



Allgemeine Designregeln

Stand: 04/2015

Matulka electronic GmbH Anton-Jaumann-Industriepark 16 86720 Nördlingen

Allgemeine Designregeln zur optimalen Fertigung elektronischer Baugruppen

Bei der Fertigung elektronischer Baugruppen sind bei den einzelnen Arbeitsschritten viele Prozesse zu beachten. Diese wiederum sind abhängig von der Komplexität der Baugruppe sowie den Anforderungen des Kunden.

Dieses Dokument soll dazu dienen, die Baugruppen im Ablauf von der Entwicklung bis zur Beschaffung so zu gestalten, dass eine technisch optimale und somit kostengünstige Fertigung erfolgen kann.

Leiterplattendaten / Stückliste:

Mindestanforderung zum Bestücken von Baugruppen sind Gerberdaten, Bestückungsplan und Stückliste. Optimalerweise wird die Stückliste als Excel-File zur Verfügung gestellt.

Besser sind Pick and Place-Daten, Bestückungsplan, Montageplan, Schaltplan, Leiterplattenspezifikation, Prüfanweisungen und Prüf-Software.

Im Idealfall stellt der Kunde „intelligente Daten“, wie z.B. ODB++, ASCII, Eagle, GenCAD... zur Verfügung. In diesen Daten sind (abhängig vom „Intelligenzgrad“) alle Lagen, Bohrfiles, Pick and Place und die Stückliste enthalten und „verheiratet“. Dadurch lassen sich sämtliche Automatenprogramme leichter erstellen und sind hilfreich für den Funktions-/In-Circuit-Test, die Dokumentation und die Fehlersuche bei Reparaturen.

Die minimalen Anforderungen an eine Stückliste sind die Bauteilbezeichnung und die Bestückposition. Je mehr Informationen darin enthalten sind, desto besser ist die Beschaffung der Bauteile und einfacher die Bestückung. Daher sind zusätzliche Angaben, wie alternative Hersteller, exakte Abmessungen, Toleranzwerte, etc. hilfreich.

Beispiel einer gut strukturierten Stückliste:

Baugruppe:		Example 1								Datum:		17.07.2012
Revision:		A								Ersteller:		RAS
Stückliste:												
Pos	Anzahl	Best. Pos.	Wert	Details	Gehäuse	Artikel. Nr.	Benennung	Hersteller	Hersteller Nr.	Assembly	Info	
1	1	LP1		Rev-01		LP-00-01	Leiterplatte	Leiterplattenfertiger XYZ	08154711			
2	7	C1, C3, C4, C5, C7, C8, C9	1nF	50V; 10%; X7R	0603	C-000-01	KeKo	keine Herstellerbindung		SMD		
3	3	C2, C6, C10	4,7nF	50V; 10%; X7R	0603	C-000-02	KeKo	keine Herstellerbindung		SMD		
4	6	R1, R2, R5, R6, R7, R8	6k19	0,1%, TC50, 63mW	0603	R-00-01	Widerstand	keine Herstellerbindung		SMD		
5	2	R3, R4	10R	1%; TC50; 500mW	melf	R-00-02	Widerstand	keine Herstellerbindung		SMD		
6	2	D1, D2	BAV99		SOT-23	D-000-01	Diode	Infineon	BAV99	SMD		
7	1	U1	LM2674M-12		SO-8	I-000-01	IC	National Semiconductor	LM2674M-12/NOPB	SMD		
8	2	C11, C12	220µF	16V; 20%; 2000h @ 105°C; h<=25mm	RM3.5 / D8	C-000-03	Elko	keine Herstellerbindung		THT		
9	1	X1	16-pol	16-POL GEW RM2	RM 2,0	ST-000-01	Stecker	JST	S16B-PASK-2	THT		
10	1	für F1	8,0 A	Serie 374		S-000-01	Sicherung	Litelfuse	374 xxxx xxxx		Sicherung nur Beilegen!	
11	1	F1		Serie 560	RM 5,08 / D9,5	SH-000-01	Sicherungshalter	Litelfuse	560 0000 xxx	THT		
12	1	Label 1		25,4 x 10 mm		Lab-000-01	Label	Avery	L4731REV		Label aufbringen, siehe Bestückungsplan	



Revisions-Index / Varianten-Bestückung:

Unsere Erfahrung zeigt, dass ein Revisions-Index bei der Roh-Leiterplatte und ein separater Revisions-Index bei der Stückliste bzw. Baugruppe geführt werden sollte. Dies erleichtert vor allem Bestellvorgänge und ist bei der Fertigung vieler Lose unerlässlich.

Besonders bei mehreren Bestückungsvarianten einer Roh-Leiterplatte ist auf eine saubere Revisionsführung zu achten. Die Roh-Leiterplatte sollte mit eigener Artikelnummer und Revisionsstand in der Stückliste geführt werden.

Roh-Leiterplatte:

Gängigstes Basismaterial ist FR4. Andere Materialien (Aluminium, Keramik, o.ä.) können wir ebenfalls verarbeiten.

Die Leiterplattenstärke sollte zwischen 1,0 und 3,5 mm betragen, grundsätzlich jedoch in einem „gesunden“ Verhältnis zu den Außenmaßen des Nutzen stehen.

Bei Unter- oder Überschreiten der o.g. Maße ist auf die Anordnung des Nutzen besonders zu achten. Wir empfehlen die Rücksprache mit dem Leiterplattenhersteller.

Als Oberfläche werden chemische Beschichtungen, wie z.B. chem. Ni/Au bevorzugt. HAL-Oberflächen (hot air leveling) sind ebenfalls geeignet, sofern keine Finepitch-Bauteile oder BGAs bestückt werden müssen.

Unnötig große Masseflächen sollten aufgrund thermischer Prozesse beim Lötvorgang vermieden werden.

Ideal ist, den Positionsdruck auf die LP aufzubringen, solange ausreichend Platz vorhanden ist.

Zwei Passermarken (Fiducials) sollten auf der Leiterplatte aufgebracht werden. Bestenfalls sind diese asymmetrisch an zwei gegenüberliegenden Ecken zu platzieren, so dass sie möglichst weit voneinander entfernt sind (siehe auch Abschnitt „Fiducials“ Seite 4).

Erstellung eines Einzel- bzw. Mehrfachnutzen:

Nutzen sind Einfach- oder Mehrfachanordnungen von Leiterplatten. Sie dienen hauptsächlich zur besseren Weiterverarbeitung in Maschinen/Automaten und zum einfacheren Handling.

Nutzen werden i. d. R. vom Leiterplattenbestücker selbst definiert, da diese an den internen Fertigungsprozessen optimiert ausgerichtet werden.

Für eine maschinelle Verarbeitung sind auf dem Nutzen folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Bauteilfreie Zone (Nutzenrand)
- Passermarken (Fiducials)
- Fanglöcher (Tooling holes)
- Bereich für einen Lasercode (Barcode Area)

Da diese Eckdaten für eine Leiterplatte nicht immer vorgegeben sind, werden sie standardmäßig auf den Nutzenrändern aufgebracht.

Der Nutzenrand dient zusätzlich als Führung auf den Transportketten in den einzelnen Automaten/Maschinen. Daher dürfen hier keine Bauteile aufgebracht sein.

Die Anordnung der Leiterplatten auf dem Nutzen richtet sich nach dem Layout - grundsätzlich gilt:

- bei asymmetrischen Layout die Leiterplatten ggf. ineinander drehen, um Material zu sparen
- keine größeren Ausfräsungen auf dem Nutzen zulassen (Sensoren in den Maschinen geben falsche Signale)
- niemals verschiedene Leiterplatten in einem Nutzen fertigen
- niemals Top- und Bottom-Seiten auf einem Nutzen mischen

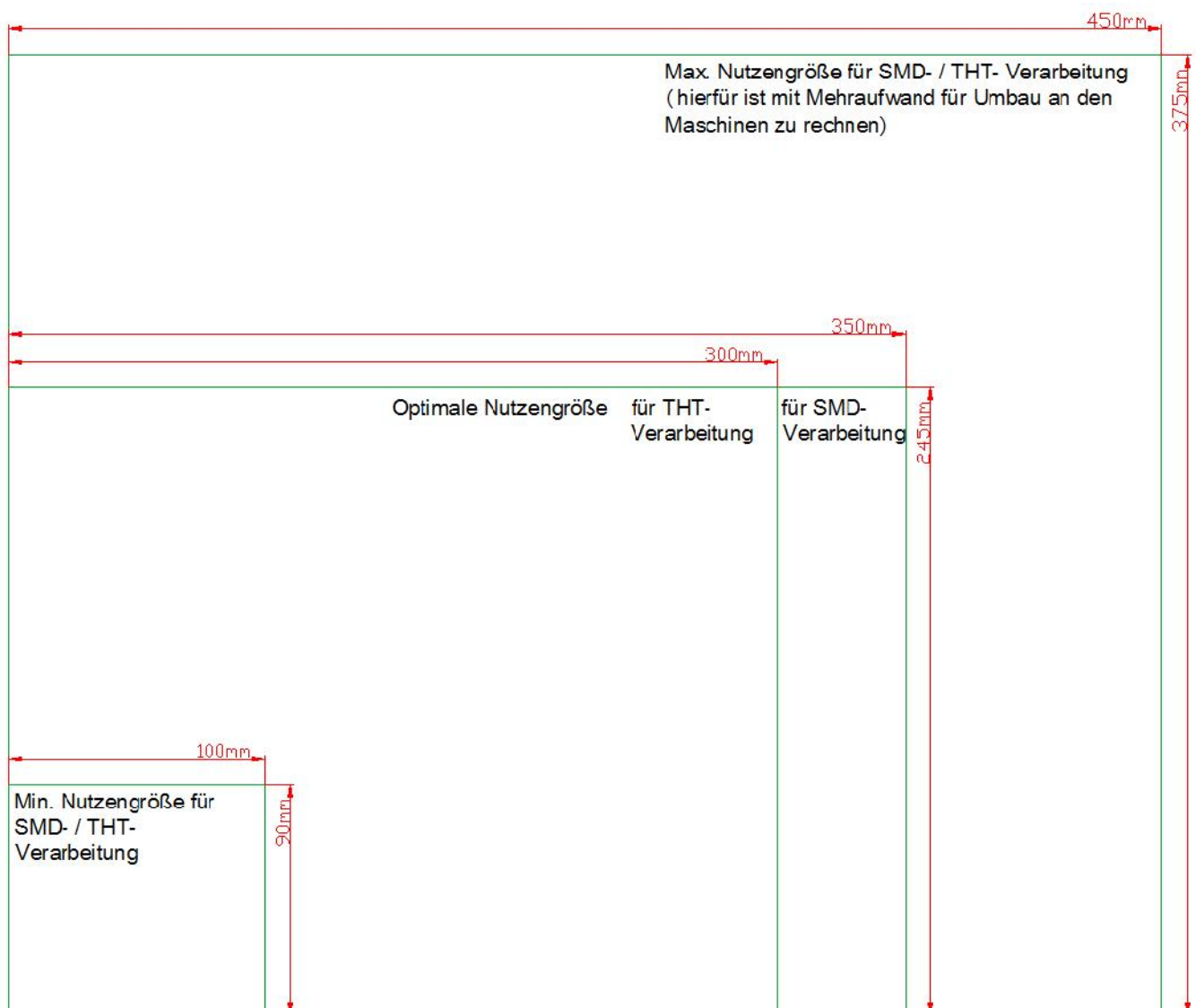


Ist eine Leiterplatte vom Kunden so konzipiert, dass die Größe nur ein Stück pro Nutzen zulässt, wird sie nur noch mit den Nutzenrändern versehen. Man spricht hier von einem Einzelnutzen. Sind alle Kriterien (Fiducial auf der LP, Bauteile nicht zu nah am Rand, ...) auf der LP vorhanden, ist kein Nutzen bzw. sind keine Nutzenränder erforderlich (Einzelplatine ohne Nutzen).

Bauteilfreie Zonen für die maschinelle Verarbeitung:

Grundsätzlich sollten mindestens 5 mm Abstand vom LP-Rand eingehalten werden, da die LP sonst nicht auf den Kettenbändern der Maschinen transportiert werden bzw. die Bauteile in den Leiterplattenmagazinen abgerissen werden können. Bevorzugt werden 10 mm Nutzenrand, oben und unten längs entlang dem Nutzen (siehe Beispiel Zeichnung).

Größe des Nutzen für die maschinelle Verarbeitung:





Bauteilhöhen:



Größe des Nutzen für die manuelle Verarbeitung:

Es gibt keine Einschränkungen in Bezug auf die Größe. Hier dient ein Mehrfachnutzen vor allem zum einfacheren Handling.

Nutzenränder sind in der Regel nicht erforderlich, es sollte aber auch hier bauteilfreie Zonen von mindestens 5 mm eingehalten werden, damit die Nutzen in Magazine eingeschoben werden können.

Fiducial (Passermarken):

Fiducials sind so zu wählen, dass sie gut erkennbar sind bzw. einen guten Kontrast zur Leiterplatte bilden. Bestenfalls sind diese vom Lötstopplack freigestellt.

Als Standard sind insgesamt 12 Fiducials auf dem Nutzenrand definiert: 4x Fadenkreuz, 4x rund, 4x Quadrat.

- alle je 2 x bedeckt mit Lötstopplack und je 2 x frei von Lötstopplack
- alle je 2 x am unteren Nutzenrand und je 2 x am oberen Nutzenrand

(siehe Beispiel Zeichnung Seite 5)

Tooling hole:

Tooling holes dienen zur Fixierung des Nutzen, z.B. für Hilfswerkzeuge, Testgeräte ...

- 2 x am oberen Nutzenrand (siehe Beispiel Zeichnung)
- 2 x am unteren Nutzenrand (siehe Beispiel Zeichnung)

(siehe Beispiel Zeichnung Seite 5)

Durchmesser sollte 3 mm betragen (Toleranz von +/-0,1 mm i.O.)

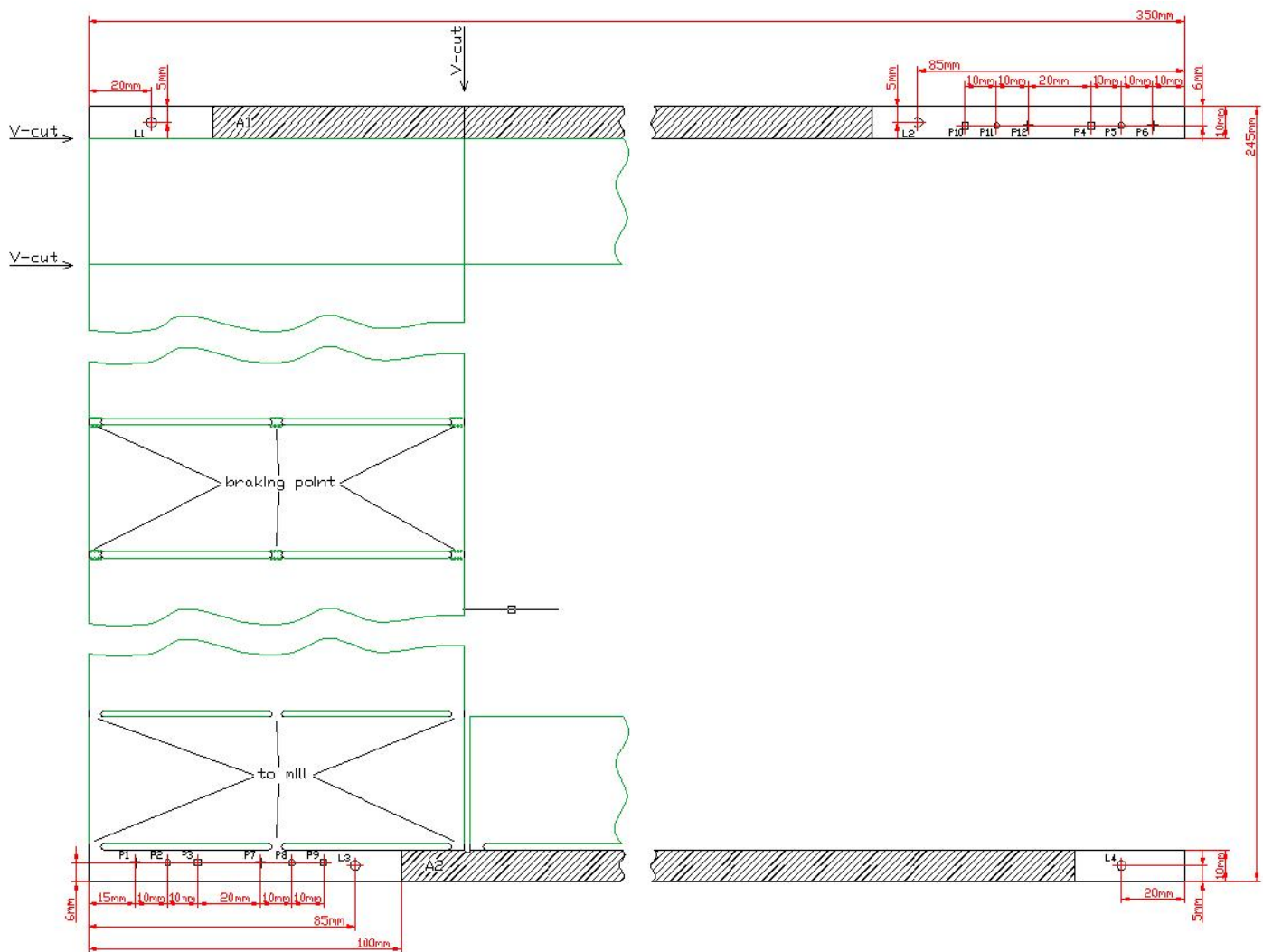
Fanglöcher dürfen weder metallisiert noch verzinkt sein.

Barcode Area:

So groß wie möglich auf den Nutzenrändern, mindestens jedoch 8 x 8 mm (siehe Beispiel Zeichnung Seite 5).



Beispielzeichnung eines Nutzen:



SMT- Bestückung:

Eine einseitig SMT-bestückte Leiterplatte ist am einfachsten und somit am kostengünstigsten zu fertigen.

Beidseitig bestückte Baugruppen sollten ein ausgeglichenes Bauteilverhältnis von Top- und Bottom-Seite aufweisen. Schwere Bauteile sollten auf einer Bestückseite platziert werden.

Beispiel gutes Verhältnis: 300 BT auf Top zu 205 BT auf Bottom

Beispiel schlechtes Verhältnis: 500 BT auf Top zu 5 BT auf Bottom

Bei der Auswahl der Bauteile sollte auf Automatenbestückbarkeit geachtet werden.

Bei BGAs ist eine umliegende bauteilfreie Zone vom 5 mm ideal. Sie ist für etwaige Rework-Arbeiten erforderlich.



THR- Bestückung:

Es gelten die gleichen Kriterien wie bei der SMT-Bestückung.

Bei THR-Bauteilen sind vor allem die Herstellerangaben in Bezug auf das Leiterplattenlayout zu beachten.

Besondere Aufmerksamkeit gilt dem Schablonendruck. Daher empfehlen wir Rücksprache zwischen Leiterplatten-Layer und -bestücker zu halten.

THT- Bestückung:

Auch bei THT-Bestückung gilt: Einseitig bestückte Baugruppen sind am kostengünstigsten. THT-Bauteile daher möglichst auf der SMD-Seite bestücken.

Bei zweiseitig bestückten Leiterplatten sollte der optimale Abstand zwischen THT-Pin und dem nächstem SMD-Pad von mindestens 2,0 mm eingehalten werden.

Zusätzliche Anforderungen:

Angaben wie ESD-Logo, RoHS-Logo, etc. möglichst im Positionsdruck der Roh-Leiterplatte übernehmen. Ansonsten ist eine Kennzeichnung mit Laser oder Aufkleben von Etiketten machbar, jedoch aufwendiger.

Für bessere Traceability (Rückverfolgbarkeit) ist ein Feld auf der Leiterplatte in der Größe von 8 x 8 mm für Laserung eines 2D-Code freizuhalten. Zu beachten ist, dass die Fläche mit Lötstopplack bedeckt sein und sich eine Kupferfläche darunter befinden muss.

Bauteile und andere Komponenten müssen den Temperaturen eines bleifreien Lötprozesses entsprechen und für eine bis zu dreifachen Ofendurchfahrt freigegeben sein (Peak-Temperatur ca. 250 °C).

Test:

Bevorzugt werden ICT (In-Circuit-Test), der ggf. in Kombination mit einem Funktionstest durchgeführt wird. Auf Wunsch wird nur ein Funktionstest gemacht. Dazu steht bei Matulka ein erfahrener Prüfmittelbau zur Verfügung.

Kriterien:

- Testflächen/Prüfpunkte müssen für den ICT vorhanden sein (\varnothing 0,8 - 2,0 mm, in Sonderfällen bis 0,6 mm)
- Testflächen möglichst nur auf der Lötseite; beidseitige Kontaktierung ist wesentlich aufwendiger und somit teurer
- keine hohen Bauteile auf der Lötseite
- Abstand der Testflächen > 2,05 mm wählen; geringere Abstände sind möglich, jedoch aufwendiger und teurer
- Bereich um Testflächen muss frei bleiben; keine unmittelbar anstoßende Platzierung von Bauteilen
- bei Testflächen für Spannungsversorgung im Funktionstest mehrere Testpunkte pro Netz vorsehen (je nach Stromaufnahme)
- 2 Fangbohrungen zur Ausrichtung und Fixierung der Baugruppe müssen zwingend vorhanden sein
- ideal sind sicher verlackbare Vias, um die Baugruppe ohne Haube zu testen (Luftundurchlässigkeit)
- Schaltpläne als pdf-Datei mit textfähiger Suche zur Verfügung stellen

AOI (Automatic Optical Inspection):

Kriterien für die Erstellung eines AOI-Programms:

- Pick und Place Datei mit den Bauteilinformationen: Name, X, Y, Winkel, Gehäuseform, Leiterplattenseite
- unbestückte Positionen müssen ebenfalls enthalten sein (für Kurzschlussprüfung)
- Stückliste mit Herstellerbezeichnung und Artikelnummer
- min. 2 Passermarken auf der Baugruppe oder Teilschaltung (müssen in der P&P-Datei enthalten sein)
- Bauteilfreie Zone: Streifen von 5 mm oben und unten entlang der Platine



- SMD-Bauteile sollten sich in einem seitlichen Betrachtungswinkel von 45° nicht gegenseitig verdecken, damit eine Schrägblickprüfung der Lötung an Pins möglich ist
- das Pin-Ende von Gullwing-Pins darf nicht mit dem Pad-Ende abschließen; das Lötpad muss deutlich unter dem Pin-Ende sichtbar bleiben, um die Lötung eindeutig beurteilen zu können
- idealerweise ein bestücktes verbindliches Muster zur Verfügung stellen

Einpresstechnik:

Die Einpresstechnik wird bei Steckerleisten oder Powersteckern eingesetzt. Mittels pneumatischer Handhebelpresse werden die Stecker in die Leiterplatte eingepresst. Ein Verlöten ist nicht erforderlich.

Wichtig: Beim Layout sind die Richtlinien des Steckerherstellers zu beachten.

- Vorteil: + einfachere und schnellere Verarbeitung gegenüber dem Löten
Nachteil: - Initialkosten, da für jeden Steckertyp ein Einpresswerkzeug erforderlich ist

Bügellöten:

Diese Technik wird bei verschiedenen Anschlussleitungen wie OLED, Flexfolie, Fachleiter oder kleineren Litzen angewendet. Mit Hilfe von speziell angefertigten Lötbügeln wird hier gezielt unter Druck, Wärme und in einer vorgegebenen Zeit der Lötvorgang durchgeführt. Dies garantiert eine gleichbleibende Qualität der Lötstellen. Werden Bauteile auf eine Leiterplatte eingesetzt, die das Bügellöten erfordern, empfehlen wir zwingend Rücksprache mit dem Leiterplattenfertiger in Bezug auf das Layout.

- Vorteile: + gleichbleibende Qualität
+ schnelle Verarbeitung
Nachteil: - Initialkosten, da für jedes Bauteil ein Lötbügel und eine Gegenaufnahme erforderlich ist.

Nutzentrennen:

Um die einzelnen Leiterplatten vom Nutzen heraus zu trennen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

▪ Ritzkanten (V-Cut)

Ritzkanten sind Sollbruchkanten, bei der mit einer Vorrichtung die Leiterplatte aus dem Nutzen herausgetrennt wird.

- Vorteile: + einfache Verarbeitung
+ relativ geringe mechanische Belastung der Leiterplatte
Nachteile: - je mehr Ritzkanten, desto instabiler der Nutzen
- Grat von ca. 0,2 mm bleibt
- nur einsetzbar bei einer Leiterplattenstärke von 2 mm; > 2 mm sollten gefräst werden

▪ Sollbruchstellen

Sollbruchstellen werden so platziert, dass sie sich innerhalb der Leiterplatte befinden, um eine saubere Bruchkante zu erhalten. Sie werden bei Leiterplattenstärken > 2 mm eingesetzt.

- Vorteil: + saubere Kante der Leiterplatte, vorausgesetzt die Bruchstelle ist innerhalb der Leiterplatte platziert
Nachteile: - hohe mechanische Belastung an den Bruchstellen
- naheliegende Leiterbahnen sind gefährdet
- bei außen liegenden Bruchstellen sind grobkantige „Nasen“ in Kauf zu nehmen.

▪ Fräsen

Beim Fräsen werden nur noch kleinere Stege zwischen Leiterplatte und Nutzen gelassen, die nach der Fertigung weggefräst werden. Steganbindungen sollten generell mindestens 10 mm von evtl. Rändern entfernt sein und nicht unter hervorstehenden Bauteilen liegen.



- Vorteile: + saubere Kanten
+ keine mechanische Belastung der Leiterplatte
- Nachteil: - Initialkosten (Fräsprogramm, Werkstückträger)

Generell gilt: Leiterbahnen sollten einen gewissen Sicherheitsabstand zum Leiterplattenrand haben, um Beschädigungen durch mechanische Einflüsse beim Nutzentrennen zu vermeiden.

Wir fertigen ausschließlich nach IPC 610 Standard Klasse II.

Rückfragen und Nebenabreden bei abweichenden Abständen sind möglich, sofern diese umsetzbar sind.

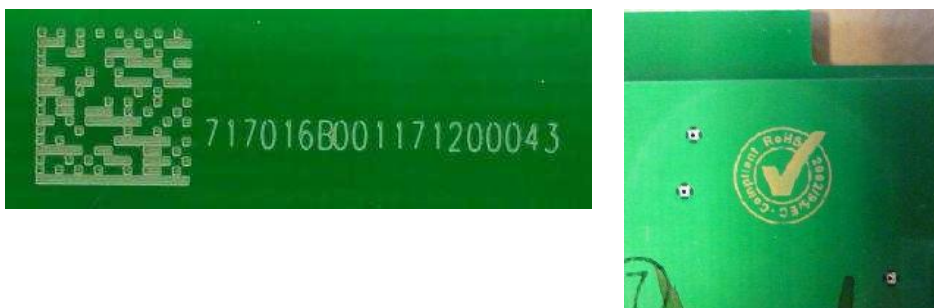
Beispiele:

Bilder verschiedener Logos

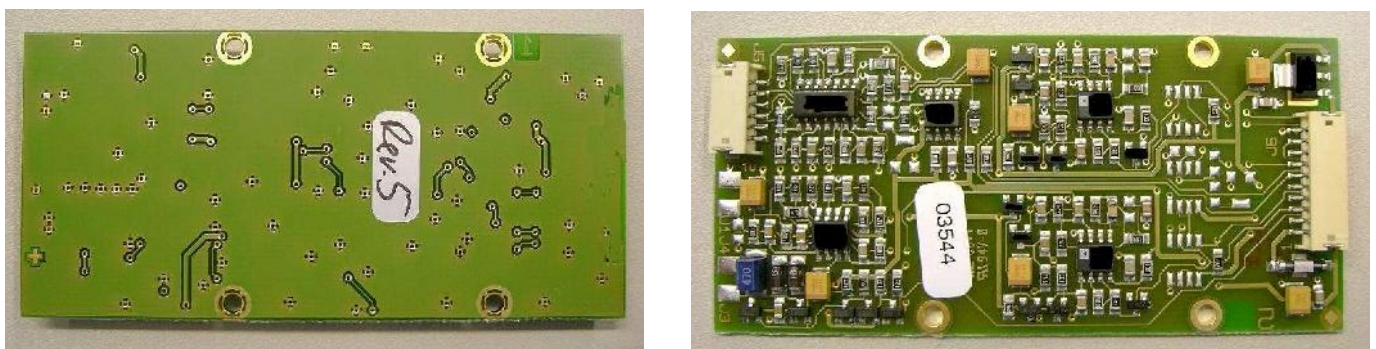
... im Positionsdruck



... Laser

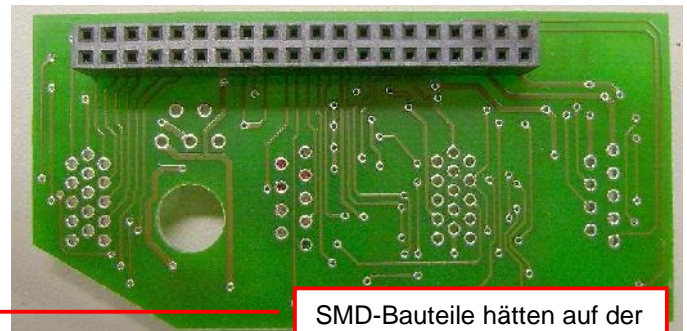
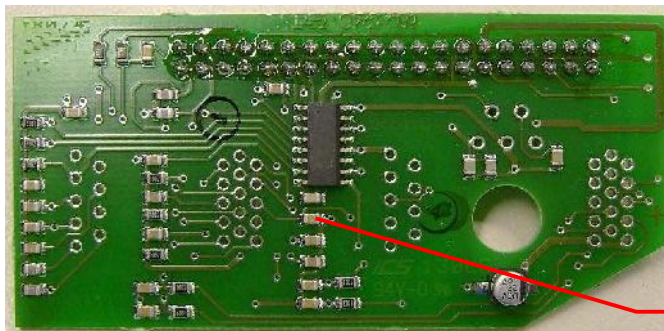
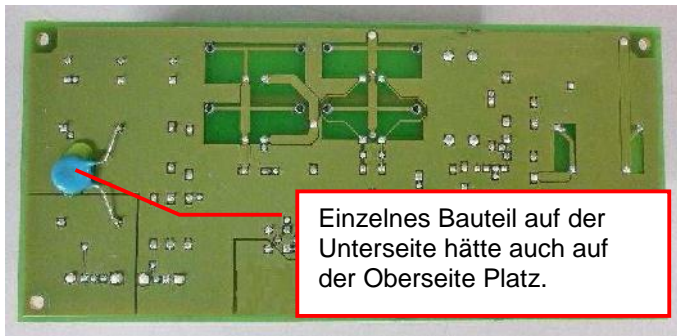


Positives Beispiel für Bauteilverteilung bei bestückten Leiterplatten:



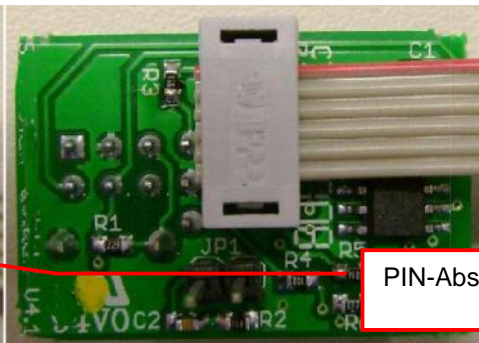
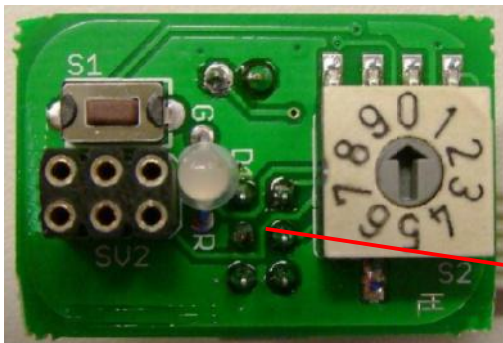


Negativ-Beispiele für Bestückung:

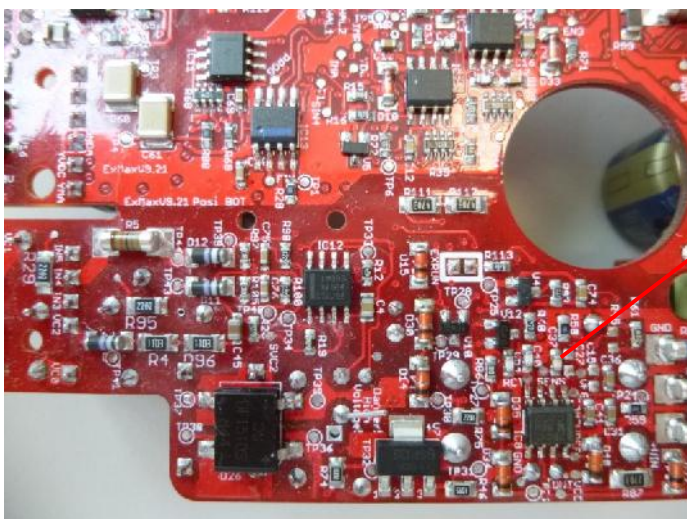


SMD-Bauteile hätten auf der Oberseite Platz.

Negativ-Beispiele für PIN-Abstände:



PIN-Abstände sehr knapp.



PIN-Abstände sehr knapp.