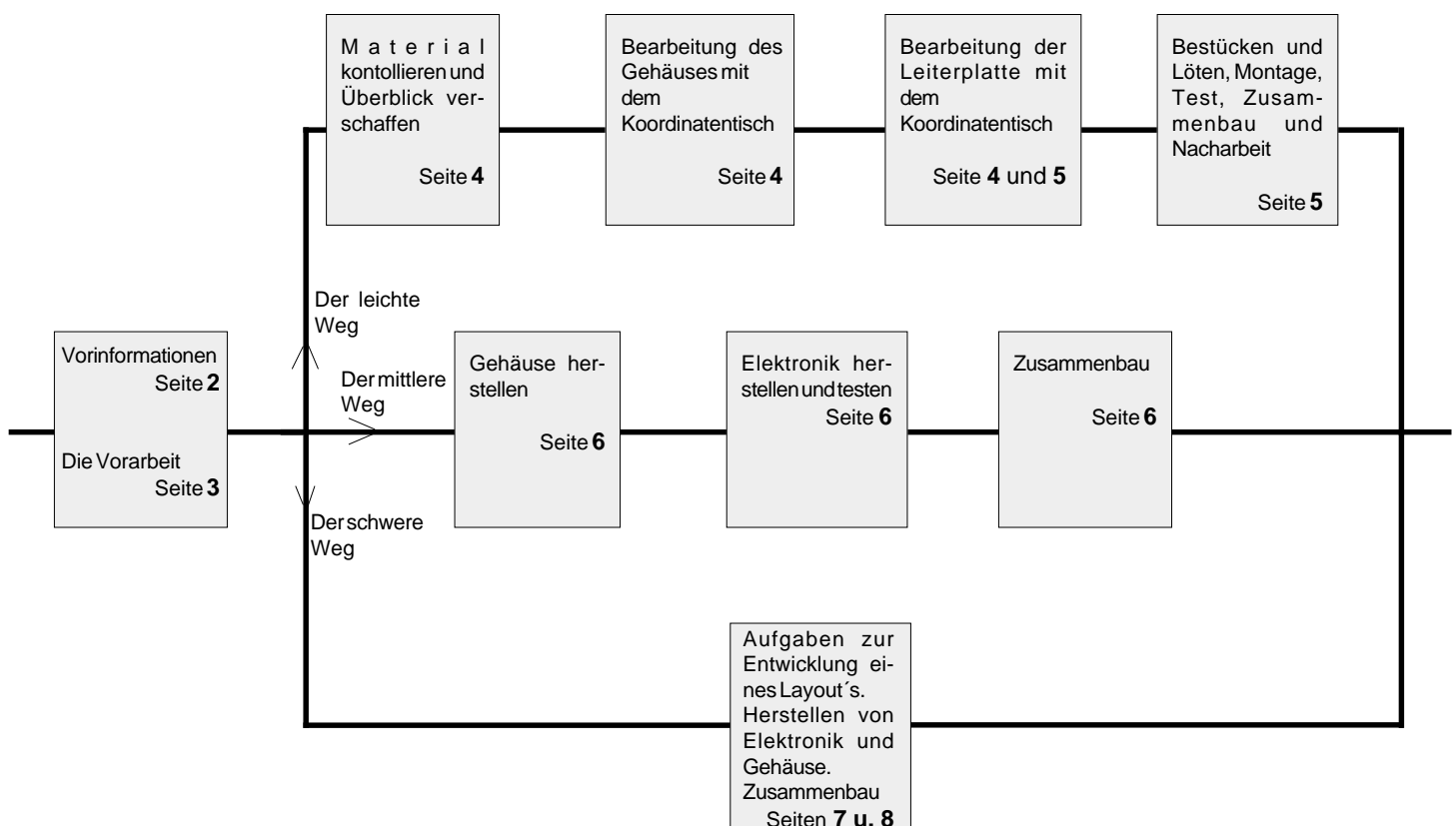
Der **Durchgangsprüfer** wird im Rahmen dieses Anwendungsprojektes komplett hergestellt. Präzise Bearbeitungsschritte für Gehäuse und Leiterplatte (auch Platine genannt) werden mit dem Koordinatentisch-System durchgeführt. Daneben sind manuelle Arbeiten, wie Oberflächenbehandlung und Bestücken- sowie Löten der Leiterplatte auszuführen.

Anhand dieses Anwendungs-Projektes wird vor allem beispielhaft demonstriert:

- Die Herstellung von Leiterplatten mit dem KOSY ohne chemische Hilfsmittel
- Die Bearbeitung von Kunststoff mit dem KOSY
- Die Anwendung der Software **nccad** von der Zeichnung bis zum Werkstück

### Ablaufplan

Es werden drei verschiedenen schwierige Wege zur Herstellung des **Durchgangsprüfers** angeboten. Der leichte Weg beinhaltet eine detaillierte Bauanleitung, die sicher und schnell zum fertigen Produkt führt. Der mittlere Weg geht bei der Anleitung weniger ins Detail und der schwere Weg fordert die Lösung von Aufgaben, mit deren Hilfe die Software **nccad** trainiert wird- und die verschiedenen Methoden der Leiterplatten-Herstellung mit dem KOSY geübt werden sollen.



## Vor- informationen

Die folgenden Informationen sollten Sie studieren, bevor die Herstellung des **Durchgangsprüfers** beginnen.

### Allgemeine Hinweise

Dieses Projekt zeigt in erster Linie beispielhaft alle Schritte und Tricks für die Herstellung von Platinen mit dem KOSY. Um die Leiterbahnen auf ein kupferbeschichtetes Isoliermaterial (Basismaterial) zu bringen, wird keine Ätztechnik verwendet, sondern es werden mit Hilfe des KOSY die Leitungszüge ausgefräst.

Weiterhin wird das Bearbeiten von Kunststoff-Formteilen am Beispiel des Gehäuses für den **Durchgangsprüfer** gezeigt. Fast alle Tricks der Flächen- und Bahnbearbeitung können hier kennengelernt werden.

Dieses Projekt erfordert eine gut eingestellte- und justierte CNC-Maschine, die Sie bereits "voll im Griff" haben sollten. Es eignet sich für alle Anwendergruppen von Schulen bis zu Industriebetrieben.

Die Herstellung von Platine und Gehäuse- sowie der Test und Zusammenbau erfordert eine Gesamtzeit von 2 bis 3 Stunden inklusive einer reinen Bearbeitungszeit von ca. 1,5 Stunden auf der Maschine.

### Wege der Herstellung

**Der leichte Weg-** (Seiten 4 und 5).

Er kann auch von Anfängern gegangen werden, wenn ein erfahrener Anwender die CNC-Maschine bedient und betreut. Im Zentrum der Arbeiten steht dann die Bestückung, das Löten und der Elektronik-Test sowie die Behandlung der Oberfläche des Kunststoff-Gehäuses.

**Der mittlere Weg-** (Seite 6).

Er setzt **nccad** - Bedienkenntnisse voraus und gibt gegenüber dem leichten Weg keine detaillierte Bauanleitung.

Sie sollten ihn in kleinen Gruppen als Training für die KOSY-Anwendung einsetzen.

**Der schwere Weg-** (Seiten 7 u. 8).

Er setzt fortgeschrittene Kenntnisse in der Anwendung von **nccad** voraus und bietet ein spezielles Training zur Platinen-Herstellung ohne chemische Photo- und Ätztechnik. Die Herstellung des **Durchgangsprüfers** geschieht dabei fast "nebenbei".

## Die Vorarbeit

Entwicklungs- und Beschaffungsarbeit haben Sie kaum zu leisten. Sie brauchen auch keine Unterlagen- oder Disketten erstellen. Konzentrieren Sie sich auf die Lernlemente, das Training der Platinen-Herstellung mit dem KOSY und auf die Durchführung der eigentlichen Herstellung des **Durchgangsprüfers**. Folgende Tätigkeits-Reihenfolge kann empfohlen werden:

1. **Unterlagen studieren**  
Sichtung aller Unterlagen.
2. **Aufgaben zur Arbeitsvorbereitung (AV)**  
Herstellung eines Durchgangsprüfers nach dem leichten- oder mittleren Weg. Dabei zunächst vorbereiten von Fräs-Unterlagen:  
 1 Unterlage für die Platinenbearbeitung aus Abfallstücken (z.B.: beschichtet Spanplatte 20mm dick)  
 1 Unterlage für die Gehäuse-Bearbeitung aus Abfallstücken (z.B.: Sperrholz 2 bis 4 mm dick)  
 Bei der Montage der Unterlagen am Y-Tisch der CNC-Maschine ist folgendes zu beachten:  
 Bei Y-Tischen ohne Planfläche (bis Dez.1992) muß die Unterlage horizontal- und an der Y-Kante ausgerichtet werden. Die Ecken und Kanten sind "abzufahren", die Toleranz der Y-Kante und Oberfläche sollte besser 0,1mm sein. Die Unterlage für die Platinenbearbeitung wird mit doppelseitigem Klebeband so versehen, daß unter der zu bearbeiteten Fläche kein Klebeband ist. Dies verhindert, daß der Fräser beim Bohr- und Trenn-Vorgang auf Klebestreifen trifft und verstopft. Wenn die Platine nach der Bearbeitung mit einer Spachtel sorgfältig abgelöst werden, muß nicht für jede weitere Platine das Klebeband erneuert werden.  
 Der Referenzpunkt muß vor der Bearbeitung sehr genau auf die Oberfläche eingestellt werden.
3. **Der Projekt-Ablauf bei Gruppenarbeit**  
Bei Gruppenarbeit:  
Auswahl eines der drei Wege unter Berücksichtigung der Fähigkeiten der Projekt-Teilnehmer.  
Herstellung der Durchgangsprüfer zusammen mit den Teilnehmern.  
Bitte beachten Sie, daß beim schweren Weg vor dem eigentlichen Herstellen des **Durchgangsprüfers** ein Training für die verschiedenen Methoden der Platinenbearbeitung empfohlen wird.  
  
Nachbehandlung und Aufarbeitung des Themas, ggf. Wiederholung nach einem anderen Weg.

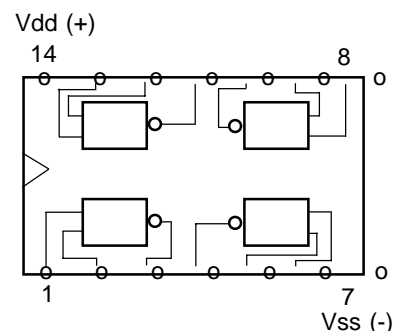
### Daten des verwendeten IC

Typ ..**4093**

4-fach NAND-Schmitt Trigger mit je 2 Eingängen

CMOS-Baustein

Vorsicht bei statischen Aufladungen. Bei Berührung der Beine kann der Baustein zerstört werden.



## Erforderliche Hilfsmittel

### Einrichtung:

- KOSY mit Software *nccad* ab Version 2.2
- Arbeitsplatz zum Bestücken und Löten
- Staubsauger

### zusätzliches Material/Werkzeuge:

- Abfallholz (Spanplatte, Sperrholz)
- Schleifpapier mittel u. fein
- 0,8mm-, und 2mm VHM-Fräser
- Spiralbohrer 3 oder 3,5mm
- LötKolben, Lötzinn, evtl. Lötack
- Seitenschneider, Abisolierwerkzeug, Pinzette
- kleiner Kreuzschlitz-Schraubendreher
- Spachtel, Schere, evtl. weichen Hammer
- doppelseitiges Klebeband

## Stückliste

### Materialsatz:

Allgemeine Teile:

- 1 PVC Platte ca. 145 mm x 85 mm x 10 mm
- 2 Einseitig Cu-beschichtete Platinen  
je ca. 50 mm x 30 mm
- 4 Holzschrauben 3 x 16
- 2 Holzschrauben 3 x 10

Die **Batterie** kann nicht mitgeliefert werden, sie muß getrennt im Handel besorgt werden.

Typ: Energieblock 9V / IEC 6F22

### Innerhalb des AWP-Set's:

- 1 Diskette 3 1/2", 1,44 MB

Elektronik-Teile:

- 1 Laborbuchse mit Metallgewinde
- 1 Laborstecker mit 4 mm Quer-Bohrung
- 1 Batterie-Klip (für 9V Energieblock)
- 1 Piezo Summer
- 1 Kondensator 0,1 µF (Folie)
- 1 Kondensator 1 µF (Tantal)
- 1 Diode
- 1 Widerstand 22 MOhm
- 1 Widerstand 18 kOhm
- 1 Widerstand 10 kOhm
- 1 CMOS-IC ..4093

**Vorsicht statische Aufladungen vermeiden !!!**

- 1 Kabel ca. 10 cm

### Der leichte Weg

## Bauanleitung

### L1 Fräsen des Gehäuses

Es wird ein 2 mm Fräser benötigt, die Oberfräse muß in der Stellung 4 bis 5 sein. Nacheinander sind folgende Schritte durchzuführen:

- Laden des Programms DGP\_GEHA
- Einlegen des PVC Werkstückes mit der längeren Seite in X-Richtung. Da mehrmals das Werkstück vollständig durchgebohrt wird, muß eine Unterlage unter dem Werkstück angebracht werden, um den Y-Tisch zu schützen. Hierfür eignet sich z.B. eine 4mm dicke Holzplatte. Der Excenterspanner **muß** an der ersten T-Nute von links und von hinten eingeschoben werden.
- Der Referenzpunkt muß so eingestellt werden, daß die Außenkante des Fräsers mit den Innenkanten des PVC's links unten fluchtet.
- Programm ausführen.
- Nach Beendigung der Bearbeitung das PVC ausspannen, trennen und säubern.
- Laden des Programms DGP\_GEH2
- Anschließend den Gehäusedeckel (die Seite mit den durchgehenden Schraubenbohrungen ) mit der offen Seite nach unten, der langen Seite in Y-Richtung und der Verjüngung an den Anschlag erneut einspannen.
- Einstellen des Referenzpunktes. Der Referenzpunkt **muß** in der Mitte des Schraubenloches links unten sein. Es ist darauf zu achten, daß der Z-Referenzpunkt mit der Oberfläche des Werkstückes identisch ist.
- Programm ausführen.
- Nach Beendigung der Bearbeitung den Gehäusedeckel ausspannen und säubern.
- Die Gehäusehälften zusammenfügen und gegebenenfalls die Gehäuseseiten glattschleifen.

### L2 Fräsen der Platine

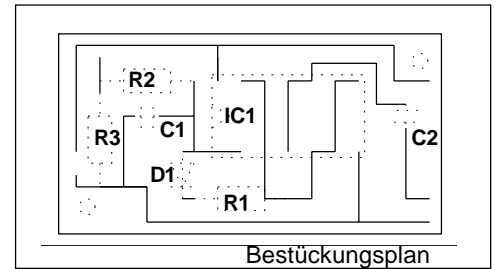
- Es wird ein 0,8 mm Fräser benötigt. Die Oberfräse muß in der Stellung 5 sein. Nacheinander sind folgende Schritte durchzuführen:
- Die Platine wird (mit der kupferbeschichteten Seite nach oben) auf einer gut spannbaren Unterlage (z.B.: 2cm dicke beschichtete Spanplatte) mittels doppelseitigem Klebeband fixiert. Es ist darauf zu achten, daß sich an der Stelle, an der die Bearbeitung stattfindet, kein Klebeband befindet. Anschließend ist die Unterlage einzuspannen.
- Laden des Programms DGP\_PLAT.
- Den Referenzpunkt so wählen, daß der Fräser nicht mit dem Klebeband in Berührung kommt.
- Nach Beendigung der Bearbeitung das Werkstück ausspannen und die Platine vorsichtig vom Klebeband lösen.
- Die Leiterbahnen sollten nun mit einem feinkörnigen Schleifpapier leicht geschliffen werden. Vorsicht ! Bei zu langem schleifen können die Leiterbahnen beschädigt werden.

**L3**  
**Bestücken und Löten**  
**der Platine**

Die Bauteile werden entsprechend den nebenstehenden Bildern (Bestückungsplan und Schaltbild) auf die Bestückungsseite der Platine gesteckt, so daß ihre "Beinchen" auf der Kupferseite herausstehen. In der folgenden Reihenfolge sollten die Bauteile bestückt- und verlötet werden:

- Diode und Widerstände,
- Folienkondensator (C1, 90° abwinkeln, also legen),
- IC und dann Tantal-Kondensator (C2)

Die Drähte der Bauteile müssen knapp an der Lötstelle abgeschnitten werden.



**L4**  
**Montage des**  
**Durchgangsprüfers**

- Beide Gehäusehälften so aufeinanderlegen, daß die Laborbuchse noch leicht in das dafür vorgesehene Loch eingeführt werden kann. Darauf achten, daß die Buchse bündig abschließt. Jetzt das Gehäuse zusammenpressen und mit einem weichen Hammer solange auf die Seite auf der sich die Buchse befindet schlagen, bis beide Gehäusehälften satt aufeinanderliegen. (Dies ist in der Regel nach 3-4 maligem Schlagen der Fall.)

- Ablängen der Kabel:  
1 Stück 2 cm lang, 1 Stück 8 cm lang

- Abisolieren und Verzinnen der beider Kabelenden.

- Das kurze Kabel an die Laborbuchse- das lange Kabel an den Laborstecker löten.

- Die Kabel des Summers auf 2.5 cm kürzen.

- Die Befestigungslöcher des Summers mit einem 3 bis 3.5 mm Bohrer aufbohren.

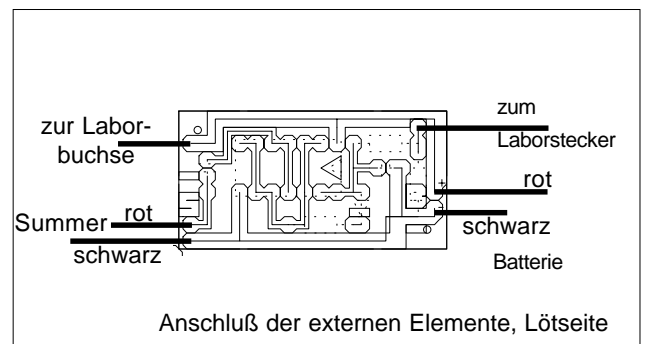
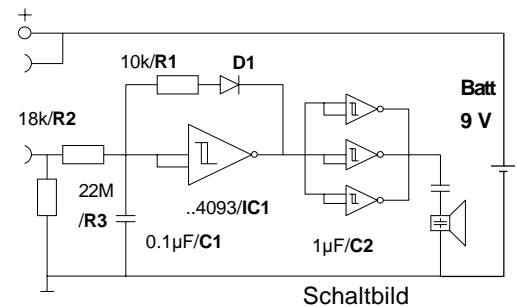
- Abisolieren und Verzinnen der Kabelenden.

- Die Kabel des Batterieklips auf 5 cm kürzen, abisolieren und verzinnen der Kabelenden.

- Anlöten des Batterieklips an der Seite welche mit "B" beschriftet ist. (Schwarzes Kabel anlöten wo "B" steht! )

- Anlöten des Summers an der Seite welche mit "S" beschriftet ist. (Schwarzes Kabel auf die selbe Seite an welcher das schwarze Kabel des Batterieklips ist)

- Anlöten der Laborbuchse auf der "Summerseite" und des Laborteckers auf der "Batterieseite".



**L5**  
**Test und Zusammen-**  
**bau**

- Alle Lötstellen optisch kontrollieren und ggf. nachbessern.

- Die Batterie anschließen und dann Laborstecker und Laborbuchse mit einem Kabel verbinden, es muß ein hoher Ton hörbar sein.

- Die Platine mit den Bauteilen nach unten auf die Stifte des Gehäusebodens stecken.

- Den Labortecker in die dafür vorgesehene Stelle des Gehäusebodens einlegen. Das Kabel sauber in den Kabelkanal legen.

- Die Laborbuchse in die dafür vorgesehene Stelle des Gehäusebodens einlegen.

- Batterie in der Batteriehalterung des Gehäusebodens einlegen. Bei den Kabeln darauf achten, daß sie nicht auf einer Trennwand zu liegen kommen.

- Mit dem LötKolben die Platinenhaltestifte schmelzen und somit die Platine arretieren.

- Den Summer über der Platine mit der Öffnung nach oben mit den kurzen Schrauben befestigen.

- Den Gehäusedeckel auf den Gehäuseboden legen und dabei darauf achten, daß die Buchse bündig anliegt. Das Gehäuse zusammenpressen. Ein Klicken zeigt an, daß die Gehäusehälften richtig verbunden sind.

- Das Gehäuse verschrauben.

## Der mittlere Weg

Lassen Sie sich Zeit für den mittleren Weg, streng nach dem Motto: "Erst überlegen, dann loslegen". Es soll ein schönes und brauchbares Gerät werden, auf das Sie stolz sein können.

Die Reihenfolge der Aufgaben M1 und M2 kann auch vertauscht werden.

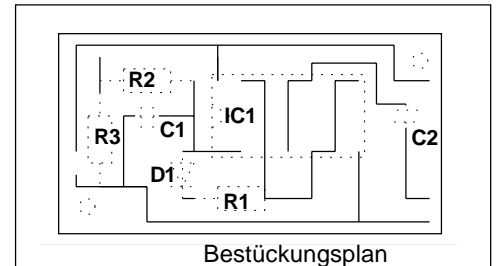
### M1 Gehäuse herstellen

Bevor das Gehäuse hergestellt wird, sollten Sie sich einen Überblick verschaffen: Drucken Sie zunächst die Konstruktionszeichnung des Gehäuses aus und diskutieren Sie diese mit einem "Nachbarn".

Suchen Sie die Bearbeitungs-Dateien für die Herstellung des Gehäuses (Es sind insgesamt 2) und legen Sie folgende Dinge fest:

- Welcher Fräser muß verwendet werden
- Wie ist einzuspannen
- Wo ist der Referenzpunkt

Stellen Sie das Gehäuse mit dem KOSY her, stecken Sie anschließend die beiden Gehäusehälften ineinander und bearbeiten Sie die Oberflächen- sowie Kanten nach Ihren Vorstellungen. Machen Sie anschließend eine Qualitäts-Kontrolle.



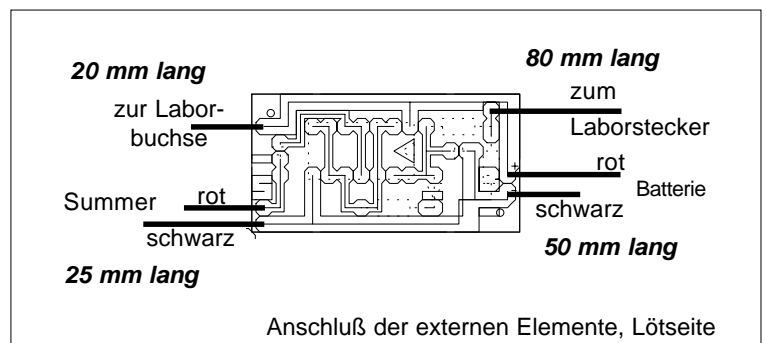
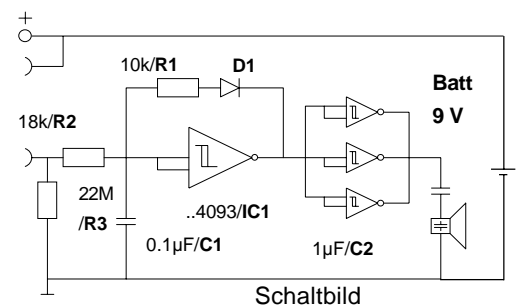
### M2 Elektronik herstellen

Betrachten Sie die Bearbeitungsdatei für die Platine und legen Sie die Bearbeitungs-Bedingungen fest (Fräser, Befestigung usw.).

Stellen Sie die Platine mit dem KOSY her. Benutzen Sie dabei eine Unterlage und eine sinnvolle Befestigungstechnik. Behandeln Sie die Oberfläche mit feinem Schleifpapier und kontrollieren Sie den Sitz der Platine im Gehäuse.

Bestücken- und Verlöten Sie die Bauteile nach nebenstehenden Skizzen. Der Kondensator C1 muß rechtwinklig abgebogen, also gelegt werden. Kürzen Sie die Anschlußdrähte und schließen Sie Laborbuchse, Laborstecker, Batterie und Summer an.

Klemmen Sie die Batterie an und machen Sie einen Funktionstest (Verbinden von Laborbuchse- und Laborstecker).



### M3 Zusammenbau

Bauen Sie nach erfolgreichem Funktionstest alle Komponenten in das Gehäuse ein, es gibt nur eine richtige Lösung für dieses "Puzzle".

Fügen Sie die beiden Gehäuse-Schalen zusammen. Die Seite mit der Laborbuchse muß dabei mit einem beliebigen Hilfsmittel so zusammengepreßt werden, das sich das Gewinde in die Gehäuse-schalen eindrückt (Bitte dabei die Gehäuseoberflächen gegen Kratzer- und Druckstellen schützen). Schrauben Sie anschließend das Gehäuse zusammen.

Wir hoffen, Sie haben etwas gelernt, es hat Spaß gemacht und Sie finden mit dem Durchgangsprüfer so manchen "Kabelbruch".

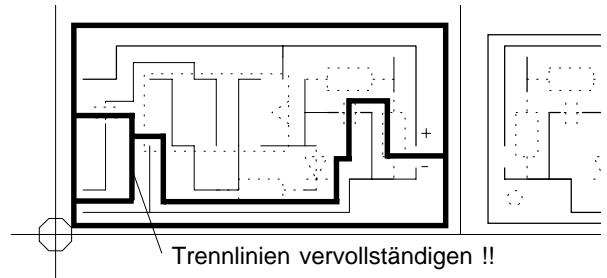
## Der schwere Weg

Vor der eigentlichen Herstellung des Durchgangsprüfers soll beim schweren Weg die Entwicklung eines Layout's für Leiterplatten nach verschiedenen Methoden erlernt- und geübt werden.. Die eigentliche Herstellung wird in einer Folge von Aufgaben anschließend durchgeführt.

### S1 Einfaches Platinen-Layout

Ausgegangen wird von der Bearbeitungsdatei DGP\_PL00.

a.) Ergänzen Sie die Lötseite durch Trennlinien im Layer 2 so, daß alle Leitungsführungen elektrisch richtig verbunden sind und keine Kurzschlüsse entstehen können. Es entstehen mehr oder weniger große Kupferflächen, dazwischen Fräsbahnen als Isolierung- der einfachste Weg zu einer Leiterplatte.



b.) Speichern Sie die Datei unter dem Namen DGP\_PLFL (Platine mit Flächen) ab.

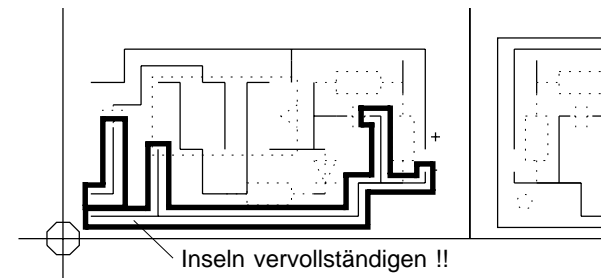
c.) Wenn Sie die folgenden Technologie-Angaben in der Datei einfügen, können Sie ein Muster zur Anschauung fräsen.

NR 0/2  
ZN 0.3

### S2 Platinen-Layout mit Inseln

Ausgegangen wird von der Bearbeitungsdatei DGP\_PL00.

a.) Ergänzen Sie die Lötseite dadurch, daß Sie die Leitungsverbindungen in einem Abstand von mindestens 2,54 mm (bei Maßstab 2:1) durch einen geschlossenen Polygonzug im Layer 2 umfahren (siehe nebenstehendes Beispiel). Beim Zeichnen darf der Polygonzug nicht unterbrochen- und neu begonnen werden, d.h. ein Doppelklick ist erst erlaubt wenn der Polygonzug geschlossen wird und damit eine "Insel" entstanden ist. Es entstehen Leiterbahnzüge, die der Platine schon fast ein professionelles Aussehen geben.



b.) Speichern Sie die Datei unter dem Namen DGP\_PLIN (Platine mit Inseln) ab.

c.) Wenn Sie die folgenden Technologie-Angaben in der Datei einfügen, können Sie ein Muster zur Anschauung fräsen.

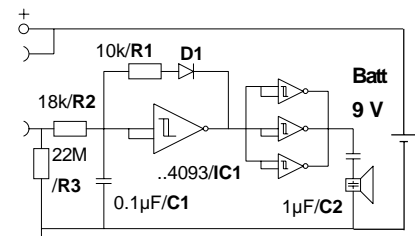
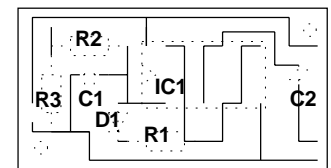
NR 0/2  
ZN 0.3

d.) Umrahmen Sie die gesamte Platine mit einem Rechteck im Layer 3, geben Sie diesem Rahmen die Technologie-Angabe...

NR 1000/3

... und betrachten Sie entweder die Grafik-Simulation oder fräsen Sie ein Muster.

e.) Vergleichen Sie die unterschiedlichen Ergebnisse von Aufgabe S2 a.) und d.) und diskutieren Sie diese.



### S3 Herstellen einer professionellen Platine

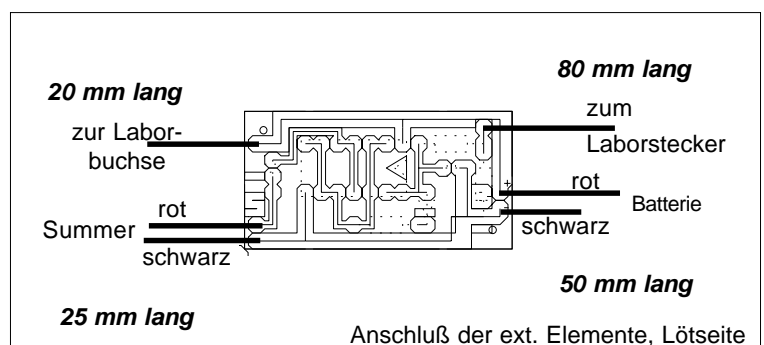
Laden Sie die Datei DGP\_PLAT

a.) Führen Sie die Grafik-Simulation durch.

b.) Beschaffen Sie sich die für die Bearbeitung wichtigen Informationen (Fräserdurchmesser, Einstellungen), überlegen Sie sich eine Aufspanntechnik und stellen Sie eine Platine mit dem KOSY her.

c.) Bestücken- und verlöten Sie die Bauteile (C1 legen), kürzen Sie die Drähte und schließen Sie die externen Elemente an (siehe Skizzen rechts).

d.) Funktionstest.



**S4  
Eigenes Layout  
erstellen**

In den Aufgaben S1 bis S3 wurden drei Niveau-Stufen eines Layout's und die Herstellung einer Platine mit dem KOSY gezeigt. Um die dazu erforderlichen Arbeitsschritte zu trainieren, empfehlen wir die Entwicklung einer einfachen Platine nach einem, von Ihnen ausgewählten Schaltbild.

Verwenden Sie zum Entwerfen des Layouts- und als Grundlage für die Bearbeitungs-Datei eine der 3 mitgelieferten Grund-Dateien LP\_00001 bis LP\_00004 für die Maßstäbe (Entwurf : Platine) 1:1, 2:1 und 4:1 je nach Platinengröße. In diesen Dateien sind alle Grundeinstellungen für Raster und Fang (ganzzahlige Vielfache von 1,27 mm) u.a. vorgenommen und Entwurfs-Hinweise gegeben.

Grundsätzlich wird eine Platine in folgenden Arbeitsschritten entwickelt:

1. Bereitstellen von Muster-Bauteilen entsprechend dem Schaltbild.
2. Anordnen der Bauteile auf einer Lochrasterplatte. Dabei festlegen der Rastermaße, der sinnvollen Anordnung, der Platinen-Außenmaße und der Befestigungs-Bohrungen.
3. Erstellen einer Entwurfs-Skizze.
4. Anlegen- oder aufrufen einer fertigen Grund-Datei. Der Maßstab (Entwurf : Platine) ist festzulegen.
5. Zeichnen der Bestückungsseite im Layer 9. Zuerst die Befestigungslöcher, dann die Bauelemente und die kreuzungsfreien Leitungsverbindungen.
6. Spiegeln der Bestückungsseite- es entsteht die Lötseite. Wenn genügend Platz ist, können beide Darstellungen nebeneinander angeordnet sein (vgl. Datei DGP\_PLAT).
7. Zeichnen der Bohrungen und Befestigungslöcher im Layer 1.
8. Zeichnen der Trennlinien, Leitungs-Umfahrungen oder Inseln entsprechend den Beispielen von Aufgabe S1 oder S2 oder S3 im Layer 2.
9. Zuordnen- und eingeben der Technologie-Angaben, grafisch simulieren.
10. Einseitig Cu-beschichtete Platine vorbereiten und aufspannen, CNC-Maschine einstellen und Platine herstellen.

**S5  
Gehäuse für Durch-  
gangsprüfer herstellen**

Bevor das Gehäuse hergestellt wird, sollten Sie sich einen Überblick verschaffen: Drucken Sie zunächst die Konstruktionszeichnung des Gehäuses aus und diskutieren Sie diese mit einem "Nachbarn".

Suchen Sie die Bearbeitungs-Dateien für die Herstellung des Gehäuses (Es sind insgesamt 2) und legen Sie folgende Dinge fest:

- Welcher Fräser muß verwendet werden
- Wie ist einzuspannen
- Wo ist der Referenzpunkt

Vor der Bearbeitung der Oberfläche des Gehäusedeckels können Sie neben den Schallöffnungen für den Summer noch ein individuelles Logo, einen Namenszug oder eine passende Grafik einzeichnen und diese technologisch zuordnen. Sie sollten dies aber vorher an einem Probematerial testen, bevor Sie den Gehäusedeckel endgültig bearbeiten.

Stellen Sie das Gehäuse mit dem KOSY her, stecken Sie anschließend die beiden Gehäusenhälften ineinander und bearbeiten Sie die Oberflächen- sowie Kanten nach Ihren Vorstellungen. Machen Sie anschließend eine Qualitäts-Kontrolle.

**S6  
Durchgangsprüfer  
zusammenbauen**

Bauen Sie nach erfolgreichem Funktionstest alle Komponenten in das Gehäuse ein, es gibt nur eine richtige Lösung für dieses "Puzzle".

Fügen Sie die beiden Gehäuse-Schalen zusammen. Die Seite mit der Laborbuchse muß dabei mit einem beliebigen Hilfsmittel so zusammengepreßt werden, das sich das Gewinde in die Gehäuseshalen eindrückt (Bitte dabei die Gehäuseoberflächen gegen Kratzer- und Druckstellen schützen). Schrauben Sie anschließend das Gehäuse zusammen.

Wir hoffen, Sie haben etwas gelernt, es hat Spaß gemacht und Sie finden mit dem Durchgangsprüfer so manchen "Kabelbruch".