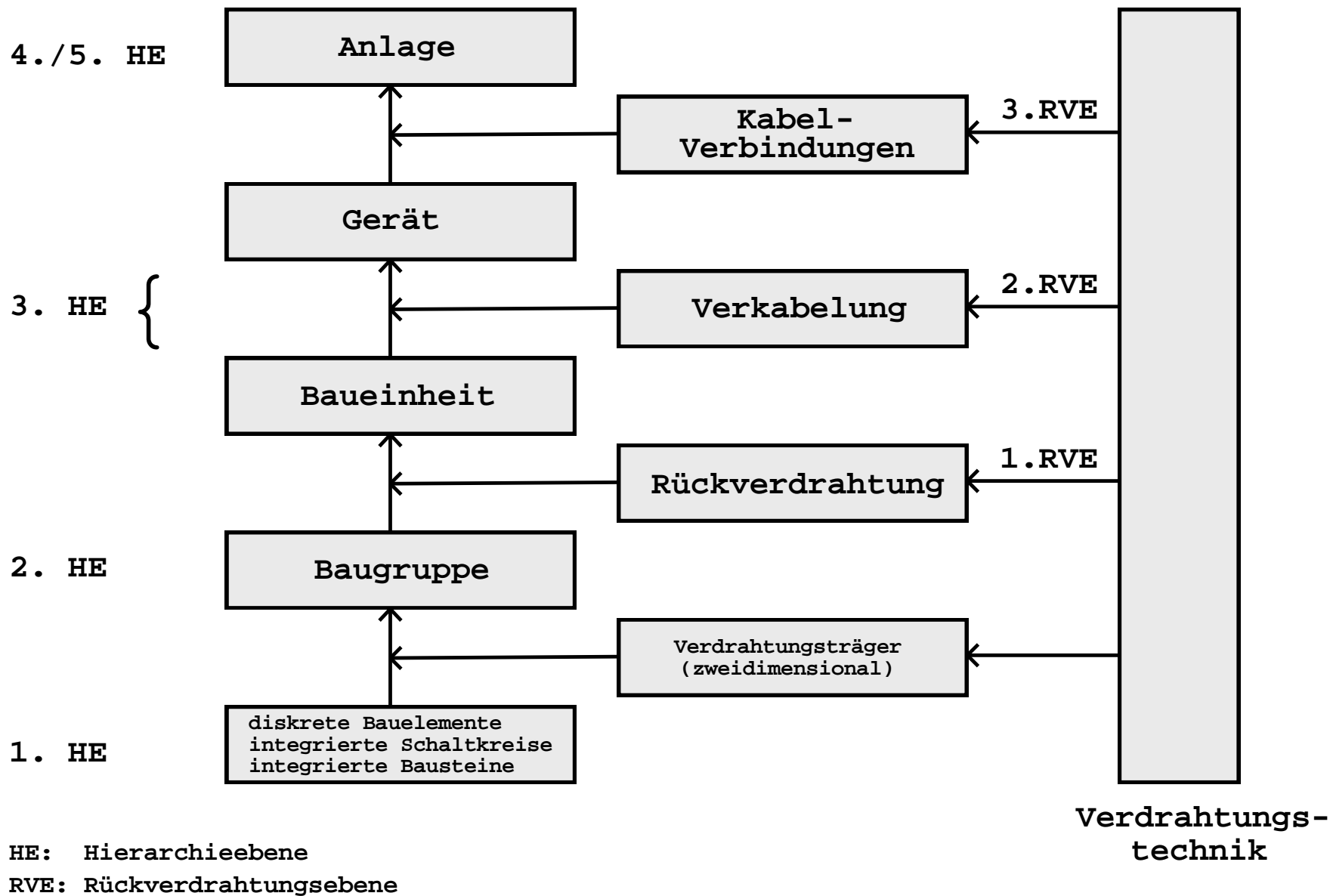


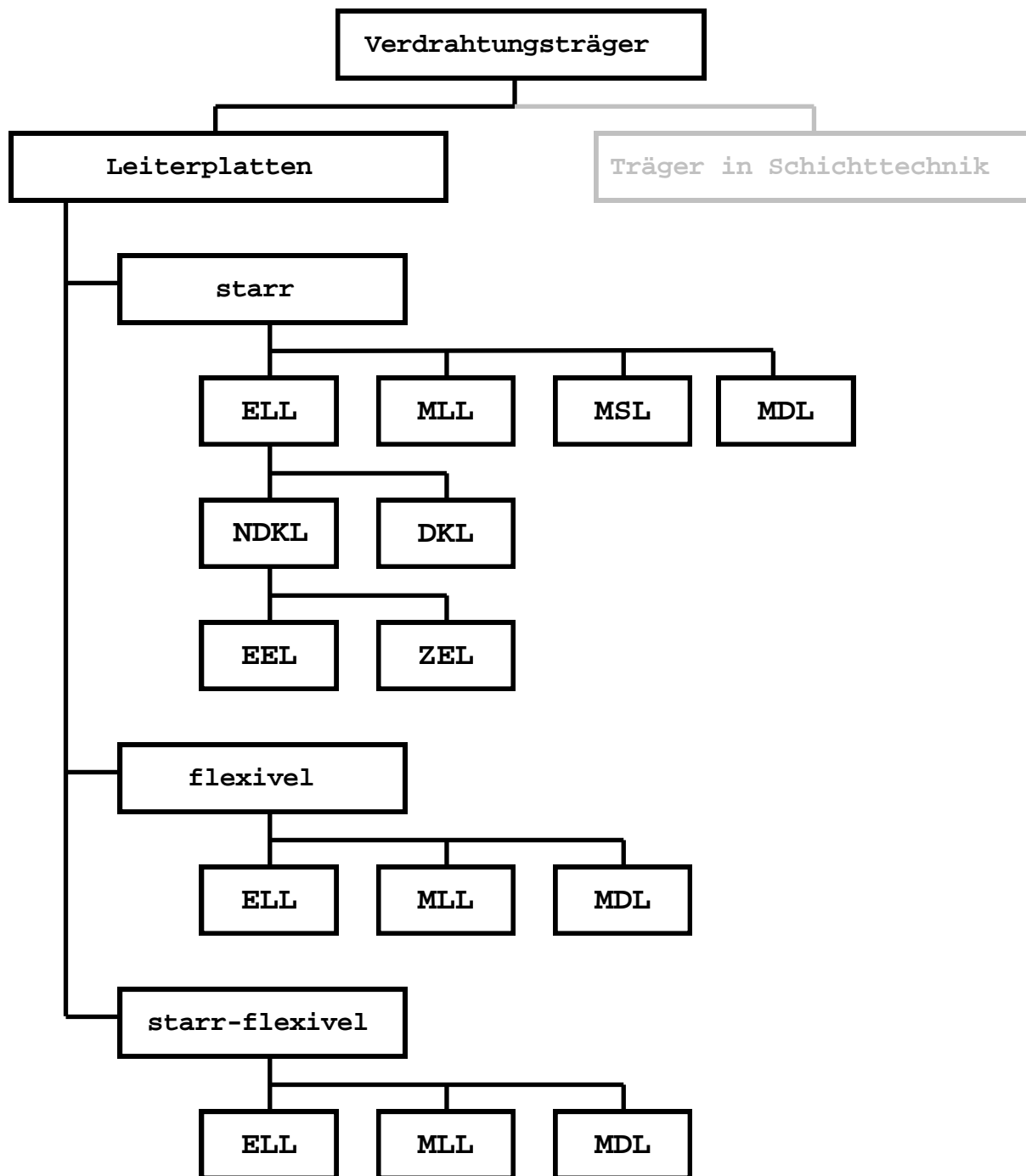


Fachhochschule Kiel, Fachbereich Elektrotechnik
Institut für Technische Informatik und Systemtechnik
Prof. Dr. Helmut Dispert

XCAE

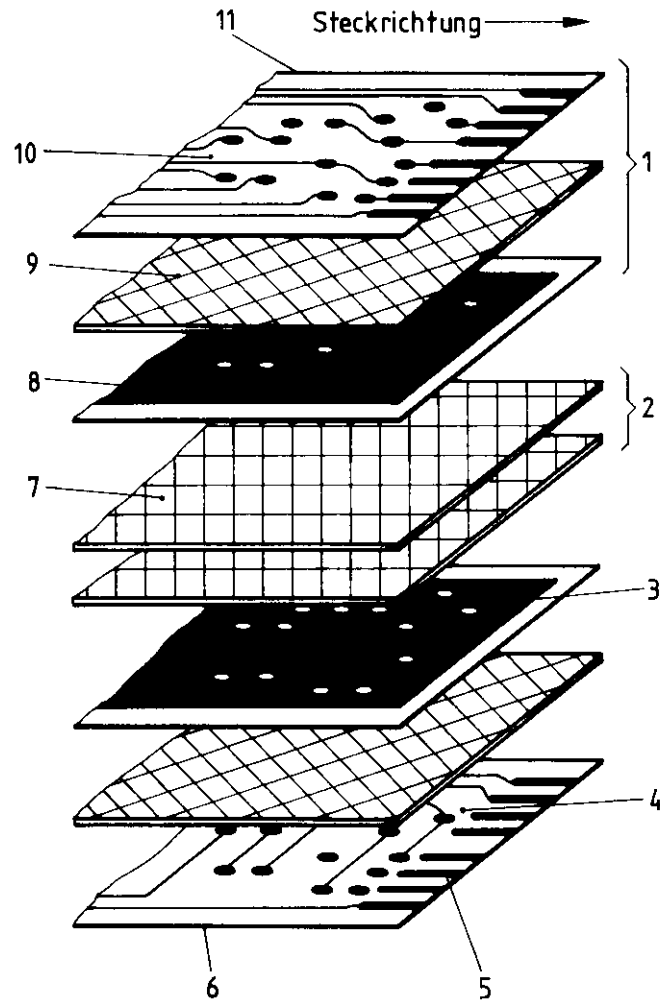
Rechnergestützte Schaltungsentwicklung





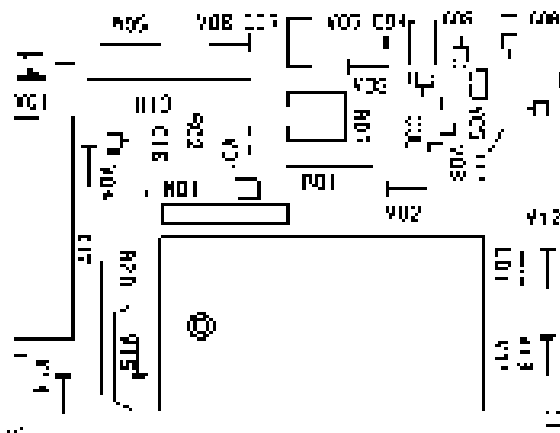
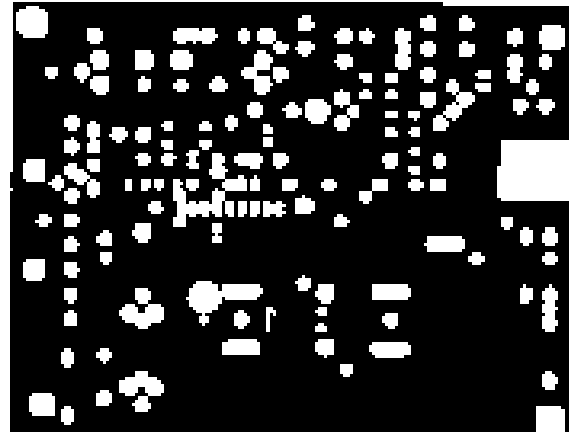
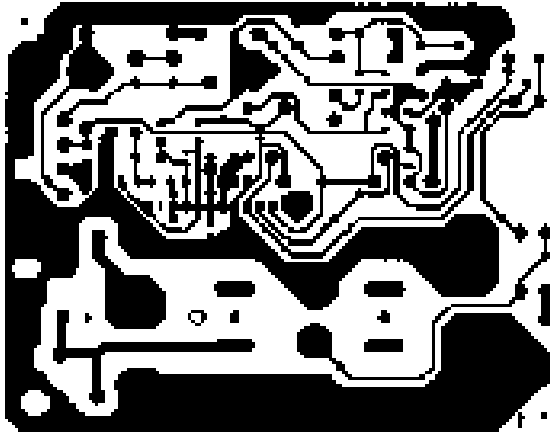
- ELL:** Einlagenleiterplatte
- EEL:** Einebenenleiterplatte
- ZEL:** Zweiebenenleiterplatte
- MLL:** Mehrlagenleiterplatte
- MSL:** Mehrschichtleiterplatte
- MDL:** Mehrdrahtleiterplatte
- NDKL:** Nichtdurchkontaktierte Leiterplatte
- DKL:** Durchkontaktierte Leiterplatte

Aufbau einer Mehrlagenleiterplatte



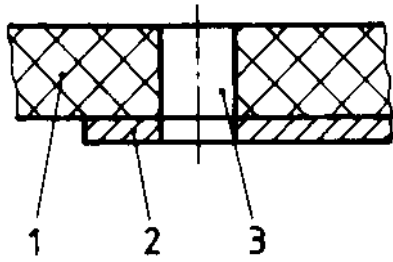
1. Basismateriallage,
2. Zwischenlage (Prepreg),
3. Innenebene (Abschirmebene),
4. Außenebene (Informationsebene),
5. Kontaktkamm (gedruckte Rundkontakte),
6. Bestückungsseite,
7. Prepreg,
8. bestückungsseitiges Leiterbild,
9. Basismaterial,
10. lötseitiges Leiterbild,
11. Lötseite.

Einebenenleiterplatte



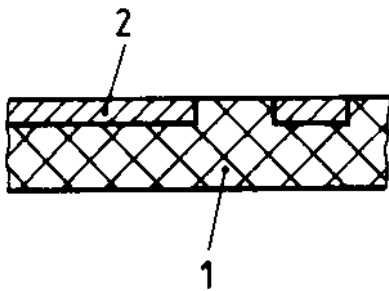
- a) Leiterbild (oben links),
b) Lötmaske (oben rechts),
c) Kennzeichnungsdruck (unten).

Schnittbild einer Einebenenleiterplatte



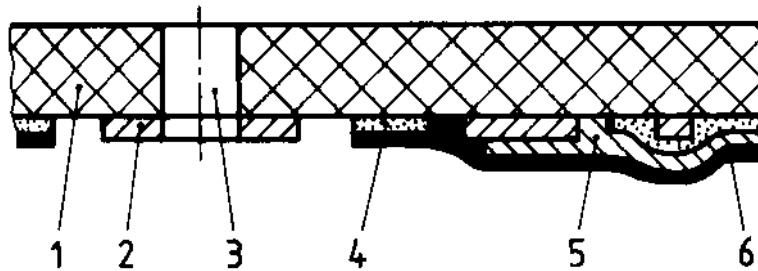
1. Basismaterial,
2. Leiterbild,
3. Bestückungsloch.

EEL mit tiefgelegtem Leiterbild



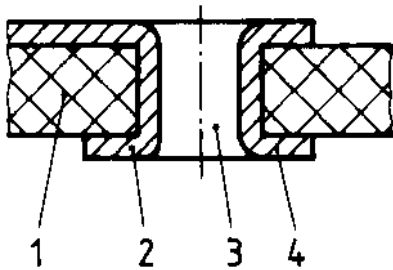
1. Basismaterial,
2. tiefgelegtes Leiterbild.

EEL mit Brückendruck



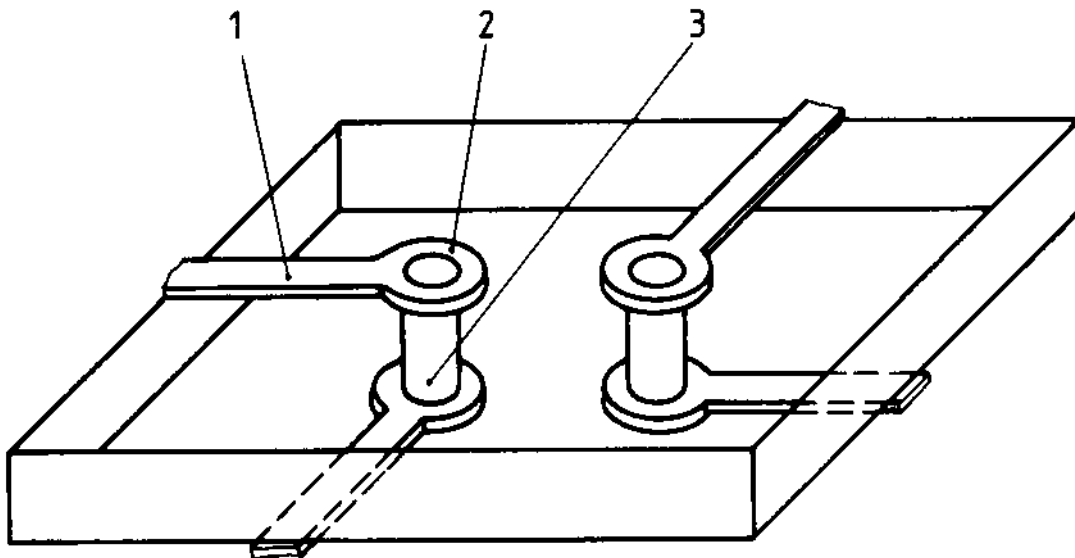
1. Basismaterial,
2. Leiterbild (Kupferkaschierung),
3. Bestückungsloch,
4. Lötmaske (Isolationsschicht),
5. Leiterbild Brückendruck),
6. Lötmaske (Abdeckschicht).

Durchkontaktierte Leiterplatte



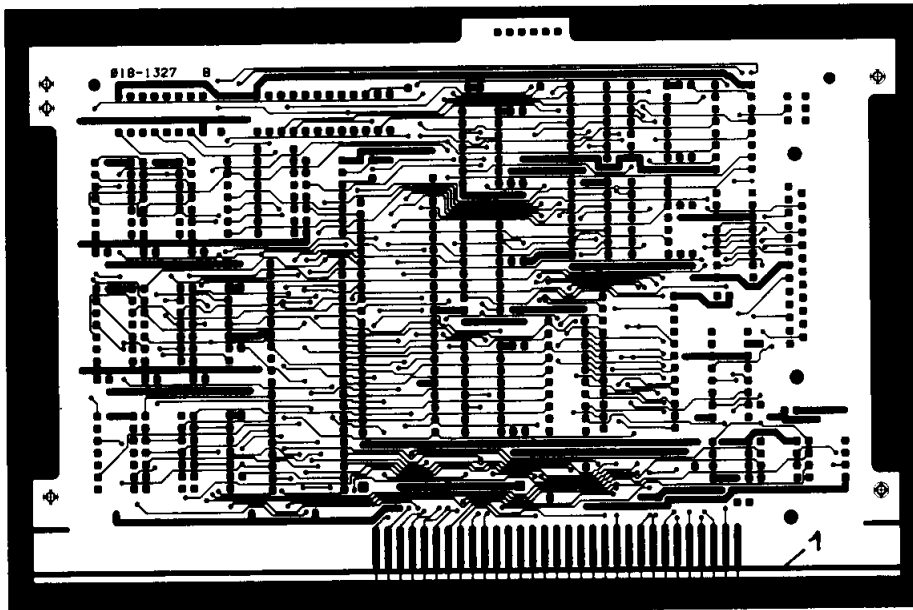
1. Basismaterial,
2. Leiterbild,
3. Bestückungsloch,
4. Lochmetallisierung.

Metallstruktur einer DKL

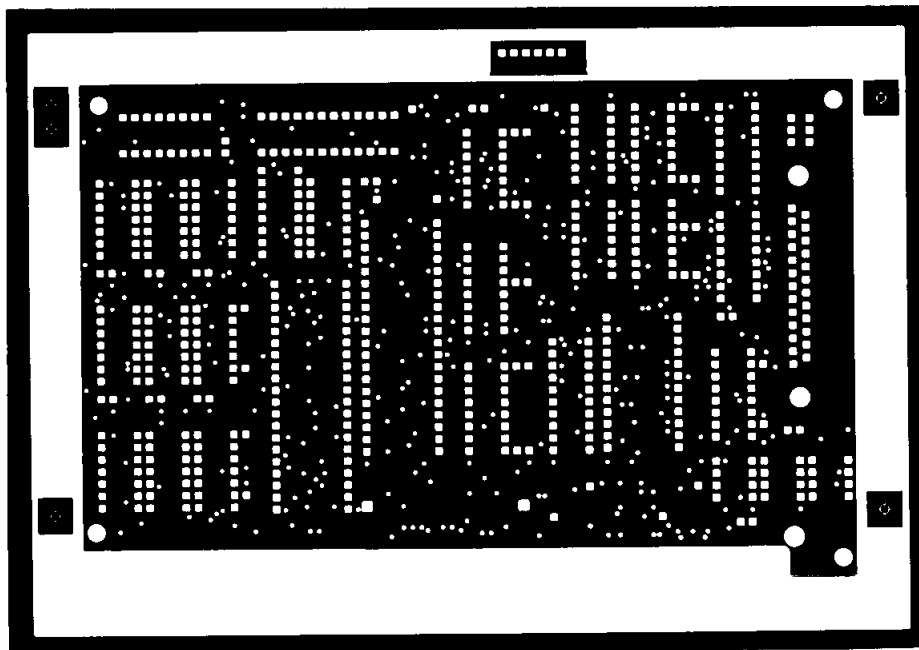


1. Leiterzug,
2. Lötauge,
3. Metallisierungshülse.

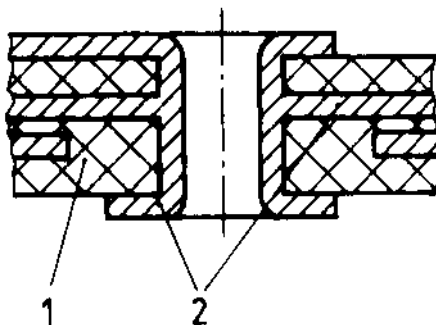
Mehrlagenleiterplatte



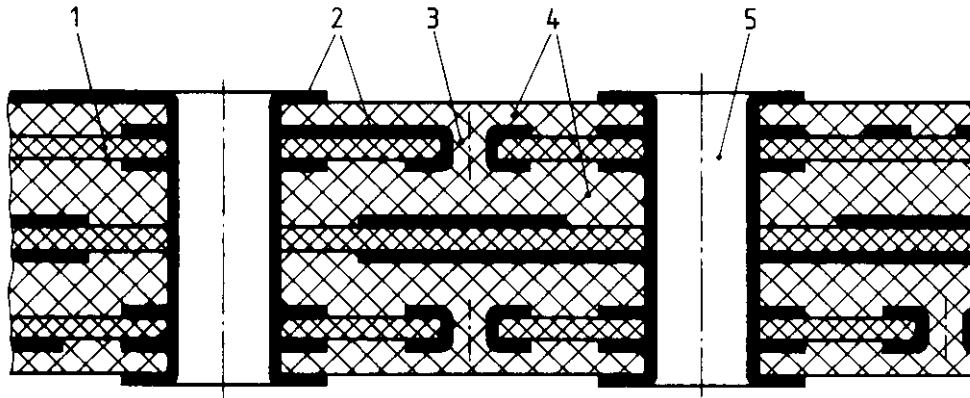
1.



Basismaterial,
2. Leiterbild.



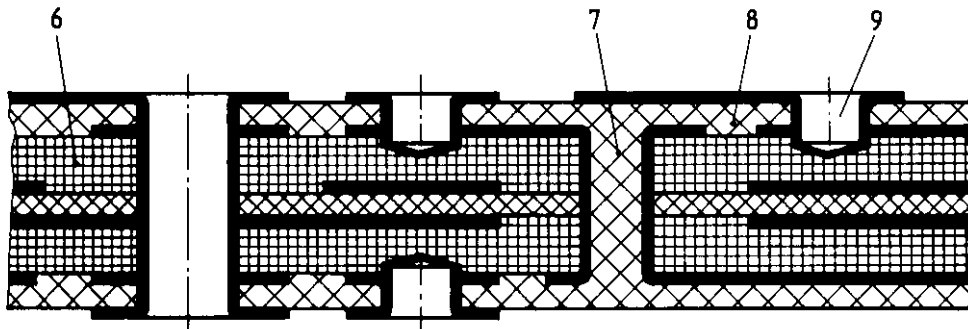
8-Ebenen-Leiterplatte



Schnittbild einer 8-Ebenen-Leiterplatte mit durchkontaktierten Innenlagen:

1. Basismaterial,
2. Leiterbild,
3. Innenliegendes Durchverbindungsloch,
4. Zwischenlage,
5. Bestückungsloch.

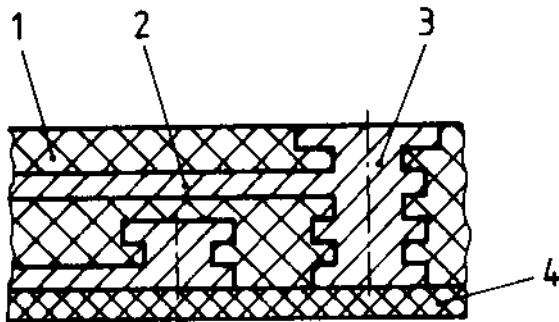
6-Ebenen-Leiterplatte



Schnittbild einer 6-Ebenen-Leiterplatte mit durchkontaktierten äußeren und inneren Leiterbildern:

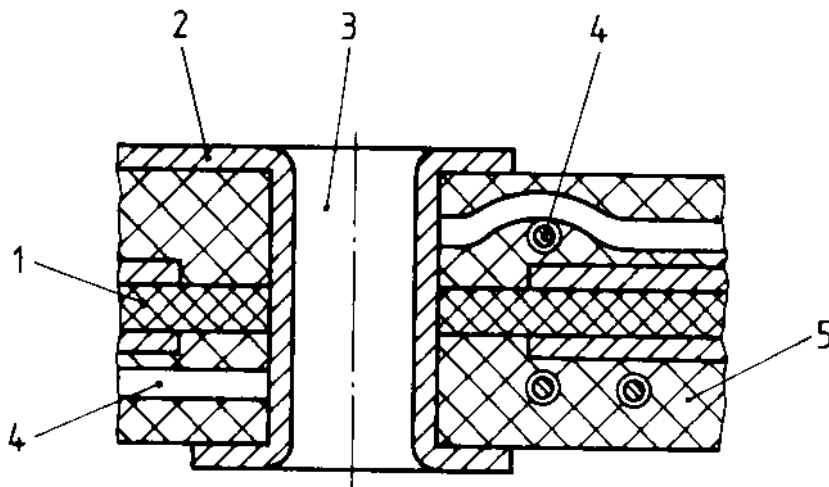
6. Zwischenlage (Prepreg, erste Preßstufe),
7. innenliegendes Durchverbindungsloch in der ersten Preßstufe,
8. Zwischenlage (Prepreg, zweite Preßstufe),
9. außenliegendes Durchverbindungsloch (Blindloch).

Mehrschichtleiterplatten (MSL)



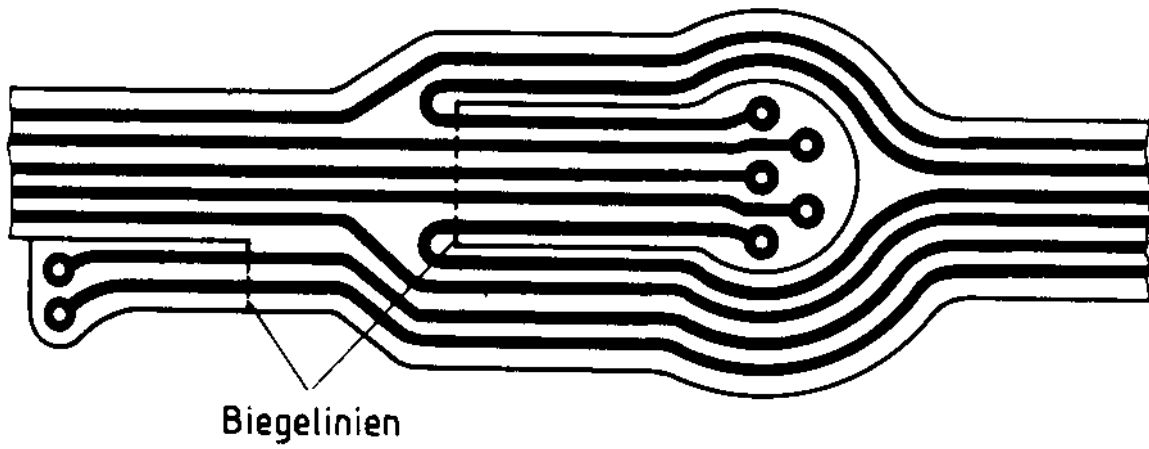
1. Isolationsschicht,
2. Leiterbild,
3. Durchkontaktierung,
4. Basismaterial.

Mehrdrahtleiterplatte (MDL)



1. Basismaterial,
2. Leiterbild (Kupferfolie),
3. Bestückungsloch,
4. Leiterbild (Drahtleiter, isoliert),
5. Drahteinbettungs- und Isolationsschicht (Prepregs).

Flexible Leiterplatte



Basismaterialien

Harz:

Phenolharz
Epoxidharz
Polyester
Polyimid
Teflon

Trägermaterial:

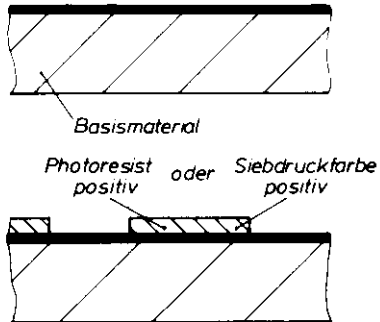
Papier
Glasgewebe
Glasmatte
Quarzgewebe
Kevlar

Harz	Trägermaterial	DIN	NEMA
Phenol	Papier	PF-CP 02	FR 2
Epoxid	Papier	EP-CP 01	FR 3
Epoxid	Glasgewebe	EP-GC 01	G 10
		EP-GC 02	FR 4

Basismaterialien:

Phenolharzpapier
Epoxidharzpapier
Epoxidglashartgewebe
Teflonfolie
Polyimidfolie

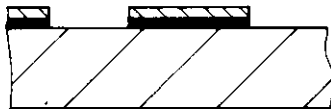
Einseitige Leiterplatten



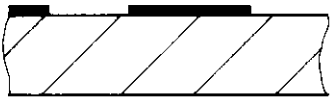
*Basismaterial, einseitig
35 µm Kupferkaschiert*

Zuschneiden / Reinigen

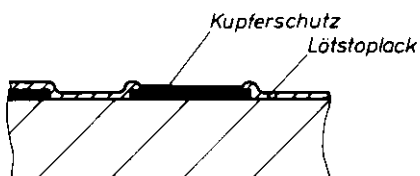
*Ätzresistfarbe positiv im
Siebdruckverfahren auf-
gebracht oder Photoresist*



Leiterplatte sauer geätzt



Ätzresist entfernt

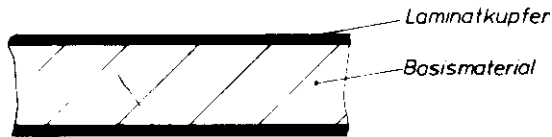


*Lötstoplack aufgebracht
Leiterplatte gebeizt und
freie Kupferoberfläche
geschützt*



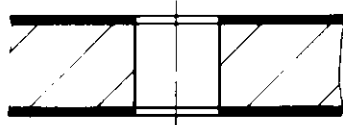
*Lochbild und kontur ge-
stanzt*

Metallresist-Technik

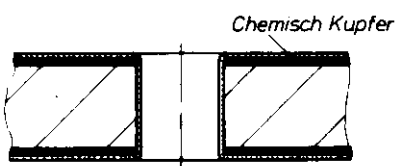


Basismaterial, zweiseitig
18µm Kupferkaschiert

Zuschneiden

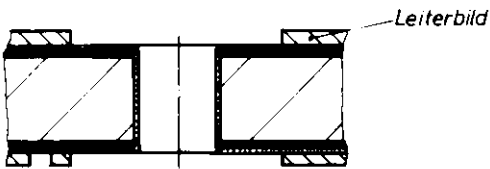


Lochbild bohren

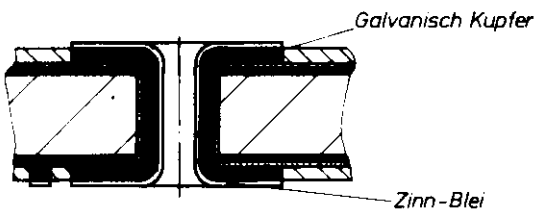


Reinigen/Bürsten

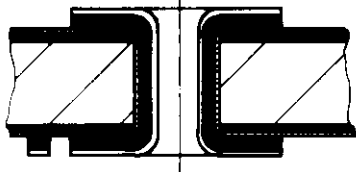
Katalysieren
Chemisch verkufern 3-5µm



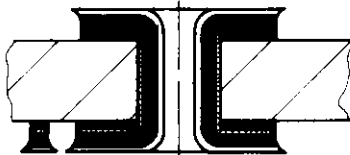
Leiterbilddruck (Sieb- oder
Fotodruck) negativ



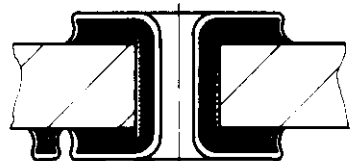
Kupfer und Zinn/Blei
galvanisch abgeschieden



Leiterbild entfernt



Leiterplatte alkalisch geätzt



Zinn/Blei-Schicht umge-
schmolzen
Leiterplatte gffls. mit Löt-
stop-Servicedruck versehen
Vereinzeln

Leiterbahnhöhe (Metallresist-Technik)

Ausgangsdicke des Basismaterials	18 μm	35 μm
Chem. Kupfer	max. 5 μm	max. 5 μm
Galvan. Kupfer	35 μm	35 μm
Zinn/Blei (Sn/Pb)	15 μm	15 μm
Leiterbahnhöhe	ca. 73 μm	ca. 90 μm

Metallresist-Strip-Technik

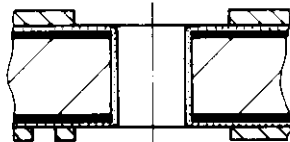
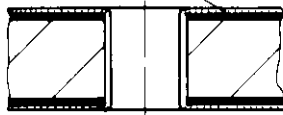
Laminatkupfer



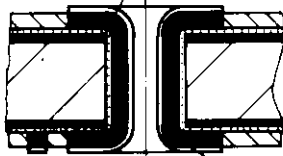
Basismaterial



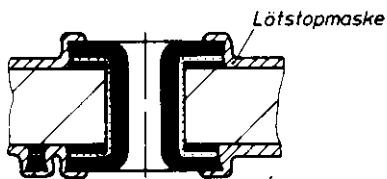
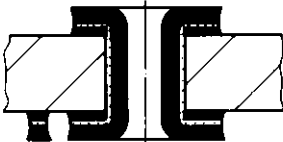
Chemisch Kupfer



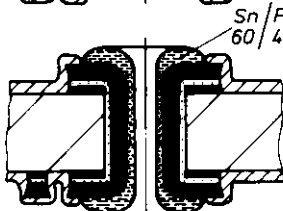
Galvanisch Kupfer



Ätzresist



Lötstopmaske



Sn/Pb
60/40

Basismaterial, zweiseitig
18µm Kupferkaschiert

Zuschneiden

Lochbild bohren

Reinigen / Bürsten

Katalysieren
Chemisch verkupfern 3-5 µm

Leiterbilddruck (Sieb- oder
Fotodruck) negativ

Kupfer und Ätzresist
galvanisch abgeschieden
Ätzresist=
Zinn / Zinn-Blei / Blei

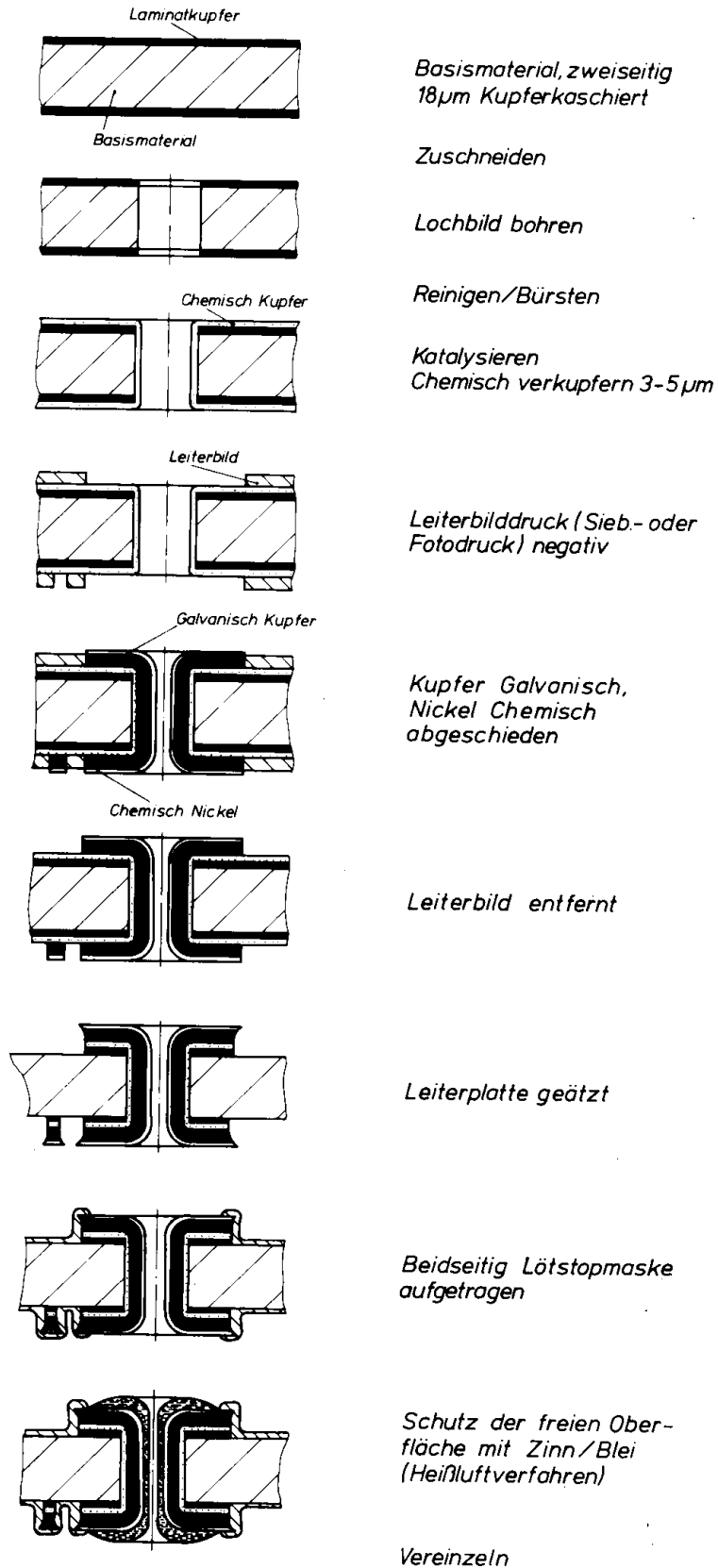
Negatives Leiterbild entfernt
Leiterplatte alkalisch geätzt
Ätzresist chemisch entfernt

Beidseitig Lötstopmaske
aufgetragen

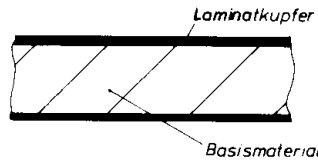
Schutz der freien Oberfläche
mit Zinn / Blei (Heißluftverfahren)
oder Lötstopmaske

Vereinzeln

Ni chem-Technik

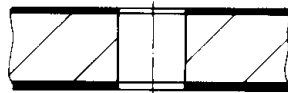


Tenting-Technik

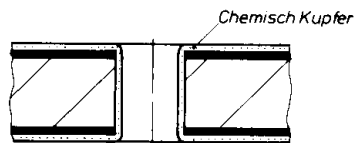


Basismaterial ,zweiseitig
18 µm Kupferkaschiert

Zuschneiden

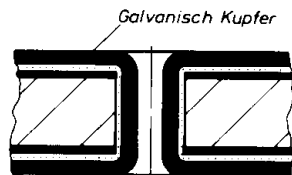


Lochbild bohren

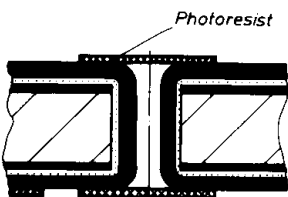


Reinigen / Bürsten

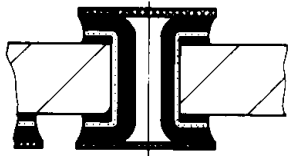
Katalysieren ,Chemisch
3-5µm verkupfern



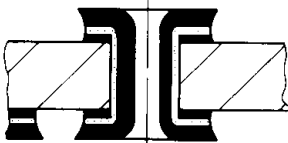
Ganzflächig 35µm
Kupfer galvanisch



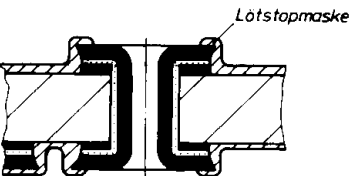
Feststoff Photoprozeß
positiv
Photoresist verschließt
die Lochung und dient
als Ätzresist



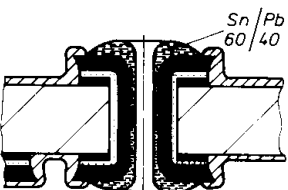
Leiterplatte mit saurem
Ätzmedium geätzt



Photoresist entfernt



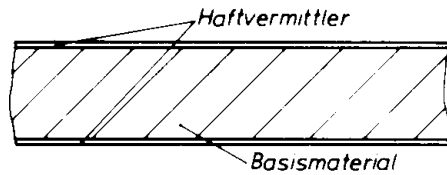
Beidseitig Lötstopmaske
aufgetragen



Schutz der freien Ober-
fläche mit Zinn/Blei (Heiß-
luftverfahren) oder Löt-
schutzlack

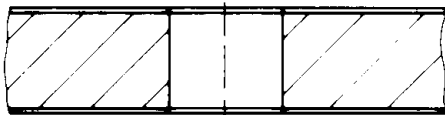
Vereinzeln

Semiadditiv-Technik



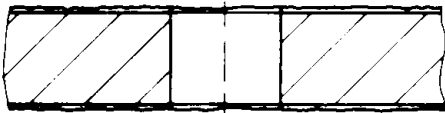
Basismaterial 2-seitig mit Haftvermittler beschichtet

Zuschneiden

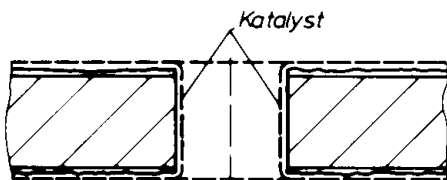


Lochen (Bohren oder Stanzen)

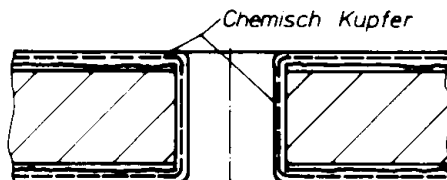
Reinigen



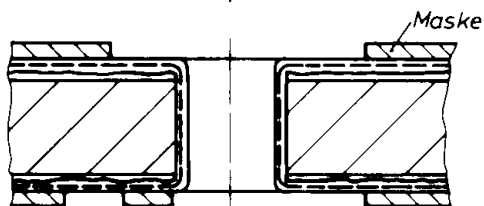
Aufschließen des Haftgrundes



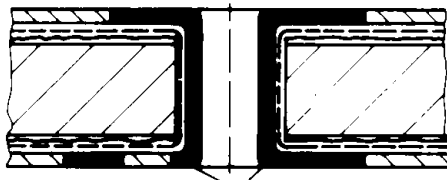
Katalysieren



Chemisch vorverkupfern

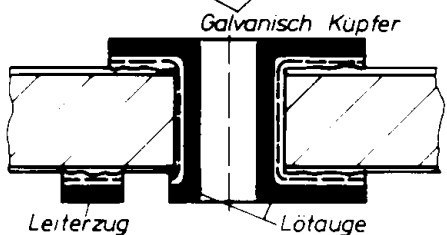


Leiterbilddruck (Sieb oder Foto-
druck negativ)



Leiterbild galvanisch verstärken

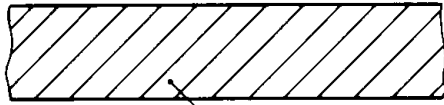
Entfernen der Maske und wegätzen
der Grundsicht



Leiterplatte gffs. mit Lötstop-
Servicedruck versehen

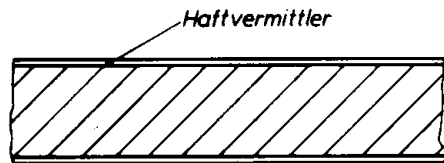
Vereinzeln

CC4-Technik



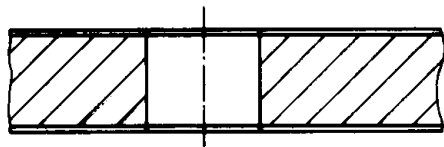
*Unkaschiertes Basismaterial
(katalysiert)*

Zuschneiden, Reinigen



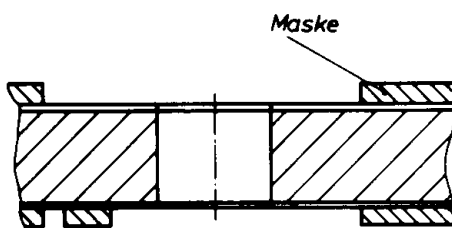
*Beschichten mit Haftvermittler
(katalysiert)*

Aushärten

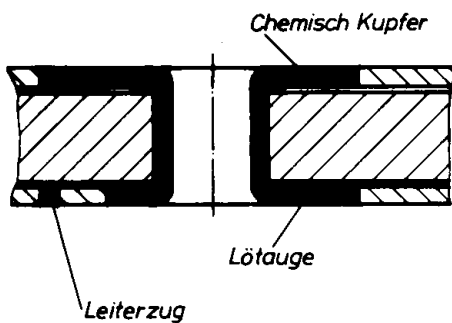


Lochen (Bohren oder Stanzen)

Reinigen



*Leiterbilddruck (Sieb- oder
Fotodruck negativ)*



Chemisch verkupfern

*Entfernen der Photomaske. Sieb-
druckmaske bleibt permanent.*

*Leiterplatte gffs. mit Lötstop-
Servicedruck versehen und
schützen.*

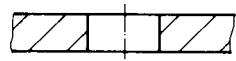
Vereinzeln

Metallkernplatten



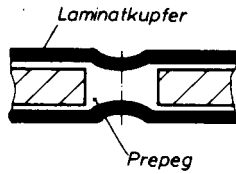
Aluminium oder
Stahl

Zuschneiden

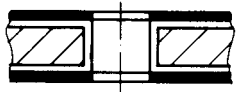


Bohren des
Lochbildes

Reinigen

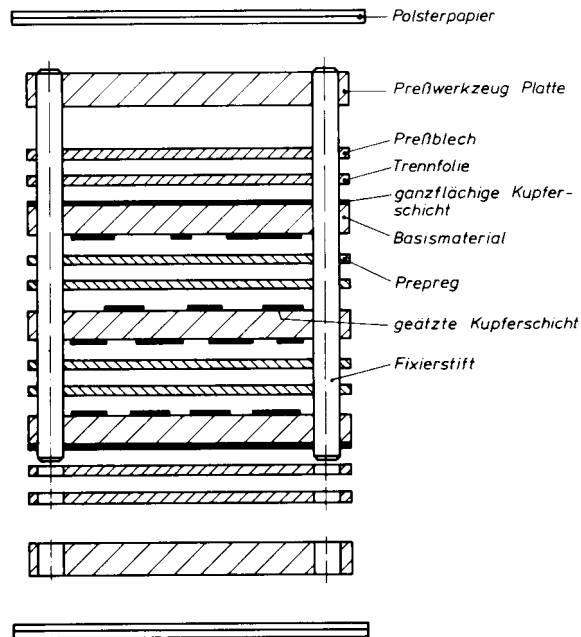


Aufaminieren Prepeg
und Kupferschicht

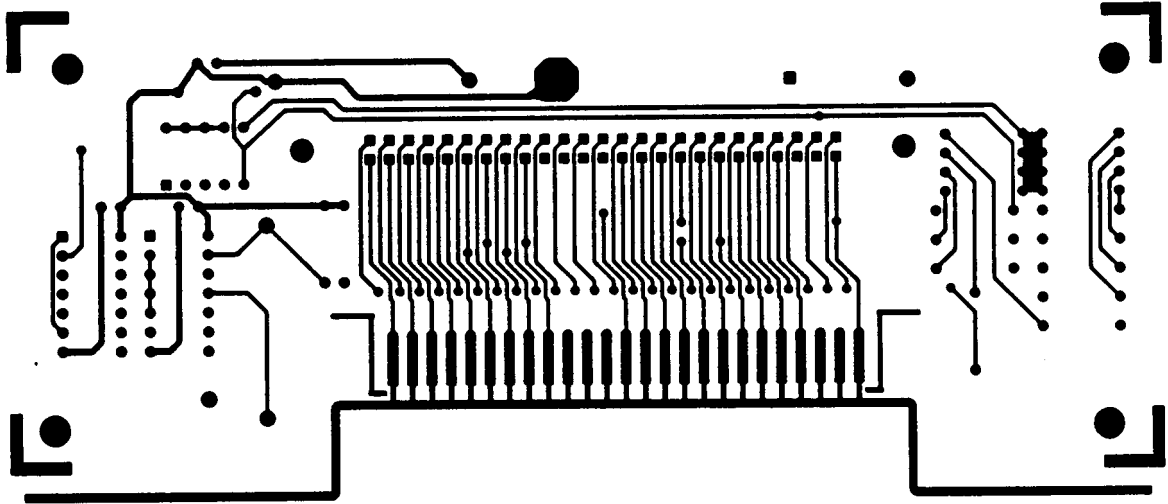


Aufbohren des
Lochbildes

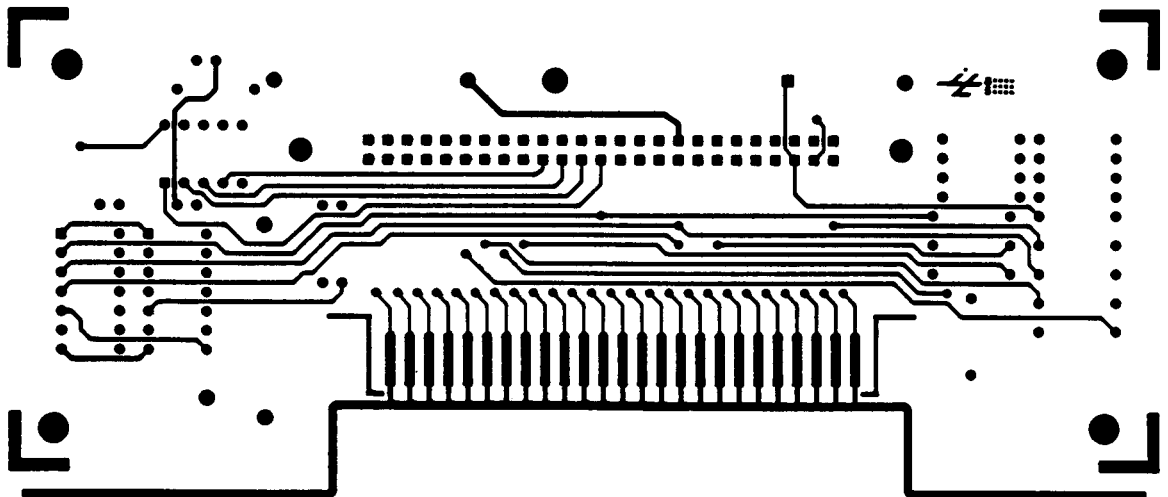
Multilayer-Aufbau (vor Verpressen)



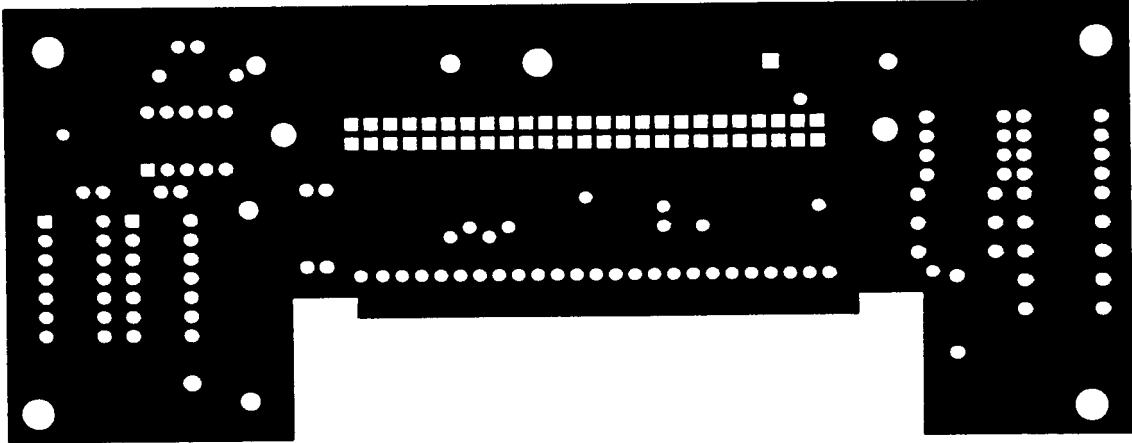
Leiterbild (Bauteilseite)



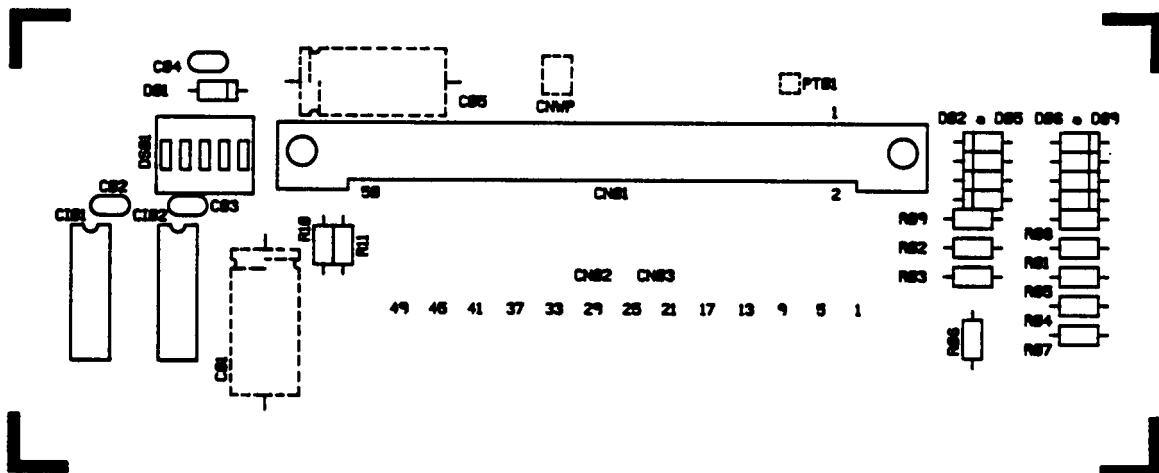
Leiterbild (Lötseite)



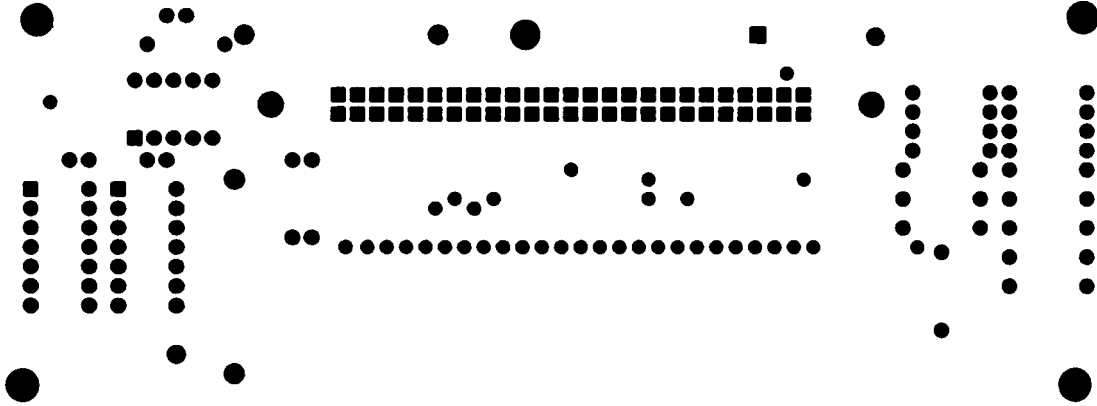
Lötstopmaske (beide Seiten, positiv)



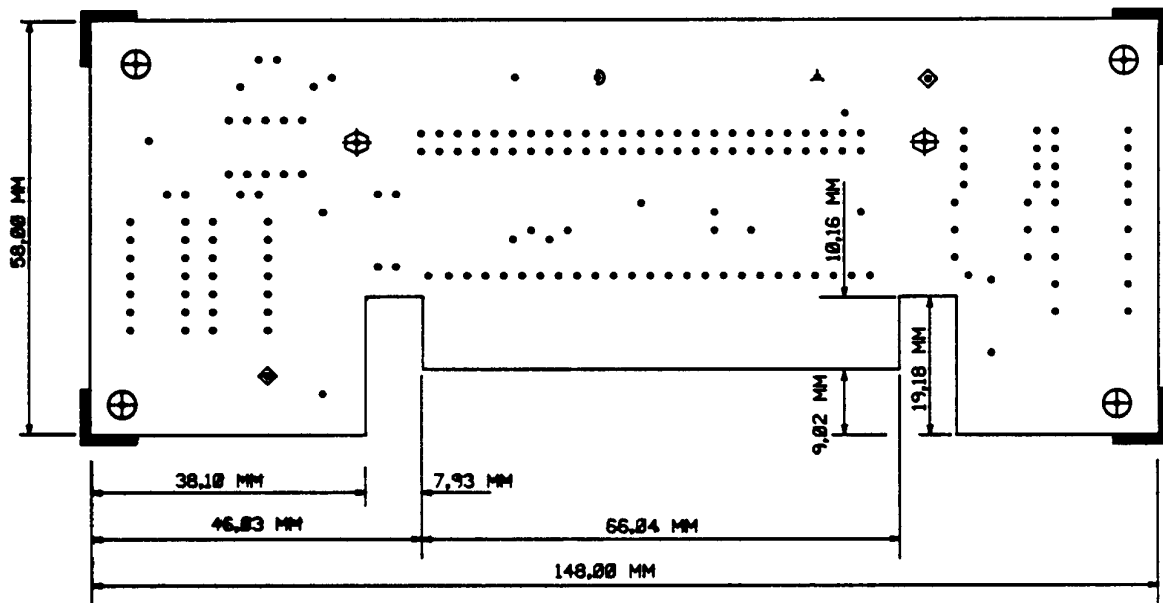
Positionsdruck (Bestückungsseite)



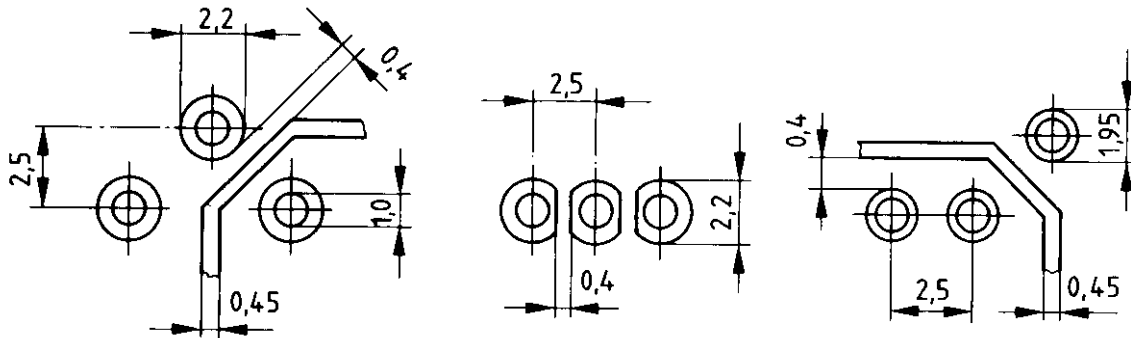
Lötaugen "Pad Master"



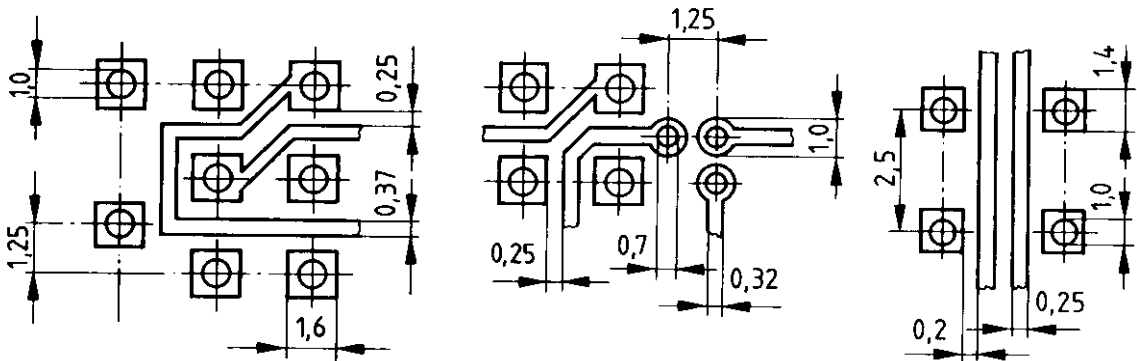
Bohr- und Fräsdiagramm



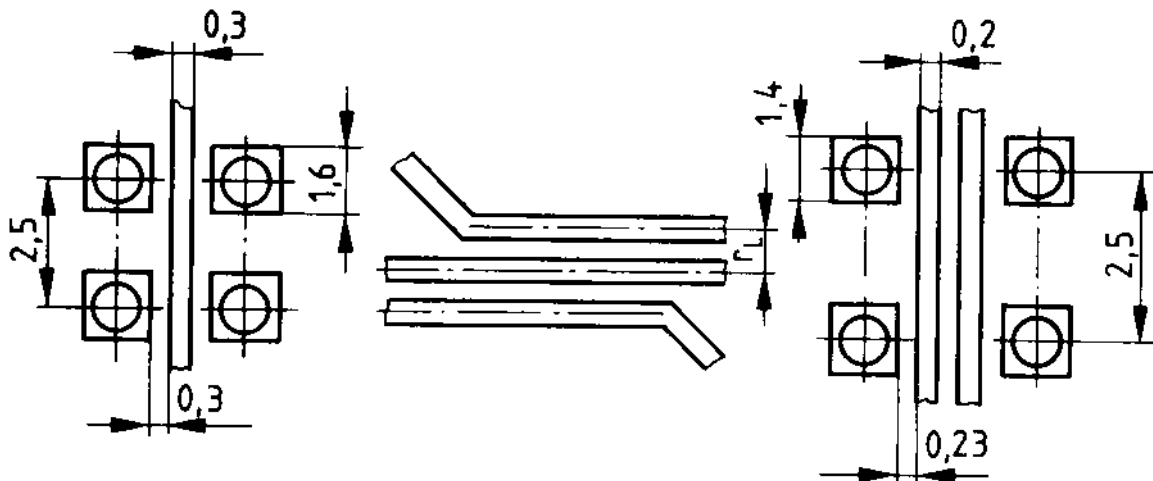
Entwurfskriterien (EEL)



Entwurfskriterien (ZEL)

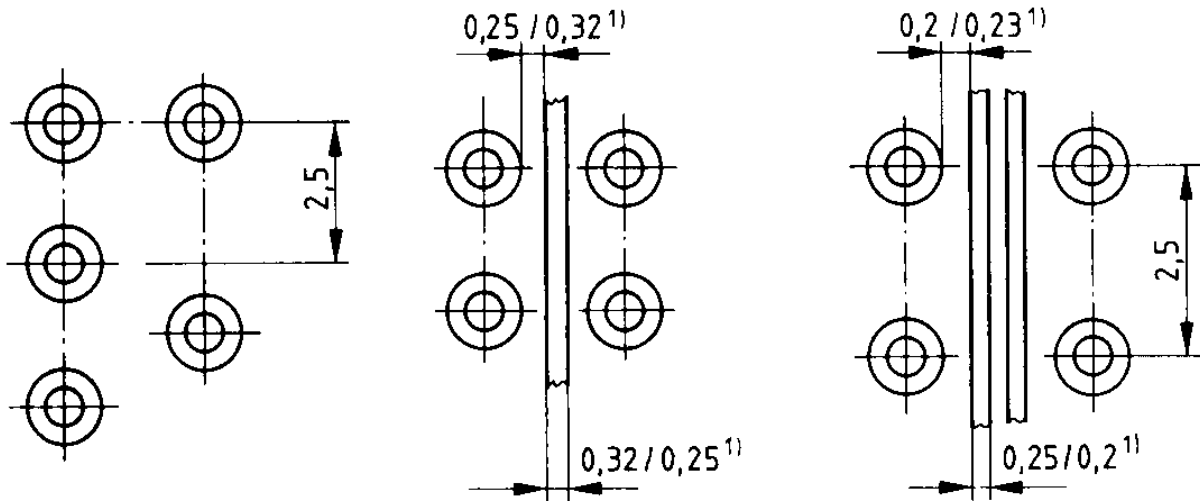


Entwurfskriterien (MLL)

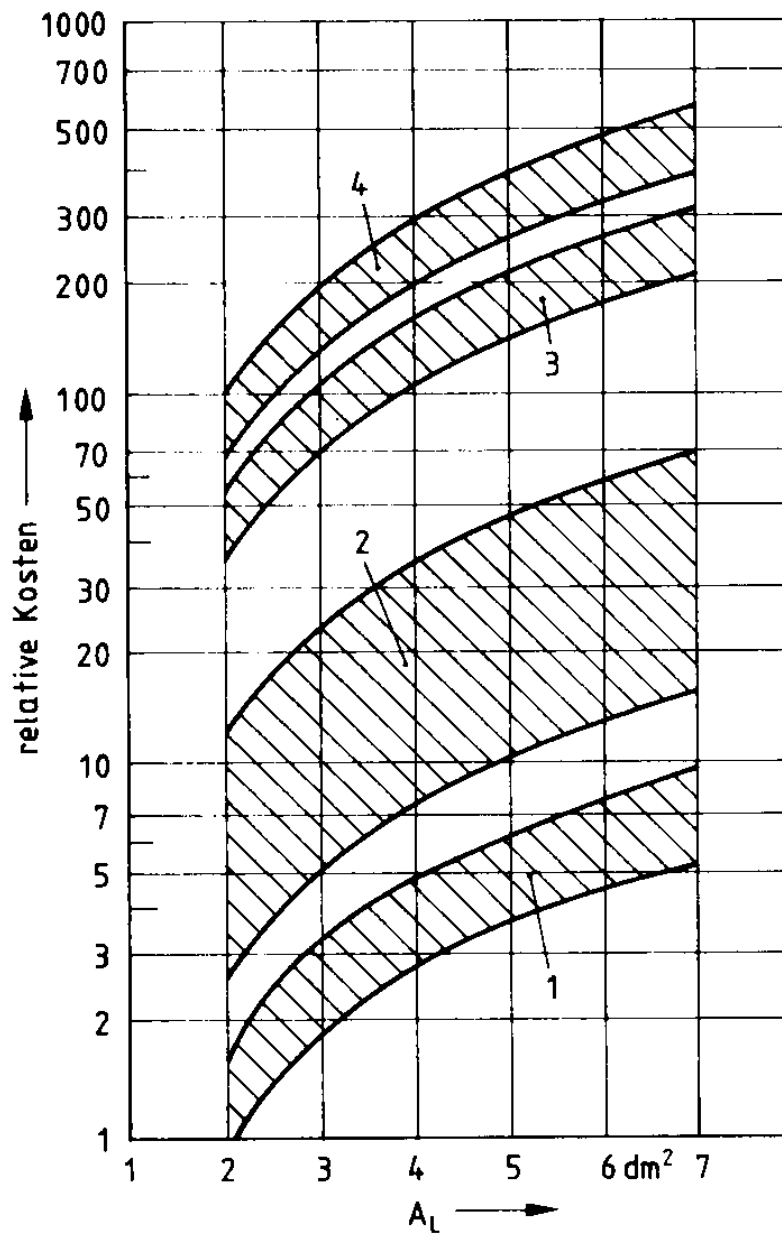


Schwierigkeitsgrad	I	II	III
	r_L [mil/mm]		
Außenebenen	50/1,25	50/1,25	25/0,625
Innenebenen	50/1,25	25/0,625	25/0,625

Entwurfskriterien (Flex. LP)



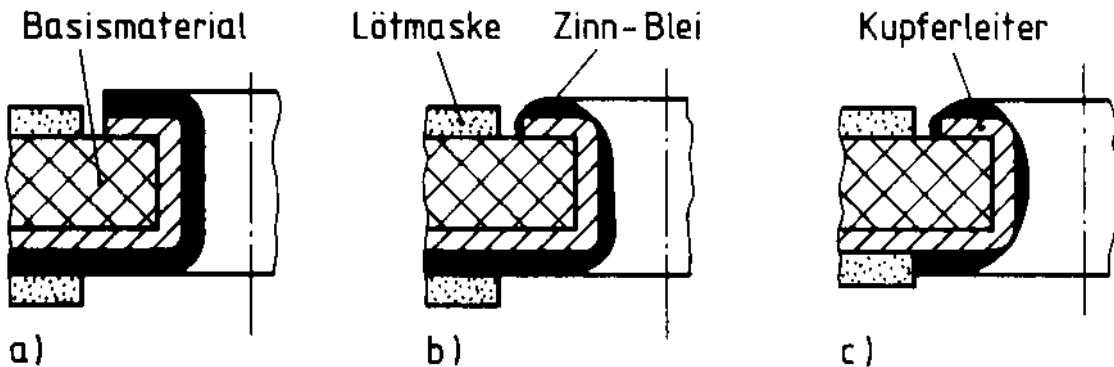
Relative Kosten



A_L = Fläche

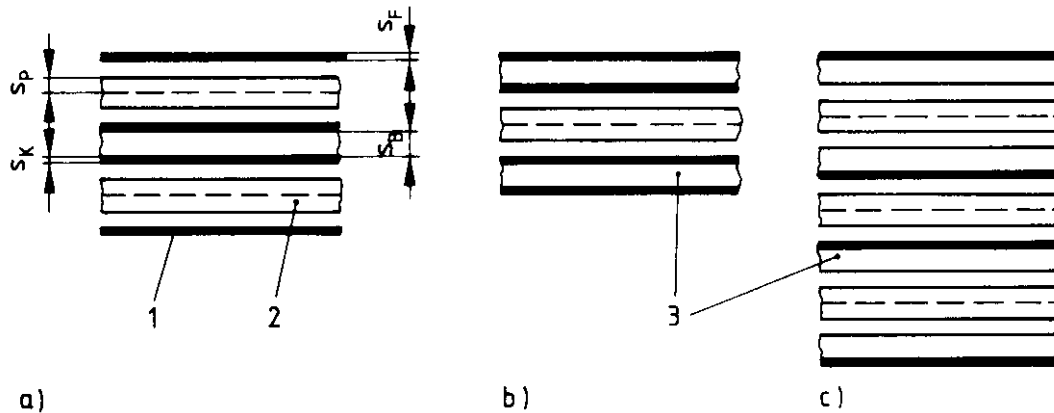
1. Einebenenleiterplatte
2. Durchkontaktierte Zweiebenenleiterplatte
3. Mehrlagenleiterplatte (4 Leiterebenen)
4. Mehrlagenleiterplatte (8 Leiterebenen)

Ausführung von Lötsschichten



- a) Metallresisttechnik (Zinn-Blei galvanisch abgeschieden)
- b) Metallresisttechnik (Zinn-Blei IR-verschmolzen)
- c) Tentingtechnik (heißbelotet)

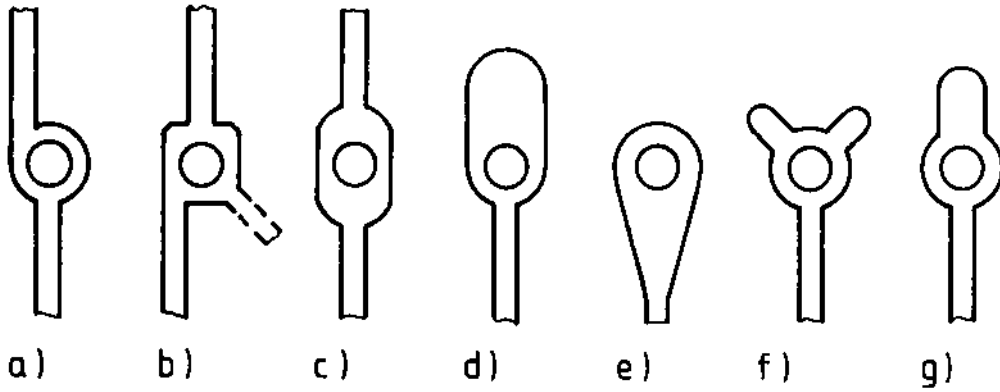
Schichtaufbau einer 4-Ebenen-MLL



- a) Kupferfolientechnik für außenliegende Leiterbilder
- b) Laminiertechnik (zweiseitige Kupferkaschierung)
- c) Laminiertechnik (einseitige Kupferkaschierung)

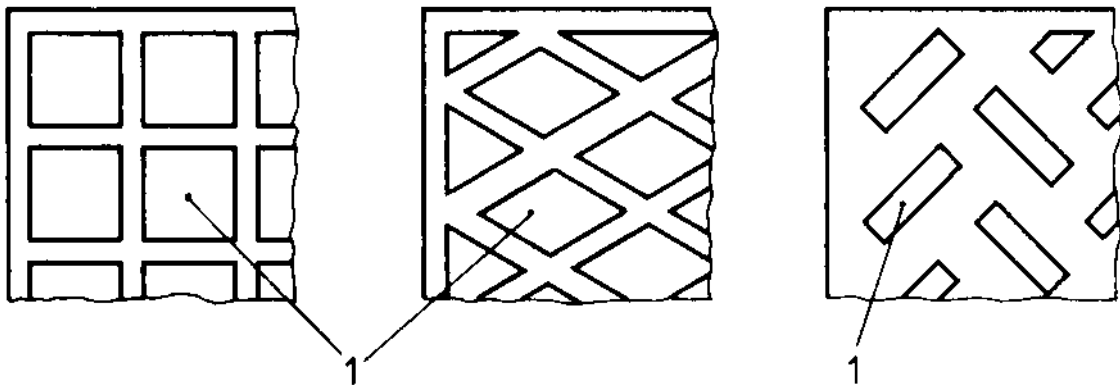
1 Kupferfolie, 2 Zwischenlage, 3 Basismateriallage
 s_B Dicke einer Basismateriallage ohne Kupfer,
 s_F Kupferfoliendicke,
 s_K Kupferschichtdicke innenliegender Leiterbilder,
 s_P Prepregdicke im verpreßten Zustand.

Lötaugenformen



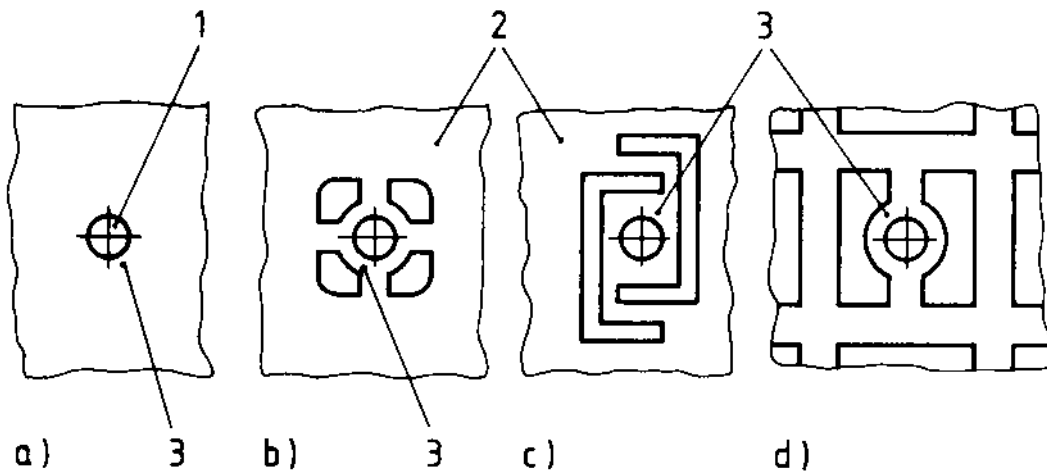
a - d: starre Leiterplatten,
d - g: flexible Leiterplatten.

Leiterfelder



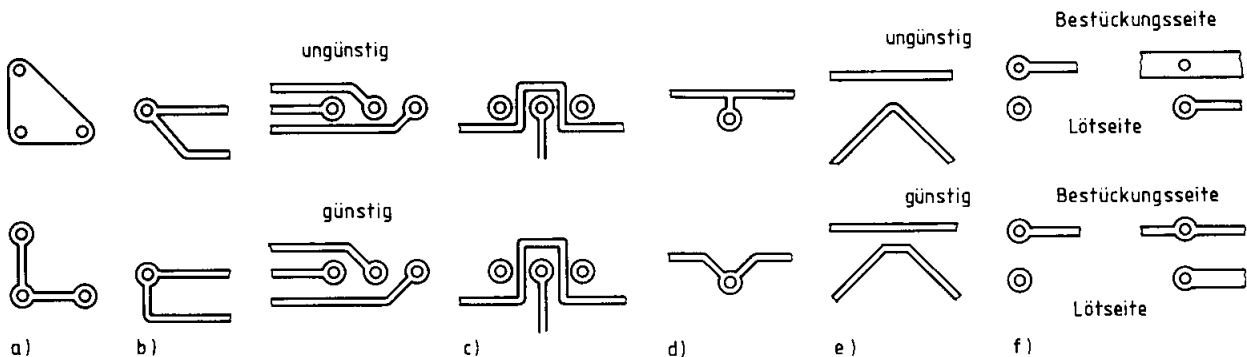
1 kupferfreie Fläche

Anschluß von Leiterfeldern



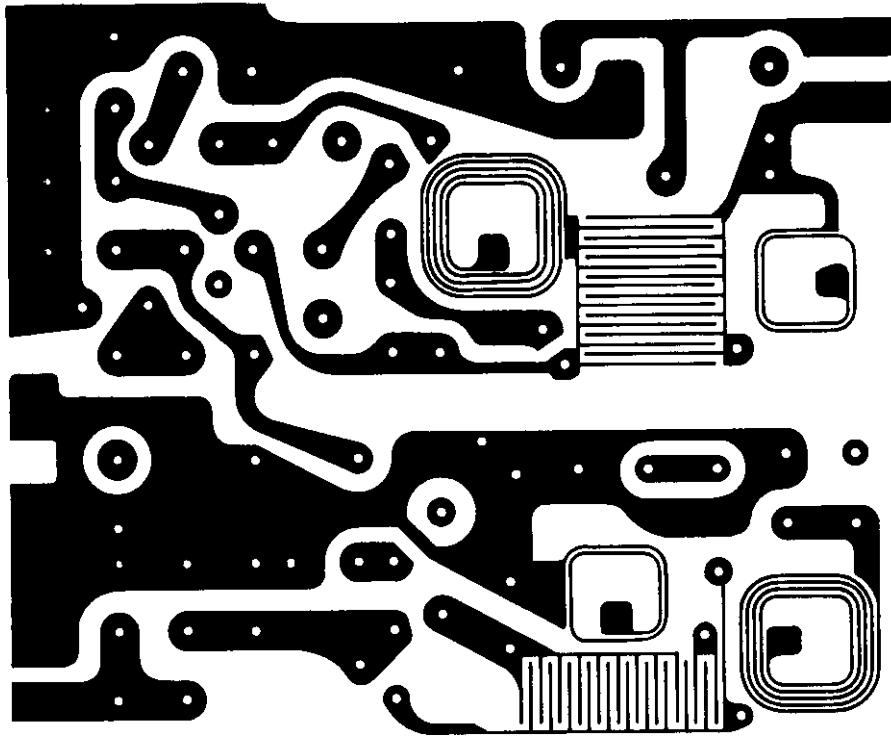
1 Bestückungsloch, 2 Kupferschicht, 3 Anschlußbereich

Gestaltung von Leiterbilddetails

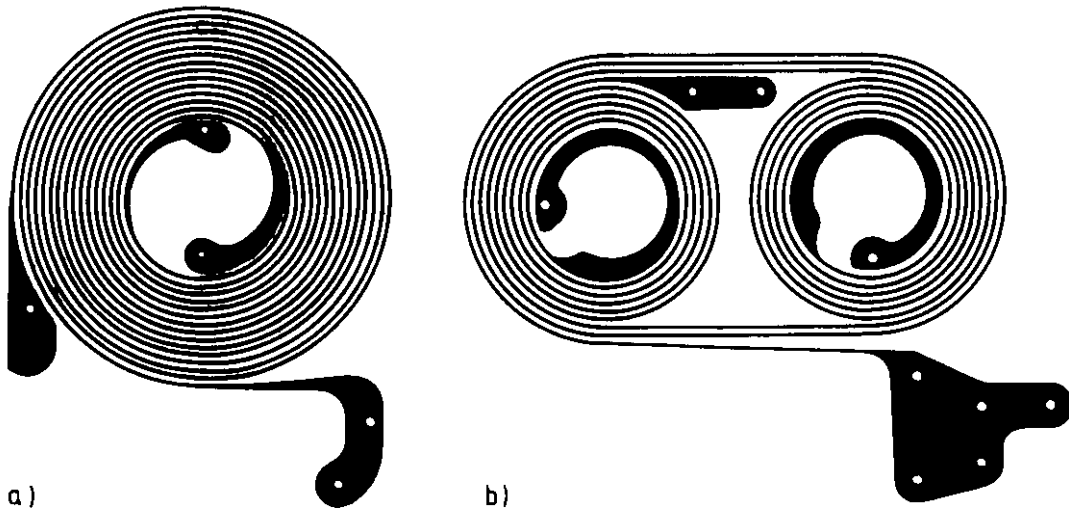


- a) Zusammenfassung von Lötäugen in Leiterzüge auflösen,
- b) Winkel $< 90^\circ$ vermeiden,
- c) Anzahl minimal zulässiger Leiterabstände minimieren,
- d) mit Leiterbildfehlstellen zu verwechselnde Leiterzüge vermeiden,
- e) gegen Leiterzüge gerichtete Spitzen aus elektrischen Gründen vermeiden,
- f) bestückungsseitig größere Leiterquerschnitte als lötseitig vermeiden.

Gedruckte Funktionselemente



Gedrucktes Filter



a)

b)

Bifilarspule (a) und Spulenpaar (b)