

# Doppelseitige Platinen

Problemlos selber anfertigen

Von Jan van der Kamer

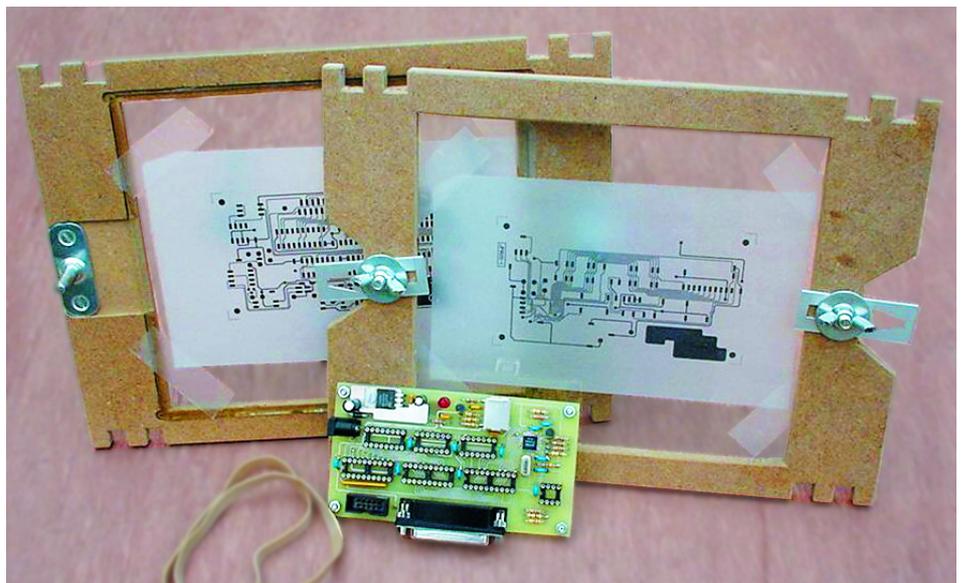
Nur einfache Mittel sind erforderlich, um einen Belichtungsrahmen bauen, mit dem die sonst so gefürchtete Herstellung doppelseitiger Platinen zum Kinderspiel wird.

Wie Platinen in Eigenregie erstellt werden, haben wir schon einige Male in Elektor beschrieben. Wenn die Platine nur einseitig beschichtet ist, so ist die Belichtung des Basismaterials kein Problem. Bei doppelseitigen Platinen jedoch müssen die Belichtungsvorlagen auf der Platine auf den Hunderstel Millimeter übereinander liegen, damit die Löcher auf beiden Seiten exakt in die Lötäugen passen. Wie stellt man das an? Doch guter Rat ist gar nicht teuer und kostet nur die Lektüre dieses Artikels!

## Zwei Rahmen

Die meisten Belichtungsgeräte sind mit Passkreuzen ausgestattet, an denen der oder die Filme ausgerichtet werden können. Doch in der Praxis ist diese Vorgehensweise nicht genau genug. Um eine höhere Präzision zu erzielen und die Filme für beide Platinenseiten exakt ausrichten zu können, bauen wir einen Belichtungsrahmen einfach selber. Dazu muss man nicht Feinmechaniker sein und über einen ausgedehnten Werkzeugpark verfügen, es klappt auch mit „Heimwerkermitteln“.

Das Belichtungsgerät besteht aus zwei Rahmen, die jeweils mit einer Glasscheibe ausgestattet sind, auf die die Filme geklebt werden. Beide Rahmen werden aufeinander gelegt, und man kann den oberen Rahmen verschieben, bis die Filme präzise in der korrekten Position liegen. Wird die Position des oberen Rahmens dann mit zwei Schrau-



ben fixiert, können die Rahmen auseinander genommen und das Basismaterial zwischen ihnen platziert werden. Man setzt die Rahmen wieder zusammen und beginnt den Belichtungsvorgang, entweder von beiden Seiten gleichzeitig oder nacheinander. Die Abmessungen des Rahmens wurden so gewählt, dass sie auf ein von der Glasscheibe befreites Belichtungsgerät von Conrad (Nummer 53 06 89) passen, aber natürlich lassen sich die Maße an jedes andere Belichtungsgerät anpassen.

## Bohren, Feilen, Kleben

Die Rahmen werden aus zwei 8 mm dicken MDF-Platten hergestellt. Die-

ses Material lässt sich besonders leicht und ohne zu Splintern bearbeiten, sogar mit einem Messer. Die Maße sind in **Bild 1** eingetragen und können natürlich an ihr bevorzugtes Belichtungsgerät angepasst werden. Die Ausschnitte für die Glasscheiben kommen erst später an die Reihe, erst kümmern wir uns um die äußere Form. Die dunkel eingefärbten Bereiche werden mit einer Oberfräse (6-mm-Fräskopf) 3 mm tief weggefräst. Steht keine Oberfräse zur Verfügung, kann man sich auch mit einem scharfen Beitel und viel Geduld behelfen. Danach schneidet man die Öffnungen für die Glasplatten, bohrt die Löcher für die verschiedenen Schrauben und befreit die beiden MDF-Platten von Unebenheiten, Graten und sonstigen Unschönheiten. Als nächstes platziert man die zugeschnittenen, 4 mm starken Fensterglasplatten. Die

Stärke ist von Bedeutung: Das Glas muss den MDF-Rahmen leicht überragen, damit die Filme beim Ausrichten der Rahmen aufeinander gepresst werden und sich kein Luftspalt zwischen den Filmen ein exaktes Ausrichten unmöglich macht. Nach einer gründlichen Säuberung des Glases mit Waschbenzin oder Alkohol klebt man die Scheiben mit einer geringen Menge an Zweikomponentenkleber in die Rahmen.

## Ausrichten

Wichtigstes Bestandteil des Belichtungsrahmens ist der Ausricht-Mechanismus. Er muss in einem gewissen Maß verstellbar sein, die eingestellte Position bombensicher beibehalten und dabei völlig frei von Spiel sein. Das hört sich schwieriger an als es ist, denn wir verwenden ein Fertigteil aus dem Baumarkt, einen Fensterfeststeller mit einem geraden, auf der Grundplatte aufgeschweißten 6...8 mm durchmessenden Bolzen. Ein solches Gerät wird normalerweise dazu benutzt, um einen geöffneten Fensterflügel zu fixieren. Der Bolzen wird an der Oberseite ein wenig schräg abgefeilt, damit später nach dem Fixieren die Platzierung des oberen Rahmens leicht fällt. Wir benötigen zwei dieser Feststeller, ebenso zwei selber anzufertigende Aluminiumbleche, wie sie in **Bild 2** zu bearbeiten sind. Der Bolzen wird in dem dreieckigen Loch festgeklemmt und kann nicht verrutschen. Durch das Langloch wird später eine Schlüsselschraube geführt. Das bearbeitete Blech wird ebenfalls entgratet.

## Die Montage

Nun kann die Endmontage des Belichtungsrahmens erfolgen. Dazu befestigt man zunächst beiden Fensterfeststeller mit Senkkopfschrauben (M4x10) und Hutmuttern. In den oberen Rahmen müssen zwei Schlüsselschrauben (M5x20) eingesetzt werden, die man mit wohldosierten Hammerschlägen versenkt, ohne dabei das Glas zu zerbrechen. Wer letzteres nicht riskieren will, kann auch mit einem scharfen Messer „nachhelfen“. Auf die Schrauben gehören nun die Aluminiumplättchen, je eine dicke Unterlegscheibe und Flügelmutter, die man leicht festdrehen und wieder lösen kann. **Bild 3** zeigt im Detail den Ausricht-Mechanismus des Prototyps. Der Belichtungsrahmen ist nun fertig zum Einsatz.

## Zum Einsatz

Der Film für die Kupferlage auf der Bestückungsseite wird genau so hergestellt wie der „normale“ für die Unterseite der Platine, allerdings spiegelbildlich gedruckt.

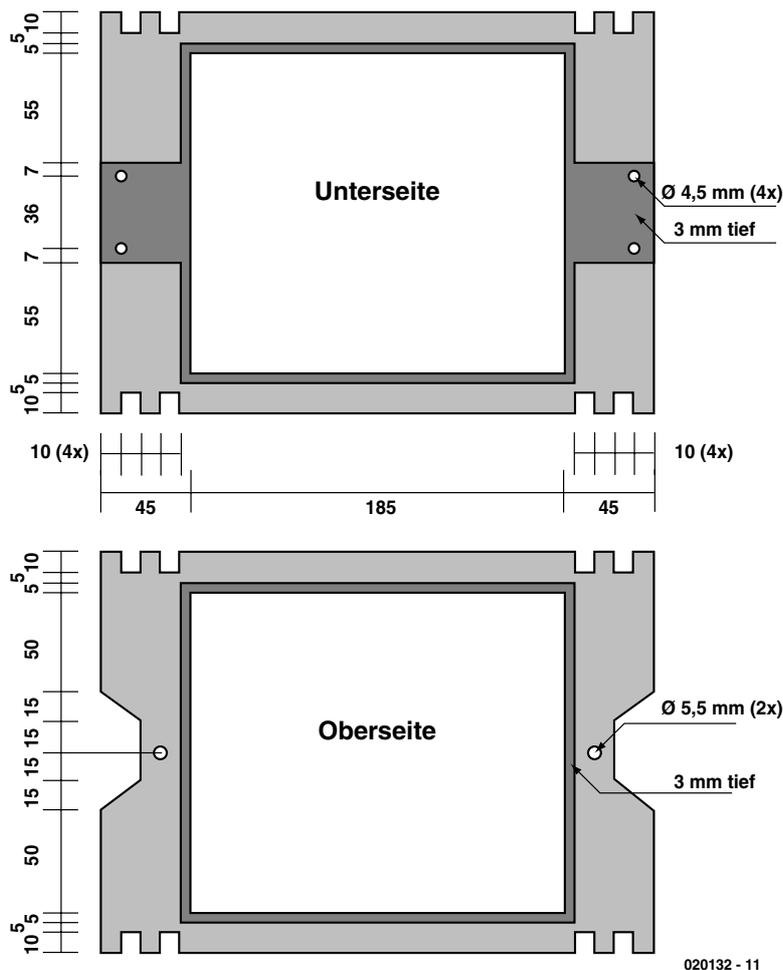


Bild 1. Maßzeichnung der beiden Rahmen.

Beide Filme werden nun so großzügig ausgeschnitten, dass man ihre Ecken mit Klebeband auf den Glasscheiben befestigen kann. Was man unbedingt vermeiden muss, ist, dass die Platine auf einem dieser Klebestreifen zu liegen kommt. Dann nämlich bildet sich ein Luftspalt und schon ist es mit der Präzision vorbei, da die Leiterbahnkonturen beim Belichten verschwimmen. Die Flügelmuttern werden losge-

dreht, so dass man die Alubleche frei bewegen kann, die beiden Rahmen aufeinander gesetzt und so gegeneinander verschoben, dass die Filme exakt übereinander liegen. Ist die richtige Position gefunden, klemmt man die Alubleche an den Bolzen fest und dreht die Flügelmuttern (nicht allzu) fest. Damit sind die beiden Rahmen ausgerichtet, man kann nun die lichtdichten Folien von der Platine abzie-

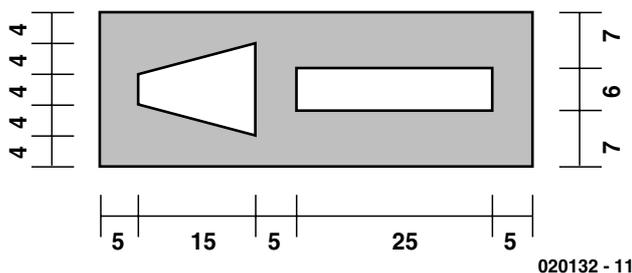
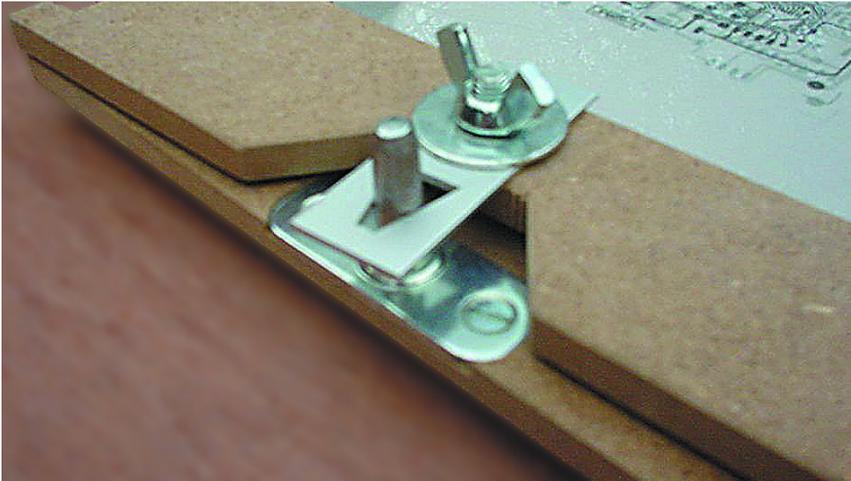


Bild 2. Zwei dieser Alubleche fixieren die Rahmen gegeneinander.



hen. Diese wird nun zwischen die Glasplatten gelegt, wobei natürlich die Alubleche nicht einen Hauch verschoben werden dürfen. Damit die Platine nicht verrutscht, bindet man beide Rahmen mit Gummiband zusammen. Damit wäre auch die Funktion der gabelartigen Ausschnitte an den Rahmenecken geklärt. Und jetzt schließlich kann man die Platine wie gewohnt belichten und weiter verarbeiten.

(020132)rg

Bild 3. Detailaufnahme der Alubleche mit Bolzen und Schrauben/Flügelmuttern.

BÜCHER

## U. Tietze, Universität Erlangen, C. Schenk, Dr. Schenk GmbH, München Halbleiter-Schaltungstechnik

**Halbleiter-Schaltungstechnik**  
Unter Mitarbeit von  
**E. Gamm**  
Springer Verlag,  
Berlin/Heidelberg  
12. Auflage, 2002

1606 Seiten, mit CD-ROM.  
Preis: 89,95 € (D)  
ISBN 3-540-42849-6  
[www.springer.de/  
engine-de/tietze-schenk/  
tietze-schenk@springer.de](http://www.springer.de/engine-de/tietze-schenk/tietze-schenk@springer.de)

Das bewährte Lehrbuch liegt nun in der 12. Auflage deutlich erweitert vor. Hinzugekommen sind fünf Kapitel über Schaltungen der Nachrichtentechnik, in denen die Grundlagen der Modulationsverfahren, der Aufbau von Sendern und Empfängern und deren Komponenten praxisnah behandelt werden. Dabei wird besonders auf das HF-Verhalten der aktiven und passiven Bauteile, die Anpassung an den Wellenwiderstand und die Beschreibung der Komponenten mit S-Parametern eingegangen. Mit diesen Kapiteln wurde die Bandbreite des Tietze/Schenk in den Gigahertzbereich erweitert. Das Kapitel über Verstärker



wurde um einen Abschnitt über das Rauschen einzelner Verstärkerstufen und mehrstufiger Verstärker erweitert. Neben dem bewährten Programm PSpice zur Analyse

analoger Schaltungen wurde jetzt zusätzlich das Programm DesignExpert für den Entwurf digitaler Schaltungen aufgenommen und eine deutsche Kurzanleitung hinzugefügt.

Aus dem Inhalt:

### Teil I: Grundlagen

Diode, Bipolar- und Feldeffekttransistor, Verstärker und Operationsverstärker, Kippschaltungen, Grundlagen der Digitaltechnik, Schaltnetze und -werke, Halbleiterspeicher

### Teil II: Allgemeine Anwendungen

Lineare und nichtlineare Analogrechenschaltungen, gesteuerte Quellen und Impedanzkonverter, aktive Filter, Signalgeneratoren, Leistungsverstärker, Stromversorgung, Analogschalter und S/H-Glieder, D/A-A/D-Umsetzer, digitale Filter, Messschaltungen, Sensorik, elektronische Regler und Optoelektronische Bauelemente

### Teil III: Schaltungen der Nachrichtentechnik

Grundlagen, Sender und Empfänger, passive Komponenten, Hochfrequenz-Verstärker und Mischer.

(027141)rg