

**M. Schramm**

# **Entwurf und Herstellung gedruckter Schaltungen**

Ein Wegweiser für den professionellen  
und privaten Gebrauch

ISBN 3-921608-74-0  
Elektor Verlag GmbH, 5100 Aachen

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	6
<b>1. Einführung</b> .....	9
Wie eine Leiterplatte entsteht .....	9
Materialübersicht .....	12
Transparentpapier .....	12
Zeichenfolie .....	13
Klebestreifen .....	14
Feinminienstifte .....	14
Radierer .....	15
Zeichentusche –Tuschestifte .....	16
Klebesymbole .....	20
Abreibesymbole .....	21
Lichtpauspapier .....	24
Transreflexfilm .....	26
Fotomaterial .....	26
<b>2. Entwurf einer einseitigen Platine</b> .....	27
Plazierung der Bauelemente .....	30
Einseitenverfahren .....	43
Zweifolienvorgang .....	45
Entwurf der Leiterzüge bei einseitigen Platinen .....	45
Kurvenverbindungen .....	46
Abstände zwischen Leiterbahnen .....	50
Beispiele zur Leiterbahnführung .....	51
Lötpunkte .....	53
Einsame Punkte .....	54
Überprüfen des Entwurfs .....	55
<b>3. Doppelseitige Platinen</b> .....	56
Entwurf .....	56
Belichtung doppelseitiger Platinen .....	62
<b>4. Erstellen der Layoutvorlage</b> .....	64
Zeichnmethode .....	65
Abreibeverfahren .....	68
Klebmethode .....	70

<b>5. Herstellung der Belichtungsvorlage (Fotoverkleinerung) .</b>	<b>72</b>
Arbeiten mit der Reprokamera .....	72
Materialübersicht .....	76
Agfa Copyproof .....	76
Copyproof CPN .....	76
Copyproof CPF .....	77
Entwickler Copyproof CP 297 B .....	77
Copyproof NPC .....	77
Copyproof CPFm .....	78
Verarbeitung von Copyproof-Material .....	78
Kauf einer Reprokamera .....	82
Justierung einer Reprokamera .....	84
Fotolaboreinrichtung .....	85
Belichtungsvorlagenherstellung im Fotolabor .....	87
Aufnahme .....	88
Entwicklung .....	90
Positivherstellung .....	91
Planfilm-Verarbeitung .....	92
Negativ-Schrift .....	93
Kopie von Layoutfilmen .....	94
Belichtungsvorlage 1:1 .....	96
Sonderverfahren Belichtungsvorlage 1:1 .....	99
SENO-Copyprint .....	100
Layouts aus Zeitschriften .....	101
<b>6. Die Herstellung der Platine. ....</b>	<b>105</b>
Belichtung von Platinenmaterial .....	105
Die Entwicklung der Platine .....	107
Ansatz der Lösung .....	108
Herstellung 10%iger Natronlauge .....	109
Ätzmittel .....	113
Ammoniumpersulfat .....	113
Eisen-III-chlorid .....	115
Salzsäureätzung .....	118
Entsorgung von Ätzmitteln .....	121
Ätzverfahren .....	121
Bohren von Platinen .....	125
Durchkontaktierung mit Hohlknoten .....	129
<b>7. Siebdruck. ....</b>	<b>132</b>
Siebdruck – Vorbereitung .....	135
Bespannung .....	140

Reinigung .....	142
Auftragen der Fotoschicht .....	142
Belichtung des Siebes .....	144
Drucken .....	147
Neubeschichtung .....	149
<b>8. Herstellung von Bestückungsplänen. ....</b>	<b>151</b>
<b>9. Selbstbau eines Ammoniak-Entwicklungsbehälters. ....</b>	<b>155</b>
<b>10. Selbstbau von Leuchtpult und UV-Belichtungsgerät. ....</b>	<b>158</b>
<b>11. Bau einer Schaum-Ätzanlage. ....</b>	<b>164</b>
<b>12. Zeichenschablone für Belichtungsvorlagen. ....</b>	<b>173</b>
<b>ANHANG. ....</b>	<b>178</b>
Layoutbilder für Bauteile .....	178
Belichtungstabelle UV-Belichtungsgerät .....	180
Strombelastbarkeit von Leiterbahnen .....	182
Isolationsabstand zwischen Leiterbahnen .....	184
Widerstand von Leiterbahnen .....	185
Lieferantenadressen .....	186
Etiketten zum Kopieren und Ausschneiden .....	188
Umrechnung von Baumégraden in Dichte .....	191
Dichte von Natronlauge .....	192
Dichte von Salzsäure .....	192
Dichte von Ammoniakwasser .....	193
Umrechnung von Fahrenheitgraden in Celsiusgraden .....	193
Kreuzmischregel zur Verdünnung von Lösungen .....	194
Literaturverzeichnis .....	196