

Rework-Tipps für CSPs

Kostengünstige Nacharbeiten

Extrem miniaturisierter Chip-Scale-Gehäuse sparen durch ihre besonders kleinen Abmessungen wertvolle Leiterplattenfläche. Während die meisten Fertigungslinien für die modernen, heute verfügbaren Halbleiterbausteine umgerüstet wurden, macht die Ausstattung der meisten Entwicklungslabors das Entfernen und erneute Anlöten solcher Bauelemente schwierig. Geräte für Nacharbeiten an CSPs, LLPs, TSSOPs und anderen Gehäusen werden zwar angeboten, sind allerdings häufig sehr groß, schwierig anzuwenden und unter Umständen auch recht teuer. Gefragt ist deshalb eine kostengünstige Alternativmethode zum Entfernen und Montieren dieser modernen Gehäusetypen.

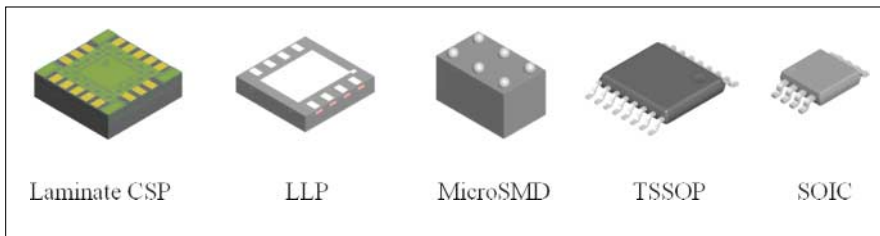


Bild 1: Moderne Gehäusetypen

Moderne Produkte wie Handys und PDAs wären ohne CSPs überhaupt nicht denkbar. Die meisten hoch entwickelten Gehäusebauformen sind überdies so ausgelegt, dass den Halbleiter- und Leiterplatten-Herstellern möglichst geringe Produktionskosten entstehen. Bei der Miniaturisierung von Halbleitergehäusen stößt man allerdings zwangsläufig an eine Grenze, nämlich die Abmessungen des eigentlichen Chips. Mit den so genannten Chip-Scale-Gehäusen ist man inzwischen tatsächlich an dieser Grenze angelangt. Während die meisten Fertigungslinien für die modernen, heute verfügbaren Halbleiterbausteine umgerüstet wurden, macht die Ausstattung der meisten Entwicklungslabors das Entfernen und erneute Anlöten solcher Bauelemente schwierig.

Geräte für Nacharbeiten an CSP-, LLP-, TSSOP- und anderen Gehäusen sind häufig sehr groß, schwierig anzuwenden und unter Umständen auch recht teuer. Zum Teil kosten diese 25 000 € oder mehr. Solche Preise sprengen verständlicherweise das Budget vieler Entwicklungslabors. Ein Verfahren zum Entfernen und Montieren die-

ser modernen Gehäusetypen gilt inzwischen als erprobt.

Moderne Bauteilgehäuse

In Bild 1 sind einige typische Gehäuse abgebildet, die man heute auf modernen Leiterplatten vorfindet und die sich nicht für das traditionelle Nacharbeiten mit dem LötKolben eignen. Das Laminate-CSP-Gehäuse, das LLP-Gehäuse und das MicroSMD-Gehäuse können besonders große Probleme aufwerfen, da sich die Lötverbindungen unter dem Gehäuse befinden und somit nicht zugänglich sind. Mit dem herkömmlichen LötKolben kann man bei Nacharbeiten an solchen Gehäusebauformen nichts ausrichten. Bei den Gehäu-



Bild 2: Erforderliche Ausrüstung

AUTOREN

Tom Mathews ist als Staff Field Applications Engineer bei National Semiconductor in Indianapolis (Indiana/USA) tätig.

Timothy Toroni arbeitet als Applications Engineer bei National Semiconductor in Indianapolis.

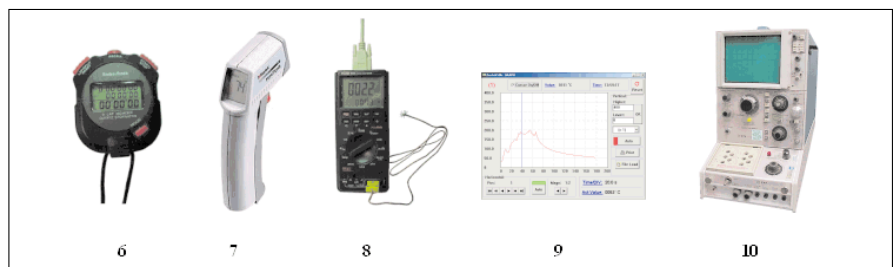


Bild 3: Optionale Ausrüstung

setypen TSSOP und SOIC sind die Anschluss-Pins zwar nicht verborgen, lassen sich aber ebenfalls mit der hier beschriebenen Methode verarbeiten.

Nacharbeiten im Labor

Der Begriff „Rework“ oder zu deutsch „Nacharbeiten“ hat in der Elektronik geradezu etwas Unanständiges. Jeder Produktionsleiter zuckt förmlich zusammen, wenn man ihn in seiner Gegenwart erwähnt, denn in der Produktion sind Nacharbeiten stets gleichbedeutend mit einem schwerwiegenden Fehler an irgend einer Stelle des Fertigungsprozesses. Doch auch im Entwicklungslabor kann man die Mitarbeiter mit dem Wort „Nacharbeiten“ schockieren, zumal es mit den modernen Simulatoren eine Selbstverständlichkeit sein sollte, dass eine Leiterplatte auf Anrieb fehlerfrei funktioniert.

Zurück zur Realität: In jedem ernsthaften Projekt wird es früher oder später notwendig sein, Nacharbeiten an Bauelementen der Art, wie sie in Bild 1 gezeigt sind, durchzuführen. Es spricht einiges dafür, Bausteine mit extrem vielen Anschlüssen tatsächlich mit teuren Spezialmaschinen auszutauschen. Eine gewisse Übung vorausgesetzt, lassen sich Bauelemente mit vielen in engem Abstand angeordneten Pins aber durchaus mit der nachfolgend beschriebenen Methode austauschen.

Der teure Weg

Wie sieht also der einfachste Weg aus, um Bauelemente wie in Bild 1 zu entfernen und neu anzulöten? Selten befinden sich die Labors in der Nähe der Produktionsstätte, wo man sicher über teure Spezial-

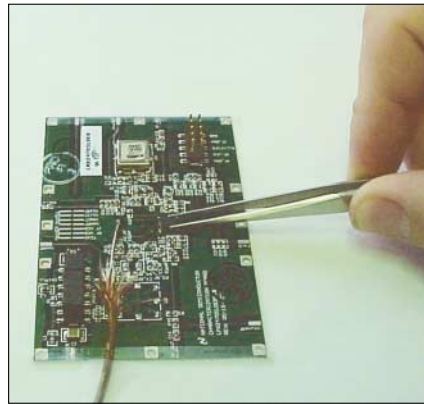


Bild 4: Entfernen eines Bauelements

maschinen zur Durchführung von Nacharbeiten verfügt. In der Realität allerdings sind Labor und Fertigungsstätte meist räumlich getrennt, so dass dies keine Option ist. Zahlreiche Produktionsstätten befinden sich beispielsweise in Asien oder Mexiko.

Viele Labors haben deshalb die kostspieligen, für den Produktionseinsatz gedachten Spezialmaschinen beschafft, die sich in der Tat ausgezeichnet bewähren. Lotpaste wird per Siebdruck aufgetragen, die Heißlufttemperatur wird geregelt, Bauelemente können mit Vakuum-Vorrichtungen abgehoben werden und die Bauteile werden vor dem Löten optisch ausgerichtet. In der Fertigung sind solche Maschinen sicher unverzichtbar, aber für das Labor stellen sie eigentlich einen Overkill dar. Die hier beschriebene Methode zeigt, dass Nacharbeiten an modernen oberflächenmontierbaren Bauelementen, SMDs, auch mit einer Ausrüstung möglich sind, die nur wenige hundert Euro kostet.

Die kostengünstige Methode

Das nachfolgend skizzierte preisgünstige Verfahren ist für Nacharbeiten in der Produktion sicher nicht zu empfehlen. Im Entwicklungslabor bewährt es sich jedoch durchaus. Alles, was neben einiger Übung benötigt wird, sind eine Heißluftpistole, Flussmittel, Lot und eine Pinzette (Bild 2).

Unbedingt benötigte Ausrüstung

► **1. Heißluftpistole:** Die Wahl der richtigen Heißluftpistole ist sehr wichtig, denn viele auf dem Markt angebotenen Geräte sind für Schrumpfschläuche oder das Entfernen von Farbe gedacht. Meist werden sie entweder zu heiß oder geben einen zu starken bzw. zu wenig gebündelten Luft-

strom ab. Die Heißluftpistole Weller Princess wird zwar hauptsächlich für das Verarbeiten von Schrumpfschläuchen vermarktet, eignet sich erfahrungsgemäß aber auch hervorragend für Nacharbeiten an SMDs. Sie erzeugt einen idealen, dünnen Heißluftstrom von geringer Geschwindigkeit. Ein zu breiter Luftstrom nämlich kann einen zu großen Bereich der Leiterplatte erhitzen, während ein zu schneller Luftstrom Bauelemente von der Platine blasen kann. Das in Bild 2 gezeigte Modell kostet ca. 145 €.

► **2. Flussmittel:** Ein einfacher Flussmittelstift bewährt sich ebenso gut wie flüssiges RMA-Flussmittel in einer Flasche oder Kartusche.

► **3. Lotdraht:** Lotdraht mit Kolophoniumkern und einer Stärke von 0,38 mm ist geeignet. Bei den in diesem Beitrag geschilderten Fällen wird mit 63/47-Lot gearbeitet.

► **4. Flussmittelferner:** Da in den Beispielen nicht mit No-Clean-Flussmittel und Lotdraht gearbeitet wird, muss die Platine im Anschluss an die Nacharbeiten gereinigt werden.

► **5. Pinzette:** Zum Platzieren, Ausrichten oder Losrütteln von Bauelementen.

Optionale Ausrüstung

► **6. Stoppuhr:** Mit einer Stoppuhr (Preis ca. 15 €) lässt sich die Dauer der Heißluft-Anwendung überwachen.

► **7. Infrarot-Temperatursonde:** Ein kostengünstiger, berührungslos arbeitender Infrarot-Temperaturfühler wurde zum Überprüfen der Löttemperatur benutzt, was jedoch zum Erzielen guter Ergebnisse nicht unbedingt notwendig ist. Bild 3 zeigt ein Raytek MT4 für etwa 50 €.

► **8. Thermoelement:** Mit einem Thermoelement lässt sich die Leiterplattentemperatur überwachen. Für den Laboreinsatz ist eine präzise Überwachung des Reflow-Profiles jedoch nicht erforderlich. Die Thermoelement-Messungen wurden mit einem Digitalvoltmeter (DVM) vom Typ Protek 506 (ca. 150 €) vorgenommen, zu dessen Lieferumfang ein Thermoelement des Typs ‚K‘ mit einem Messbereich von -20 bis +1200 °C gehört.

► **9. Diagrammsoftware:** Die Temperatur-Zeit-Profilen wurden mit einer kostenlosen RS-232-Diagrammsoftware, die mit dem ►

AKRONYME	
CSP	Chip Scale Package bzw. Chip Size Packaging
LLP	Leadless Leadframe Package
micro SMD	Micro Surface Mount Device
TSSOP	Thin Shrink Small Outline Package
SOIC	Small Outline Integrated Circuit

Protek 506 geliefert wird, aufgezeichnet.

► 10. Kennlinienschreiber Tektronix 177/D1: Dieses Gerät wird zum Testen der elektrischen Verbindungen benötigt.

Entfernen des Bauteils – problemlos

Viele Entwickler mögen nicht von ihrem geliebten Lötkolben lassen. Lötkolben sind in der Tat wertvolle Werkzeuge, verlieren aber mehr und mehr an Bedeutung. Auf Nachfrage werden die meisten Hersteller von SMDs – besonders Keramik-Chip-Kondensatoren – empfehlen, Nacharbeiten mit der Heißluftpistole durchzuführen.

Das Entfernen von Bauelementen mit sehr vielen Pins gestaltet sich mit der Heißluftpistole einfacher. Man geht dazu wie folgt vor (Bild 4):

► 1. Zunächst ist das Bauteil zu erwärmen, indem die Heißluftpistole aus einer Distanz von etwa 5 bis 8 cm so auf die Platine gerichtet wird, dass der Heißluftstrahl das Bauelement direkt von oben trifft, so dass es nicht von der Leiterplatte geblasen wird.

► 2. Nun heißt es nicht ungeduldig werden sondern abwarten bis sich das Lot nach 40 bis 60 s verflüssigt hat (Bild 5). In dieser Phase darf nicht versucht werden den Vorgang, indem die Heißluftpistole näher an das Bauteil gehalten wird, zu beschleunigen, da es sonst zu einer ungleichmäßigen Erwärmung kommt.

► 3. Nach Schritt 2 ist das Bauelement mit der Pinzette abzuheben. Man darf dabei keine Gewalt anwenden sondern muss abwarten bis sich das Lot vollständig verflüssigt hat.

► 4. Die Lötflächen sollen nur dann mit Entlötlitze gereinigt werden, wenn sich Lotbrücken gebildet haben. Beim Wiederaufsetzen des Bauteils kann das Lot, das sich bereits in der richtigen Menge auf den Anschlussflächen befindet, wiederverwendet werden. Sollte zu Reinigungszwecken mit Entlötlitze gearbeitet werden, ist darauf zu achten, dass die empfindlichen Leiterbahnen auf der Platine nicht durch übermäßige Hitzeeinwirkung beschädigt werden.

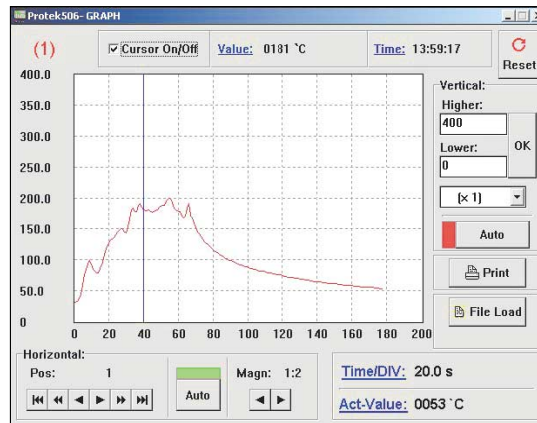


Bild 5: Temperaturprofil, aufgezeichnet mit dem (optionalen) DVM Protek 506. Die sichtbare Verflüssigung des Lots begann an der blauen Linie (40 s) und entspricht damit dem für Sn63/Pb37 spezifizierten Schmelzpunkt von +183 °C

Platzierung – schon schwieriger

Das Entfernen von Bauelementen mit der Heißluftpistole ist recht einfach. Auch das erneute Befestigen eines Bauteils auf der Leiterplatte bereitet keine Probleme, sofern man die richtigen Fertigkeiten und die nötige Übung mitbringt. Günstig an der Heißluftpistole ist, dass Bauelemente mit minimalen Schäden an der Leiterplatte mehrfach entfernt und wieder montiert werden können, falls dies notwendig sein sollte. Man hat also noch einen Versuch, wenn nach der Montage Kurzschlüsse oder Leitungsunterbrechungen festgestellt werden. Zum Befestigen von oberflächenmontierbaren Bauelementen wie in Bild 1 ist wie folgt vorzugehen:

► Zunächst sind die Ränder der Leiterplatte bei Bedarf auf der Arbeitsplatte zu fixieren. Dabei darf nicht vergessen wer-

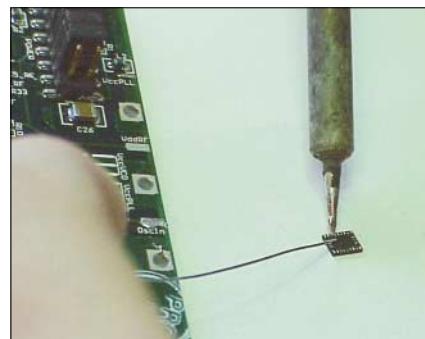


Bild 7: Verzinnen des Bauelements

den, dass die Platine sehr heiß wird und die Arbeitsplatte deshalb eine hitzebeständige Oberfläche haben muss. Außerdem ist darauf zu achten, dass die ESD-Unterlage nicht beschädigt wird. Sinnvoll könnte eine Isoliermatte sein. Man kann auch ein Thermoelement in der Nähe der Stelle anbringen, an der die Nacharbeiten geschehen sollen (Bild 6).

► Die Lötflächen auf der Leiterplatte sind so vorzubereiten, dass sie mit einer geringen Menge Lot verzinnt werden. Befindet sich auf der Platine noch Lot von einem zuvor entfernten Bauteil,

sollte es dort belassen werden. Lediglich etwaige Lotbrücken sind mit Entlötlitze zu entfernen.

► Nun sind die Anschlussflächen des oberflächenmontierbaren Bauelements zu verzinnen (Bild 7).

► Dazu ist das Flussmittel auf die Anschlussflächen der Leiterplatte und die Unterseite des Bauteils aufzubringen. Mehr als eine dünne (aber sichtbare) Flussmittelschicht ist nicht notwendig (Bild 8 und 9).

► Es folgt das korrekte Platzieren des Bauelementes auf den Anschlussflächen (Bild 10). Am einfachsten richtet man es aus, indem man direkt von oben auf die Leiterplatte blickt und es mit einer Pinzette vorsichtig fein platziert. In der Tat kann man mit dieser visuellen Ausrichtung gute Ergebnisse erzielen, obwohl die Abstände der Pads so gering sind. Besonders zu beachten ist die korrekte Ausrichtung von Pin 1.

► Danach wird die Heißluftpistole aus einer Entfernung von 5 bis 8 cm auf das Bauelement gerichtet.

Wie bereits erwähnt darf man dabei nicht ungeduldig werden indem man z. B. den Abstand verringert, denn sonst könnte das Bauelement davon geblasen werden oder die Erwärmung zu schnell erfolgen und damit nicht gleichmäßig genug sein um ein gutes Lötresultat zu erzielen. Die Temperaturkontrolle kann mit einem Thermoelement und einem optionalen Infrarot-Temperatursensor erfolgen (Bild 11). Der Heißluftstrahl ist direkt von oben auf das Bauteil zu richten. So wird vermieden, dass

es von der Leiterplatte geblasen wird.

Nach etwa 40 s wird das Bauteil in das verflüssigte Lot einsinken. Die Oberflächenspannung des flüssigen Lots und das verdampfende Flussmittel begünstigen die korrekte Ausrichtung des Bauteils. Möglicherweise ist es dennoch notwendig, nachzuhelfen, indem man mit der Pinzette leicht auf das Gehäuse des Bauelements klopft. Auch geringfügige Korrekturen sind so möglich. Anschließend ist der Heißluftstrahl weitere 20 bis 30 s auf das Bauteil zu richten. Sollte das Bauelement fortgeblasen werden, kann man es mit einer passend zurechtgebogenen Büroklammer und einem Stück Klebeband fixieren (**Bild 12**). Normalerweise dürfte dies jedoch nicht erforderlich sein, wenn die Heißluftpistole in genügender Entfernung gehalten wird.

Falls nötig, kann ein Bauelement auch mit der Pinzette fixiert werden
 ► Nächster Schritt: Abschalten der Heißluftpistole und langsame Abkühlung der Leiterplatte.
 ► Überschüssiges Flussmittel ist mit einem geeigneten Reinigungsmittel zu entfernen.
 ► Abschließend sollte man sich noch davon überzeugen, ob es keine Kurzschlüsse und Leitungsunterbrechungen gibt (wie das zu tun ist, steht im Abschnitt „Prüfmethoden“).

Das Temperaturprofil

Die beschriebene Methode bewährt sich ausgezeichnet, wenn mit einer Stoppuhr gearbeitet und der Lötvorgang visuell überwacht wird. Ebenso kann das Temperaturprofil aufgezeichnet werden, um sicher zu gehen, dass das Anlöten genau so erfolgt wie in der Produktion.

Unter dem Temperaturprofil versteht man den zeitlichen Verlauf der Löttemperatur. Das in **Bild 5** wiedergegebene Temperaturprofil wurde mit der Software und dem Thermoelement aufgezeichnet, die zum Lieferumfang des Protek 506 DVM für 150 € gehören.

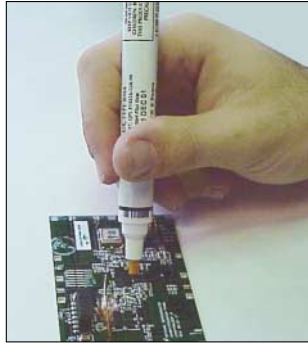


Bild 8: Aufbringen von Flussmittel auf die Leiterplatte

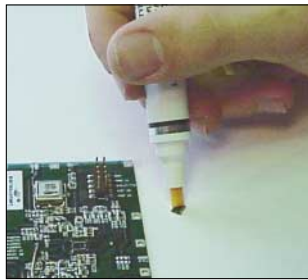


Bild 9: Aufbringen von Flussmittel auf das Bauteil

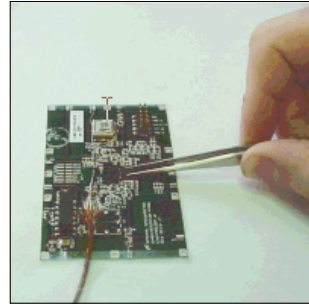


Bild 10: Platzieren des Bauteils



Bild 11: Temperaturkontrolle mit Thermoelement und optionalen Infrarot-Tempersensoren

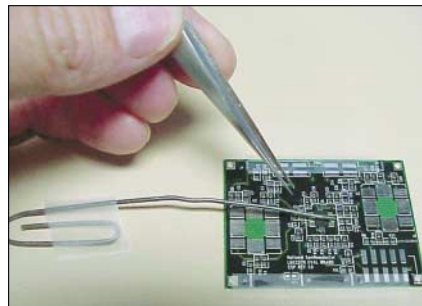


Bild 12: Optionales Andrückwerkzeug

Alternative Lotpasten-Methode

Die eben beschriebene Prozedur lässt sich auch mit Lotpaste durchführen, anstatt die Pads direkt zu verzinnen. Man appliziert die Paste entweder mit einer Kartusche oder unter Verwendung einer entsprechenden Maske. Aus alten Lotmasken lassen sich hervorragende Masken für einzelne Bauelemente ausschneiden, wobei man nicht benötigte Öffnungen mit Kapton-Band verschließt. Insgesamt ist die Lotpasten-Methode möglicherweise etwas aufwendiger, doch kann sie bessere Ergebnisse hervorbringen.

Noch ein wichtiger Hinweis: Lotpaste enthält (noch) mikroskopisch kleine Bleipartikel, die vom Körper leicht aufgenommen werden. Sie gilt deshalb als ge-

fährlicher Werkstoff und muss mit Vorsicht und unter Beachtung der Herstellervorschriften verarbeitet werden. Die Benutzung von Gummihandschuhen ist dringend anzuraten.

Reinigung

Obwohl inzwischen einige Produktionslinien mit No-Clean-Flussmittel arbeiten, bewährt sich die beschriebene Prozedur am besten mit RMA-Flussmittel und anschließender Reinigung. Nachgearbeitete Leiterplatten sollten mit einem Entfetter oder einem geeigneten Flussmittelentferner-Spray gereinigt werden. Da die Wirkungsweise des Flussmittelentferners darauf beruht, dass das Flussmittel aufgelöst und abgewaschen wird, sollte die Leiterplatte bei der

Anwendung über einen Abfallbehälter gehalten werden. Wird überschüssiges RMA-Flussmittel nicht entfernt, kann dies durch Korrosion und/oder Dendritenwachstum zu einem frühzeitigen Ausfall der Leiterplatte führen.

Prüfmethoden

Die gängigste Prüfmethode ist es, die Leiterplatte einzuschalten und auf korrekte Funktion zu überprüfen. Solange die Platine ordnungsgemäß funktioniert, ist diese Methode gut geeignet – aber was ist, wenn nicht? Einige Prototyp-Platinen sind unter Umständen so neu, dass nicht einmal sicher ist, ob wirklich die Nacharbeiten Ursache des Funktionsfehlers sind. Mit einigen einfachen Tests lassen sich die Pins daraufhin überprüfen, ob eine Verbindung hergestellt wurde. Ebenso sinnvoll ist ein ►

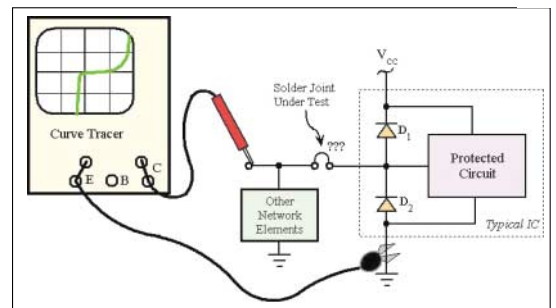


Bild 13: Vorrichtung zum Prüfen auf verborgene Lötverbindungen

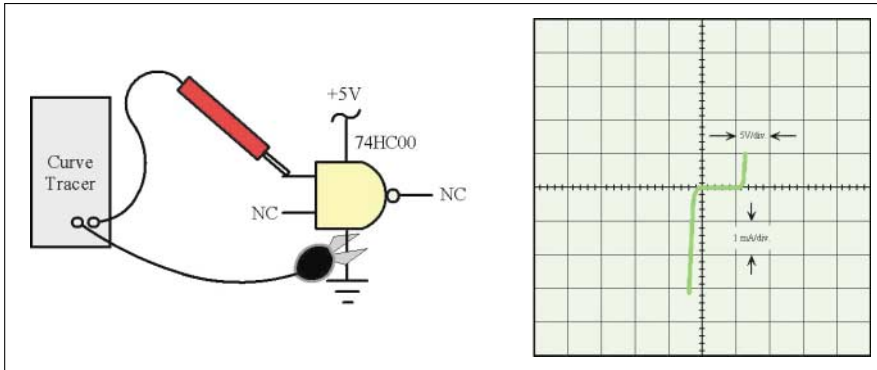


Bild 14a: Eingangsseitige I-V-Kennlinie mit angelegter Versorgungsspannung

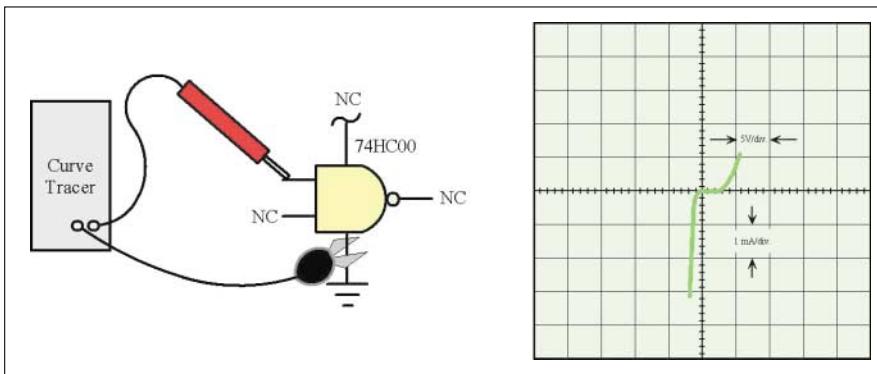


Bild 14b: Eingangsseitige I-V-Kennlinie ohne angelegte Versorgungsspannung (die Kurve für die low-seitige Diode ist identisch mit jener bei angelegter Versorgungsspannung)

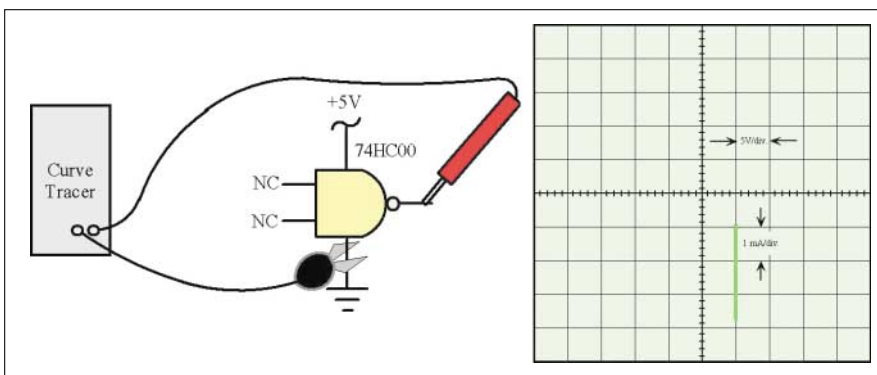


Bild 14c: Ausgangsseitige I-V-Kennlinie mit angelegter Versorgungsspannung. Der Ausgangszustand ist für +5 V wiedergegeben (Es kann jeder Zustand vorkommen)

Überprüfen der benachbarten Pins auf etwaige Kurzschlüsse (durch Lotbrücken). Die meisten hier beschriebenen Tests nutzen die Tatsache aus, dass die Pins von Halbleiterbausteinen (abgesehen von den Masse-Pins) nahezu immer mit einem Paar ESD-Schutzdioden versehen sind.

Durch Vermessen der Pins eines nachgearbeiteten Bauelements mit einem Kennlinienschreiber (Bild 13) lässt sich das Vorhandensein dieser Dioden feststellen (eine gute Lötverbindung vorausgesetzt). Dieser Test lässt sich zwar auch mit einem DVM durchführen, doch liefert ein Kennlinienschreiber eine wesentlich bessere

Aussage über die Vorgänge, und außerdem lässt sich mit ihm der maximale Prüfstrom besser kontrollieren. Die Ströme sollten generell unter 10 mA betragen, um bleibende Schäden am Prüfling zu verhindern. Eine probate Methode ist es, die Kollektor-Stromversorgung des Kennlinienschreibers zunächst abzuschalten um sie dann langsam so weit hochzudrehen, bis in der unteren Diode etwa 1 mA fließen. Dies reicht völlig aus, um das Vorhandensein einer Verbindung festzustellen. Mit dieser Methode, nach der low-seitigen Diode zu suchen (D2 in Bild 13) arbeiten ebenfalls die meisten mit Nadel-

bettadaptern ausgestatteten In-Circuit-Tester, so dass wir es hier mit einem als sicher und effektiv erwiesenen Verfahren zu tun haben.

Ein DVM mit Diodentest-Funktion bietet sich als preisgünstigere Alternative zu einem Kennlinienschreiber an. Problematisch am DVM ist nur, dass nicht immer klar ist, wie viel Strom injiziert wird. Die meisten Diodentest-Funktionen arbeiten mit 10 mA, was ein durchaus geeigneter Wert ist. Der Kennlinienschreiber liefert aber dennoch ein wesentlich besseres Bild der ablaufenden Vorgänge. Wie an den nichtlinearen I-V-Kurven zu erkennen ist, wäre ein DVM im Widerstands-Modus nicht geeignet, denn die Steilheit der Kurven hängt vom Prüfstrom ab. Ältere Kennlinienschreiber sind recht preisgünstig zu haben. Gebrauchte Systeme vom Typ Tektronix 177/D1 etwa gibt es bereits unter 750 €.

Da das nachgearbeitete Bauteil nahezu immer Bestandteil einer größeren Schaltung sein wird, ist es nahezu sicher, dass andere Bauelemente die Prüfmethode beeinflussen. Hier ist es günstig, wenn als Referenz ein funktionierendes Board zur Hand ist, um die I-V-Kurve für jeden Knoten vergleichen zu können. Wenn allerdings der in Bild 13 mit „Other Network Elements“ bezeichnete Block einen Kurzschluss zur Masse enthält, kann der betreffende Pin nicht mit dieser Methode geprüft werden. Da D1 im leitenden Zustand eine sehr niedrige Impedanz aufweist, lässt sich ihr Vorhandensein auch parallel zu den relativ niederohmigen Elementen im Block „Other Network Elements“ feststellen.

Wenn während des Tests die Betriebsspannung (V_{cc}) angelegt wird, lässt sich auch die high-seitige Diode (D1) feststellen. Sie sollte einige hundert Millivolt oberhalb von V_{cc} einschalten. Ohne V_{cc} bricht der Kennlinienknick der high-seitigen Diode unter V_{cc} ab, da der Strom aus dem Testeingang über D1 in die Schaltung fließt. Im vorliegenden Beispiel sollte man sich darum mehr auf D2 konzentrieren, deren Verhalten im Zustand ohne angeschlossene Stromversorgung sich besser vorhersagen lässt. Die Resultate realer Messungen mit dem Tektronix-Kennlinienschreiber 177/D1 sind in den Bildern 14 wiedergegeben. Deutlich ist der Unterschied zu erkennen,

der sich beim Einschalten der Versorgungsspannung ergibt. Durch die hauptsächliche Konzentration auf die low-seitige Diode (D2) entfällt die Notwendigkeit, die Leiterplatte zum Testen an die Stromversorgung anzuschließen. Das gezeigte Beispiel bezieht sich auf ein gängiges NAND-Gatter vom Typ 74HC00. Das Verfahren lässt sich jedoch auf nahezu alle digitalen und analogen Halbleiterbausteine übertragen, da solche Bauteile (selbst HF-Bauelemente) kaum jemals ohne ESD-Schutz gefertigt werden.

Mit Ausnahme der Prüfung des Ausgangs bei angelegter Versorgungsspannung (Bild 14c) ist das Verhalten der low-seitigen Diode in allen übrigen Fällen mit intakter Verbindung erkennbar. Zu empfehlen ist deshalb das Testen ohne angelegte Versorgungsspannung, da es aussagefähiger und außerdem einfacher ist. Auf jeden Fall sollte ein Schaltplan zur Hand sein, um sicherzustellen, dass der Block „Other Network Elements“ weder eine direkte Masseverbindung noch eine parallele Diode, die fälschlicherweise als D2 interpretiert werden könnte, enthält.

Weitere Prüfmethoden

Gelegentlich ist auch eine Sichtprüfung möglich. Ganz sicher ist dies bei SOIC-Bausteinen der Fall. Bei CSP-, LLP- und anderen Ball-Gehäusen kann mit einem Mikroskop oder einer starken Lupe von der Seite her eine visuelle Inspektion in gewissem Umfang möglich sein. Ebenso gibt es aufwändige Verfahren wie die gebündelte Röntgen-Inspektion. Die entsprechenden Anlagen sind allerdings sehr teuer und dürften weder in einer Produktionsstätte, geschweige denn in einem Labor zur Verfügung stehen.

Wenn bei Nacharbeiten Fehler gemacht wurden, bleibt in den meisten Fällen nichts anderes als das Bauteil mit dem zuvor beschriebenen Heißluftverfahren zu entfernen und neu zu montieren. Da diese Methode für die Leiterbahnen schonend ist, können ohne weiteres mehrere Nacharbeiten durchgeführt werden, bevor eine Beschädigung (Ablösen der Anschlussflächen) befürchtet werden muss.

Eine nicht gelötete Verbindung kann gelegentlich repariert werden, indem man die entsprechende Stelle erhitzt und hofft,

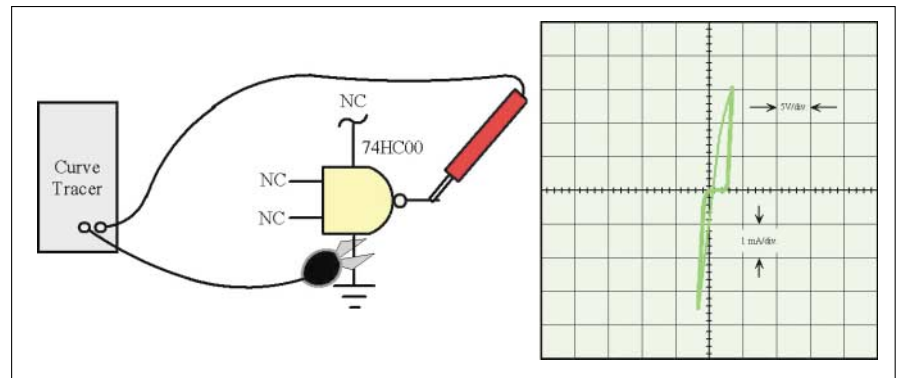


Bild 14d: Ausgangsseitige I-V-Kennlinie ohne angelegte Versorgungsspannung. Die low-seitige Diode ist nach wie vor erkennbar

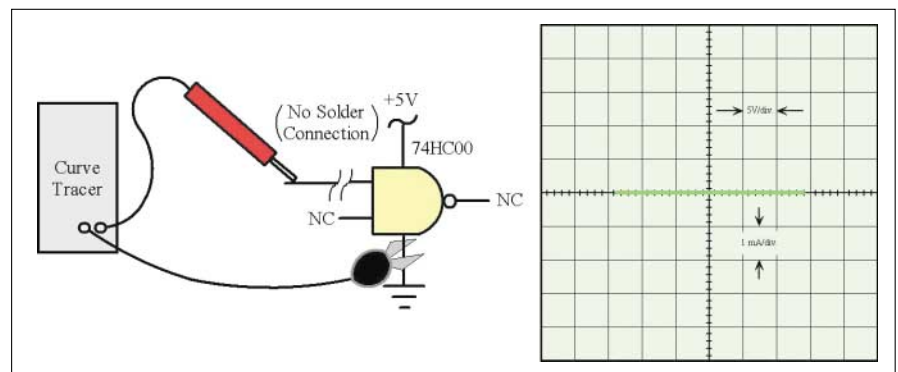


Bild 14e: Leitungsunterbrechung am Eingang oder Ausgang (Lot fehlt)

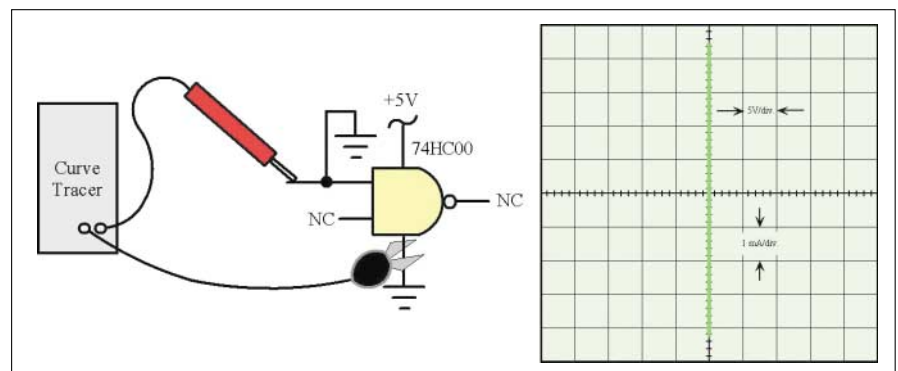


Bild 14f: Kurzschluss zwischen Pin und Masse

dass das Lot schmilzt. Man riskiert hierbei jedoch Schäden an der empfindlichen Kupferkaschierung der Leiterplatte. Besser dürfte es sein, das gesamte Bauteil mit der Heißluftpistole zu erwärmen und mit der Pinzette vorsichtig neu zu platzieren.

Fazit

Grundsätzlich empfiehlt es sich, für Nacharbeiten die in der Produktion benutzten Werkzeuge zu verwenden. In der Praxis al-

lerdings stehen diese Hilfsmittel nicht immer zur Verfügung und dürften das Budget eines Entwicklungslabors sprengen. Hier bewährt sich die beschriebene kostengünstige Methode, mit der sich moderne oberflächenmontierbare Bauteile mit unter dem Gehäuse verborgenen Anschlüssen sicher und effizient entfernen und montieren lassen. Mit einem Kennliniensreiber ist außerdem eine einfache und kostengünstige Inspektion möglich.

 **National Semiconductor** Kennziffer 425
www.national.com
www.national.com/packaging