

Über TO-92 Gehäuse

(About TO-92 housings)

Rev. B2

von Dipl. Ing. Bernd Wiebus

Abstract: About TO-92 housings for solid state devices. A short essay about an old type through hole package for elektronical devices. Some practical experiences and descriptions without real access to the original JEDEC documents.

Obwohl mir die original JEDEC Unterlagen über TO-92 Gehäuse nicht vorliegen, habe ich hier einige Informationen über diese lange bekannte und nun fast als „alt“ zu bezeichnende Gehäuseform zusammen getragen. Dazu habe eine Anzahl Datenblätter von Transistoren mit TO-92 oder TO-92 ähnlichem Gehäuse wahllos herausgegriffen und miteinander verglichen. Die Tabelle Transistoren und TO-92 Gehäusevarianten, Teil I und Teil II enthält eine Aufstellung der Transistoren und der betrachteten Parameter.

Dabei zeigte sich, dass diese Gehäuseform nur relativ vage beschrieben ist, eine Reihe von leicht bis stärker abweichenden Varianten existieren, die auch teilweise firmenspezifisch sind, und auch firmenspezifische Bezeichnungen tragen.

Gemeinsame Grundlage ist ein Gehäuse mit im allgemeinen drei Anschlüssen, die in einer Reihe nebeneinander liegen und deren Mittelachsen ca. 1,27mm auseinander liegen. Die Gehäuse selber sind aus Kunststoff und können in ihrer Form relativ stark variieren. Die vorherrschende Form ist ein senkrecht stehender Zylinder mit einer abgeflachten Seite, auf der im allgemeinen das Firmenlogo, die Bauteilbezeichnung und, in verschlüsselter, abgekürzter Form das Fertigungsdatum bzw. eine Chargennummer aufgedruckt sind.

Die Anschlussdrähte treten dabei nach unten aus der Stirnseite des Zylinders heraus. Die abgeflachte Fläche ist dabei parallel zur Reihe der Anschlussdrähte.

Dabei kann die Form des Zylinders durch angenäherte Polygone und gebrochene Kanten oft eher einem Prisma gleichen. Die Oberseite des Zylinders kann eben (meistens), aber auch kuppelartig gewölbt sein. Der maximale Durchmesser des Zylinder beträgt 5,32mm (P2N2222; Motorola), und seine Höhe 5,33mm (es gibt aber besonders hohe Sonderbauformen, z.B. 2SC2482 von Toshiba).

Doch sollte alles, was mit TO-92 bezeichnet wird, auf einen kreisförmigen Footprint von ca. 5,7mm passen. Siehe Bild 1 und Bild 8. Davon **unberücksichtigt** bleiben eventuell Anteile der Pads, die über die Bauteilgrenzen herausragen können. Als **schlimmster Fall**, wenn man sehr große Pads annimmt, und diese in die grundsätzliche Dimensionierung mit einbezieht, **sollte aber eine kreisförmige Fläche von 7,2mm Durchmesser die absolute Obergrenze darstellen.** Siehe Bild 10, Version D.

In den meisten Fällen dürfte man mit erheblich weniger Platz auskommen. Insbesondere kann die freie Fläche durch die flache Seite der Grundfläche anderweitig verwendet werden. Inwieweit aus Störungs- Thermischen- und Hochspannungsgründen ein **zusätzlicher Sicherheitsabstand** eingehalten werden muss, ist nicht Gegenstand dieser Betrachtung.

Es gibt abweichende Bauformen wie TO-92S, TO-92M oder TO-92MOD. Diese abweichenden Bezeichnungen scheinen aber firmenspezifisch zu sein. So differieren die TO-92M Gehäuse des 2SC2383 (Shenzhen City Koo Chin) und 2SC5343M (AUM) stark voneinander. TO-92S (2SC1749S; Jiangsu Changjiang) ist scheinbar eine besonders kleine Bauform. Leider fehlen dem Datenblatt Maßangaben, doch haben diese Gehäuse der Form nach eine gewisse Ähnlichkeit mit bezeichnungslosen Gehäusen von NEC (2SC2785, 2SA1175). Als Beispiel für ein von TO-92 abweichendes Gehäuse, das aber gut auf einen TO-92 Footprint passt, sei auf Bild 6 ein BCX38 gezeigt.

Der Abstand der Anschlussdrähte ist bei TO-92 Gehäusen annähernd gleich. Sie treten mit einem Mittlenabstand von ca. 1,27mm aus dem Gehäuse aus. Die Dicke der Anschlussdrähte ist schwer anzugeben. Runde Drähte sind eher selten. Üblich sind z.B. achtkantig prismatische Anschlüsse (Motorola; ON-Semi) oder auch rechteckig bis quadratische. **Einen Lochinnendurchmesser für die Montage von 0,8 mm anzunehmen dürfte in den meisten Fällen ausreichend vorsichtig sein.** Die meisten Transistoren sollten auch noch in 0,6mm Bohrungen passen. **Eine Ausnahme könnte der BC327 (und Familienverwante) von Philips sein, für den ich eher ein 0,9-1mm Loch verwenden würde.** Einige Bauformen zeigen in einigen Millimetern Abstand vom Gehäuse eine Verbreiterung der Drähte, wohl um ein zu tiefes Hineingleiten in die Befestigungsbohrungen zu vermeiden.

Die Beziehung der Anschlussbedeutung /Anschlusseigenschaften zur Position des Anschlussdrahtes ist ebenfalls vom jeweiligen Bauteil abhängig. Häufig, aber eben nicht immer, ist Gate bzw. Basis der mittlere der drei Anschlüsse. **Auskunft kann hier nur das das passende aktuelle Datenblatt geben.** Es gibt auch zweipolige Bauteile wie Dioden (z. B. SFH206K) oder Temperaturfühler (z. B. KTY81, KTY10) in einem TO-92 Gehäuse. Der dritte Draht kann dabei komplett entfallen (meistens), unbelegt sein, oder mit einem der anderen Anschlüsse intern verbunden sein. Ebenso werden andere Bauteile mit drei Anschlüssen in einer TO-92 Bauform angeboten, z.B. der Längsregler 78L05. TO-92 Gehäuse wären, analog zu den vergleichbaren TO-18 Gehäusen, auch mit vier Anschlüssen denkbar. Allerdings finde ich kein existierendes Beispiel dafür.

Abgesehen von der Ausführung, bei der die Anschlussdrähte geradeaus ungebogen (in line straight) aus dem Gehäuse herausragen, existieren Ausführungen, bei der die Anschlüsse nach Austritt aus dem Gehäuse weiter auseinander gebogen sind, aber immer noch in einer Reihe liegen (In line wide). Der gegenseitige Abstand der Mittelachsen der Anschlussdrähte ist dann ca. 2,54mm. Eine weitere daraus abgeleitete Variante ist, den mittleren Anschluss zu verkröpfen, so dass er aus der geraden Reihe der Anschlussdrähte abweicht. Dieses kann nun nach vorne oder nach hinten erfolgen. Dies schließt die Kompatibilitätslücke zu den TO-5 und TO-18 Gehäusen, bei denen die Anschlussdrähte auf einem Kreisbogen liegen, und darum ein Dreieck aufspannen. Die Ausführung mit Verkröpfung gibt es als Ableitung aus der „In line“ Version in deren Varianten schmal und breit.

Die originale ursprüngliche Herstellung ist wohl immer eine „in line straight“ Version mit 1,27mm Pinabstand. Die davon abgeleiteten Versionen werden als „molded“ bezeichnet. Gegurtet sind (aus nahe liegenden geometrischen Gründen) nur „in line“ Versionen lieferbar. Die Gurte werden entweder auf einer Rolle aufgewickelt (Reel) oder gefaltet im Karton (Ammo box) geliefert. Alle anderen Versionen werden nur als lose Schüttung (bulk) im Karton oder in einer Tüte geliefert. Ebenso können die „in line“ Versionen auch als Schüttung geliefert werden.

Mit einer entsprechenden Biegevorrichtungen können aus der originalen „in line straight“ Version alle anderen „molded“ Versionen erzeugt werden. Ebenso können aus beiden „in line“ Versionen die jeweiligen gekröpfen Versionen erzeugt werden. Ein Zurückbiegen ist deutlich schwerer.

Die Verkröpfung erfolgt meistens von der flachen Beschriftungsseite weg. Es gibt aber auch Beispiele von Verkröpfungen in die genau entgegengesetzte Richtung. Bilder der unterschiedlichen Anschlussdrahtversionen sind unter Bild 1 bis 5 zu sehen.

Angaben über das **Gewicht** sind in den Datenblättern selten. Zudem **streuen** sie stark von **177mg** (BC556) bis **220mg** (BS170).

Praktische Erfahrung in der Beschaffung: Die Unterscheidung der Unterbauform/Lieferart erfolgt je nach Hersteller durch Suffixe in der Bauteilbezeichnung oder eine separate Bestellnummer (oder sonstige geeignete Verfahren). **Allerdings:** Bei kleineren Stückzahlen (im einstelligen 10 Tausender Bereich) sind die üblichen Versender in Deutschland z.Z. (Herbst 2009) nicht in der Lage, eine bestimmte Lieferform zu garantieren.

Konsequenzen bei der Bestückung: Die **maschinelle Bestückung** ist i.a. auf gegurtete Ware angewiesen. Mit allen Problemen, die aus dieser Anforderung resultieren. Siehe Bild 7. Bei **manueller Bestückung** bestehen deutlich mehr Freiheitsgrade, da es mit mehr oder weniger Aufwand möglich ist, eine beliebige Bauform in einen beliebigen Footprint zu setzen. Am idealsten für die Bestückung ist es natürlich, wenn man ein „straight in line“ oder „wide in line“ Bauteile direkt in den entsprechenden passenden Footprint. setzen kann. Es ist etwas mehr Aufwand, „straight in line“ oder „wide in line“ Bauteile in die korrespondierenden verkröpften Footprints zu setzen. Am kompliziertesten ist es, wenn Verkröpfungen und/oder Aufweitungen zurück gebogen werden müssen.

Konsequenzen für das Design: Unter dem Gesichtspunkt, das nicht vorhersagbar ist, welche Bauform nun genau geliefert wird, ergibt sich der günstigste Fall, wenn Bauteile in verkröpfte „wide“ Footprints gesteckt werden. Hier ist zwar der Idealfall „stright in line“ in „stright in line“ nie gegeben. Der unangenehme Fall aber, das etwas zurück gebogen werden muss, allerdings auch nicht, was unter dem Strich dann den Ausschlag gibt. Eine Alternative wäre es, „kombinations Footprints“ zu verwenden, die sowohl „in line“ als auch verkröpft zulassen. Kombinations Footprints, die sowohl die schmale als auch breite Bauformen zulassen, wären problematischer, da der Abstand zwischen den Bohrungen sehr klein wird.

Sonstige Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Footprints: Die verkröpften Versionen bieten rein mechanisch eine bessere Festigkeit gegen Verkippen. Diese Kippsicherheit existiert auch bis zu einem gewissen Maß schon während des Fertigungsprozesses im unverlöteten Zustand. Des weiteren ist aus geometrischen Gründen der Abstand zwischen den Anschlussdrähten auf der Platine bei den „wide“ Versionen und den gekröpften Versionen größer als bei den „straight“ bzw. „in line“ Versionen. Dieses hat grundsätzlich wenig Auswirkungen auf die Isolationsfähigkeit, da die Abstände am Transistor selber ja immer gleich eng sind. Allerdings ergeben sich doch Vorteile bei Verschmutzung und bei Kurzschlüssen durch Fremdkörper. Ebenso reduzieren die großen Abstände die parasitären Kapazitäten zwischen den Anschlüssen, was in Extremfällen wichtig ist. In diesem Falle wäre auch ein Kombinationsfootprint wieder ungünstig, da er grundsätzlich die Abstände verringert. Verkröpfte Anschlüsse sind auch nötig, wenn Transistoren als Ersatz in alten TO-18 Footprints verwendet werden müssen.

Synonyme: Da mir die Originalunterlagen der Normungsgremien/Normungsinstitute nicht vorliegen, hier einige TO-92 ähnliche Footprints.

Die **JEDEC Bezeichnung TO-92** ist anscheinend mit **TO-226AA** eng verwandt. Mit **TO-226** besteht zumindest eine Ähnlichkeit. Sie sollten, ohne Berücksichtigung der Bauteilhöhe, in den gleichen Footprint eingepasst werden können. In Philips/NXP Datenblättern wird JEDEC TO-92 gleichwertig mit **SOT54 (Philips?)** und der **EIAJ Bezeichnung SC-43** verwendet.

Motorola bzw. ON-Semiconductors bezeichnet diese Gehäuse als **Case 29-04** oder **Case 29-11** bzw. nur als **Case 29**. Die nachfolgend Angabe eines „Styles“ bezieht sich auf die Art des Anschlusses (z.B. „Gate“ oder „Basis“) und die Zuordnung zu einem bestimmten Pin.

Diese Anschlussbelegungen können ebenfalls variieren. Ein Beispiel hierzu soll das Datenblatt des BC396 von ST sein, in dem steht: **„On special request, these transistors can be manufactured in different pin configurations“**.

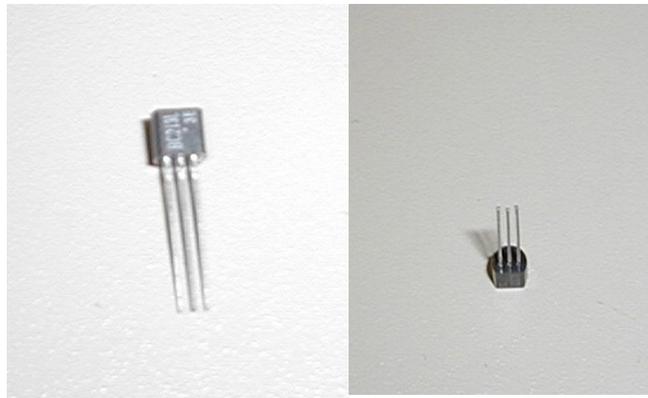


Bild 1: Beispiel für TO-92, „In line“ Version. Der Transistor ist ein BC213L.

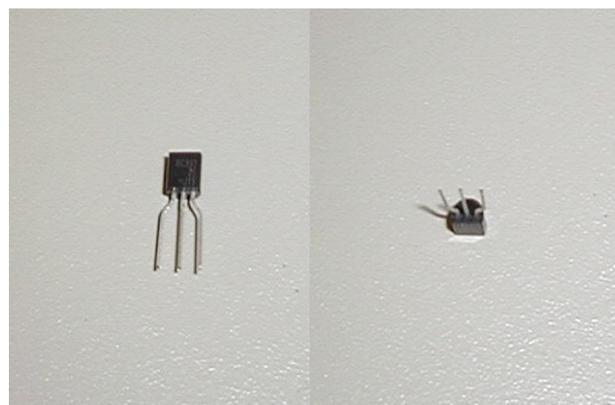


Bild 2: Beispiel für TO-92, „In line, wide“ Version. Der Transistor ist ein BC327.

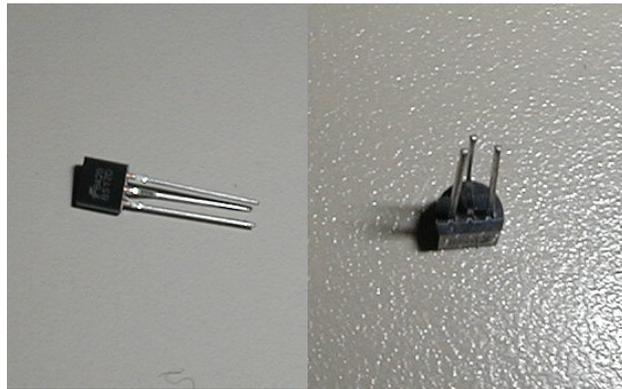


Bild 3: Beispiel für TO-92, „molded“ Version. Der Transistor ist ein BS170 (Fairchild).

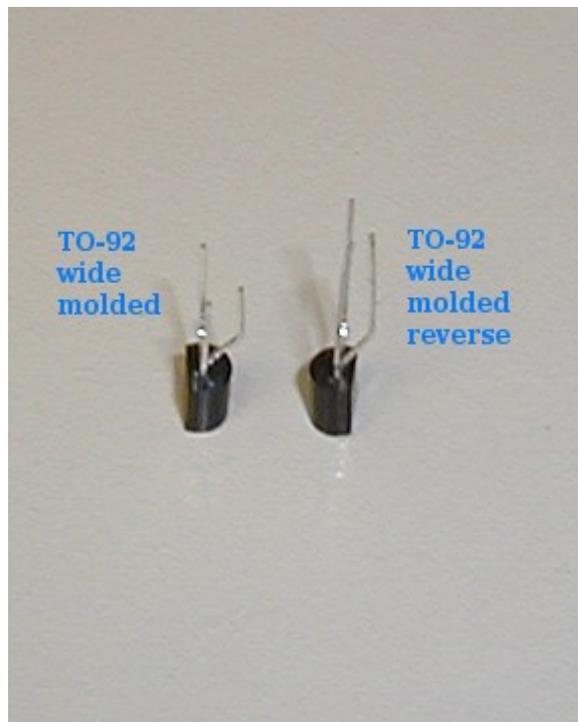


Bild 4: Beispiel für TO-92, „wide, molded“ Version. Der Transistor ist wieder ein BC327. Natürlich kann die Verkröpfung von der flachen Seite weg erfolgen (meistens), oder zu ihr hin (reverse)

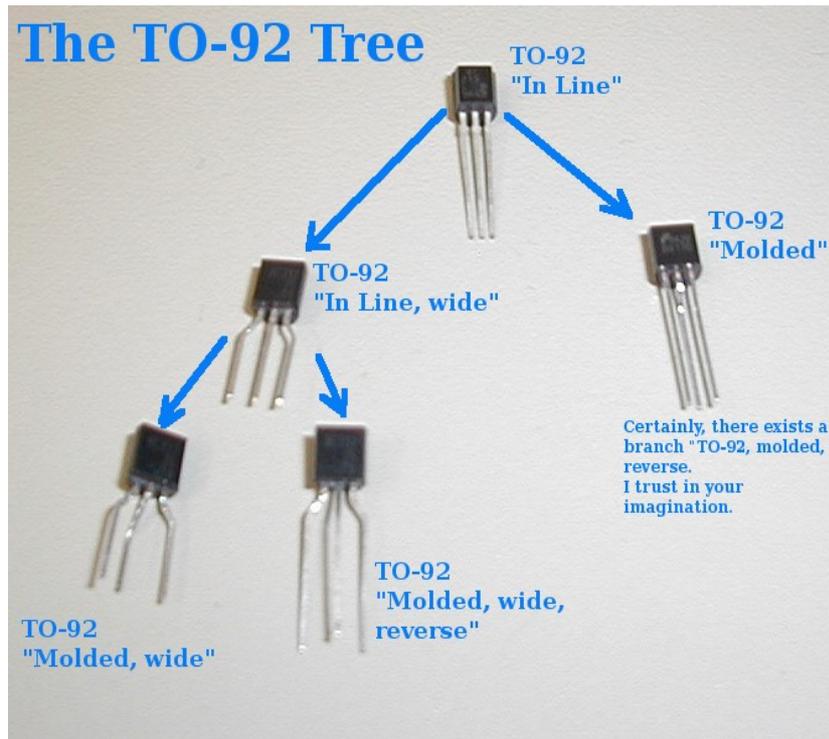


Bild 5: Der Baum der TO-92 Anschlussdraht Versionen.

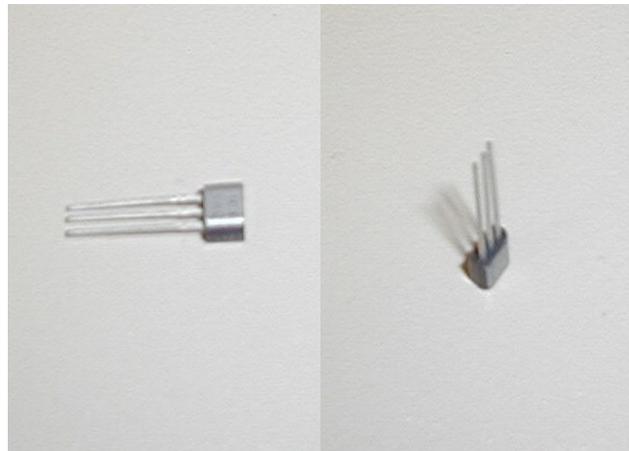


Bild 6: Beispiel für eine TO-92 Sondervariante. Die Anschlüsse passen in einen normalen TO-92 „in Line“ Footprint, aber das Gehäuse selber ist deutlich kleiner. Beide Seiten sind abgeflacht. Das führt gelegentlich zu Verwirrung bei der Montage: Die Maßgebliche Fläche ist die kleinere, die auch die Beschriftung trägt. Sie entspricht der flachen Seite in üblichen TO-92 Gehäusen. Der Transistor ist ein BCX38.

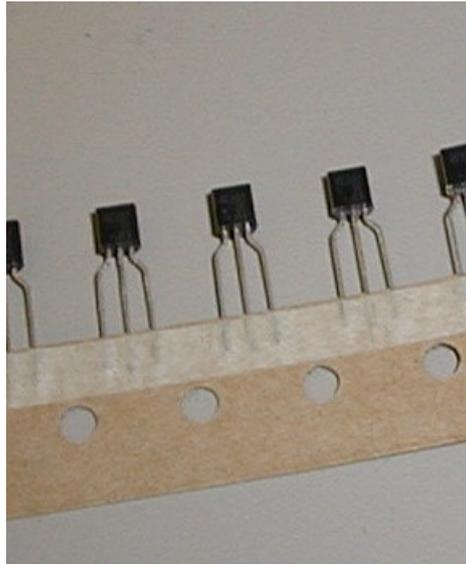


Bild 7: Beispiel für Bei der Lieferung gegurtete Transistoren.
Hier BC327 „in Line, wide“.

Geschichtliches: Die TO-92 Gehäuseform ist eine Nachfolgerin der TO-18 Gehäuseform. TO-18 Gehäuse sind runde Metallgehäuse, die an einer Stelle am Rand eine Nase haben, um die Orientierung festzulegen. Die Nase kennzeichnet oft, aber nicht immer, bei bipolaren Transistoren den Emitter. Die Anschlüsse treten an der Unterseite heraus, und liegen auf einem Kreis von 2,54mm im allgemeinen so, das sich zwei über den Durchmesser des Kreises gegenüberliegen, und der mittlere um 90° gedreht seitlich davon auf dem Kreisbogen liegt. Die Anschlüsse liegen damit in einem rechtwinkligen 1,27mm Raster und spannen ein Dreieck auf. Das ist einer der Gründe für die Existenz von verköpften TO-92 Versionen.....Kompatibilität mit der Vergangenheit.

Anforderungen an Footprints: Da nun Footprints quasi der „Fussabdruck“ der Bauteile auf der Platine sind, ergeben sich folgende Anforderungen an einen passenden Footprint für TO-92 Gehäuse.

1. Platz: Sie stellen genug Platz auf der Oberfläche der Platine zur Verfügung. Dies ist sichergestellt, wenn wir eine Kreisförmige Fläche von ca. 6mm Durchmesser zur Verfügung stellen, von der durch eine Sehne, die einen Radius rechtwinklig zur Hälfte schneidet, wieder ein Stück abgeschnitten wird. Diese Sehne stellt die flache Seite des TO-92 Gehäuses dar. Der Kreisbogen mit der Sehne wird auf dem Bestückungsaufdruck (Silkscreen) gezeichnet. Siehe Bild 8.

2. Padposition „inline“: Es werden für die Inline Version drei Pads angelegt, die in einer Reihe liegen. Der mittlere der Pads liegt genau im Kreismittelpunkt, die anderen beiden auf den Schnittpunkten eines Hilfskreises um den Mittelpunkt des Kreisbogens aus 1. mit einer Hilfsgeraden, die parallel zur Sehne aus 1. durch den Mittelpunkt des Kreisbogens aus 1. führt. Für die „schmale“ Standardform hat dieser Hilfskreis einen Durchmesser von 2,54mm, und für die breite „wide“ Form hat er einen Durchmesser von 5,8mm. Siehe Bild 8.

3. Padposition „molded“: Für die gekröpften Versionen wird das mittlere Pad rechtwinklig zu der Hilfsgeraden aus 2. von der Sehne aus 1. weg verschoben, bis er auf den Hilfskreis aus 2. trifft. Für reverse gekröpfte Versionen wird analog vorgegangen, nur wird das Pad in Richtung der Sehne aus 1. (und über die Sehne hinaus) verschoben. Siehe Bild 9 und 10.

4: Padabmessungen: Es wird ein Bohrungsdurchmesser von 0,6mm für die Pads gewählt, um noch genügend Platz für einen Restring von 0,2mm Breite und Isolationsabstand in der schmalen Version zu haben. Siehe Bild 9, Version A. Der Bohrungsdurchmesser und der Restring müssen eventuell je nach verwendetem Bauteil (Anschlussdrähte) und gewünschtem Isolationsabstand angepasst werden. Siehe Bild 9, Version B und C. Bei Version B mit 0,8mm Bohrung ist der Restring sehr dünn geworden, so daß von dieser Version abzuraten ist. Da umgekehrt der Paddurchmesser wegen des dann zu klein werdenden Isolationsabstandes zwischen den Pads nicht vergrößert werden kann, wird in Version C auf ovale Pads ausgewichen. Um den Isolationsabstand grundsätzlich zu verbessern, wird bei Bild 9, Version D auf eine „molded“ Version ausgewichen, bei der der mittlere Anschluss um 1,27mm seitlich versetzt wird. Version D zeigt 0,8mm Bohrung und einen 1,3mm großen Paddurchmesser. Um einen großen Isolationsabstand bei gleichzeitig robustem und dicken Restring zu erhalten, werden in Bild 9, Version E zusätzlich zur Versetzung des Mittelanschlusses ovale, schräg gestellte Pads verwendet.

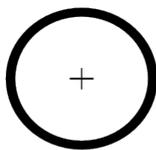
Bild 10 zeigt die verschiedenen Pads bei einem weitem Anschlussabstand von 2,54mm. Der weite Abstand entkrampft die Platzproblematik hinsichtlich Bohrungsdurchmesser, Restring und Isolationsabstand zwischen Pads sehr stark, trägt aber auf der anderen Seite nach Außen hin auf, so daß der Platzbedarf des Bauteiles insgesamt größer wird. Ob, und wie weit dieses zu einem Problem wird, hängt vom Einzelfall ab.

Bild 10, Version E zeigt einen „Universalfootprint“ für inline und molded Gehäusebauform für einen Anschlussabstand von 2,54mm

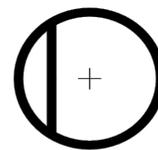
Hinweis: Der **Restring** sollte für ein zuverlässiges Layout **nicht zu dünn** sein. Hier kann ein Ovals Pad Platz in Richtung auf die Nachbarpads durch einen sehr schmalen Restring zugestehen, und im Bereich von Leiterbahnanschlüssen wird der Restring dann breiter und robuster werden. Der **Bohrungsdurchmesser** sollte **deutlich über** dem Durchmesser bzw. der Querschnittsdiagonalen der Anschlussdrähte liegen. Insbesondere bei Reparaturen ist es ein Problem, da Lötzinn im inneren der Durchkontaktierung aufrägt, und den **Durchmesser veringert**. Wünschenswert ist, den Lochdurchmesser ca. 0,2mm größer als den Durchmesser bzw. die Querschnittsdiagonale der Anschlussdrähte zu machen. Zu groß ist auch wieder ungünstig, da bei Bad- oder Reflowlötung das Lötzinn nicht mehr gut durch Kapillarwirkung in den Spalt gezogen wird. Bei Handlötung ist dieses eher unproblematisch.

Konstruktion des TO-92 Gehäuses (Silkscreen)

Gezeigt am Beispiel
des Layout Programmes
KiCAD (GNU-Lizenz)



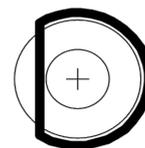
Teil A: Für Umrisszeichnung
(Silkscreen) mit 5,714mm
Durchmesser erzeugen



Teil B: Mit einer Sehne
auf ungefähr der Hälfte
des Radius die flache
Seite einzeichnen.



Teil C: Weglöschen des
überzähligen Kreisbogens (*)

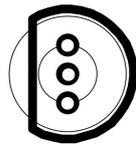


Teil D: Einzeichnen zweier
Hilfskreise mit 1,27 mm und
2,54 mm Radius. Diese können
später gelöscht werden.

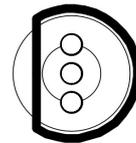
(* Da KiCAD in der gegenwärtigen Form für Module in der gegenwärtigen Form nur komplette Kreise zeichnen kann, wird das Kreissegment auf der rechten Seite mit dem Polygontool nachgezeichnet, und dann der ursprüngliche Kreis gelöscht.

Footprints von TO-92 Gehäusen

Am Beispiel des
Layout-Programmes
KiCAD (GNU-Lizenz)



Version A: Inline, 1,27 mm Abstand, Bohrung 0,6mm Innendurchmesser. Pad-durchmesser 1mm.



Version B: Inline, 1,27mm Abstand, Bohrung 0,8mm Innendurchmesser. Pad-Durchmesser 1mm. Der Restring ist sehr schmal geworden, aber das Pad lässt sich kaum noch vergrößern.



Version C: Inline, 1,27mm Abstand, Bohrung 0,8 mm Innendurchmesser. Um den zu dünnen Restrings zu Begegnen, wurden hier ovale Pads verwendet. Abmessungen 1mm zu 1,6m



Version D: Inline, 1,27mm Abstand, Bohrung 0,8 mm Innendurchmesser. Um den zu dünnen Restrings zu Begegnen, wurde hier eine "molded" Version verwendet, bei der der mittlere Anschluss um 1,27mm seitlich versetzt wurde. Jetzt kann mit ausreichendem Isolationsabstand ein Pad mit 1,3mm Durchmesser verwendet werden.

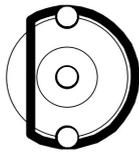


Version E Inline, 1,27mm Abstand, Bohrung 0,8 mm Innendurchmesser. Um das Footprint robuster zu bekommen, wird hier eine "molded" Version wie aus Version D verwendet. Zusätzlich werden schräggestellte ovale Pads verwendet. Abmessungen 1,3mm zu 1,8mm.

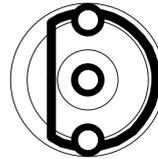
Bild 9: Footprints für ein 1,27mm Raster. Abbildungen vergrößert.

Footprints von TO-92 Gehäusen. 2,54mm Abstand (wide)

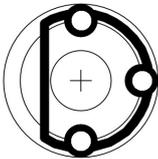
Am Beispile des
Layout-Programmes KiCAD
(GNU-Lizenz)



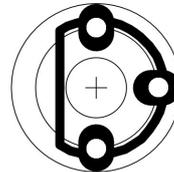
Version A: Innendurchmesser
der Bohrung: 0,8mm, Pad Durchmesser
1mm. Der Restriping ist zu dünn.



Version B: Innendurchmesser
der Bohrung: 0,8mm, Pad Durchmesser
1,3mm. Der Restriping ist nun ausreichend, ragt
über den Bauteilumriss hinaus. Der alles
umschliessende Kreis hat nun einen Durchmesser
von 6,476mm.



Version C: Innendurchmesser
der Bohrung: 0,8mm, Pad Durchmesser
1,3mm. Der Übergang auf eine "molded"
Version, bei der der mittlere Anschluss
um 2,54mm seitlich versetzt wird, schafft
mehr Isolationsabstand, aber die Pads ragen
über die Bauteilbegrenzung heraus. Der alles
umschliessende Kreis hat nun einen Durchmesser
von 6,476mm.



Version D: Innendurchmesser der
Bohrung: 0,8mm. Um zu einem
robusteren Footprint zu kommen, wurden
ovale Pads verwendet. Padmessungen 1,5mm
zu 2mm. Der alles umschliessende Kreis ist nun
noch größer geworden und hat nun einen
Durchmesser von 7,112mm.



Version E: Universalfootprint für "inline" und
"molded" Versionen von Bauteilen. Abmessungen
wie aus Version D mit zusätzlich verbundenem Pad.

Bild 10: Footprints für ein 254mm Raster. Abbildungen vergrößert.

Tabelle Transistoren und TO-92 Gehäusevarianten, Teil I

Transistor	Gehäuse Durchm.	Gehäuse Höhe	Pin Querschnitt:	Pin sichere Bohrung Durchm.	Pin Abstand	Gewicht	Leistung	Bauform	Pinanordnung	Datenblatt	Gehäuse JEDEC	Gehäuse Motorola/ON-Semi	Gehäuse alternativbezeichnung, Bemerkungen
2N3819	4,08mm-5,32mm	4,32mm-5,33mm	0,41mm x 0,533mm	0,8mm	1,15-1,39mm	k.A.	350mW	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben kuppelförmig	Inline, schmal	ON-Semi / Maerz 2002	TO-92	Case 29-11 Style:22	TO-226
2N7000	4,45mm-4,95mm	4,32mm-4,95mm	0,36mm x 0,56mm	0,8mm	1,14-1,4mm	k.A.	350mW	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach	Inline, schmal	ST / April 2005	TO-92	k.A.	k.A.
2SA1175	2,2mm x 4,2mm Diagonale 4,75mm	Max 3,2mm	0,42mm x 0,42mm	0,6mm	1,27mm	k.A.	250mW	Quaderförmig	Inline, schmal	NEC	k.A.	k.A.	KEIN TO-92, passt aber in Footprint. Ähnlichkeit mit TO-92S von Jiangsu Changjiang (2SC1749S)
2SC1749S	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	300mW	Quaderförmig	Inline, schmal	Jiangsu Changjiang	TO-92S	k.A.	k.A.
2SC2383	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,9W	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach, aber höher als TO-92 ueblich.	Inline, schmal	Shenzhen City Koo Chin	TO-92M	k.A.	k.A.
2SC2482	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	900mW	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach, aber höher als TO-92 ueblich.	Inline, schmal	Toshiba	TO-92MOD	k.A.	Toshiba 2-5J1A
2SC2785	2,2mm x 4,2mm Diagonale 4,75mm	Max 3,2mm	0,42mm x 0,42mm	0,6mm	1,27mm	k.A.	250mW	Quaderförmig	Inline, schmal	NEC	k.A.	k.A.	KEIN TO-92, passt aber in Footprint. Ähnlichkeit mit TO-92S von Jiangsu Changjiang (2SC1749S)
2SC5343M	3,9mm-4,1mm	Max 3,1mm	0,44mm x 0,44mm	0,7mm	1,27mm	k.A.	400mW	Zylinder, eine abgefachte Seite. Niedriger als TO-92 ueblich.	Inline, schmal	AUM	TO-92M (aber anders als 2SC2383)		aber anders als 2SC2383 von Shenzhen City Koo Chin
BC327	4,4mm-4,82mm	5,0mm-5,2mm	0,56mm x 0,66mm	1mm	1,27	k.A.	625mW	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach	Inline, schmal	Philips / 15. April 1999	TO-92	k.A.	SOT54
BC369	4,43mm-4,83mm	4,38mm-4,78mm	0,33mm-0,48mm	0,7mm	1,27+- 0,2mm	k.A.	625mW	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach	Inline, schmal	Fairchild / August 2002	TO-92	k.A.	k.A.
BC396	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,19g	0,83W	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach	k.A.	ST	TO-92	k.A.	„On special request, these transistors can be manufactured in different pin configurations.“
BC516 / BC517	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	625mW	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach	Dreieck	Siemens	TO-92	k.A.	k.A.
BC517	4,43mm-4,83mm	4,38mm-4,78mm	0,25mm x 0,43mm	0,7mm	1,27+- 0,2mm	k.A.	625mW	Zylinder, eine abgefachte Seite, oben flach	Inline, schmal	Fairchild / Januar 2005	TO-92	k.A.	k.A.

Tabelle Transistoren und TO-92 Gehäusevarianten, Teil II

Transistor	Gehäuse Durchm.	Gehäuse Höhe	Pin Quersch nitt.	Pin sicher. noetige Bohrung Durchm.	Pin Abstand	Gewicht	Leistung	Bauform	Pinanord nung	Datenblatt	Gehäuse JEDEC	Gehäuse Motorola/ ON-Semi	Gehäuse alternativbezeich nung, Bemerkungen
BC556	4,6mm Durchm.	4,6mm	0,55mm Durchm.	0,6mm	1,25	177mg	500mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Inline, schmal	Vishay / 16 nov. 2004	TO-92	kA.	Runde Pins
BF199	4,45mm- 5,2mm	4,32mm- 5,33mm	0,39mm x 0,55mm	0,8mm	1,15-1,39mm	kA.	350mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Inline, schmal	Motorola / 1996	TO-92	Case 29-04 Style:21	TO-226AA
BF245	4,8mm	5,2mm	0,56mm x 0,66mm	1mm	2,34mm Gesamt. Mittlerer Pin verkröpft, Abstand 1,27mm	kA.	400mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Dreieck, schmal	Philips / 30. Juli 1996	TO-92	kA.	SOT54
BF246	4,8mm	5,2mm	0,56mm x 0,66mm	1mm	2,34mm Gesamt. Mittlerer Pin verkröpft, Abstand 1,27mm	kA.	300mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Dreieck, schmal	Philips / 29. Juli 1996	TO-92	kA.	SOT54
BF393	4,45mm- 5,2mm	4,32mm- 5,33mm	0,39mm x 0,55mm	0,8mm	1,15-1,39mm	kA.	625mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Inline, schmal	ON-Semi / November 2001	TO-92	Case 29-04 Style:1	TO-226AA
BF421 / BF423	4,45mm- 5,2mm	4,32mm- 5,33mm	0,41mm x 0,533mm	0,8mm	1,15-1,39mm	kA.	625mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben kuppelförmig	Inline, schmal	ON-Semi / November 2001	TO-92	Case 29-11 Style:14	TO-226AA
BS107	4,45mm- 5,20mm	4,32mm- 5,33mm	0,41mm x 0,533mm	0,8mm	1,15-1,39mm	kA.	625mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben kuppelförmig	Inline, schmal	ON-Semi / November 2000	TO-92	Case 29-11 Style:30	
BS170	4,32mm- 4,70mm	4,32mm- 4,70mm	0,30mm x 0,51mm	0,8mm	1,14-1,4mm, Mittlerer Pin verkröpft, Abstand 1,14-1,4mm.	220mg	830mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Dreieck, schmal	Fairchild / April 1995	TO-92	kA.	„TO-18 reverse Lead form“
BS170	4,4mm- 4,48mm	5,0mm- 5,2mm	0,40mm x 0,48mm	0,7mm	2,34mm Gesamt. Mittlerer Pin verkröpft, Abstand 1,27mm	kA.	830mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Dreieck, schmal	Philips / 14. April 1994	TO-92	kA.	SOT54 Variante EIAJ: SC-43
BS250 / VP0610L	kA.	kA.	kA.	kA.	kA.	kA.	830mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite.	kA.	Vishay / 05. Juli 2004	TO-92	kA.	TO-226AA TO-92-18RM „TO-18 Lead form
BSR50 / BSR51 / BSR52	4,4mm- 4,8mm	5,0mm-5, 2mm	0,56mm x 0,66mm	1mm	1,27	kA.	0,83W	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Inline, schmal	Philips / 12. Mai 1997	TO-92	kA.	SOT54
BSS297	kA.	kA.	kA.	kA.	kA.	kA.	1W	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Inline, breit	Infineon / Mai 1999	TO-92	kA.	kA.
BSS92 / VP2020L	kA.	kA.	kA.	kA.	kA.	kA.	0,3-0,8W	Zylinder, eine abgeflachte Seite.	kA.	Vishay / 16. Juni 2001	TO-92	kA.	TO-226AA TO-92-18CD „TO-18 Lead form
P2N2222	4,08mm- 5,32mm	4,32mm- 5,33mm	0,41mm x 0,55mm	0,8mm	1,15mm- 1,39mm	kA.	625mW	Zylinder, eine abgeflachte Seite, oben flach	Inline, schmal	Motorola / 1996	TO-92	Case 29-04 Style:17	TO-226AA

Die Tabelle Transistoren und TO-92 Gehäusevarianten, Teil I und Teil II enthält eine Aufstellung von mir wahllos herausgegriffener Transistoren mit TO-92 bzw. TO-92 ähnlichem Gehäuse, deren Datenblätter ich durchgesehen habe.

Thermische Verlustleistung bei TO-92 Gehäusen.

Bei Durchsicht der Datenblätter zeigte sich eine weite Spannweite in den Leistungsangaben, die von 250mW (2SA1175) bis 1W (BSS297) reicht. Es ist dabei nicht immer klar, ob es sich hierbei um Dauerleistungen oder Pulsleistungen handelt, und ob es z.B. technologische (Substrat, Gehäuseaufbau) oder andere Gründe (z.B. Rauschen, Linearität) sind, die die Leistung begrenzen. Auch die angenommenen Messverfahren differieren sehr stark (z.B. Gehäuseoberflächentemperatur, unbewegte oder strömende Luft ec.), so dass Vergleiche untereinander problematisch sind.

Sehr viele geben 625mW als Dauerleistung an, und im allgemeinen könnten 400mW als eine vorsicht gesetzte Grenze für die thermische Dauerleistung angenommen werden.

Im Einzelfall muss vom Anwender nach den Angaben im Datenblatt und den erwarteten Umgebungsbedingungen und nach dem Anwendungsfall eine Entscheidung getroffen werden.

Verwendete Literatur:

Die Datenblätter der in der Tabelle Transistoren und TO-92 Gehäusevarianten, Teil I und Teil II erwähnten Transistoren. Diese können im Internet gefunden werden, wobei aber ein Link auf die Webseiten der Hersteller oft nicht angegeben werden kann, da diese keine „deep links“ erlauben.

Desweiteren wurde verwendet:

„Cross reference list temperature sensores Philips“ von Infineon.

Datenblatt Photodiode SFH206K von Siemens, 1999.

Diese Zusammenstellung wurde mit bestem Wissen und Gewissen erstellt. Trotzdem kann sie fehlerhaft sein. Ich kann daher keine Gewähr für ihre Richtigkeit übernehmen. Insbesondere übernehme ich keine Haftung für Schäden, die dem Anwender durch Nutzung dieser Unterlage entstehen.

Kommentare und Verbesserungsvorschläge erwünscht!

Autor Dipl. Ing. Bernd Wiebus Copyright freigegeben nach Creative Commons für freie Weitergabe unter Namensnennung und gleichen Bedingungen.



