



Lötbarkeitstestsystem für elektronische Leiterplatten und Komponenten

BEDIENUNGSANLEITUNG

COPYRIGHT © 2007 GEN3 SYSTEMS LIMITED – ALLE RECHTE VORBEHALTEN. E&OE

KAPITEL 1 Inbetriebnahme

1.1 Beschreibung des Gerätes

Bei dem MUST System 3 (auch MUST 3 genannt) handelt es sich um speziell ausgelegtes Lötbarkeitstestsystem.

MUST = Multicore Universal Solderability Tester. Ursprünglich gehörte dieses System zum BRITE Research Award, der von der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG), der jetzigen EU, teilweise finanziert wurde. An diesen frühen Entwicklungsarbeiten waren die Firmen Multicore Solders, das englische, nationale physikalische Labor, Siemens und Philips beteiligt.

MUST wurde im Jahr 2002 von Gen3 Systems Limited von dem Unternehmen Henkel (Multicore Solders) gekauft

und ist praktisch der Ursprung aller Lötbarkeitstestmethoden.

Das System basiert auf dem Prinzip der Benetzungswaage, wurde aber mit dem Verfahren der Mikrobenetzung für SMT-Komponenten ausgelegt. Diese Methode ermöglicht eine genauere Prüfung der Leiterplattenproben, da das für die Lotbadmethode bekannte „Floating“-Problem nicht mehr auftritt. Durch die Verwendung einer Lotkugel anstelle des herkömmlichen Lotbades ist eine wesentlich höhere Auflösung möglich.

Die vertikalen Kräfte der Oberflächenspannung und der auf die Bauteilanschlüsse wirkende Auftrieb werden mit einem Messkopf mit LVDT (linear verstellbarem Differentialtransformator) gemessen. Der Kontakt zwischen Lot und Bauteilanschlüssen wird mittels einer geringen Eintauchgeschwindigkeit und Überwachung des Kraftsignals bei hoher Frequenz ermittelt, so dass auch elektrisch isolierte Anschlüsse in die Lotkugel oder das Lotbad getaucht werden können. Bei hohen Eintauchgeschwindigkeiten im Lotbad wird der Kontakt mit dem Lot durch den elektrischen Kontakt zwischen Bauteilanschluss und der Probenklammer nachgewiesen.

Die Benetzungskraft wird bei 1KHz mit einer Dauer zwischen 0 und 5 Sekunden festgestellt; bei einer Testdauer über 5 Sekunden wird das Probenintervall nach 5 Sekunden auf 0,4KHz reduziert.

Die Lotkugelblöcke befinden sich auf einem motorbetriebenen, computergesteuerten X-Y Tisch. Die Startposition des Tests wird vom System festgelegt und zusammen mit den Testbedingungen auf einer Plattendatei gespeichert. Diese können wieder aufgerufen und in die Software geladen werden, ehe ein Los von Komponenten geprüft wird.

Da sich der motorbetriebene Tisch ebenfalls automatisch entlang von mehrpoligen Komponenten bewegt, können einzelne Bauteilanschlüsse einfach und schnell geprüft werden.

Die zum Lieferumfang des Systems gehörende Software führt den Anwender durch das Testverfahren und die Pass-/Fail-Daten können am Ende eines Tests oder einer Testreihe einfach dargestellt werden. Der „Solderability Software Wizard“ (Lötbarkeits-Softwareassistent) vereinfacht das Einrichten von Tests auch für neue und unerfahrene Anwender.

1.2 Hauptmerkmale

- Test mit Benetzungswaage und Mikrobenetzung durch Lotkugel
- Leistungsfähige, elektronisch betriebene LVDT-Technik und neueste Windows XP und „Vista ready“ Software mit:
 - hoher R&R Kalibrierung
- höherer Genauigkeit durch stark verbesserte Abtastfrequenz-Messung mit über 0,1mN/Bit
 - Genauigkeitsauflösung > 0,01mN Kraft
 - Ergebnis bei 0201 Komponenten = 0,2 mN Kraft
- Testgenauigkeit und erhöhte Anzahl der Tests pro Stunde durch einzigartige "Auto-Tare" (automatische Tarierung) vor dem Test. (Bei den meisten anderen Systemen werden mechanische Waagen und Gewichte eingesetzt, mit denen zwischen den Tests nachgeglichen wird).
- Softwaresteuerung der motorbetriebenen VXY-Achse
 - Sicherer Betrieb mit automatischer Sicherheitshaube, die den Anwender bei einem Wechsel der Komponenten oder Klammern vor geschmolzenem Lot schützt
- Prüfung mehrerer Bauteilanschlüsse – außergewöhnliche Step-and-Repeatfunktion
- Außergewöhnliche Erkennung der Kraft und des elektrischen Kontakts
- Automatische Bereichswahl
- Umfassende Parametereinstellung
- SPC-kompatibel – Aufzeichnung aller Tests
- Großer Lieferumfang:
 - Bad und 4 Lotkugeln: 4 mm, 3,2 mm, 2 mm und 1 mm zusätzlich
 - Lotpellets (SnPb und bleifrei), 200 mg (4 mm); 100 mg (3,2 mm); 25 mg (2 mm) und 5 mg (1 mm)
 - Das gesamte Zubehör ist für den Lötbarkeitstest ausgelegt und entspricht den gültigen Richtlinien, einschließlich
 - Ein Satz Klammern für den größten Teil der verfügbaren Komponenten sowie kundenspezifische Klammern
- Softwaregesteuerter Austausch des Lotbads oder der Lotkugel
- Schneller, ruhiger und gleichmäßiger Betrieb

Mit über 30 Jahren Erfahrung (seit 1975) und mehr als 2500 Anwendern weltweit, ist das MUST System der Ursprung aller Lötbarkeitstests.

- Prüfung gemäß der internationalen Normen, einschließlich:
 - o JEDEC JEDS22-B102D
 - o IEC 60068-2-20 Ausgabe 2007 (Tauchen & Prüfen - Lotbad)
 - o IEC 60068-2-54 Ausgabe 2006 (Kraftmessung – Bedrahtete Komponenten)
 - o IEC 60068-2-57 Ausgabe 2007 (Tauchen & Prüfen - Benetzungswaage)
 - o IEC 60068-2-69 (Kraftmessung – SMT-Komponenten)
 - o IPC-J-STD-002B – Komponenten
 - o IPC-J-STD-002B – Leiterplatten
 - o MIL-STD-883 Methode 2022
 - o EIA/JET-7401
 - o Neuer japanischer Lotpastentest

ACHTUNG:

- **Das maximale Gewicht der Komponenten einschl. Klammer beträgt 40g. Größere Gewichte wirken sich auf die Kalibrierung und die Genauigkeit des Systems aus**
- **Die Pins der Kugel müssen immer mit einem Lotpellet bedeckt sein, um eine Oxidierung des Eisenpins zu vermeiden**
- **Ziehen Sie die Probenklammern nicht gerade nach unten aus dem Gerät. Entfernen Sie die Klammern, indem Sie sie nach hinten drehen und die magnetische Verriegelung lösen**
- **Stellen Sie das System auf eine stabile Fläche, Vibrationen und Luftzug sind zu vermeiden**
- **Bringen Sie keine Rauchabsaugung am System an, diese würde die Genauigkeit beeinträchtigen**
- **Für den Betrieb ist ein Windows[®] kompatibler PC erforderlich, der nicht im Lieferumfang enthalten ist**
- **Die Windows[®] XP oder Vista Betriebssoftware sind ebenfalls zu installieren**

1.3 Auspacken

In diesem Abschnitt finden Sie Einzelheiten zum Auspacken und zur Installation des Systems, die Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Betrieb des MUST 3 sind. Darüber enthält dieser Abschnitt Anweisungen zur Hardware- und Softwareinstallation. Nichtbeachtung dieser Schritte kann zu ungenauen Ergebnissen und einem fehlerhaften Betrieb führen.

Prüfen Sie die äußere Verpackungskiste auf Schäden, ehe Sie das Gerät entnehmen, und informieren Sie den Spediteur über eventuelle Beschädigungen.

Die Stabilität des Gerätes wird durch eine massive Konstruktion gewährleistet, so dass das System verhältnismäßig schwer ist. Lösen Sie die 8 Schrauben an den Seiten der Kiste und entfernen Sie den oberen Teil. Jetzt können die Verpackungen mit den Flux- und Lotbehältern entnommen werden.

Nehmen Sie anschließend Zubehörpackung, die Probenklammern und die CD mit der Bedienungsanleitung sowie die beiden Schaumstoffeinlagen auf den Maschinenseiten aus der Verpackung. Heben Sie das Gerät von der Schaumstoffunterlage und stellen Sie es auf eine stabile Unterlage. Das Gerät sollte an beiden Enden von unten von zwei Personen angehoben werden. Bewahren Sie die Kiste und das Verpackungsmaterial für eine eventuelle spätere Verwendung auf, z.B. für die Rücksendung des Systems zur Kalibrierung usw.

Vergleichen Sie den Lieferumfang mit dem Packschein und informieren Sie Gen3 Systems oder den zuständigen Vertreter unverzüglich, wenn Sie Abweichungen feststellen.

1.4 Installation

1.4.1 Stromversorgung

Das MUST System 3 kann an eine 220V/240V oder 110V einphasige Stromversorgung angeschlossen werden.

Wenn die Spannung auf einer der Komponenten nicht mit der Stromversorgung am Aufstellungsort übereinstimmt, sollte das Gerät nicht an's Netz angeschlossen werden.

1.4.2 Nivellieren

Justieren Sie die vier großen Füße an den Ecken des Gerätes, bis die Wasserwaage, die im Kopf angebracht ist, ausgeglichen ist, um präzise Ergebnisse zu gewährleisten.

Vergewissern Sie sich, dass die vier Füße die Werkbank berühren und das System nicht schwingt, wenn eine Ecke des Gerätes niedergedrückt wird.

Eine mangelhafte Nivellierung und Stabilisierung des Gerätes führt zu ungenauen Ergebnissen und einem fehlerhaften Betrieb.

1.4.3 Umgebungsbedingungen

Das MUST System 3 ist ein sehr empfindliches Gerät und muss wie eine empfindliche Waage gehandhabt werden. Da auch sehr geringe dynamische Kräfte gemessen werden können, ist das System in einigen Punkten empfindlicher als eine Waage.

Externe Vibrationen werden zwar durch einen eingebauten Stoßdämpfer ausgeglichen, trotzdem sollte das MUST 3 auf einer stabilen, vibrationsfreien Werkbank in einer Umgebung ohne Vibrationen und Luftzug installiert werden. Ein Luftzug über das System wirkt sich auf den empfindlichen Kraftmesssensor und die Steuerung der Lottemperatur aus. Zusätzlich angebaute Geräte, wie zum Beispiel eine Lötdampfabsaugung, dürfen die Leistung und den gemessenen Störpegel nicht beeinträchtigen.

Der Bereich der Betriebstemperatur liegt zwischen 5 und 35 °C. Eine hohe Feuchtigkeit beeinflusst zwar nicht den Betrieb, kann aber über einen längeren Zeitraum zu einem Anlaufen der Halterungen führen.

1.4.4 Hardwareinstallation

Nachdem das Gerät auf einer stabilen Fläche installiert und nivelliert wurde, können Sie den Computer anschließen. Der Computer und vor allen Dingen der Drucker sollte auf einer separaten Werkbank oder Fläche positioniert werden.

Installieren Sie den Monitor rechts neben dem Gerät. **STELLEN SIE DEN MONITOR NIEMALS AUF DAS SYSTEM.** Schließen Sie den Rechner mit dem zum Lieferumfang gehörenden USB-Kabel an.

Prüfen Sie, ob die Spannung des Gerätes, die neben dem Stromeingang angegeben ist, der betriebsinternen Stromversorgung entspricht und verbinden Sie die Stromversorgung mit dem Stecker auf der linken Rückseite des Gerätes unter dem ON/OFF Schalter.

1.5 Technische Hilfestellung

1.5.1 Ansprechpartner

Sollten Sie auf ein Problem stoßen, prüfen Sie zunächst das System und die Schritte für die Softwareinstallation (Seite 51) und zur Fehlerbehebung in der Hilfedatei der Software. Kann das Problem nicht beseitigt werden, so setzen Sie sich bitte mit dem zuständigen Vertreter oder direkt mit Gen3 Systems zwecks technischer Unterstützung in Verbindung. Vergewissern Sie sich vorher, dass Sie das Problem, die Testbedingungen sowie den betrieblichen Ablauf detailliert beschreiben können. Geben Sie IMMER die Seriennummer der Maschine an, die auf der Rückseite angegeben ist.

1.5.2 Haftungsausschluss

Gen3 Systems Limited geht davon aus, dass die Informationen in diesem Handbuch korrekt sind und behält sich das Recht auf Änderungen der Spezifikationen und Informationen ohne vorherige Ankündigung vor. Gen3 Systems ist nicht haftbar für unbeabsichtigte Fehler.

Die Bedingungen, denen der Verkauf von Hardwareprodukten von Gen3 Systems unterliegt sowie die Lizenzvergabe der Gen3 Systems Software sind in den schriftlichen Verträgen zwischen Gen3 System und seinen Kunden festgelegt. Die Darstellung oder Bestätigung einer Tatsache in diesem Handbuch, einschließlich aber nicht beschränkt auf Aussagen hinsichtlich Leistung, Empfindlichkeit, Eignung oder Ausführung des hierin beschriebenen Produkts stellen keine Gewährleistung seitens Gen3 Systems für einen Zweck oder eine Haftung jeglicher Art von Gen3 Systems dar.

Gen3 Systems ist in keinem Fall haftbar für zufällige, indirekte, spezielle oder Folgeschäden jeglicher Art, einschließlich aber nicht begrenzt auf entgangenen Gewinn, die aufgrund dieses Handbuchs und der hierin enthaltenen Informationen entstehen oder darauf zurückzuführen sind, selbst wenn Gen3 Systems über die Möglichkeit dieser Schäden unterrichtet wurde, dies ihnen bekannt war oder hätte bekannt sein müssen.

1.5.2 Copyright

Bei den in diesem Handbuch beschriebenen Softwareprogrammen handelt es sich um vertrauliche Informationen und Markenprodukte von Gen3 Systems oder seinen Lizenznehmern. Ohne die schriftliche Zustimmung seitens Gen3 Systems dürfen dieses Handbuch und die Software weder ganz noch teilweise kopiert, vervielfältigt, oder in irgendeiner Form oder Weise vertrieben werden.

© Copyright 2007 Gen3 Systems. Alle Rechte vorbehalten.

1.6 Quick Start

Das Bedienpersonal sollte sich auf alle Fälle mit den entsprechenden Lötbarkeits-Testnormen vertraut machen. Eine Liste der anzuwendenden Normen finden Sie auf Seite 3.

Der „Solderability Software Wizard“ (Lötbarkeits-Softwareassistent) vereinfacht das Einrichten von Tests auch für neue und unerfahrene Anwender. Dieser Assistent kann nach den Wünschen des Anwenders eingesetzt werden. Beachten Sie bitte, dass die Windows® Software eine offene Architektur hat, so dass alle Testparameter gleichzeitig aufgerufen werden können. Dies kann bei unerfahrenem Personal zu Verwirrungen führen. Lesen Sie das Handbuch sorgfältig durch, so dass ein effizienter Einsatz des Systems gewährleistet ist.

Generell sollten nur die Lotkugelblöcke bei geringen Eintauchtiefen und -geschwindigkeiten eingesetzt werden.

Das Gerät ist für 1 mm/Sek. bei einer Tiefe von 0,10 bis 0,25 mm optimiert.

Hohe Eintauchgeschwindigkeiten und -tiefen sind mit dem Lotbad möglich. Stellen Sie jedoch sicher, dass zwischen dem Ende des Bauteilanschlusses und der Probenklammer ein elektrischer Kontakt besteht. Das Gerät ist für 20 mm/Sek. bei einer Tiefe von 2 bis 5 mm ausgelegt.

Wenn Sie die Lotkugelblöcke verwenden, ist der Vorheizabstand auf 2 bis 3 mm einzustellen, bei dem Lotbad auf 10 bis 15 mm. Beachten Sie, dass das System mit einem sehr empfindlichen Kraftmesskopf ausgerüstet ist und demzufolge anfällig ist gegenüber Vibrationen und Luftzug.

Im Einleitungskapitel 2 finden Sie eine detaillierte Beschreibung der Theorie über die Benetzungswaage (Kapitel 2.4) und die Anwendung der Methode der Mikro-Benetzungswaage (Kapitel 2.5). Wenn Sie diese Theorie verstanden haben, können Sie das System optimal nutzen.

Im Gegensatz zu anderen Systemen wird das MUST 3 mit dem kompletten Zubehör ausgeliefert, das für die Durchführung von Lötbarkeitstests erforderlich ist. Ausgenommen hiervon sind natürlich die Komponenten selbst.

KAPITEL 2 Einführung in den Lötbarkeitstest

2.1 Einleitung

Einige metallische Oberflächen sind einfacher zu löten als andere. Dies ist auf die unterschiedliche Geschwindigkeit der Benetzung und die Adhäsionskraft des Lotes an der Oberfläche zurückzuführen. Die Benetzungsgeschwindigkeit ist abhängig von der thermischen Anforderung und der Benetzbarkeit der Metallfläche. Diese kombinierten Eigenschaften werden Lötbarkeit des Materials genannt.

Die Benetzbarkeit des gleichen Materials kann stark schwanken, da sie vom Oberflächenzustand des Metalls abhängig ist. Dünne Oxidschichten, Fett oder organische Verunreinigungen wirken sich erheblich auf die Benetzbarkeit des Metalls aus.

Mit der Einführung des bleifreien Prozesses werden viele neue Oberflächenbeschaffenheiten jetzt allgemein eingesetzt. Jede hat andere Benetzungseigenschaften und kann, je nach Umgebungsbedingungen, an Qualität verlieren.

Für das moderne Produktionslöten müssen Leiterplatten und Komponenten gute Löteigenschaften aufweisen, ehe sie in der Produktionslinie eingesetzt werden. Die große Zahl der Lötverbindungen, die in modernen Lötprozessen gleichzeitig hergestellt werden, macht es erforderlich, dass die Verbindungen im ersten Durchgang einwandfrei sind.

Die Fehlerbehebung mangelhaft ausgeführter Lötverbindungen ist extrem teuer und zeitaufwendig. Außerdem ist erwiesen, dass reparierte Lötverbindungen nie die Haltbarkeit aufweisen wie diejenigen, die im ersten Prozess korrekt ausgeführt wurden.

Die aktuellen Lötprozesse werden mit relativ schwachen Lötbedingungen durchgeführt, so dass eine gute Lötbarkeit der Komponenten immer mehr an Bedeutung gewinnt. In der Regel stellte die Wareneingangsprüfung eine gute Lötbarkeit der Bauteile sicher. Hier wurden die Komponenten oft einem relativ unkomplizierten Tauchtest mit anschließender optischer Prüfung unterzogen.

Die Ergebnisse waren oft sehr subjektiv und führten im Allgemeinen zu Meinungsverschiedenheiten der Anwender, obwohl diese Tests einfach und schnell durchzuführen waren. Für die Technik von heute waren also wissenschaftlichere, quantitative Testmethoden erforderlich.

Die Lösung dieses Problems war die Einführung der Benetzungswaage und der Kraftmessung als quantitative Lötbarkeitstestmethode. Die Eintauchergebnisse zeigen lediglich das Ergebnis der Benetzung am Ende des Tests. Die Benetzungswaage liefert Informationen sowohl zur Geschwindigkeit als zur Benetzung während des Eintauchvorgangs und demzufolge wertvolle Details.

Die Benetzungswaage war über mehrere Jahre hinweg die Standard-Testmethode für Leiterplatten, bedrahtete Komponenten und Dual-in-Line Komponenten, allerdings nicht optimal geeignet für sehr kleine Anschlüsse an SMT-Bauteilen. Kürzliche Weiterentwicklungen bei der Benetzungswaage ermöglichen jetzt reproduzierbare, quantitative Lötbarkeitsmessungen aller SMT-Komponenten und stellen sicher, dass nur Bauteile mit guter Lötbarkeit in die Produktionslinie kommen.

Obwohl die Benetzungswaage bereits verbreitet in der Elektronikindustrie eingesetzt wurde, war ihre Verwendung oft auf das Labor beschränkt. Moderne, computergesteuerte Benetzungswaagen-Systeme sind einfach zu bedienen und liefern kurzfristig die erforderlichen Pass-/Fail-Daten eingehender Bauteile sowie der Komponenten, die nach einer längeren Lagerung wieder der Produktion zugeführt werden.

Durch das anhaltende Wachstum der SMT-Technik ist der Bedarf an Bauteilen mit guter Lötbarkeit

weiter gestiegen, so dass der Einsatz der Benetzungswaage immer wichtiger wird, da eine optische Prüfung von den Anwendern nur noch bedingt eingesetzt wird.

Die Eigenschaften der Benetzung, Lötbarkeit sowie die Theorie der Benetzungswaage mit dem Lotbad und der Mikro-Benetzungswaage werden in den folgenden Abschnitten näher untersucht.

Sie sollten sich mit diesen Kapiteln unbedingt näher vertraut machen, da ein Verständnis dieser Theorie Voraussetzung ist für eine effiziente Ausführung der Tests und die Auswertung der Ergebnisse.

2.2 Oberflächenenergie & Benetzung

Um eine Benetzung zwischen dem Substrat und dem geschmolzenen Lot zu erreichen, muss das im Lot enthaltene Zinn mit dem Substrat reagieren und eine Legierung bilden. Hierfür muss ein molekularer Kontakt zwischen Zinn und Substrat hergestellt werden. Voraussetzung ist allerdings, dass sowohl das geschmolzene Lot als auch das Substrat frei von Verunreinigungen sind.

Tabelle 1 zeigt eine typische Liste der Lötbarkeit, wie sie in den meisten Nachschlagewerken zu finden ist. Warum aber sind einige Metalle einfacher zu löten als andere? Zunächst muss das Metall energetisch reagieren und mit dem im Lot enthaltenen Zinn eine Legierung bilden. Das allein reicht allerdings nicht aus.

Zinn	Sn	ausgezeichnet
Gold	Au	ausgezeichnet
Kupfer	Cu	gut
Messing	Cu/Zn	gut
Eisen	Fe	annehmbar
Nickel	Ni	annehmbar
Aluminium	Al	schwierig
Edelstahl	Fe/Cr	schwierig
Titan	Ti	sehr schwierig

Tabelle 1 Lötbarkeit einiger allgemein üblicher Metalle

Um die Ausbreitung des geschmolzenen Lots über das Substrat und die Voraussetzungen für die Lötbarkeit besser beurteilen zu können, müssen die Eigenschaften der Oberflächenspannung näher untersucht werden. Stellt man sich einen Tropfen geschmolzenen Lots in einem luftleeren Raum vor, so nimmt dieser eine runde Form an, wie ein Tropfen Wasser eine sphärische Form annimmt.

Der Tropfen behält diese Form durch die Oberflächenspannung des geschmolzenen Lots.

Die Atome im Inneren des Tropfens sind gleichmäßig von anderen Atomen umgeben und die auf diese Atome wirkende Nettokraft entspricht, ungeachtet der thermischen Bewegung, Null. An der Oberfläche kommt es zu einem Ungleichgewicht der Anziehungskräfte zwischen den Atomen, da eine Nettokraft in das Innere des Tropfens auf die Oberflächenatome wirkt.

Das gesamte System versucht nun, eine Form mit minimaler freier Energie anzunehmen, also ein minimales Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen. Diese Situation ist möglich, wenn das geschmolzene Lot eine Kugel bildet. Die Stärke der Oberflächenspannung ist abhängig von den Bindungsenergien zwischen den Atomen im geschmolzenen Lot.

Wird jetzt das geschmolzene Lot auf eine beheizte, oxidierte Kupferplatte gebracht, wird die Sphärenform durch die Schwerkraft niedergedrückt und bildet einen ruhenden Tropfen (siehe Abb. 1).

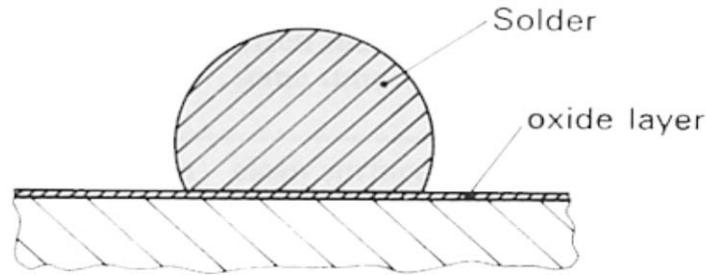


Abb. 1 Ruhender Lottropfen auf oxidiertem Kupfer

Wenn auf diesen ruhenden Tropfen auf dem oxidierten Kupfer geeignetes Flux gegeben wird, wird die Oxidschicht vom Kupfer entfernt und das Lot sowie das im Lot enthaltene Zinn reagieren mit dem Kupfer und bilden eine intermetallische Schicht, so dass sich das Lot ausbreiten kann (siehe Abb. 2).

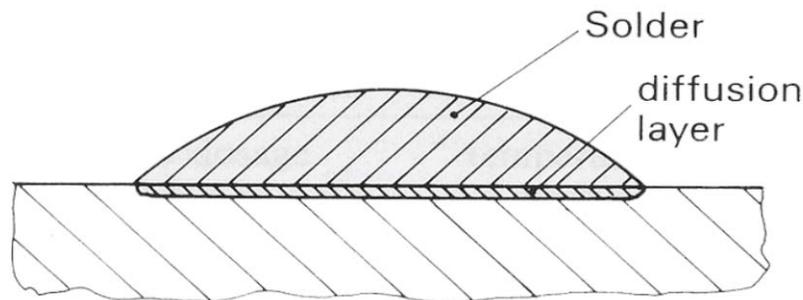


Abb. 2 Ruhender Lottropfen und Flux auf sauberem Kupfer

Die endgültige Form des sich ausbreitenden Lots hängt von den Kräften der Oberflächenspannung ab, die auf die Grenzflächen wirken. Feste und fest-flüssige Grenzflächen haben ebenfalls Oberflächenspannungskräfte. Diese Grenzflächen versuchen ebenfalls, ihre Flächen auf ein Minimum zu reduzieren, so dass minimale freie Energien erreicht werden. Es kommt also zu einem Gleichgewicht, bei dem die Nettokraft an der Lotgrenze Null entspricht.

Die Abbildung 3 zeigt die Kräfte, die auf das vordrängende Lot wirken. Die Oberflächenspannung des festen Kupfers in Luft wird durch die Oberflächenspannung zwischen dem flüssigen Lot und Luft und dem flüssigen Lot und festen Kupfer ausgeglichen.

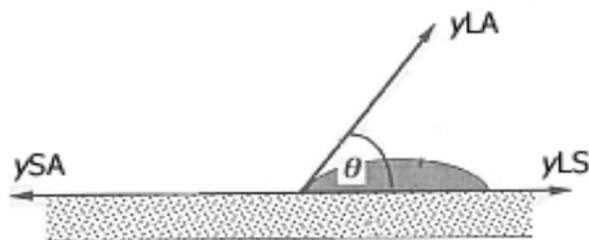


Abb. 3 Ausgleichende Kräfte des ruhenden Tropfens

Die Kräfte an der vorderen Lotgrenze können mit folgender Formel berechnet werden:

$$\gamma_{SA} = \gamma_{LS} + \gamma_{LA} \cos \theta$$

Diese Gleichung wird Young's Gleichung genannt, bei der der Kontaktwinkel θ für die Ausbreitung eingesetzt werden kann. Je geringer der Kontaktwinkel, um so mehr breitet sich das Lot aus und um so besser ist die erreichte Benetzung.

- γ_{SA} = Oberflächenspannung zwischen festem Kupfer und Luft
 γ_{LS} = Oberflächenspannung zwischen flüssigem Lot und festem Kupfer
 γ_{LA} = Oberflächenspannung zwischen flüssigem Lot und Luft

Übersteigen die Kohäsionskräfte im Lot die Adhäsionskräfte zwischen Lot und Kupfer, verbleibt das Lot als ruhender Tropfen und breitet sich nicht aus. In diesem Fall ist der Kontaktwinkel größer als 90°. Sind die Adhäsionskräfte größer als die Kohäsionskräfte, ist es für das Lot energetisch günstiger, mit dem Kupfer zu reagieren und sich nach außen auszubreiten, so dass der Kontaktwinkel auf unter 90° reduziert wird. Auf Basis der Young's Gleichung erhält man folgendes Ergebnis:

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{SA} - \gamma_{LS}}{\gamma_{LA}}$$

Für eine Benetzung muss der Kontaktwinkel θ unter 90° liegen. Das heißt also, dass $\cos \theta$ zwischen 0 und 1, vorzugsweise möglichst nahe 1 sein sollte. Ist $\cos \theta$ weniger als 0, erhält man einen Kontaktwinkel über 90°.

Die Oberflächenspannung zwischen einem Feststoff und Luft – γ_{SA} – ist hoch, wenn der Feststoff frei von Oxiden, Sulfiden, Chloriden, Kohlenwasserstoffen und anderen Oberflächenverunreinigungen ist, die die Oberflächenspannung reduzieren.

Soll die Oberflächenspannung zwischen einem flüssigen und einem festen Stoff – γ_{LS} – gering sein, muss eine metallurgische Verbindung zwischen Zinn und Substrat gebildet werden. Diese beiden Faktoren machen die Reihenfolge der Materialien in der „Lötbarkeitsliga“ der Tabelle 1 deutlich.

Einige Metalle legieren leichter mit Zinn und bilden eine intermetallische, metallurgische Verbindung. Weiter unten in der Tabelle stellt man jedoch fest, dass die Metalle vermehrt stabile Oxide bilden, die entfernt werden müssen, damit das im Lot enthaltene Zinn mit dem Metall reagieren kann.

Die Hauptfunktion des Flux besteht darin, Oberflächenoxide vom Basismetall und Lot zu entfernen und eine Neubildung während des Lötprozesses zu verhindern. Die Oberflächenspannung des Feststoffs wird durch die Reaktion mit der Oxidschicht auf der Oberfläche des Feststoffs und Entfernen dieser Oxidschicht erhöht. Je stabiler das Oxid auf dem Metall ist, um so aggressiver muss das Flux sein, mit dem die Oxidschicht entfernt werden soll. Durch die Verwendung von Flux wird außerdem die Oberflächenspannung zwischen dem flüssigen Lot und Luft – γ_{LA} – reduziert, obwohl die Luft durch die Fluxschicht ersetzt wird.

Der Hauptparameter, der in den vorstehenden Gleichungen gesteuert werden kann, ist die Oberflächenspannung des Feststoffs. Dieser Parameter ist bei einer sauberen Oberfläche oder eine Beschichtung, die nur eine schwache, leicht zu entfernende Oxidschicht bildet, hoch. Die Oberflächenspannung zwischen flüssigem und festem Stoff ist abhängig von der Tendenz, eine metallurgische Verbindung zu bilden. Dies lässt sich nur durch das Basismetall der Bauteilanschlüsse beeinflussen.

Die Oberflächenspannung zwischen flüssigem Lot und Luft oder der Fluxschicht hängt von der Lotlegierung, der Löttemperatur sowie dem Flux, das zum Löten der Bauteile eingesetzt wird, ab. Die Oberflächenspannung der Legierung wird stark durch Unreinheiten im Lot beeinflusst. Geringe Verunreinigungen können sich erheblich auf die Oberflächenspannung auswirken, da die Oberflächenspannung einer Flüssigkeit von der Zusammensetzung der Lotoberfläche und nicht von der der Lotmasse bestimmt wird. Verunreinigungen mit geringen Oberflächenenergien sondern sich schnell an die Oberfläche der Flüssigkeit ab und reduzieren so die Oberflächenspannung γ_{LA} .

Unreinheiten in der Lotlegierung und Änderungen in der Zusammensetzung der Legierung können ebenfalls die Oberflächenspannung zwischen dem flüssigen und festen Stoff beeinflussen und die intermetallische Bildung verändern. Darüber hinaus führen die Auswirkungen auf die Oberflächenspannung zwischen Feststoff und Luft zu anderen Diffusionsprozessen auf dem Feststoff.

MUST SYSTEM 3

Legierungszusätze und Unreinheiten haben durch die veränderte Viskosität des flüssigen Lots eventuell auch Auswirkungen auf die Ausbreitung und Benetzungseigenschaften einer Legierung. Die Benetzungswaage wird vorzugsweise als Gerät zur Bestimmung der Lötbarkeit von Bauteilanschlüssen eingesetzt, eignet sich aber ebenfalls zur Bewertung des Wirksamkeitsgrads und des Wirkungsgrads von Flussmitteln zur Beseitigung von Oxiden und Oberflächenverunreinigungen.

2.3 Lötbarkeit

2.3.1 Definition

Gemäß IPC:

Leiterplatten – IPC J-STD003. Diese Norm dient zur Bestimmung der Benetzungsfähigkeit von Leiterbahnen auf Leiterplatten, Bauteilanschlüssen und Durchkontaktierungen mit Lot sowie deren Widerstandskraft gegenüber den Anforderungen des Bestückprozesses

Komponenten – IPC J-STD002

Auf Basis dieser Norm wird überprüft, ob die Lötbarkeit von Bauteilanschlüssen und Leiterplatten den Forderungen der gültigen Richtlinien entsprechen und sich eine anschließende Lagerung nicht negativ auf die Lötbarkeit auswirkt.

Sie stellt ebenfalls sicher, dass die Zersetzung der Metallisierung an den Bauteilanschlüssen während des Lötprozesses intakt bleibt.

Die Bestimmung der Lötbarkeit kann zum Zeitpunkt der Herstellung, bei Eingang der Leiterplatten oder Komponenten beim Anwender oder direkt vor der Bestückung und dem Lötprozess erfolgen.

Gemäß IEC:

In den IEC-Richtlinien (International Electrotechnical Commission) wird Lötbarkeit als die Gesamteignung eines Bauteilanschlusses für das industrielle Löten definiert. Diese Definition führt zu drei Eigenschaften einer Komponente und ihrer Anschlüsse, die nachstehend bewertet werden:

2.3.1.1 Benetzungsfähigkeit

Die Benetzungsfähigkeit ist die spezifische Eigenschaft des Bauteilanschlussmaterials, eine Legierung mit dem Lot zu bilden. Sie hängt ab von dem Basismetall, das für die Anschlüsse verwendet wurde oder – im Falle eines plattierten Bauteilanschlusses - von den Bedingungen und dem Material, das zur Plattierung eingesetzt wurde.

2.3.1.2 Thermische Anforderungen

Die Anschlussfläche muss auf Löttemperatur erwärmt werden. Bedingt durch die Bauteilausführung ist es möglich, dass die Wärme in den Bauteilkörper abgeleitet wird, so dass die Temperatur auf der Anschlussfläche soweit absinkt, dass eine entsprechende Lötverbindung nicht mehr hergestellt werden kann.

2.3.1.3 Widerstand gegenüber der Lötwärme

Das Bauteil muss der thermischen Belastung des Lötprozesses ohne Einbußen der Funktionalität standhalten können. Dies ist bei den gegenwärtigen Bestückprozessen, bei denen die Komponenten starken thermischen Schwankungen ausgesetzt sind, von besonders großer Bedeutung.

Durch diese Definition entwickelte sich eine Matrix der Lötbarkeitsnormen, mit der entweder alle drei Eigenschaften einzeln oder in einigen Fällen eine Kombination der ersten beiden Eigenschaften gemessen wird.

MUST SYSTEM 3

Die Benetzungswaage misst die kombinierten Auswirkungen von Benetzbarkeit und thermischer Anforderung. Obwohl sich die Folgen der thermischen Anforderungen überwachen lassen, hängt die Benetzung der Komponente teilweise von der absorbierten Wärme ab.

2.3.2 Lötbarkeit und ihre Einflussgrößen

2.3.2.1 Substrat

Einige Metalle sind bedeutend leichter zu benetzen als andere. Kupfer, zum Beispiel, ist wesentlich einfacher zu löten als Nickel und dieses wiederum einfacher als Aluminium. Die Lötbarkeit eines Metalls ist abhängig von der Bildung einer metallurgischen Verbindung zwischen dem im Lot enthaltenen Zinn und dem Substrat. Die Entstehung einer Verbindung erfordert eine Reaktion zwischen Zinn und Substrat.

Das heißt, dass ein molekularer Kontakt zwischen Lot und Substrat hergestellt werden muss. Voraussetzung ist, dass Lot und Substrat frei von Verunreinigungen, wie zum Beispiel Oxiden, Chloriden und Sulfiden sind.

Eine Aufgabe des im Lötprozess eingesetzten Flux besteht darin, Verunreinigungen von Lot und Substrat zu entfernen und die Oberflächen zu schützen, bis ein Kontakt zwischen dem sauberen Substrat und Lot hergestellt werden kann. Die Stabilität der Verbindung zwischen Verunreinigungen und Substrat hat offensichtlich einen erheblichen Einfluss auf die Lötbarkeit des Substrats und bestimmt ebenfalls die Benetzung des Substrats durch das geschmolzene Lot. Je stabiler diese Verbindung ist, um so schwieriger lässt sie sich mit dem Flux entfernen.

Geschwindigkeit und Grad der Benetzung hängen von der chemischen Zusammensetzung der Substratoberfläche ab. Der physikalische Zustand der Oberfläche, insbesondere die Oberflächenrauheit, spielt ebenfalls eine Rolle. Obwohl es unterschiedliche Meinungen zu den Einflüssen der Oberflächenrauheit gibt, wird allgemein anerkannt, dass die Ausbreitung des Lots durch eine raue Oberfläche beeinträchtigt wird.

Eine Ausnahme sind allerdings Rillen, die parallel zum vordringenden Lot verlaufen: hier steigt die Benetzung durch die Kapillarfunktion der parallelen Rillen an.

2.3.2.2 Lotzusammensetzung

Die Zusammensetzung der Lotlegierung beeinflusst die Oberflächenspannung des flüssigen Lotes. Relativ geringe Verunreinigungen im Lot können sich erheblich auf die Benetzungseigenschaften auswirken.

Aus der Young Gleichung lässt sich ableiten, dass die Oberflächenspannung zwischen flüssigem Lot und Substrat gering sein muss, so dass ein kleiner Kontaktwinkel entsteht und die metallurgische Verbindung hergestellt wird. Die Oberflächenspannung zwischen dem festen Substrat und Dampf muss hoch sein - dies setzt ein sauberes Substrat voraus - und die Oberflächenspannung zwischen flüssigem Lot und Dampf sollte relativ gering sein.

Die Oberflächenspannung einer Flüssigkeit ist nur von der Zusammensetzung der Oberfläche abhängig und nicht von der Zusammensetzung der Flüssigkeitsmasse. Verunreinigungen mit geringen Oberflächenspannungen wandern schnell an die Lotoberfläche und verringern so die Oberflächenspannung.

Verunreinigungen im Lot wirken sich ebenfalls auf Wachstum und Art der intermetallischen Phase aus und verändern die Oberflächenspannung zwischen festem Substrat und flüssigem Lot. Sie können

ebenfalls den Diffusionsprozess vor dem vordringenden Lot beeinflussen, so dass sich die Oberflächenspannung zwischen Lot und Dampf verändert.

Desweiteren haben Verunreinigungen im Lot einen Einfluss auf die Art des Oxids an der Lotoberfläche und die Viskosität des flüssigen Lotes. Beide wirken sich auf die Oberflächenspannung zwischen flüssigem Lot und Dampf aus und verändern dadurch die Ausbreitung des flüssigen Lotes.

Flux wird im Lötprozess für verschiedene Funktionen eingesetzt. Zunächst entfernt es Verunreinigungen vom Substrat und reinigt die Oxidschicht auf der geschmolzenen Lotoberfläche. Dann schützt es die gereinigten Oberflächen, bis ein molekularer Kontakt hergestellt werden kann. Durch die Reinigung der Oberflächen dient das Flux als Wärmeträger zwischen dem flüssigen Lot und dem Substrat. Schließlich und endlich reduziert es die Oberflächenspannung zwischen geschmolzenem Lot und Dampf und ermöglicht so eine bessere Ausbreitung des Lotes.

In all diesen Diskussionen wurde davon ausgegangen, dass die Oberflächenspannung in Dampf gemessen wurde. Normalerweise ist dies Luft, im Lötprozess wird jedoch vermehrt auch Schutzgas- und Reaktivgasatmosphäre eingesetzt. Die Verwendung unterschiedlicher Dämpfe wirkt sich nicht nur auf die Art des Lotes und der Substratoberfläche aus, wenn sie mit Flux gereinigt wurden, sondern auch auf die Oberflächenspannung des geschmolzenen Lotes und des festen Substrats.

2.3.2.3 Alterung

Alterung ist ein natürlicher Prozess, durch den sich die Lötbarkeit einer Komponente mit der Zeit reduziert. Die meisten Bauteilanschlüsse bestehen aus einem Basismaterial mit einer lötbaren Beschichtung, die die Lötbarkeit des Anschlusses gewährleistet. Im Allgemeinen wird das Basismetall vor der Lotbeschichtung mit einer Sperrschicht überzogen, vor allen Dingen, wenn das Basismetall in Lot leicht löslich ist.

Es wurde schon festgestellt, dass die Oberflächenspannung zwischen Substrat und Dampf hoch sein muss, damit die Oberfläche leicht zu benetzen ist. Aus diesem Grunde müssen Oxide oder andere Verunreinigungen an der Oberfläche leicht mit Flux zu entfernen sein.

Bei vielen modernen Lötprozessen werden relativ milde Fluxe eingesetzt, die einfach während oder nach dem Löten zu entfernen sind und keine korrosiven Rückstände hinterlassen.

Freiliegende Substratflächen, wie zum Beispiel Kupfer und Nichteisen, oxidieren bei Zimmertemperatur schnell in Luft. Obwohl diese Oxide mit einigen Flussmitteln entfernt werden können, gelten diese im Allgemeinen in einer normalen Produktionslinie als für den Lötprozess zu aggressiv.

Alle Substrate, die zu einem späteren Zeitpunkt gelötet werden sollen, werden normalerweise mit einer lötbaren Beschichtung überzogen. Diese Beschichtung besteht meistens aus Zinn oder Zinn-Blei, es gibt aber auch Gold-, Silber- und Nickelbeschichtungen. Zinn und Blei reagieren immer noch bei Zimmertemperatur mit der Atmosphäre und bilden eine Oxidschicht, die allerdings sehr schwach ist und leicht mit einem milden Harzflux entfernt werden kann.

Während der Beschichtung eines Substrats mit Lot entsteht eine intermetallische Verbindung zwischen dem Substrat und der Lotschicht. Wird die Beschichtung durch Eintauchen aufgebracht oder durchläuft die plattierte Beschichtung einen Reflowprozess, löst sich die intermetallische Verbindung kontinuierlich im flüssigen Lot, so dass weitere intermetallische Verbindungen entstehen. In der Nähe der intermetallischen Schicht wird das flüssige Lot durch das Substrat angereichert. Wenn das Lot noch in einem flüssigen Zustand ist, erreicht die intermetallische Verbindung eine ausgewogene Stärke, bei der sich die gelösten intermetallischen Phasen und die neu gebildeten intermetallischen Verbindungen ausgleichen. Ist das Lot flüssig, kann also eine maximale intermetallische Stärke erreicht werden.

Kühlt sich das Lot ab, steigt die Konzentration des Substrats an den intermetallischen Verbindungen

MUST SYSTEM 3

und die intermetallische Schicht wächst in die Flüssigkeit, wenn diese erstarrt. Die Art der intermetallischen Schicht hängt von der Lotmenge ab und davon, wie schnell das Lot abkühlt. Wenn das Lot noch flüssig ist, ist die intermetallische Schicht verhältnismäßig gleichförmig, da jede Protrusion in die Flüssigkeit gelöst wird.

Wird das Substrat eingetaucht, wird die intermetallische Verbindung durch das sich abkühlende geschmolzene Lot gereinigt und bildet eine glatte intermetallische Schicht. Kühlt das Substrat mit einer begrenzten Menge Lot ab, wie zum Beispiel mit der Menge, die durch den Reflow-Prozess von Lotpaste oder eines plattierten Substrats entsteht, bildet die intermetallische Schicht eine Dendritenstruktur mit feinen Nadeln, die in die Lotschicht ragen.

Der größte Teil der Anschlüsse elektronischer Komponenten ist mit Zinn oder Zinn-Blei (vor Anwendung bleifreier Prozesse) beschichtet, so dass die meisten intermetallischen Schichten Zinn enthalten. In den vorhergehenden Abschnitten wurde aufgezeigt, dass sich die intermetallische Schicht ständig bildet und löst, wenn das Lot geschmolzen ist. Im festen Stadium setzt sich die Migration des im Lot enthaltenen Zinns zur intermetallischen Schicht fort und das Substrat diffundiert durch die intermetallische Phase, so dass die Stärke der intermetallischen Schicht in der Lotbeschichtung steigt.

Dieser Prozess verhält sich proportional zur Quadratwurzel der Temperatur und ist bei Zimmertemperatur außergewöhnlich gleichmäßig. Die folgende Abbildung 4 zeigt die Benetzungszeit eines lotbeschichteten Bauteilanschlusses im Verhältnis zur Alterungszeit.

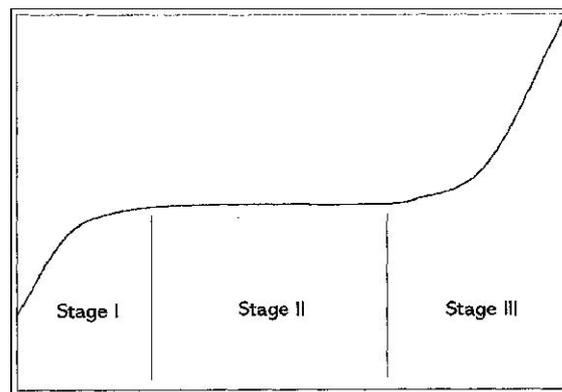


Abb. 4 Benetzungszeit einer lötbaren Substratoberfläche gegenüber der Alterungszeit

Die obige Abbildung 4 zeigt drei unterschiedliche Phasen. Zunächst steigt die Benetzungszeit an, während sich die Lötbarkeit durch die Bildung von Oxiden oder Korrosionsprodukten auf der Lotoberfläche reduziert. Anschließend tritt keine weitere Verschlechterung ein, weil die Oxidschicht auf dem Lot das Lot vor weiterer Oxidation schützt. Dies geschieht durch eine reduzierte Diffusion durch die Oxidschicht und eine chemische Passivierung der Oberfläche. In der dritten Phase ist die intermetallische Schicht durch die Oberfläche der Lotbeschichtung gewachsen und die Benetzungszeit steigt wieder an.

Die vom National Physical Laboratory (NPL) im UK durchgeführten Arbeiten weisen weiterhin die geänderten Bedingungen und die Auswirkungen auf die Lötbarkeit nach.

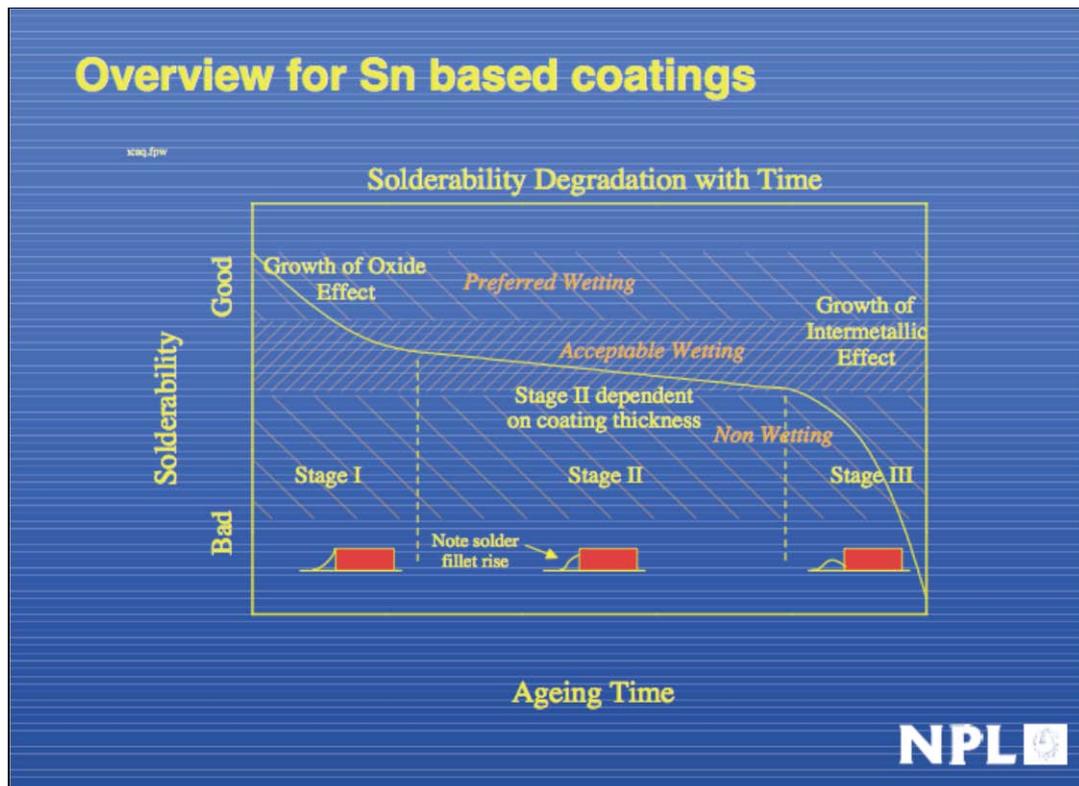


Abb. 5 Benetzungszeit einer lötbaren Substratoberfläche gegenüber der Alterungszeit (NPL)

Die erforderliche Zeit sowie die Auswirkungen dieser Phasen sind von der Art und Stärke der ursprünglichen Beschichtung und den Lagerbedingungen der Komponenten abhängig.

In einer feuchten Atmosphäre ist die Oxidation im Stadium I sehr schnell. Ist die Atmosphäre korrosiv, tritt die Passivierungswirkung in Stadium II unter Umständen nicht auf. Dünne Beschichtungen können schnell durch das intermetallische Wachstum zerstört werden, so dass Stadium III wesentlich früher eintritt. Der ursprüngliche physikalische Zustand der intermetallischen Schicht wirkt sich ebenfalls auf die Zeit aus, die erforderlich ist, bis die intermetallische Phase die Oberfläche erreicht hat. Die Lagertemperatur beeinflusst schließlich alle diese Prozesse.

Kupfer bildet mit Zinn zwei intermetallische Verbindungen. Cu_6Sn_5 entsteht bei allen Temperaturen, über 60°C beginnt Cu_3Sn allerdings zu wachsen. Die Wachstumsrate ist abhängig von der Temperatur, dem Verhältnis zwischen Zinn und Blei und dem ursprünglichen chemischen Zustand des Kupfers.

Andere Substrate, wie zum Beispiel Gold, Silber, Nickel und Eisen, bilden mit Zinn intermetallische Verbindungen. Gold bildet mit Zinn sehr schnell eine intermetallische Schicht. Die Reaktion von Eisen, Silber und Nickel entspricht in etwa der Reaktion von Kupfer. Bei hohen Temperaturen entsteht die intermetallische Verbindung Nickel-Zinn allerdings wesentlich langsamer als die Kupfer-Zinn Verbindung. Aus diesem Grunde wird Nickel auch oft als Sperrschicht zwischen Kupfer und Zinn oder Zinn-Blei Beschichtungen eingesetzt.

Das Wachstum der intermetallischen Schichten Cu_6Sn_5 and Cu_3Sn durch die Lotbeschichtung an die Oberfläche führt zu einem schnellen Anstieg der Benetzungszeit. Die intermetallischen Verbindungen selbst können leicht mit aktivierten Flussmitteln gelötet werden. Die hierdurch entstehenden Oxide sind allerdings sehr stabil, so dass ein Löten mit Fluxen, die in der Elektronikindustrie gebräuchlich sind, nicht möglich ist.

Das Wachstum der intermetallischen Phase reduziert aber nicht nur die Lötbarkeit des Bauteils. Tritt diese Phase ein, nachdem die Komponente auf die Platine gelötet wurde, wirkt sie sich ebenfalls auf die mechanischen Eigenschaften der Lotverbindung aus, da die intermetallische Schicht brüchiger ist

MUST SYSTEM 3

als das Lot in der Lotfüllung. Demzufolge reduziert sich die Lebensdauer durch die stärkere intermetallische Schicht bei steigendem Alter der Lotverbindung.

Das intermetallische Wachstum ist ein ausschlaggebender Faktor für die schlechtere Lötbarkeit eines lötbaren Substrats. Ursprünglich ist aber eine mangelhafte Lötbarkeit auf die Reaktion zwischen der lötbaren Beschichtung und der Atmosphäre zurückzuführen. Zinn bildet mit der Atmosphäre ein Oxid SnO als Schutzschicht auf dem Substrat. Die Oxidation wird durch die Temperatur und die in der Atmosphäre enthaltene Feuchtigkeit beschleunigt.

Blei bildet mit der Atmosphäre ebenfalls ein Oxid PbO. Im Allgemeinen entsteht SnO aber schneller, da Zinn stärker mit Sauerstoff reagiert.

Der Schwefelgehalt in der Atmosphäre ist generell gering und Zinn und Blei zeigen mit Schwefel in niedriger Konzentration nur eine schwache Reaktion. Silber hingegen reagiert schon in sehr geringer Konzentration mit Schwefel und bildet eine schwarze Sulfidschicht, die die Lötbarkeit des Substrats reduziert.

Stickstoffoxid (NO₂) und Chlor reagieren mit Zinn und Blei und bilden Bleinitrat (PbNO₃) sowie Zinn- und Bleichloride (SnCl₂) (PbCl₂). Bleinitrat bildet eine nicht-schützende Schicht, die schwierig zu löten ist. Die beiden Chloride sind ebenfalls nicht schützend und reduzieren die Lötbarkeit (obwohl Bleichlorid normalerweise zu Bleinitrat abgebaut wird, was mit Flussmitteln üblicher Klassifizierung nicht gelötet werden kann).

Werden Komponenten zugekauft, können diese auf ihre Ausgangs-Lötbarkeit getestet werden. Wenn nicht gerade Just-in-Time Schritte eingesetzt werden, ist es durchaus möglich, dass die Bauteile noch gelagert werden oder aber durch den Lieferanten vor dem Transport gelagert wurden. Bei der Wareneingangsprüfung muss die Lötbarkeit der Komponenten nach 6 oder 12 Monaten bestimmt werden können.

Es wurde bereits erwähnt, dass der natürliche Alterungsprozess eines Bauteils sehr kompliziert ist und sich nicht auf andere Komponenten übertragen lässt. Hierzu müssten die Lagerbedingungen und die Temperatur über einen langen Zeitraum festgelegt werden. Aus diesem Grunde muss der Alterungsprozess in eine viel kürzere Periode komprimiert werden, so dass die Alterung der Komponenten bereits bei Wareneingang vorhergesagt werden kann.

Es ist eindeutig nicht möglich, eine Alterungsmethode zu produzieren, die der natürlichen Alterung entspricht. Die internationalen Spezifikationen über die Lötbarkeit enthalten verschiedene Methoden, den Alterungsprozess zu beschleunigen und Daten zu generieren, die der natürlichen Alterung entsprechen, obwohl sich der Mechanismus immer unterscheiden wird.

- Trockene Wärme: in Luft bei 155 °C über 2, 16, 72 oder 96 Stunden
- Feuchte Wärme: in feuchter Luft bei 40 °C, 93 % rel. Feuchte über 4, 10, 21 oder 56 Tage
- Dampf: in Dampf mit oder ohne zusätzliches Gas (Luft, Sauerstoff, Schwefeldioxid)
- Zyklische feuchte Wärme: in feuchter Luft mit 95% rel. Feuchte, zyklisch zwischen 25 und 55 °C mit 3 Stunden für die Temperaturrampen und 9 Stunden bei Temperatur (24-Stunden Zyklus)

Diese Methoden wirken sich durch eine feuchte oder korrosive Atmosphäre entweder auf die Lotoberfläche aus oder beschleunigen das intermetallische Wachstum durch hohe Temperaturen. Man muss darauf achten, dass bei diesen Methoden unterschiedliche Verunreinigungen in der Atmosphäre zu verschiedenen Änderungen der Lotoberfläche führen.

In der obigen Abbildung 4 ist dargestellt, dass das Verhältnis zwischen Benetzungszeit und Alterungszeit nicht linear ist, sondern von der Art des Substrates abhängt. Die folgende Abbildung 2.6 zeigt das Verhältnis zwischen Benetzungszeit und Alterungszeit eines Substrats mit Luft- und

Dampfalterung bei 100 °C. Das Verhältnis ist auch hier nicht linear. Vergleicht man allerdings die Oxidstärke mit der Benetzungszeit, dann ist das Verhältnis linear.

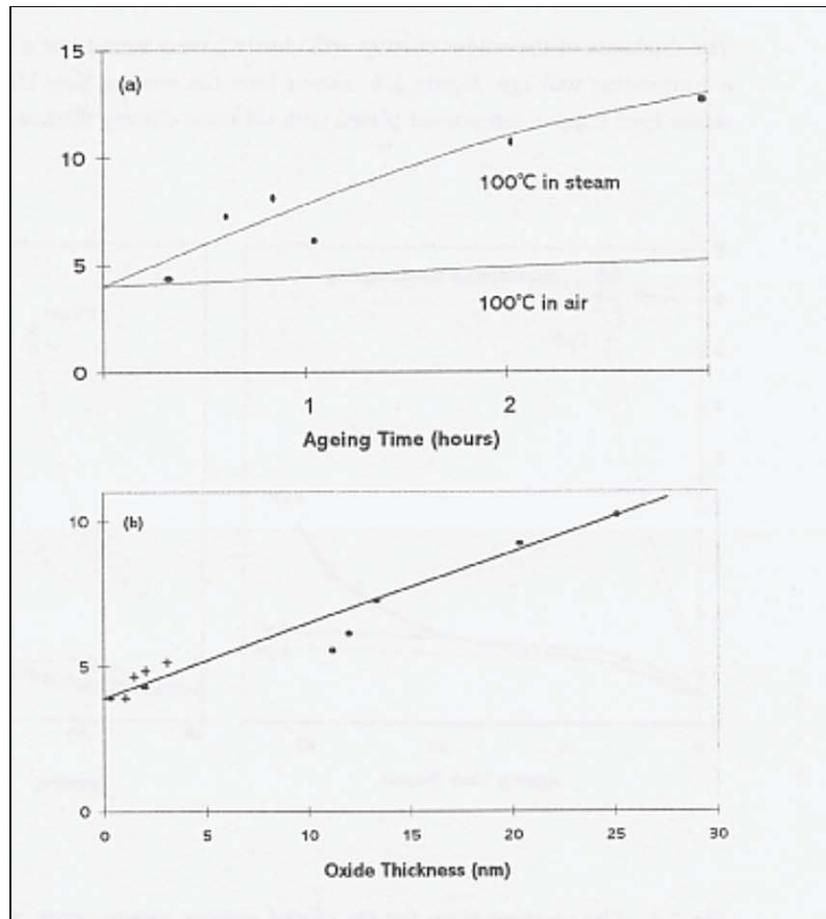


Abb. 6: a) Benetzungszeiten von lotbeschichtetem Kupfer mit Luft- und Dampfalterung bei 100 °C; b) Benetzungszeiten und Oxidstärke mit linearem Verhältnis

Die Stärke der Lotschicht hat einen bedeutenden Einfluss auf die Alterung der Komponente. Die Abbildung 7 zeigt, wie sich die Benetzungszeiten bei einer unter Dampf gealterten Kupferkomponente mit unterschiedlich starken Beschichtungen ändern.

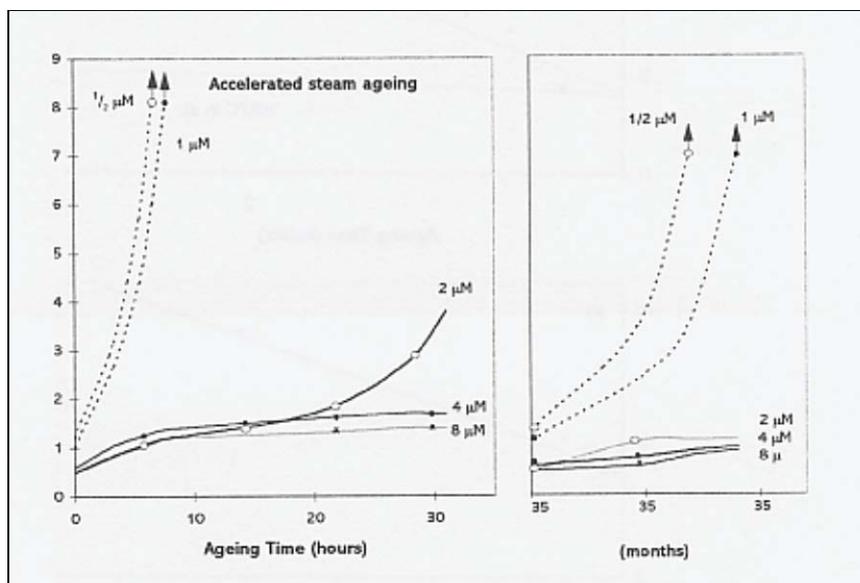


Abb. 7 Auswirkungen der Dampfalterung auf die Benetzungszeit

Bauteile, die mit weniger als 2 mm Zinn beschichtet sind, haben sogar vor ihrer Alterung eine geringere Lötbarkeit. Bei Komponenten mit einer 2, 4 und 8 mm starken Zinnschicht reduziert sich die Lötbarkeit zunächst mit steigender Oxidschicht. Die 2 mm starke Beschichtung weist die drei Stadien auf, die in der Abbildung 6 aufgezeigt sind. Zunächst verstärkt sich die Oxidschicht, danach folgt die Periode der Passivierung (bei dieser Plattierungsstärke ist sie nur sehr kurz), dann wächst die intermetallische Verbindung durch die Plattierung an die Oberfläche, oxidiert und reduziert die Lötbarkeit.

Eine kurze Dampfalterung wirkt sich nur auf die Beschichtungen aus, die bereits schwach sind oder eine kurze Lebensdauer haben. Der Mechanismus des Alterungsprozesses entspricht nicht der natürlichen Alterung, da sich das intermetallische Wachstum und die Diffusion des festen Zustands bei ca. 100 °C ändern. Um ein intermetallisches Wachstum zu erreichen, das einer natürlichen Alterung von einem Jahr entspricht, müsste eine Komponente über mindestens 24 Stunden einer Dampfalterung unterzogen werden.

Wenn ein Mechanismus generiert werden soll, der der natürlichen Alterung ähnelt, müsste ein Prozess mit mittlerer Länge, wie zum Beispiel 40 °C, 93 % rel. Feuchte eingesetzt werden, dessen Auswirkungen der natürlichen Alterung auf Zinn-Blei entsprechen. Unterschiedliche Alterungsprozesse wirken sich durch verschiedene Mechanismen auf die jeweiligen Beschichtungsmaterialien aus. Eine trockene Wärme von 155 °C beschleunigt zum Beispiel das intermetallische Wachstum sowie die Oxidbildung auf einer Zinn-Blei beschichteten Komponente, hat aber nur geringe Auswirkungen auf ein Silber-Palladium Bauteil, welches bereits in der Herstellung mit 800 °C gebrannt wurde.

Die Lötbarkeit eines Silber-Palladium beschichteten Bauteils wird durch Verunreinigungen in der Luft – insbesondere Schwefel – beeinflusst. Die Simulation der natürlichen Alterung dieser Komponenten ist demzufolge auch wesentlich schwieriger.

Bei einer beschleunigten Alterungsmethode sollen ein oder zwei Jahre natürliche Alterung in einige Stunden komprimiert werden. Dies ist nicht möglich, da sich der Mechanismus des Alterungsprozesses bei steigender Temperatur und Reaktionsraten ändert. Die Simulation der Lagerbedingungen ist ebenfalls sehr schwierig – dies gilt vor allen Dingen für die Beschleunigung der Folgen atmosphärischer Verunreinigungen. Und vorherzusehen, welche Verunreinigungen auftreten werden, ist so gut wie unmöglich.

Beschleunigte Alterungsprozesse können lediglich ein Leitfaden für die veränderte Lötbarkeit einer Komponente während der Lagerung sein und haben andere physikalische und chemische Bedingungen als die natürliche Alterung.

2.3.3 Bedingungen für eine gute Lötbarkeit

Die lötbare Beschichtung einer Komponente oder Leiterplatte hat einen entscheidenden Einfluss auf deren Lötbarkeit. In den meisten Fällen soll die Beschichtung nur die Lötbarkeit während der Lagerung erhalten.

Wenn ein Bauteil oder eine Platine direkt aus der Produktionslinie genommen und gelötet werden könnte, wäre eine lötbare Beschichtung nicht erforderlich. Offensichtlich ist dies nicht möglich, weil Komponenten und Leiterplatten vor ihrer Verwendung eine gewisse Zeit gelagert werden müssen. Das führt dazu, dass Bauteilanschlüsse und –enden während der Herstellung Bedingungen unterworfen sind, die zur Unlötbarkeit führen.

Im vorigen Kapitel wurde erläutert, dass der Schlüssel zum Erhalt der Lötbarkeit darin liegt, die Oxidstärke auf der Substrataußenseite zu überwachen und das intermetallische Wachstum unter der lötbaren Beschichtung zu reduzieren.

Die Komponente sollte in einer kühlen, trockenen Umgebung, idealerweise zwischen 10 und 15°C gelagert werden, um die Reaktionen auf der Außenseite des Substrats zu reduzieren. Die Atmosphäre sollte eine geringe Feuchtigkeit haben und frei von Chloriden, Nitraten und Sulfiden sein, die auf die Außenschicht des Substrats korrodierend wirken. Diese korrodierenden Reaktionen werden durch hohe Feuchtigkeit beschleunigt. In der Industriegebieten ist dies ein größeres Problem als in ländlichen Bereichen, in denen die Atmosphäre sauberer ist.

Isozyklische Säuren, die in einigen antistatischen Lagermaterialien vorkommen, können die äußere Oberfläche ebenfalls beeinträchtigen, und werden mittlerweile immer seltener eingesetzt.

Zur Entfernung atmosphärischer Verunreinigungen stehen Markenartikel zur Verfügung. Dies sind im Allgemeinen absorbierende Streifen, die mit den Komponenten verschweißt werden und den Abbau der Außenfläche der Bauteile und Leiterplatten durch Absorption der atmosphärischen Schadstoffe reduzieren.

Durch Lagerung der Komponenten bei relativ geringen Temperaturen und Einsatz einer Sperrschicht, wie zum Beispiel Nickel, zwischen Substrat und lötlbarer Beschichtung, lässt sich das Wachstum der intermetallischen Schicht kontrollieren. Dies ist eine allgemein übliche Praxis, wie sie von den meisten Bauteilherstellern eingesetzt wird und mit Hilfe derer zahlreiche Lötbarkeitsprobleme – insbesondere das der Auflösung der Metallisierung – gelöst werden konnten.

Viele der Metalle, die für die Beschichtung der Bauteilanschlüsse eingesetzt werden, sind in geschmolzenem Lot leicht löslich. In Extremfällen wird der Bauteilanschluss vollständig entfernt, vor allen Dingen dann, wenn für den Lötprozess eine große Menge Lot zur Verfügung steht. Dies war bei Silber-Palladium Anschlüssen zu Beginn ein Hauptproblem. Während des Wellenlötens löste sich die Beschichtung der Anschlüsse teilweise vollständig im Lot. Durch den Einsatz von Nickel-Sperrschichten über dem Silber-Palladium und anschließende Beschichtung mit Nickel-Blei konnte das Problem gelöst und sogar die Lötbarkeit des Bauteils verbessert werden.

Beim Reflow-Löten mit begrenzter Lotmenge stellt sich das Problem der vollständigen Entfernung der Beschichtung nicht. Allerdings ändern sich die physikalischen Eigenschaften der Lötverbindung, wenn die Beschichtung in der geringen Lotmenge gelöst wird. Die gelösten Metalle des Bauteilanschlusses wirken sich auf die Mikrostruktur und die Stärke der Lötverbindung aus. Dieses Problem lässt sich auch hier durch den Einsatz von Sperrschichten zwischen Substrat und lötlbarer Beschichtung lösen.

Die ursprüngliche Stärke der Lotbeschichtung auf einem Substrat hat bedeutenden Einfluss auf die Lebensdauer einer Komponente. Soll ein Bauteil nach 2 Jahren Lagerung noch lötlbar sein, wird eine Lotschicht von mindestens 5 ppm empfohlen.

Intermetallische Schichten wachsen sehr schnell durch dünne Beschichtungen und reduzieren die Lötbarkeit der Komponente erheblich. Zu beachten ist, dass Zinn in Zinnbeschichtungen einen höheren Schmelzpunkt (232 °C) als Zinn-Blei (183 °C) hat und der Lötprozess also längere Zeit in Anspruch nimmt. Dies gilt besonders für Reflow-Prozesse, bei denen die Reflowtemperatur unter dem Schmelzpunkt des Zinns liegt.

Mattbeschichtungsprozesse werden glänzenden Beschichtungsprozessen vorgezogen. Bei glänzenden Beschichtungsprozessen werden organische Materialien eingesetzt, um die glänzende Oberfläche zu erhalten. Dies kann zu Einschlüssen in der Beschichtung führen, die die Lötbarkeit beeinträchtigen.

Der Prozess des Reflowlötens beschichteter Oberflächen kann bei Leiterrahmen und gedruckten Verdrahtungen mit Durchkontaktierungen Probleme verursachen. Während des Reflowlötens läuft das flüssige Lot leicht von den Kanten und Ecken des Substrats ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Oberflächenspannung des Lots die Oberfläche der Flüssigkeit reduziert, indem das Lot zu einer Kugel zusammengezogen wird. Dies ist nicht möglich, da das Substrat durch das Lot benetzt wurde. Die Beschichtungsstärke wird allerdings an den Kanten einer Leiterbahn oder eines Pads sowie

an den Ecken eines Leiterrahmens oder einer Durchkontaktierung reduziert.

Die Lötbarkeit an den dünn beschichteten Stellen nimmt offensichtlich stärker ab als an den Stellen mit einer stärkeren Beschichtung. Im schlimmsten Fall kommt es während des Reflowprozesses zu einer Freilegung der intermetallischen Verbindung. Dieses Problem ist die Hauptursache schwacher Verbindungen („weak knee“) an den Ecken der Durchkontaktierungen.

Am besten sollten nur Komponenten mit einem runden Querschnitt, bei denen das Problem einer dünnen Lotschicht an den Kanten nicht gegeben ist, verzinkt oder reflowgelötet werden. Leiterrahmen sollten plattiert und nicht reflowgelötet werden, um die Gefahr einer dünnen Beschichtung an den Kanten auszuschließen.

2.3.3.1 Bedeutung einer guten Lötbarkeit

Die steigende Bedeutung der Lötbarkeit lässt sich am besten anhand der Produktionsprozesse, die sich über die Jahre verändert haben, erkennen.

Ursprünglich wurden elektronische Bauteile von Hand mit LötKolben in gedruckte Schaltungen (Durchkontaktierungen) gelötet. Die Verbindungen wurden durch LötKolben mit hohen Temperaturen (300 bis 400 °C) und Lotdraht mit aktiviertem Harzflux hergestellt. Jede Lötverbindung wurde sofort geprüft und Fehler durch das Aufbringen von zusätzlichem Lot und einer längeren Erhitzung beseitigt. Da die Zeit für die Herstellung der Verbindung unbegrenzt war, konnten fehlerhafte Verbindungen sofort nachbearbeitet werden. Teilweise mit Techniken, über die man in der modernen Produktion die Stirn runzeln würde.

Obwohl dieses Verfahren aus Sicht der Überprüfung ideal ist, ist es offensichtlich zu arbeitsintensiv. Die Lösung war hier die gleichzeitige Herstellung der Lötverbindungen in einem Lotbad – der Ursprung der Wellenlötmaschine. Zunächst waren die Ergebnisse nicht ganz zufrieden stellend, da die Komponenten, die vorher mit 300 °C gelötet wurden, nicht auf einer Welle geschmolzenen Lots mit 240 bis 260 °C gelötet werden konnten. Die Lötbarkeit der Bauteile musste also verbessert werden.

Allerdings machte dies eine Methode zur Bewertung der Lötbarkeit erforderlich, so dass die erste quantitative Testmethode und damit das MUST entwickelt wurde.

Der Lötprozess wurde nicht nur durch die geringen Löttemperaturen erschwert, sondern auch durch die begrenzte Zeit, in der mittlerweile die Lötverbindung hergestellt werden musste. Die Kontaktzeit zwischen der Anschlussfläche und dem geschmolzenen Lot liegt auf einer Lotwelle im Allgemeinen bei nur bei 2 bis 3 Sekunden.

Die Dichte der Lötverbindungen auf wellengelöteten Platinen wurde ebenfalls erhöht, so dass die Fehlererkennung und -behebung sehr viel schwieriger wurde. Mit der Einführung des Wellenlöt-systems stiegen die Probleme, eine Lötverbindung herzustellen, so dass Komponenten mit besserer Lötbarkeit erforderlich wurden.

Der Lötprozess wurde durch die Einführung von SMT-Komponenten und mit dem Reflowlöten weiter erschwert. Die Dichte der Verbindungen stieg weiterhin an und führte zu immer schwierigeren Prüfungen, da Reparatur und Nacharbeit auf SMT-Platinen ein besonderes Problem darstellen.

Beim Reflowlöten werden geringere Temperaturen als beim Wellenlöten und nur mild aktivierte Fluxe eingesetzt. Der Reflowprozess ist ebenfalls erheblich schwächer als der Prozess in herkömmlichen Löt-systemen. Also wurden gut lötbare Komponenten immer wichtiger.

Oberflächenmontierte Bauteile werden generell mit mild aktivierten Flussmitteln gelötet, da diese nach dem Löten wesentlich einfacher zu entfernen sind als aktivierte Flussmittel.

No-clean Flussmittel und Fluxe mit geringem Feststoffgehalt werden ebenfalls in Reflow- und Wellenlötssystemen eingesetzt. Diese Fluxe sind im Allgemeinen schwächer als die aktivierten Harzflussmittel aus der Vergangenheit.

In einigen Fällen kommen Metalle mit wesentlich geringeren Benetzungseigenschaften, wie zum Beispiel Silber-Palladium und Nickellegierungen, für die Bauteilanschlüsse zum Einsatz. Alle diese Faktoren machen den modernen Lötprozess zu einem sehr komplexen Vorgang und erfordern vermehrt Komponenten mit guter Lötbarkeit.

Die Nacharbeit defekter Lötverbindungen ist nicht nur zeitaufwendig und kostenintensiv, sondern führt auch zu dem Schluss, dass reparierte Lötverbindungen niemals so stark und widerstandsfähig sind wie Verbindungen, die im ersten Durchgang korrekt ausgeführt wurden. Eine nachgearbeitete Lötverbindung ist also immer eine mögliche Schwachstelle auf einer Leiterplatte. Diese Faktoren verstärken die Forderung nach Bauteilen und Platinen mit guter Lötbarkeit, die gute Lötverbindungen schon im ersten Lötprozess gewährleisten.

2.3.3.2 Wo ist die Lötbarkeit zu testen?

Die Prüfung der Lötbarkeit erfolgte üblicherweise im Wareneingang, wo die Lötbarkeit der Komponenten und Platinen sichergestellt wurde.

Ideal wäre, wenn Bauteile oder Leiterplatten durch den jeweiligen Hersteller geprüft würden. Dies allein ist jedoch noch keine Garantie für gute Lötbarkeit, weil die Komponenten unter Umständen gelagert werden, ehe sie beim Endverbraucher ankommen. Alle Bauteile müssten mit dem Datum der Produktion und nicht dem der Verpackung gekennzeichnet sein, so dass die Endverbraucher das tatsächliche Alter der Komponenten erkennen und die Lagerverwaltung dementsprechend organisieren können. Selbstverständlich sträuben sich einige Produzenten, ihre Produkte mit dem richtigen Herstellungsdatum zu kennzeichnen.

Werden die Komponenten nicht möglichst schnell nach der Wareneingangsprüfung eingesetzt, sollten sie vor der Prüfung einem gewissen Alterungsprozess unterzogen werden. Die Prüfung der Lötbarkeit ist eine sehr nützliche Maßnahme zur Fehlerbehebung und kann für die Fehlererkennung in der Produktionslinie eingesetzt werden. Moderne Lötprozesse sind sehr komplex, bei denen eine Parameteränderung in einem Teil des Prozesses sich oft auf andere Prozessabläufe auswirkt.

Wenn Bauteile mehr als ein Jahr lang gelagert wurden, sollten sie vor Freigabe für die Produktionslinie nochmals getestet werden. Es ist sehr viel einfacher, eine Komponente mit schlechter Lötbarkeit vor dem Lötprozess zu erkennen als eine fehlerhafte Lötverbindung und diesen Fehler nach Löten der Platine zu beheben.

Im Labor haben sich Testmethoden für die Lötbarkeit ebenfalls als sehr nützlich erwiesen. Viele dieser Methoden, mit denen die Lötbarkeit einer Komponente bestimmt wird, können für die Bewertung des Wirkungsgrads von Lötfluxen, die Auswirkung des Produktionsprozesses auf die Lötbarkeit oder die Auswirkung unterschiedlicher Beschichtungsverfahren und -materialien auf die Benetzung von Bauteilanschlüssen eingesetzt werden.

2.3.3.3 Vorteile guter Lötbarkeit

Verbesserte Stärke und Zuverlässigkeit der Lötverbindungen

Durch den Einsatz von Bauteilen mit guter Lötbarkeit kann die Benetzung während des Lötprozesses verbessert oder ausgedehnt werden, so dass eine stärkere, zuverlässigere Lötverbindung entsteht. Eine Lötverbindung mit einer bestimmten Lotfüllung hat eine wesentlich höhere Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit gegenüber dem thermischen Zyklus.

Stabiler elektrischer Kontakt

MUST SYSTEM 3

Eine Komponente mit guter Lötbarkeit bildet eine gleichmäßige Verbindung und somit einen stabilen, zuverlässigen elektrischen Kontakt.

Geringere Löttemperaturen

Die Löttrate verhält sich proportional zur Löttemperatur. Bei Bauteilen mit guter Lötbarkeit kann die Löttemperatur niedrig sein. Dies verhindert eine Beschädigung empfindlicher Komponenten und ein Verbrennen der Harzfluxe.

Kurze Lötzeiten

Gute Bauteile müssen nur für kurze Zeit auf Löttemperatur gehalten werden, so dass die Gefahr einer Beschädigung empfindlicher Komponenten weiter reduziert wird. Kurze Lötzeiten verringern ebenfalls die Stärke der intermetallischen Phase, die während des Lötprozesses entsteht. Da die intermetallische Phase brüchiger ist als die Lotmenge, kann dies die Lebensdauer der Lötverbindung während des thermischen Zyklus beeinträchtigen.

Fluxe mit niedriger Aktivität

Bauteile und Leiterplatten mit guter Lötbarkeit können mit mild aktivierten Fluxen gelötet werden. Dies reduziert das Risiko von Rückständen korrosiver Materialien auf der Platine, die sich auf die Zuverlässigkeit auswirken. Außerdem lassen sich schwache Flussmittelrückstände leichter nach dem Löten von einer Leiterplatte entfernen als Rückstände von starken Flussmitteln, so dass das Risiko möglicherweise schädlicher Flussmittelrückstände weiter abnimmt.

Gleichmäßige Lötzeiten

Komponenten mit guter Lötbarkeit gewährleisten gleichmäßige Lötzeiten, die für mehrpolige Bauteile und Chips beim Reflowlöten entscheidend sind. Unregelmäßige Lötung kann einen Versatz der Komponenten während des Lötvorgangs nach sich ziehen. Chips können von den Pads gezogen werden oder sich sogar aufrichten (Tombstone-Effekt).

Preis-Leistungsverhältnis

Dieser Punkt ist immer schwierig zu rechtfertigen: es ist allerdings wesentlich einfacher und kostengünstiger, Komponenten mit schlechter Lötbarkeit nicht der Produktionslinie zuzuführen, als eine fehlerhafte Lötverbindung nach der Produktion zu erkennen und den Fehler zu beheben. Die reparierte Verbindung ist niemals so stabil wie eine Lötverbindung, die im ersten Durchgang korrekt hergestellt wurde. Eine reparierte Lötverbindung stellt einen latenten Fehler auf der Leiterplatte dar, der sich in der Maschine Ihres Kunden als teuer und für Ihr Unternehmen und Ihren Ruf als schädigend herausstellen könnte.

2.4 Theorie der Benetzungswaage

Die Benetzungswaage misst die vertikalen Auftriebskräfte und die Oberflächenspannung, wenn ein gefluxter Prüfling in ein Lotbad getaucht wird. Die Benetzungskraft wird von einem Wandler in ein analoges Signal umgewandelt. Dieses Signal kann direkt an ein X/T Aufzeichnungsgerät übertragen oder digitalisiert und von einem Rechner analysiert werden. Das digitale Signal erzeugt eine Kraft-Zeit Kurve und wird analysiert, um die erforderlichen Kräfte und Zeiten aus der Kraft-Zeit Kurve zu ermitteln.

2.4.1 Die Benetzungskräfte

Die Benetzungswaage bewertet die Lötbarkeit von Komponenten durch die schnelle Eintauch- oder die stationäre Methode. In diesem Modus wird die Komponente so schnell in das Lot getaucht, dass keine oder eine nur sehr geringe Benetzung auftritt. Die vertikale Kraft wird überwacht, während das Bauteil stationär im Lotbad gehalten wird.

Die Abbildung 8 zeigt eine flache Platte, die zu Testbeginn in ein Lotbad getaucht wird. Die Platte wurde mit 20 oder 25 mms^{-1} eingetaucht, eine Lötung ist noch nicht aufgetreten. Die Lotoberfläche wurde eingedrückt und die Oberflächenspannung versucht, die Platte aus dem Lotbad zu schieben, so dass eine Aufwärts- oder Rückweiskraft entsteht.

Die Oberflächenspannung γ (Gamma) wirkt tangential auf die Lotoberfläche bei einem Winkel θ (Theta) zwischen Lot und Platte. Der Kontaktwinkel θ wird immer im geschmolzenen Lot gemessen. Die eingetauchte Platte verdrängt ein Lotvolumen, das dem eingetauchten Volumen der Platte entspricht. Diese Verdrängung produziert eine Auftriebs- oder archimedische Kraft, die immer nach oben wirkt und die Platte aus dem Lotbad abweist.

Beachten Sie, dass die Platte vertikal mit einem Winkel α (Alpha) zur horizontalen Linie in das geschmolzene Lot getaucht wurde. Einzelheiten zu den Auswirkungen, wenn Komponenten mit unterschiedlichen Eintauchwinkeln getaucht werden, werden an anderer Stelle beschrieben.

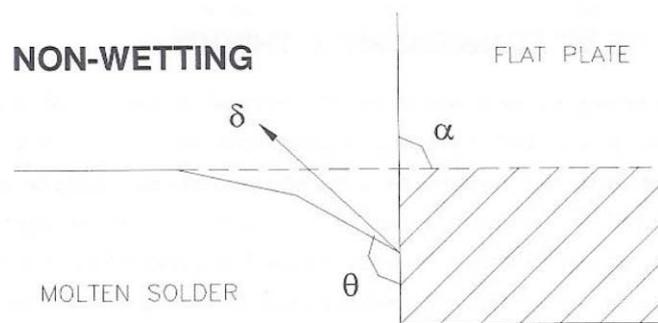


Abb. 8 Benetzung einer Platte durch geschmolzenes Lot

Wenn die Lötung eintritt, steigt das Lot an der Platte hoch, bis die Lotoberfläche wieder horizontal ist. Jetzt wirkt die Oberflächenspannung des Lotes ohne vertikale Komponente horizontal entlang der Lotoberfläche. Die einzige vertikale Kraft, die jetzt noch auf die Platte wirkt, ist die Auftriebskraft.

In der Abbildung 9 ist die vertikale Platte am Testende mit der Benetzungswaage dargestellt, wenn die Lötung beendet ist. Die Oberflächenspannung wirkt jetzt nach unten und versucht, die Platte in das Lotbad zu ziehen. Der Kontaktwinkel θ liegt jetzt unter 90° und die Platte gilt als benetzt. Ist der Kontaktwinkel größer als 90° , wie zu Testbeginn, gilt die Platte als nicht benetzt.

Bei einer guten Lötbarkeit der Platte steigt das Lot über die Lotoberfläche bis zur Höhe H . Die Höhe des Anstiegs und demzufolge die Benetzungskraft, die mit der Benetzungswaage gemessen wird, hängt von der Lötbarkeit der Platte ab. Die maximale theoretische Anstiegshöhe wird von der Oberflächenspannung und der Dichte des geschmolzenen Lotes bestimmt.

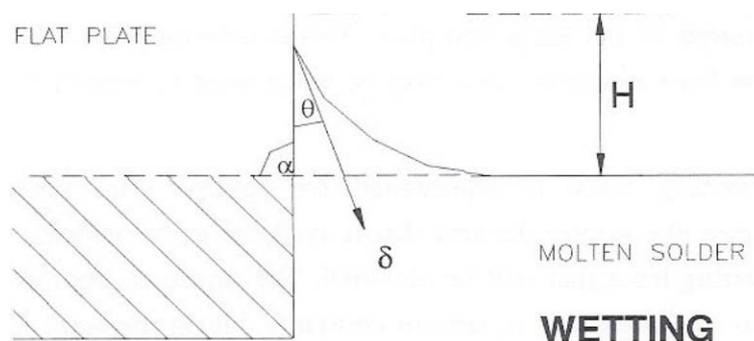


Abb. 9 Benetzung einer Platte durch geschmolzenes Lot

MUST SYSTEM 3

Die von der Benetzungswaage aufgezeichnete vertikale Kraft misst die Veränderung der vertikalen Komponente der Oberflächenspannung, wenn das Lot unterhalb der Badoberfläche während des Lötens der Platte über die Badoberfläche ansteigt.

Die Benetzungswaage zeigt an, wie sich der Kontaktwinkel zwischen geschmolzenem Lot und Platte während der Testzeit ändert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die vertikale Kraft proportional zum Kosinus des Kontaktwinkels verhält.

Die mit der Benetzungswaage gemessene vertikale Kraft kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$F = \gamma p \cos\theta - \rho g V$$

Hierbei sind:

- γ = Oberflächenspannung des geschmolzenen Lots unter Flux (0,4 mN/mm)
- p = Umfang des Prüflings (mm)
- g = Schwerebeschleunigung (9,81 m/s²)
- ρ = Dichte des geschmolzenen Lots (8 mg mm³)
- V = Volumen des eingetauchten Prüflings (mm³)
- θ = Kontaktwinkel

Der letzte Term auf der rechten Seite der Gleichung ($\rho g V$) ist die berechnete Auftriebskraft der eingetauchten Platte. Diese wird vom verdrängten Lotvolumen bestimmt und kann über die Testdauer als konstant betrachtet werden.

Die Benetzungskraft wird durch $\gamma p \cos\theta$ dargestellt. Je länger der Umfang des Prüflings, um so größer ist die Fläche, die gelötet werden kann und um so höher ist die Benetzungskraft. Der Umfang des Prüflings und die Oberflächenspannung bleiben während des Tests mit der Benetzungswaage konstant, so dass sich nur der Kontaktwinkel θ ändert.

Nimmt man für die Oberflächenspannung einer 60/40 Zinn-Bleilegierung unter einem reinen Harz-Flussmittel einen Wert von 0,4 mN/mm an, kann die maximale theoretische Benetzungskraft berechnet werden, wenn man davon ausgeht, dass der Kontaktwinkel θ bei optimaler Benetzung auf Null fällt.

Hiermit kann die Benetzungskraft bei tatsächlichen Bauteilen mit dem theoretisch erwarteten Wert verglichen werden. Dies ist die Basis einer der Standard-Testmethoden, die später detaillierter beschrieben wird.

Kurve der Benetzungswaage

In der Abbildung 10 ist die typische Kurve einer Benetzungswaage dargestellt, bei der die Kraft auf der vertikalen Achse und die Zeit auf der horizontalen Achse verläuft. Vor Teststart werden das Gewicht des Prüflings und der Prüflingshalter tariert, so dass der Test auf der Nullkraft-Linie beginnt.

Nicht-benetzende oder abweisende Kräfte sind negativ, bei denen der Kosinus unter θ liegt, während benetzende Kräfte mit einem Kosinus θ über Null positiv sind.

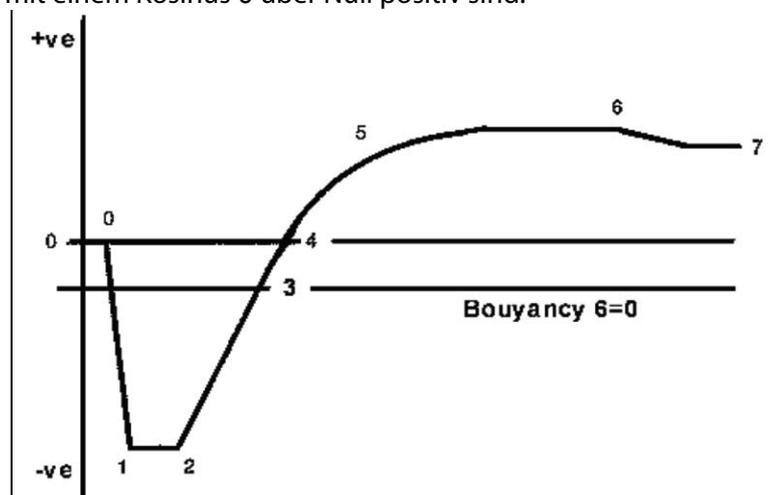


Figure 10 typical Wetting Balance curve

MUST SYSTEM 3

Punkt 0 – Das Lotbad steigt nach oben und stellt einen Kontakt zum Prüfling her. Dies ist der Startpunkt des Tests. Das Lotbad steigt weiter an, bis der Prüfling vollkommen bis zur bestimmten Tiefe eingetaucht ist.

Punkt 1 – Das Lotbad stoppt und der Prüfling ist vollständig eingetaucht. Prüflinge mit geringer thermischer Masse und guter Lötbarkeit werden sofort gelötet; der Lötvorgang bei einigen Prüflingen beginnt trotz hoher Eintauchgeschwindigkeit schon während des Eintauchens. Dies betrifft insbesondere Prüflinge mit Schmelzbeschichtungen und guter Lötbarkeit.

Punkt 2 – Prüflinge mit einer hohen thermischen Masse oder diejenigen, die mit einem wasserlöslichen Flux getestet wurden, werden erst zu diesem Zeitpunkt gelötet. Der Unterschied zwischen Punkt 1 und 2 liegt in der Zeit, bis der Prüfling Löttemperatur erreicht bzw. bis das Lösemittel aus dem Flux verdampft ist und das Flux aktiviert wird. Wenn die Lötung beginnt, steigt das Lot am Prüfling hoch, der Kontaktwinkel im Lot reduziert sich und die negative Benetzungskraft nimmt ab.

Punkt 3 – Die Lotoberfläche ist wieder horizontal und der Kontaktwinkel ist auf 90° gefallen. Die Oberflächenspannung wirkt jetzt horizontal und hat keine vertikalen Auswirkungen. Die einzige aktive vertikale Kraft ist die Auftriebskraft. Die Auftriebskraft ist die nach oben wirkende Kraft, die durch Verdrängung des Lotvolumens entsteht und dem Gewicht der Lotmenge entspricht, das durch den eingetauchten Prüfling verdrängt wurde. Das Lot steigt jetzt über die Lotbadoberfläche und der Kontaktwinkel beginnt abzunehmen.

Punkt 4 – Jetzt entspricht die Abwärtskraft von der Oberflächenspannung des Lots genau der Auftriebskraft mit dem Ergebnis einer Nettokraft von Null.

Punkt 5 – Das Lot steigt weiter über die Lotbadoberfläche. An diesem Punkt der Kraft nach einer bestimmten Eintauchzeit (normalerweise zwei Sekunden) wird oft die Lötbarkeit des Prüflings gemessen.

Punkt 6 – Die maximale Benetzungskraft ist erreicht, das Lot ist auf maximale Höhe am Prüfling über der Lotbadoberfläche angestiegen und der Kontaktwinkel ist auf den Minimalwert gefallen. Bei einer Entnetzung nimmt die Kraft ab, das Lot zieht sich vom Prüfling zurück und der Kontaktwinkel steigt an. Eine ähnliche Reduktion der Benetzungskraft stellt man fest, wenn sich das Beschichtungsmaterial am Prüfling auflöst oder eine schwer schmelzbare Beschichtung am Prüfling über dem Lotmeniskus schmilzt.

Punkt 7 – An diesem Punkt entspricht die Kraft der maximalen Benetzungskraft und zeigt eine stabile Benetzung an. Die Verweilzeit ist beendet und das Lotbad wird vom Prüfling weggefahren. Der Test gilt jetzt als beendet, da nur noch wenig nützliche Informationen zu erwarten sind, wenn der Prüfling aus dem Lotbad gezogen wird.

Die Benetzungswaage wird im stationären oder Schnell-Eintauchmodus eingesetzt, bei dem der Prüfling möglichst schnell eingetaucht wird, ehe es zu einer sichtbaren Benetzung kommt. Dann wird der Prüfling stationär im Lotbad gehalten und die Lötkräfte werden überwacht.

Bei geringen Eintauchgeschwindigkeiten, d.h. unter 15 mm/s, kommt es während des Eintauchens zu einer Benetzung und zu einer Reduktion der ursprünglichen nicht-benetzen Kraft (Punkt 1 in Abb. 12). Das ist darauf zurückzuführen, dass sich der vollständige Kontaktwinkel der Nicht-Benetzung während des Eintauchvorgangs nicht entwickeln kann.

Der Teil der Kurve der Benetzungswaage zwischen Punkt 2 und 5 in Abb. 2.9 ist ein guter Indikator über die Lötbarkeit des Prüflings. Je steiler die Kurve ansteigt, um so schneller wird die Komponente gelötet und um so besser ist die Lötbarkeit.

Die Auftriebslinie, bei der die Lotbadoberfläche wieder horizontal und der Kontaktwinkel auf 90°

gefallen ist, ist ein fester Referenzpunkt für einige der Standard-Testmethoden.

Die Benetzungswaage zeichnet den Weg auf, über den sich der Kontaktwinkel des Lots über die Auftriebslinie ändert. Wird die Eintauchtiefe erhöht, steigt auch die Auftriebskraft und verschiebt die Auftriebslinie nach unten (siehe Abb. 12). Da die Kurve der Benetzungswaage jedoch auf der Auftriebslinie zentriert ist, bewegt sich die Kurve ebenfalls nach unten, um auf der Auftriebslinie zentriert zu bleiben und verschiebt sich nach unten von der Nulllinie weg.

Aus diesem Grunde wird die Auftriebslinie oft als fester Referenzpunkt eingesetzt, wenn Benetzungskräfte und -zeiten gemessen werden.

Besondere Vorsicht ist geboten, wenn die Nulllinie als Referenzpunkt verwendet wird, da die Zeit, bis die Kurve die Nulllinie kreuzt, von der Eintauchtiefe des Tests abhängt.

Idealerweise sollte die Kraft stabil bleiben, sobald die Benetzungskraft während des Tests erreicht ist. Wird die Benetzungskraft zwischen der maximalen Kraft und dem Testende reduziert, wird dies Entnetzung genannt, auch wenn die Ursache keine tatsächliche Entnetzung ist. Die Lösung der Beschichtung eines Prüflings oder das Schmelzen einer schwer schmelzbaren Beschichtung hat die gleichen Auswirkungen.

Die Standard-Testmethoden berücksichtigen die Kurve der Benetzungswaage nicht, sobald der Prüfling aus dem Lotbad genommen wird, so dass diese Geschwindigkeit nicht maßgeblich ist. Die Entnahme des Prüflings aus dem Lotbad lieferte keine zuverlässigen Informationen. Das Hauptproblem bei der Interpretation ist die Oxidschicht, die sich während des Tests bildet. Durch diese entsteht eine Haut, die Komponente und Lotbad auf eine Art und Weise miteinander verbindet, die nicht vorhersehbar ist.

Die Benetzungswaage wird vor allen Dingen für die Bewertung der Lötbarkeit im Wareneingang eingesetzt, hat sich aber auch im Labor für die Auswertung von Prozessvariablen und Materialänderungen als sehr nützlich erwiesen. Eine besonders wichtige Anwendung ist die Bewertung der Fluxleistung, bei der Flussmittel mit Hilfe eines Standard-Prüflings verglichen werden.

2.5 Mikro-Benetzungswaage

2.5.1 Einleitung

Die Benetzungswaage eignet sich besonders zum Messen der Lötbarkeit bedrahteter Bauelemente und von Testcoupons. Für Komponenten mit kurzen Bauteilanschlüssen ist das Lotbad allerdings nicht besonders geeignet. Das liegt daran, dass das Ansteigen des Lots an den Anschlüssen und demzufolge die Benetzungskraft durch die Lötbarkeit der Anschlüsse eingeschränkt ist. Bauteile mit sehr kurzen Anschlüssen, wie zum Beispiel SOT 23 Komponenten, begrenzen die Anstiegshöhe des Lots, also die Benetzungskraft, nicht durch die Lötbarkeit des Anschlusses, sondern die physikalische Länge.

Dieses Problem taucht bei bedrahteten Komponenten generell auf, ist aber bei Chips, bei denen die Metallisierung erheblich unter 1 mm liegen kann, noch gravierender.

2.5.2 Höhe des Meniskusanstiegs

Wird eine Komponente vollständig in ein Lotbad getaucht, ändert sich die Kraft, wenn das Bauteil gelötet wird. Die maximale Anstiegshöhe kann auf Basis des Lotmeniskus berechnet werden. Sie entspricht ebenfalls der maximalen Tiefe, wenn der Meniskus zu Beginn des Tests nach unten gedrückt werden kann.

MUST SYSTEM 3

Die folgende Gleichung zeigt die von Rayleigh abgeleitete Elastica-Kurve für die Form des flüssigen Meniskus:

$$H = \sqrt{\frac{\gamma}{\rho g}} x^2 \sin \frac{(\alpha - \theta)}{2}$$

Hierbei sind:

γ = Oberflächenspannung des geschmolzenen Lots (0,4 mN/mm)

ρ = die Lotdichte (8000 kg/m³)

g = die Schwerebeschleunigung (9,81 m/s²)

α = der Eintrittswinkel

θ = der Kontaktwinkel

Wenn man den Term $\sqrt{(\gamma/\rho g)}$ anhand der obigen Näherungswerte berechnet, erhält man $2,25 \times 10^{-3}$ m (oder 2,25 mm). Wird die flache Platte vertikal eingetaucht, entspricht der Eintrittswinkel 90° und geht man von einer optimalen Benetzung aus, dann ist $\theta = 0^\circ$ und $H = 3,2$ mm. In der Praxis wird ein Kontaktwinkel von 0° nur selten erreicht und der Winkel eines gut benetzten Prüflings beträgt normalerweise 40° . Damit sinkt die berechnete Anstiegshöhe auf fast 2 mm. Selbst dann ist noch eine Bauteilanschlusslänge von 4 mm erforderlich, um den Test mit der Benetzungswaage durchzuführen.

Eine SMT-Komponente hat nur in seltenen Fällen eine freie Anschlusslänge von 4 mm, so dass ein Test mit der Benetzungswaage nicht möglich ist. Bei einer geringen Eintauchtiefe in das Lotbad kann ein Benetzungswaagentest durchgeführt werden und ist bei einigen bedrahteten Bauteilen durchaus angebracht.

Die Eintauchtiefe sollte möglichst bei Null liegen, damit ein großer Teil des Anschlusses oberhalb der Badoberfläche verbleibt. Das Problem bei diesen geringen Eintauchtiefen ist die inkonsistente Wärmeübertragung von Lot in Blei, die zu langen, sprunghaften Inkubationszeiten führt, ehe der Lötprozess beginnt.

In der Praxis ist eine Eintauchtiefe von 0,1 mm für eine konsistente Wärmeübertragung erforderlich. Bei dieser Eintauchtiefe können einige SMT-Komponenten im Lotbad getestet werden. Andere Bauteile, vor allen Dingen Chips, haben dagegen geringe Benetzungskräfte mit nur geringfügig unterschiedlichen Lötbarkeitsebenen. Dies ist auf den Meniskusanstieg und die Benetzungskraft zurückzuführen, die durch die Länge des metallisierten Bauteilanschlusses – und nicht die Lötbarkeit – begrenzt ist.

2.5.3 Reduktion des Eintauchwinkels - α

Die maximale Höhe des Meniskusanstiegs sollte reduziert werden, so dass die Benetzung einer SMT-Komponente noch mit der Benetzungskraft gemessen werden kann.

Schaut man sich nochmals die obige Gleichung an, ist die einzige veränderliche Variable α – der Eintrittswinkel zwischen der vertikalen Seite des Bauteilanschlusses und der Lotoberfläche. Bei einem Lotbad lässt sich der Eintrittswinkel leider nicht reduzieren, indem man den Prüfling auf einer Seite kippt, da sich der Winkel auf der gegenüberliegenden Seite vergrößert. Ein einfacherer Weg, den Eintrittswinkel zu verkleinern, besteht darin, die Lotoberfläche zu krümmen. In diesem Fall wird das Lotbad durch eine kleine Kugel geschmolzenen Lots ersetzt. Dieser Vorgang ist in der Abbildung 11 dargestellt.

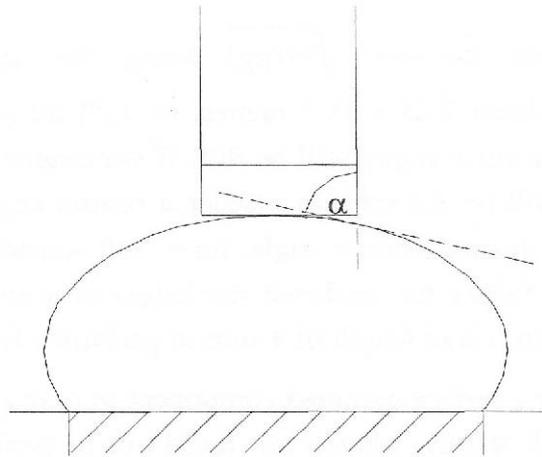


Figure 11 Decreasing the entry angle using a solder globule

Wenn ein 1206 Chip-Kondensator mit einer 200 mg Lotkugel getestet wird, kann der Eintrittswinkel von 90° mit dem Lotbad auf ca. 70° reduziert werden. Nimmt man die letzte Gleichung mit der flachen Platte und nimmt einen Eintrittswinkel von 70° statt 90° , reduziert sich die theoretische Anstiegshöhe von 3,2 mm auf 2,6 mm. Geht man von einem Kontaktwinkel von 40° anstatt von 0° aus, dann sinkt die theoretische Anstiegshöhe von 1,9 mm auf 1,2 mm.

Die theoretische maximale Anstiegshöhe reduziert sich also auf einen Wert, der der verfügbaren Bauteilanschlusslänge näher kommt. Die Tatsache, dass in der Regel eine kleine Komponente eingetaucht wird, führt zu einer Krümmung der Lotoberfläche in der Horizontalen. Hierdurch wird die maximale Anstiegshöhe des Lotmeniskus weiter bis auf einen Wert reduziert, der der verfügbaren Bauteillänge sehr nahe kommt.

Ein geringerer Meniskusanstieg hat zur Folge, dass Abweichungen von der maximalen Benetzungskraft auf eine geringe Lötbarkeit und nicht auf die physikalische Begrenzung des Prüflings zurückzuführen sind.

In der Abbildung 12 sind die Kurven der Benetzungswaage mit einem 1206 Chip-Kondensator dargestellt, zunächst mit der Benetzungswaage und dann mit der 200 mg Lotkugel. In beiden Fällen wurde nur ein Ende des Bauteils eingetaucht.

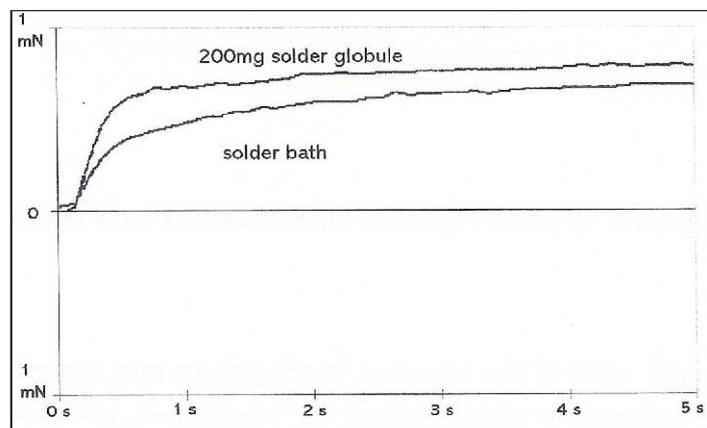


Figure 12 Wetting Balance curves for a 1206 chip capacitor using solder bath and Microwetting Balance.

Beide Kurven in der Abbildung 12 sind die Hauptkurve aus 10 Tests. Mit der 200 mg Lotkugel erhält man eine wesentlich größere Benetzungskraft als mit dem Lotbad. Was aber ist die Ursache für diese höhere Kraft?

MUST SYSTEM 3

Es wurde angenommen, dass die größere Kraft auf die Lotfüllung unter der Komponente zurückzuführen ist, da der flache Teil des Bauteils nur mit der Spitze der Lotkugel in Berührung kommt. Die Abbildung 15 ist eine skalierte Zeichnung eines 1206 Chip-Kondensators, der 0,1 mm in eine 200 mg Lotkugel getaucht wird.

Obwohl das Ende einer tatsächlichen Komponente niemals vollkommen flach ist, würde sich der größte Teil unter dem Bauteil mit Lot füllen, sobald das Bauteil mit 0,1 mm eingetaucht wird.



Figure 13 1206 Capacitor immersed 0.1 mm into a 200 mg globule

Die höhere Benetzungskraft ist teilweise zwar auf die Lotfüllung unter den äußeren Ecken der Komponente zurückzuführen, wie der Beginn der Kurve der Benetzungswaage in Abb. 12 eindeutig zeigt. Dies ist aber noch nicht die ganze Antwort auf die gestiegene Benetzungskraft mit der Lotkugel. Die Lotkugel hat im Verhältnis zum Lotbad eine begrenzte Menge Lot, so dass sich die Kugel verformt, wenn das Lot am Bauteilanschluss hochsteigt (siehe Abb. 13). Wie schon erwähnt, ist die Oberflächenspannung des Lots eine sehr starke Kraft, die versucht, das Lot in Form einer Kugel zu halten. Wenn sich die Kugel während des Lötens verformt, muss gegen diese Oberflächenspannung gearbeitet werden. Diese Verformungskraft kommt zu der normalen Benetzungskraft und der Lotfüllung unter den äußeren Bauteilecken hinzu und führt zu einer wesentlich höheren Benetzungskraft als mit dem Lotbad.

Die veränderte Form der Lotkugel während des Lötens sollte nicht nur die Benetzungskraft erhöhen, sondern auch den Meniskusanstieg durch den kleineren Eintrittswinkel weiter reduzieren.

Die mathematische Berechnung der Verformungskraft ist äußerst kompliziert. Die Quantifizierung der Kraftänderung mit einer Lotkugel wird gegenwärtig noch mit einem Computermodell durchgeführt. Die stärkere Kraftänderung führt jedoch zu einer sehr unterschiedlichen Lötbarkeit, so dass der Test mit der Benetzungswaage mit kleineren Komponenten möglich wird, die mit einem Lotbad nur sehr schwierig geprüft werden können.

Gegenüber dem Lotbad hat die Mikro-Benetzungswaage den weiteren Vorteil, dass eine 200 mg Lotkugel auf einem 4 mm Eisenpin in einem Aluminium-Heizblock eingesetzt wird. Durch die Auflösung können einzelne Bauteilanschlüsse an SOIC-, PLCC- und QFP-Bauteilen geprüft werden. Die Mikro-Benetzungswaage ist ebenfalls für 100, 25 oder 5 mg Lotkugeln mit 3,2, 2 und 1 mm

Pins zum Testen empfindlicher Bauteilanschlüsse, wie zum Beispiel SOT 23 Komponenten und kleineren Chips, wie 0603, 0402 geeignet. Wird eine 1mm Kugel und ein 5 mg Pellet verwendet, können Komponenten bis zum Typ 201 geprüft werden.

Die Abbildung 14 zeigt die Ergebnisse, die mit dem Lotbad und einer 200 mg und 25 mg Lotkugel mit einem 0603 Chip-Kondensator erreicht wurden. Auch hier ist die Kraft mit der 200 mg Lotkugel wesentlich höher als mit dem Lotbad und die Benetzungskraft steigt mit der 25 mg Lotkugel noch weiter an. Die erhöhten Benetzungskräfte mit der 25 mg Lotkugel sind auf die größeren Verformungskräfte in der kleineren Kugel zurückzuführen.

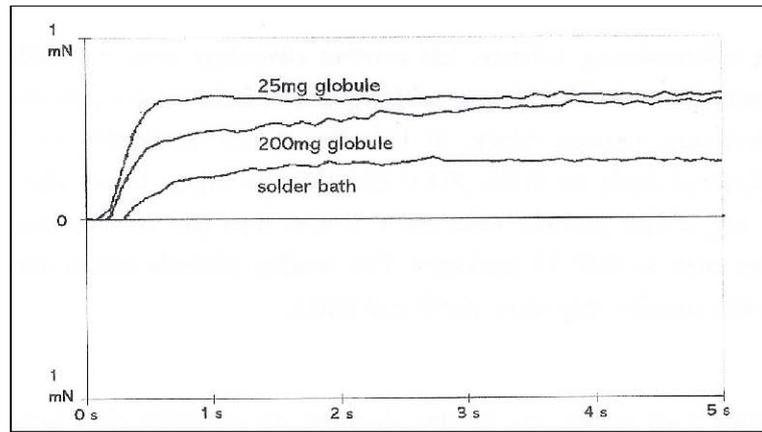


Figure 14 Wetting Balance curves for a 0603 chip capacitor using the solder bath and the Microwetting Balance with 25 and 200 mg globule sizes

Die Abbildung 15 zeigt die Ergebnisse mit den drei oben erwähnten Lotquellen und einem Anschluss einer SOT 23 Komponente. Mit der Lotkugel wird wiederum eine wesentliche höhere Kraft erreicht. Allerdings ist hier der Unterschied zwischen der 200 mg und der 25 mg Lotkugel nicht signifikant.

In diesem Fall steigt die Kraft nicht durch die Benetzung auf der Bauteilunterseite, sondern ist allein auf die Verformung der Lotkugel zurückzuführen. Die geringe Bauteilanschlusslänge einer SOT 23 Komponente führt anscheinend in beiden Lotkugelgrößen zu ähnlichen Verformungskräften.

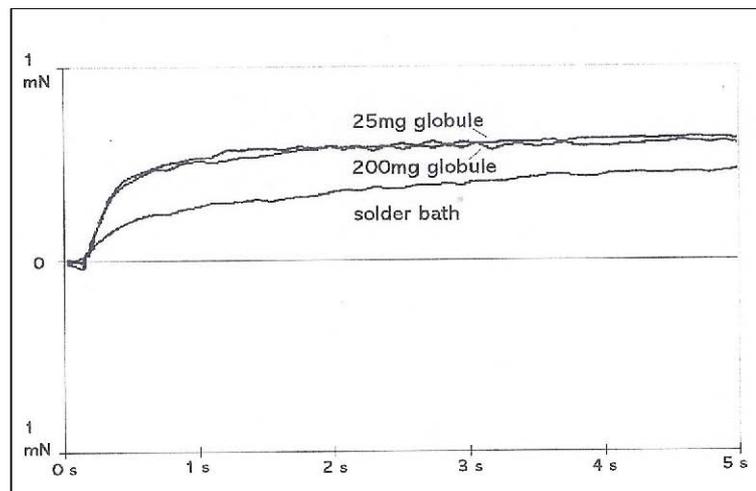


Figure 15 Wetting Balance curves obtained on an SOT23 device using the solder bath and the Microwetting Balance with 25 and 200 mg globule sizes.

2.5.4 Thermische Anforderung und Benetzbarkeit

Ein mehrpoliges Bauteil kann mit dem Lotbad getestet werden, wenn eine komplette Anschlussreihe gleichzeitig geprüft wird. In diesem Fall erhält man ein Lötbarkeitsbild, das die kombinierte Lötbarkeit aller Anschlüsse wiedergibt.

Oft ist es wünschenswert, die Lötbarkeit einzelner Bauteilanschlüsse zu beurteilen. Obwohl einzelne Anschlüsse entfernt und im Lotbad getestet werden können, ist die Auflösung im Allgemeinen gering.

Bei einigen Baugruppen ist die thermische Anforderung der einzelnen Anschlüsse sehr unterschiedlich und führt, trotz gleicher Benetzbarkeit, zu anderen Lötbarkeitswerten. Durch den kleinen Krümmungsradius der Lotkugel können einzelne Bauteilanschlüsse eines mehrpoligen

MUST SYSTEM 3

Bauteils getestet werden, ohne die Anschlüsse zu entfernen. Das SOT 89 Bauteil zeigt einen Extremfall der Auswirkungen thermischer Leistung, weil der mittlere Anschluss eine wesentlich größere Wärmeleistung als die beiden äußeren Anschlüsse hat.

In der folgenden Abbildung 16 ist die Kurve der Benetzungswaage für eine SOT 89 Komponente mit einer 200 mg Lotkugel dargestellt. Der mittlere Anschluss benötigt wesentlich länger, bis die Löttemperatur erreicht ist, da Wärme in den großen Metallbereich, der den Anschluss bildet, geleitet wird. Ist die Löttemperatur erst einmal erreicht, haben die beiden äußeren Bauteilanschlüsse eine ähnliche Benetzbarkeit, die durch die Geschwindigkeit der Benetzung angezeigt wird. Die Kombination zwischen thermischer Anforderung und Benetzbarkeit führt allerdings zu unterschiedlichen Lötbarkeitsergebnissen.

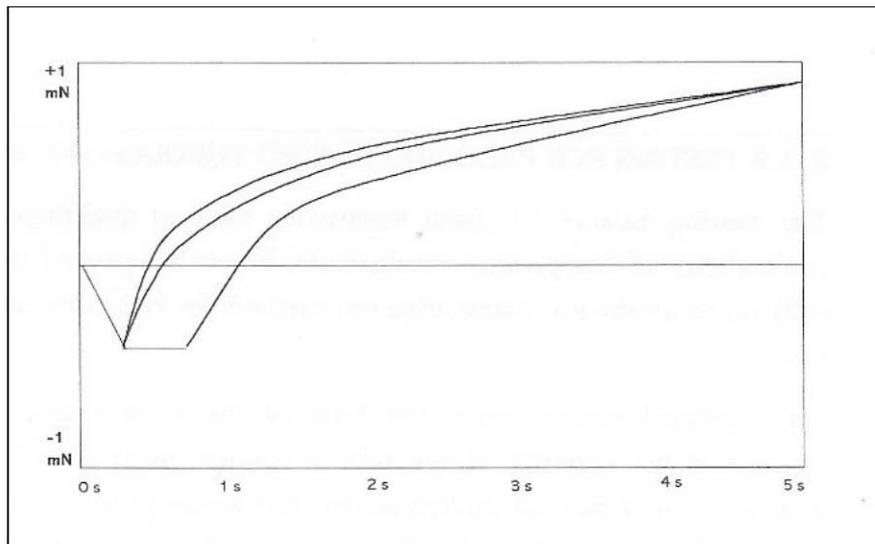


Figure 16 Wetting Balance curves showing the effect of thermal demand on an SOT 89 device

2.5.5 Bauteilausrichtung

Die Benetzungswaage mit Lotbad ist hervorragend zum Testen von Bauteilen mit einem gleichmäßigen Querschnitt geeignet, die vertikal in das Lotbad getaucht werden. Leider fallen nur wenige der SMT-Komponenten unter diese Kategorie. Bei der Ausrichtung eines Bauteils, das eingetaucht werden soll, sollte der zu prüfende Bereich möglichst vertikal gehalten werden, ohne dadurch den Meniskusanstieg zu begrenzen. Dies trifft vor allen Dingen auf Komponenten mit geformten Anschlüssen zu.

Es muss sichergestellt sein, dass der Kontaktwinkel bei Bauteilen mit geformten Anschlüssen nicht auf Null fällt, ehe das Lot den zu prüfenden Bereich bedeckt hat. Wenn der Kontaktwinkel auf Null fällt, kann das Lot den Bauteilanschluss nicht mehr erreichen. Dies führt im Allgemeinen dazu, dass Gull-Wing Komponenten in einem Winkel von 45° eingetaucht werden müssen, so dass die Lötbarkeit der Anschlussunterseite und des gekrümmten Teils (Knie) geprüft werden kann.

Bereiche einer Komponente, die nicht von einer benetzbaren Schicht überzogen sind, sollten nicht eingetaucht werden. Nicht benetzende Teile führen zu einer negativen Benetzung und Auftriebskräften, die die Lötkräfte herabsetzen und die Empfindlichkeit reduzieren, da das Benetzungssignal einen kleineren Teil der gemessenen Kraft ausmacht.

Bei den Prüflingshaltern für die einzelnen Komponenten (siehe [Gen3 Systems MUST 3 Haltertabelle](#)) wurden diese Anforderungen berücksichtigt. Zeichnungen über die Ausrichtung der einzutauchenden Komponenten sowie die Parametereinstellungen finden Sie in Kapitel 2.6.3 auf Seite

44 und 45. Die Abbildungen 23 und 24 aus den IEC 60068-2-69 Richtlinien stellen Bauteiltypen dar und geben Empfehlungen zu den Lotkugeln/Pellets.

2.5.6 Prüfung von Leiterplatten-Pads und Durchkontaktierungen

Die Benetzungswaage wurde vorzugsweise für die quantitative Messung der Lötbarkeit von Bauteilanschlüssen eingesetzt. Die Entwicklung einer quantitativen Testmethode für Leiterplatten-Pads und Durchkontaktierungen stellte sich allerdings als wesentlich komplizierter heraus.

Der größte Teil der Oberfläche auf einer Leiterplatte ist mit nicht-lötbarem Material beschichtet. Nimmt man einen Coupon von einer Platine und taucht diesen vertikal in ein Lotbad, ist die Benetzungskraft im Allgemeinen sehr gering, da die Leiterbahnen und Pads benetzt sind. Die nicht-benetzende Kraft der Leiterplatte und der Lotmaske reicht normalerweise aus, dass Einzelheiten der Benetzungskraft nicht erkannt werden.

Mit der Mikro-Benetzungswaage können einzelne Pads und Durchkontaktierungen auf einem Testcoupon geprüft werden, da hierbei das Lot nicht mit dem nicht-lötbaren Material in Kontakt gebracht werden muss.

Der Coupon muss so zugeschnitten werden, dass die Metallisierung des zu prüfenden Pads oder der Durchkontaktierung über die Kante des Coupons ragt. So ist sichergestellt, dass die Lotkugel nur die Metallisierung berührt und nicht das nicht-benetzbare Material der Leiterplatte.

Um einen Kontakt zwischen Lotkugel und nicht-benetzbarem Leiterplattenmaterial an der Kante oder Rückseite des Coupons auszuschließen, wird der Coupon mit den Pads an der Unterseite in einem Winkel von 45° in die Lotkugel getaucht.

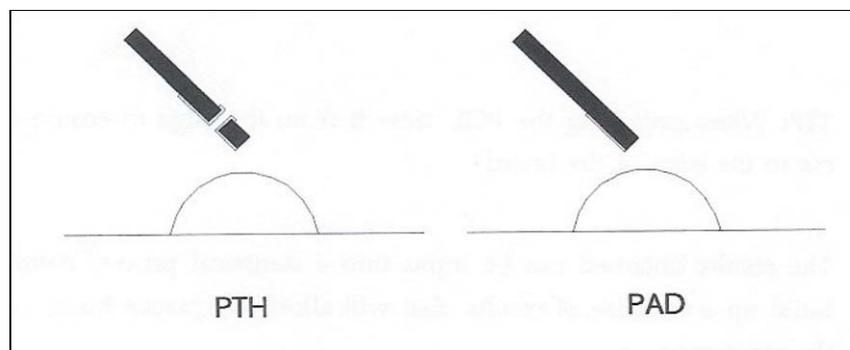


Abb. 17

Die Pads für SMD-Komponenten haben normalerweise eine relativ kleine Oberfläche. Eine maximale Benetzungskraft wird bei einer Eintauchtiefe von 0,1 mm erreicht, bei der sich der größte Teil des Pads oberhalb der Lotoberfläche befindet. So kann eine große Lotmenge auf den Pad fließen und die Nicht-Benetzungskräfte durch den Kontakt mit der Coupon-Kante werden reduziert.

Der computergesteuerte X/Y-Tisch des MUST ermöglicht ein automatisches, schrittweises Verfahren von einem zum nächsten Pad. Im Gegensatz zu SMT-Komponenten wird eine beträchtliche Lotmenge entnommen, so dass nicht eine komplette Reihe Pads oder Durchkontaktierungen mit einer Lotkugel getestet werden kann und ein manueller Wechsel des Lotpellets zwischen den Prüfstellen erforderlich ist.

Durch die größere thermische Masse der Leiterplatte können ebenfalls Lotspitzen auf dem getesteten Pad oder der Durchkontaktierung zurück bleiben, die entfernt werden müssen, damit ein Kontakt zur Lotkugel beim nächsten Test ausgeschlossen ist. Nachdem die Lotkugel am Ende des Testzyklus nach

MUST SYSTEM 3

unten gefahren wurde und ehe sie sich zur nächsten Testposition bewegt, kann die Lötspitze leicht mit einem LötKolben wieder auf das Pad gelötet werden.

Für die meisten Pads und Durchkontaktierungen ist eine Testdauer von 5 Sekunden normalerweise ausreichend. Bei diesem Testzyklus kann die Lotkugel gewechselt und die Lotspitze entfernt werden. Wenn die Zykluszeit zu kurz ist, sollte die Verweilzeit erhöht werden.

Diese Methode wird besonders effizient eingesetzt, wenn Testcoupons in die Stellen der Leiterplatten integriert werden, an denen die Pads und Durchkontaktierungen bis zur Leiterplattenkante reichen.

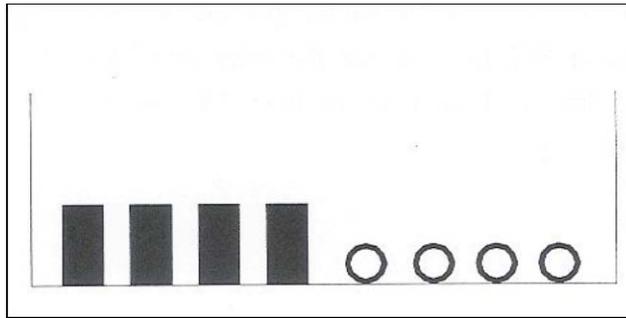


Abb. 18

Tipp: Achten Sie bei der Vorbereitung der Platine darauf, dass das Pad an der Leiterplattenkante abgeschnitten wird.

2.6 Lötbarkeits-Testnormen

2.6.1 Kurzer Überblick

Internationale Normen für die Elektronikindustrie wurden unter der Schirmherrschaft der Mitgliedsstaaten der Welthandelsorganisation entwickelt.

Die IEC (International Electro-Technical Commission = Internationale elektrotechnische Kommission) verfügt über eine Reihe von Unterlagen, die in den Programmen der Lötbarkeitstests eingesetzt werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die IEC als anerkannte internationale Norm alle vorhergehenden Europäischen Richtlinien und Normen ersetzt. Unter dem CENELEC „Umbrella“ kann jede Richtlinie eine andere Nomenklatur haben, die die neueste Ausgabe bezeichnet, z.B.

IEC 60068-2-54 = BS EN 60068-2-54

hierbei ist BS = British Standards Institute
und EN = European Norm, CENELEC

Die IEC Lötbarkeits-Testnormen, in denen die Kraftmessung eingesetzt wird, sind:

IEC 60068-2-20 – Grundlagen der Lötbarkeitsprüfung IEC 60068-2-54 – Lötbarkeitsprüfung mit der Benetzungswaage IEC 60068-2-69 – Lötbarkeitsprüfung mit der Benetzungswaage – Oberflächenbestückte Bauteile

In den USA arbeitet die Handelsorganisation IPC (Association Connecting Electronics Industries = Vereinigung der Elektronikindustrie) jetzt eng mit dem World Electronic Circuits Council, der ANSI (American National Standard Institute) und der IEC zusammen, um eine möglichst große Harmonisierung der Normen zu erreichen.

Das IPC Entwicklungskomitee für Lötbarkeitsnormen hat 2 Dokumente veröffentlicht:

MUST SYSTEM 3

IPC/ANSI-J-STD003 – Lötbarkeitstest für Leiterplatten IPC/ANSI-J-STD002 – Lötbarkeitstest für Komponenten

Der Einsatz der Benetzungswaage für die Lötbarkeitsprüfung von Bauteilanschlüssen ist in zahlreichen nationalen und internationalen Normen enthalten. In diesem Kapitel werden die Testbedingungen und –anforderungen einiger allgemein eingesetzter Standardmethoden kurz zusammengefasst. Weitere Einzelheiten finden Sie in den jeweiligen Normen.

Es sei darauf hingewiesen, dass das Ziel einer Mess-Norm in möglichst wenigen Variablen liegt, so dass die Messmethode wiederholbar und zuverlässig ist. In diesem Zusammenhang wird der Terminus Gauge R&R verwendet.

Zu viele Normen verließen sich bis jetzt auf die Prüfung „Dip & Look“ (Eintauchen & Bewerten), die nur als qualitativ betrachtet werden kann. Mit der Benetzungswaage oder der Mikro-Benetzungswaage wird dagegen die Kraft gemessen, bis eine Benetzung erreicht ist und ist demzufolge eine quantitative Methode.

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie die Benetzungskurve, die bei allen aktuellen Lötbarkeitsnormen eingesetzt wird, zu interpretieren ist.

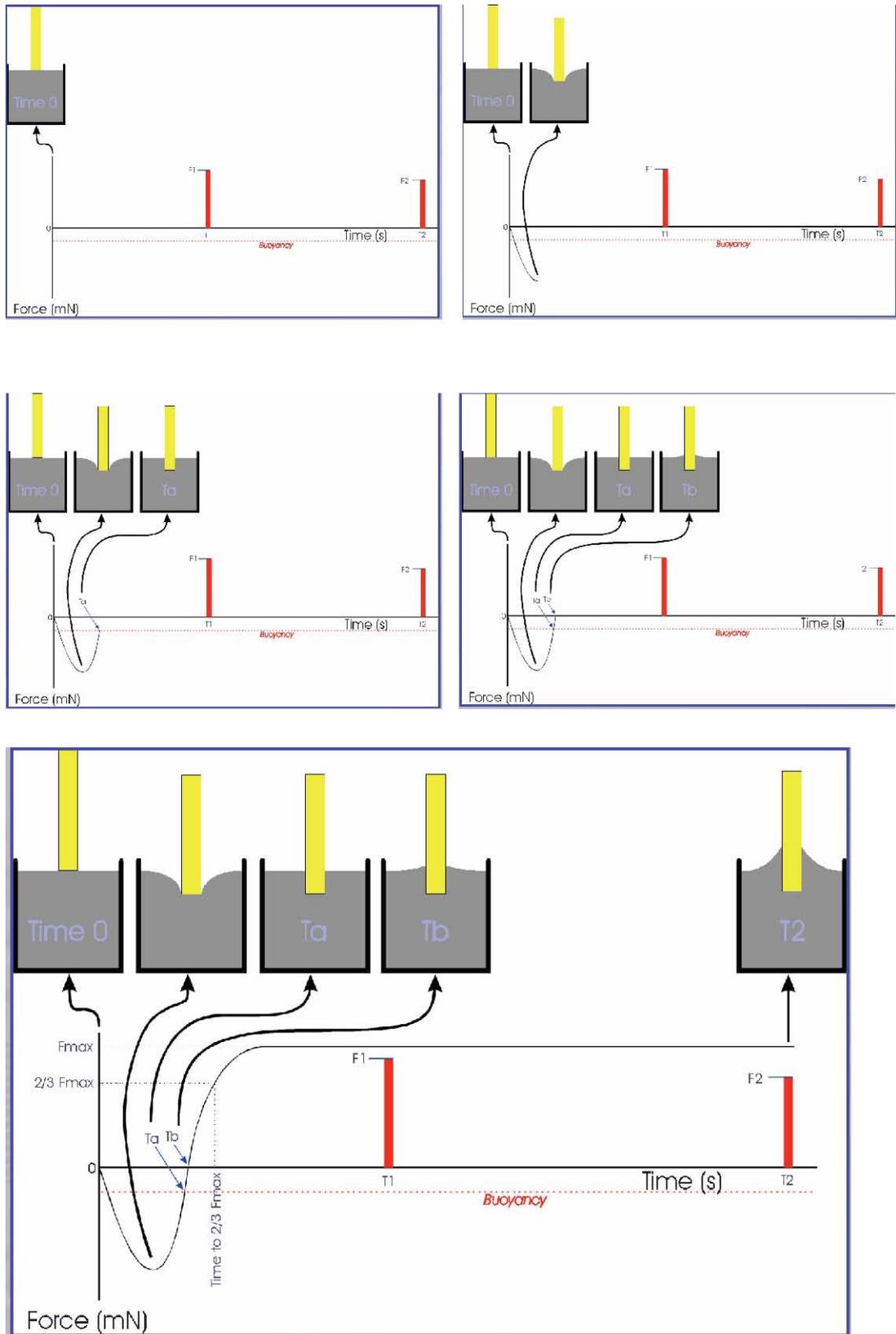
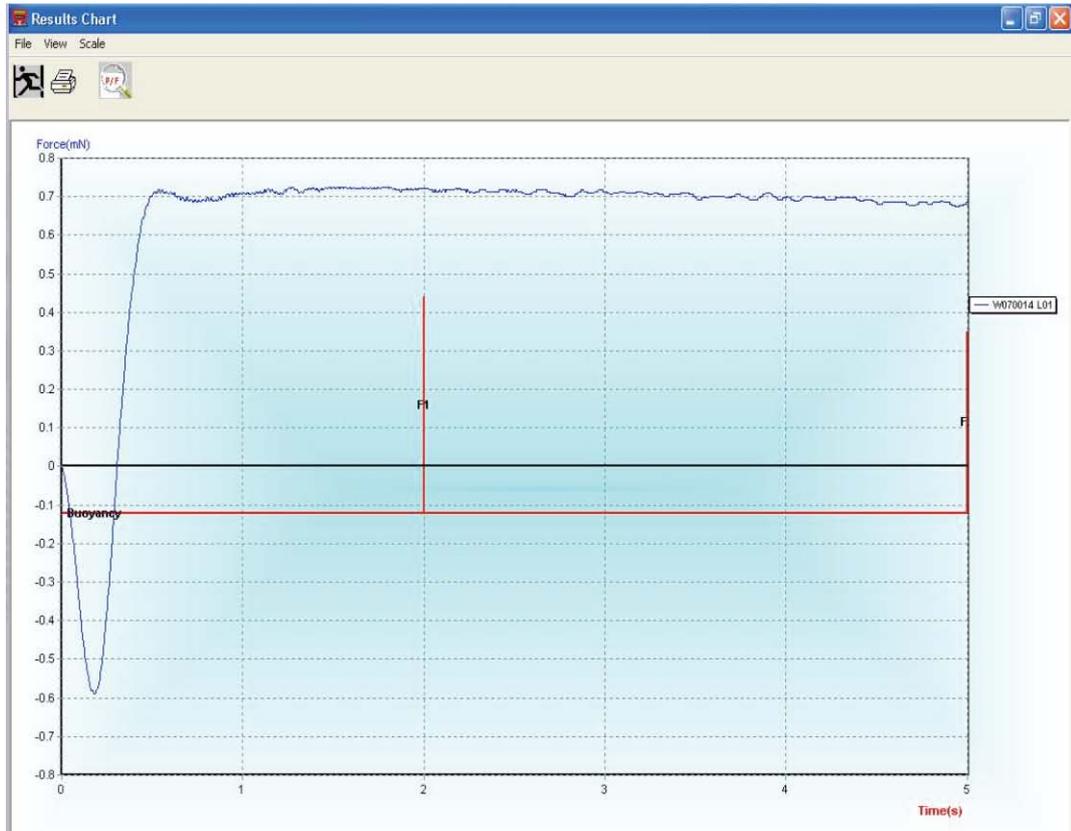


Figure 19 interpretation of a wetting curve

MUST SYSTEM 3

Die letzte Abbildung stellt den Test nach seiner Beendigung dar und zeigt die Abhängigkeiten zwischen Zeit und Kraft. Die Kurve ist dann wie folgt:



The figure is a spreadsheet titled 'Sheet [], Pass / Fail template'. It contains a table with 11 columns: Description, Results Filename, Ta (s), Tb (s), Time2/3 Fmax (s), F1 (mN), F2 (mN), A.U.C (mN/s), Dewetting (%), and Pass/Fail Status. The table lists 6 test results for 0.7mm wire. Row 11 is highlighted with a black border.

	Description	Results Filename	Ta (s)	Tb (s)	Time2/3 Fmax (s)	F1 (mN)	F2 (mN)	A.U.C (mN/s)	Dewetting (%)	Pass/Fail Status
1	Wire 0.7mm	W070019 L01	0.297	0.315	0.405	0.832	0.852	3.803	0.5	Pass
2	Wire 0.7mm	W070010 L01	0.288	0.306	0.396	0.903	0.903	4.097	1.5	Pass
3	Wire 0.7mm	W070013 L01	0.303	0.321	0.408	0.871	0.867	3.952	3.6	Pass
4	Wire 0.7mm	W070014 L01	0.291	0.306	0.393	0.844	0.808	3.781	5.5	Pass
5	Wire 0.7mm	W070020 L01	0.291	0.306	0.384	0.852	0.812	3.811	7.0	Pass
6	Wire 0.7mm	W070021 L01	0.354	0.372	0.459	0.783	0.759	3.564	10.4	Pass
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Figure 20 typical MUST results

2.6.2 IEC 60068-2-54

Die Testmethode mit der Benetzungswaage ist Bestandteil der grundlegenden Testverfahren zum Umweltschutz, Teil 2: Test Ta: Löten.

Bei den Verfahren für Zinn/Blei (Sn/Pb) Legierungen werden Testtemperaturen von 235 °C mit nicht-aktivierten Harzfluxen eingesetzt. Bei bleifreien Legierungen (SAC305) liegen die Temperaturen bei 245 °C mit einem 5% aktivierten Flussmittel. Diese Bedingungen sind bei allen Lötbarkeits-Testmethoden mit niedrigen Temperaturen und einem schwachen Flux üblich. Ziel ist, einen gewissen Sicherheitsspielraum in den Test mit einzubauen, da die Prüfungen lediglich an einem Prüfling aus einem Los durchgeführt werden und es äußerst unwahrscheinlich ist, dass ausgerechnet die schlechtesten Komponenten getestet werden. Wenn der Prüfling den Test unter den schwachen Testbedingungen besteht, sollte der Produktionslauf mit höheren Löttemperaturen und einem aktiveren Flussmittel problemlos durchgeführt werden können.

Bei dieser Methode beträgt die Eintauchgeschwindigkeit 15 bis 25 mm/Sek. bei einer Eintauchtiefe von 2 bis 5 mm. Flache Eintauchtiefen führen zu einer geringen Wärmeübertragung und unterschiedlichen Verzögerungszeiten, bis die Benetzung eintritt. Je größer die Eintauchtiefe, um so größer ist die Wärmeübertragung auf den Prüfling und um so geringer ist die Verzögerung bis zur Benetzung.

Höhere Eintauchtiefen haben auch höhere Auftriebskräfte, so dass sich die Kurve nach unten von der Nulllinie verschiebt. Wenn die Eintauchtiefe ausreichend ist, kann die Benetzungskurve über den gesamten Testzeitraum unter der Nulllinie bleiben.

Bei dieser Testmethode wird die Zeit eingesetzt, bis die Kurve der Benetzungswaage die Auftriebslinie (Punkt B in Abb. 21) bei Eintritt der Benetzung wieder kreuzt. Dies ist der Fall, wenn die Lotoberfläche wieder horizontal und der Kontaktwinkel auf 90° gefallen ist.

Anschließend wird der Minimalwert für die Benetzungskraft bei einer bestimmten Zeit von normalerweise 2 Sekunden eingesetzt und ausgedrückt als prozentualer Wert der maximalen theoretischen oder der Referenz-Benetzungskraft, so dass der Fortschritt der Benetzung gemessen werden kann.

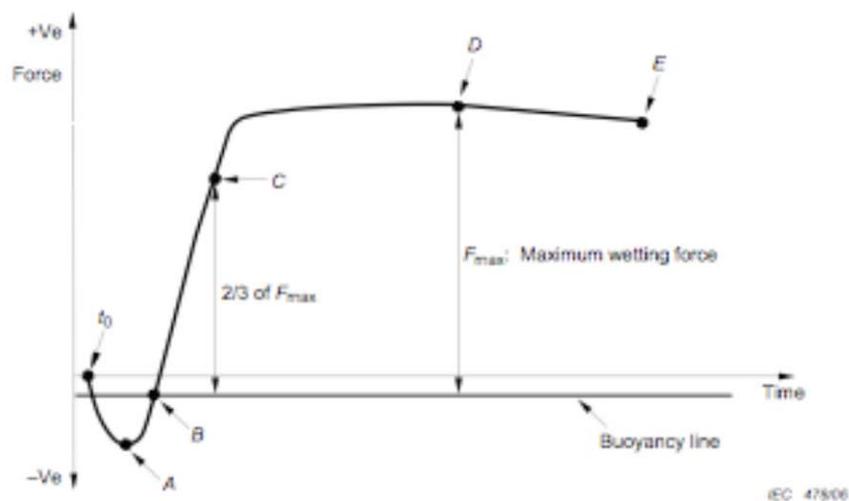


Figure 21 IEC 60068-2-54 Wetting Curve Explained

Die Stabilität der Benetzung wird bewertet, indem die Abnahme der Kraft (falls zutreffend) zwischen maximaler Benetzungskraft und Testende gemessen wird. Diese Kraftabnahme wird als Prozentwert der maximalen Löt kraft ausgedrückt. Bei dieser Methode werden alle Kräfte ab der Auftriebslinie gemessen.

MUST SYSTEM 3

Die Referenz-Benetzungskraft wird auf Basis der maximalen Benetzungskraft eines Prüflings, der mit einem aktiven Flux vorverzinnt wurde, ermittelt. Die Vorverzinnung wird so lange wiederholt, bis die maximale Benetzungskraft nicht weiter steigt.

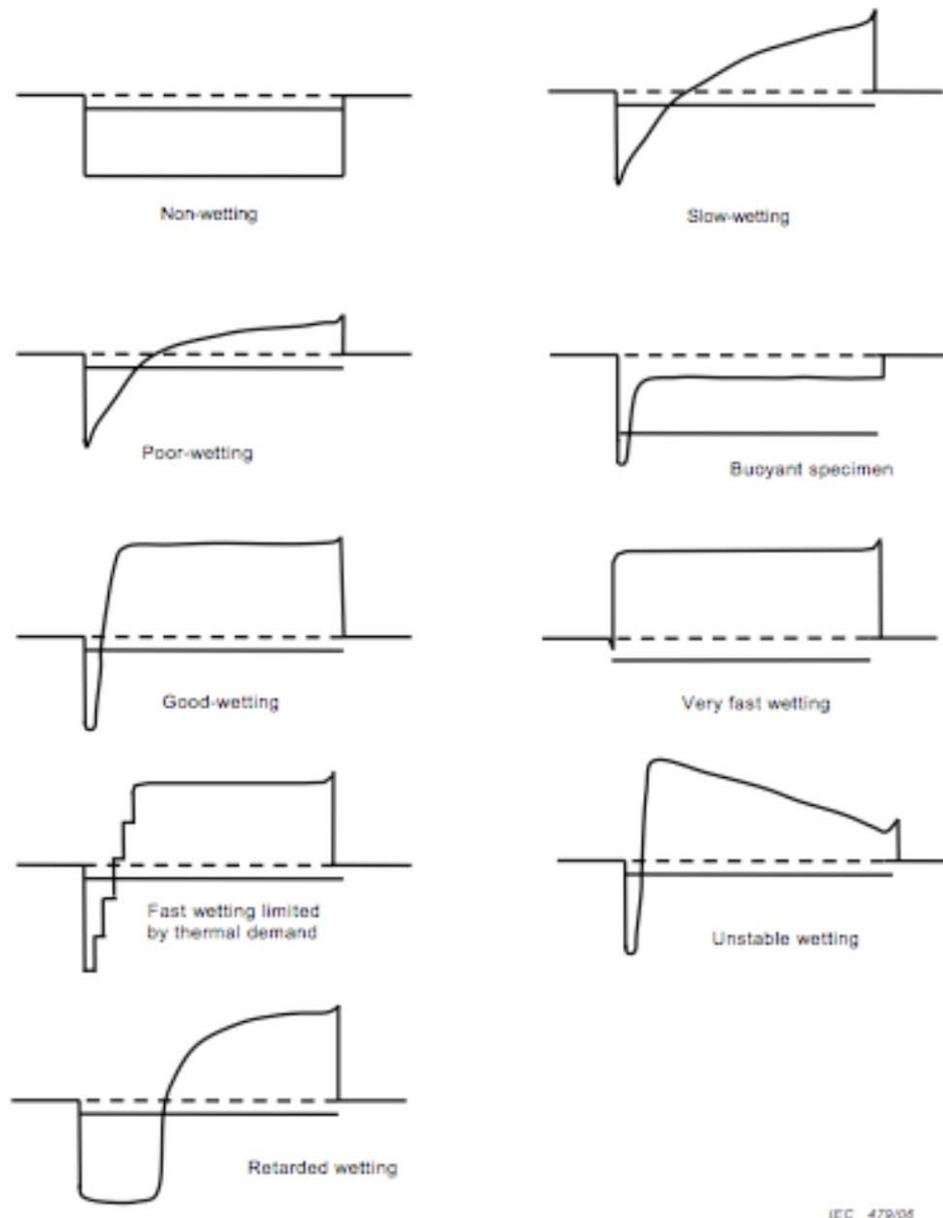


Figure 22 Examples of poor wetting balance tests on IEC 60068-2-54

Sollte die Spezifikation der Komponenten es erfordern, so sieht diese Norm vor, dass die Bauteile vor dem Test einem künstlichen Alterungsprozess unterzogen werden.

Diese Methode bestimmt die Lötbarkeit von SMT-Komponenten quantitativ. Das Verfahren beschreibt sowohl den Einsatz des Lotbads als auch der Lotkugel mit der Mikro-Benetzungswaage (Kapitel 2.5). Beide sind für Bauteile mit metallischen Anschlüssen und metallisierten Lotpads geeignet.

2.6.3 IEC 60068-2-69

Das oberflächenmontierte Bauteil (SMD) wird in die Waage gehangen. Nach Fluxen des Bauteilanschlusses wird ein Kontakt mit dem Lotbad oder der Spitze einer Lotkugel hergestellt. Die

hierdurch entstehenden Auftriebskräfte und die Oberflächenspannung werden überwacht und als Verhältnis Kraft/Zeit angezeigt. Die Lötbarkeit wird anhand der Benetzungskraft ermittelt.

Bei dieser Methode werden aufgrund der kurzen Bauteilanschlüsse flache Eintauchtiefen und geringe Eintauchgeschwindigkeiten eingesetzt. Bei dem Test-Flux handelt es sich entweder um reines Harz für den Test mit dem Lotbad oder aktiviertes Harz für die Lotkugel. Damit die Oberfläche der Lotkugel während der Testdauer rein bleibt, ist ein aktiviertes Flussmittel erforderlich. Die Empfindlichkeit dieser Methode ist extrem hoch, so dass eine veränderte Lötbarkeit selbst mit einem aktivierten Flux leicht zu erkennen ist.

Ein kritischer Faktor ist die Ausrichtung des eingetauchten Prüflings, da sichergestellt sein muss, dass das Lot über den entsprechenden Teil des Bauteilanschlusses fließt. Die Empfindlichkeit der Lotkugel-Methode kann durch eine verringerte Größe der Kugel gesteigert werden. Für einige allgemein gebräuchliche Komponenten sind in den IEC- und IPC Normen Empfehlungen hinsichtlich der Lotkugelgröße enthalten, siehe Abb. 23 – 24:

Die Lötbarkeit lässt sich durch Bezug auf Testergebnisse mit einem hoch aktivierten Flux bestimmen. Die Methode kann aber auch als Mittel zur Prozesssteuerung eingesetzt werden, bei dem die Daten grafisch dargestellt werden.

MUST SYSTEM 3

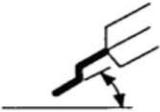
Component		Dipping angle °	Figure reference	Immersion depth (mm)
Capacitors	1608 (0603) ^b 2012 (0805) ^b 3216 (1206) ^b 4532 (1812) ^b	Horizontal, Vertical or 20° to 45°	1A, 1B, 1C	0,04 to 0,10
Resistors	1608 (0603) ^b 2012 (0805) ^b 3216 (1206) ^b	Horizontal, Vertical or 20° to 45°	1A, 1B, 1C, 1G ^a , 1H ^a	
Leaded SMD	SOT 23 SOT 89 SOT 223 SOIC 16 ^c SOIC 28 ^c VSO 40 ^c QFP 48 ^c QFP 160 ^c PLCC 44 ^c PLCC 84 ^c	Vertical or 20° to 45°	1D, 1E, 1F	
	Cylindrical SMD	Horizontal, Vertical or 20° to 45°	1A, 1B, 1C	
	SOD 80	Vertical or 20° to 45°	1B, 1C	
<p>Not recommended for sizes below 1608 (0603).</p> <p>The recommended dwell time is 5 s, except for SOT 89 and SOT 223 components, where 10 s is recommended.</p> <p>The recommended immersion speed for all components is between 1 mm/s and 5 mm/s.</p> <p>^a Orientation of the specimen terminals or leads towards the solder surface.</p> <p>^b Component names in parentheses, dimensions are expressed in Imperial.</p> <p>^c These leads may be cut and tested individually, but care should be taken not to deform the part of the lead to be tested. This operation should be performed after ageing, if any ageing procedure is applied.</p> <p>^d Figure 1G and 1H are applicable to the components which do not have electrode toward the solder surface when use Figure 1B.</p>				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>1A - Horizontal</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>1B - Vertical</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>1C - 20°-45°</p> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1G- Vertical^a</div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>1D - 20°-45°</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>1E - Vertical</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>1F - 20°-45°</p> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1H- 20° - 45°^a</div> </div> </div>				

Figure 23 Recommendation bath method for a range of common components

Component ^a		Dipping angle ^b	Figure	Immersion depth (mm)	Pin size (mm)	Globule weight (mg)	Remarks
Capacitors	1005 (0402)	Horizontal or Vertical	2A, 2B	0,10	2	25	
	1608 (0603)				3,2 or 4	100 or 200	
	2012 (0805)	Horizontal	2A		4	200	
	3216 (1206)						
Resistors	1005 (0402)	Vertical	2B	0,10	2	25	
	1608 (0603)	Horizontal or Vertical	2A, 2H ^c		3,2 or 4	100 or 200	
	2012 (0805)				4	200	
	3216 (1206)						
Tantalum capacitors, LEDs	Case sizes A ^a , B, C, D	Vertical	2H ^c	0,10	4	200	
Leaded SMD ^a	SOT 23, 25, 26, 323, 343, 353, 363	20 - 45	2D	0,10	2	25	1 outer pin only Remove sufficient leads to avoid bridging between tested leads
	SOT 89,			0,20	4	200	
	SOT 223, 523		2F	0,25			
	Gull wing diode						
	Any SOIC, VSO, QFP, SOP		2D	0,20			
	PLCC, SOJ		Horizontal	2E	0,10		
QFN	Horizontal	2H ^c	0,10	2	25	Caution from bridging	
	Cylindrical SMD	Horizontal or Vertical	2A, 2B	0,25	4	200	
	SOD 80	Vertical	2B	0,20	4	200	
	Any BGA, CSP, or LGA ^a	Horizontal	2G	0,10	2	25	Only peripheral balls can be tested, and only test down to 1.0 mm pitch

Not recommended for sizes below 1005 (0402).
 Bath method is preferred for capacitors 3216 (1206) size.
 The recommended dwell time is 5 s, except for SOT 89 and SOT 223 components where 10 s is recommended.
 For Figure 2B, rightward offset may be used. Rightward offset distance from the crest of the solder globule shall be 0 % to 15 % of the pin diameter and shall avoid leftward offset.

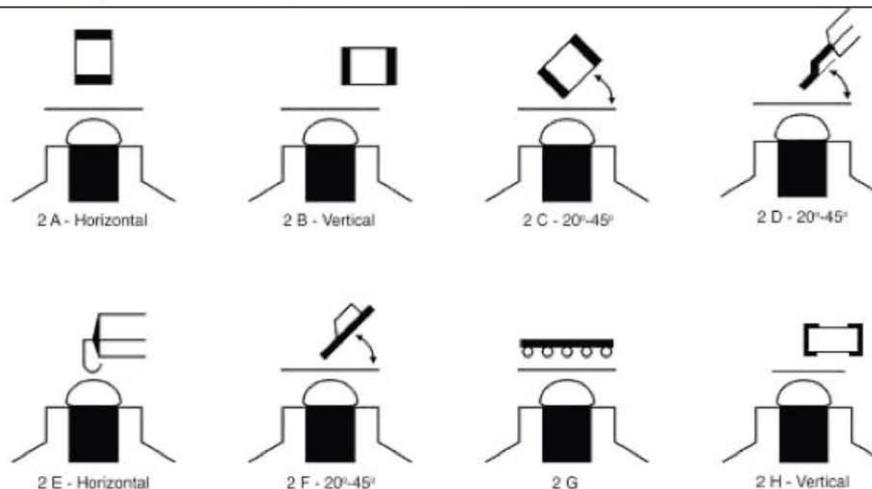


Figure 24 Recommendation globule method for a range of common components

2.6.4 IPC/ANSI J-STD-002 UND 003

In 2007 sah die IPC die Prüfung der Kraftmessung und den Einsatz des Lotbads und der Lotkugel vor.

Auszug aus der IPC-J-STD002C – Kraftmessungs-Prüfung:

Sn/Pb Legierung:

Test E – Test mit Benetzungswaage Lottopf (bedrahtete Komponenten) Zinn/Blei Lot

Test F – Test mit Benetzungswaage Lottopf (unbedrahtete Komponenten) Zinn/Blei Lot Test G – Test mit Benetzungswaage Lotkugel Zinn/Blei Lot Bleifreie Legierung

Test E1 – Test mit Benetzungswaage Lottopf (bedrahtete Komponenten) Bleifreies Lot Test F1 – Test mit Benetzungswaage Lottopf (unbedrahtete Komponenten) Bleifreies Lot Test G1 – Test mit Benetzungswaage Lotkugel Bleifreies Lot.

Diese Methoden sind sowohl für oberflächenmontierte Bauteile als auch für bedrahtete Komponenten geeignet. Sie werden mit einem 0,5% aktivierten Flussmittel und einer Lotbad-Temperatur von 235°C bei einer SnPb-Legierung und 245°C bei bleifreier Legierung durchgeführt. Geschwindigkeit und Eintauchtiefe sind von den geprüften Bauteilen abhängig.

Wichtig zu wissen ist, dass die IPC Gruppe für die Lötbarkeit von 2004 bis 2006 ein Round-Robin Testprogramm ausführte. Angesichts der anhaltenden Tendenz zu bleifreien Legierungen gehörten hierzu 5 unterschiedliche Teststellen und über 30.000 Tests, bei denen die folgenden Faktoren geprüft wurden:

Flux – 0,2% bis 0,5% aktiviert (Actiec 2 bis Actiec 5)

Legierung - Sn/Pb und bleifrei SnAgCu (SAC)

Testtemperatur – 235°C bis 245°C bis 255°C

Oberfläche – Reines Kupfer; Au/Pd/Ni; Reines Sn; Sn/Pb.

Bei der Kraftmessungs-Prüfung wurde ebenfalls ein „Gauge R&R“ vorgesehen, der mit den herkömmlichen „Dip & Look“ Verfahren nicht möglich ist.

Die überarbeitete Norm (2007) sah also vor: ein 0,5% aktiviertes Flux (Gen3 Actiec 5), in der Norm als „Flux 2“ bezeichnet, eine SAC 305 Legierung und eine Testtemperatur von 245°C.

Im Wesentlichen spiegelt die IPC-J-STD002/003 die IEC-Norm wider, mit Ausnahme des im Lotbad enthaltenen Flussmittels und der Legierung:

*Flux: **Wartungsrichtlinie für Flussmittel: „aktivierte Harzflussmittel #1 und #2 (Actiec 2 und Actiec 5) müssen bei Nichtgebrauch abgedeckt und nach acht Stunden entsorgt werden. Alternativ sollte das Flux eine spezifische Dichte von $0,843 \pm 0,005$ bei $25 \pm 2^\circ\text{C}$ [$77 \pm 3.6^\circ\text{F}$] haben und nach einer Woche Gebrauch entsorgt werden.“***

Überwachung der Lotverschmutzung: „Das Lot im Lotbad für Lötbarkeitstests muss chemisch oder spektographisch analysiert oder nach 30 Arbeitstagen ausgetauscht werden. Der Verunreinigungsgrad und der Zinngehalt muss bei den Werten liegen, die in der Tabelle 3-4 aufgeführt sind. Der zwischen den Analysen liegende Zeitraum kann ausgedehnt werden, wenn die Testergebnisse zeigen, dass die Grenzwerte der Verunreinigung nicht erreicht werden. Die Zusammensetzung des bleifreien Lots sowie der Verunreinigungsgrad muss während der Prüfung mit Silber- und Kupferteilen, die auf die Anforderungen der Legierung abgestimmt ist, eingehalten werden.“

HINWEIS: Ein Arbeitstag umfasst acht Stunden oder die Anzahl der Stunden, in denen das Lot flüssig ist und eingesetzt wird.

Übersteigt die Verunreinigung die in der Tabelle 3-4 genannten Grenzwerte, ist das Lot auszutauschen und der Zeitraum zwischen den Analysen entsprechend zu verkürzen. Ein Analysenplan für die Überwachung der Lotverunreinigung ist zu entwickeln, durchzuführen und zu dokumentieren.

<i>Verunreinigung</i>	<i>Max. Verunreinigung Grenzwert in Gewichtsprozent SnPb Legierungen (1, 2)</i>	<i>Max. Verunreinigung Grenzwert in Gewichtsprozent bleifreie Legierungen (3, 4)</i>
<i>Kupfer</i>	<i>0.300</i>	<i>0.800</i>
<i>Gold</i>	<i>0.200</i>	<i>0.200</i>
<i>Cadmium</i>	<i>0.005</i>	<i>0.005</i>
<i>Zink</i>	<i>0.005</i>	<i>0.005</i>
<i>Aluminium</i>	<i>0.006</i>	<i>0.006</i>
<i>Antimon</i>	<i>0.500</i>	<i>0.500</i>
<i>Eisen</i>	<i>0.020</i>	<i>0.020</i>
<i>Arsen</i>	<i>0.030</i>	<i>0.030</i>
<i>Wismut</i>	<i>0.250</i>	<i>0.250</i>
<i>Silber</i>	<i>0.100</i>	<i>4.00</i>
<i>Nickel</i>	<i>0.010</i>	<i>0.010</i>
<i>Blei</i>	<i>n.a.</i>	<i>0.100</i>

Tabelle 2 Maximale Grenzwerte der Verunreinigungen im Lotbad

Hinweise:

- 1 Der Zinngehalt des Lots sollte bei $\pm 1\%$ der nominellen Legierung liegen. Der Zinngehalt ist in den gleichen Abständen zu prüfen wie die Verunreinigung durch Kupfer/Gold. Das Bad muss Blei und/oder die oben aufgeführten Bestandteile enthalten.*
- 2 Die Verunreinigung durch Kupfer, Gold, Cadmium, Zink und Aluminium darf 0,4% nicht überschreiten. Gilt nicht für bleifreie Legierungen.*
- 3 Der Zinngehalt des Lots sollte bei $\pm 1\%$ der nominellen Legierung liegen. Der Zinngehalt ist in den gleichen Abständen zu prüfen wie die Verunreinigung durch Kupfer/Silber. Das Bad muss die oben aufgeführten Bestandteile enthalten.*
- 4 Die Grenzwerte der maximalen Verunreinigung gelten für Sn96.5Ag3.0Cu0.5 (SAC305) gemäß J-STD-006. Die Verunreinigungsgrenzen anderer bleifreier Lotlegierungen sind zwischen Anwender und Lieferant abzustimmen.*

Die vorgeschlagenen Bewertungskriterien aus der J-STD002 Norm werden wie folgt zitiert:

MUST SYSTEM 3

Parameter	Description	Suggested Criteria ¹	
		Set A	Set B
T ₀	Time to buoyancy corrected zero	≤1 second	≤2 seconds
F2	Wetting force at two seconds from start of test	50% of maximum theoretical wetting force at or before two seconds ²	Positive value at or before two seconds
F5	Wetting force at five seconds from start of test	No less than 90% of the F2 Value	No less than 90% of the F2 Value
AA	Integrated value of area of the wetting curve from start of test	Area calculated using sample buoyancy and 50% maximum theoretical force ³	> zero (0)

1. This suggested criteria has been established as a two-tier evaluation format with Set A being more stringent. Components meeting Set A suggested criteria are applicable to a larger soldering process window than components meeting Set B suggested criteria. It should be recognized that components meeting Set B suggested criteria may be completely acceptable to a larger process window but the user must determine which criteria set best integrates into their process.

2. See Appendix C for the method of calculating the maximum theoretical force.

3. See Appendix D for the method of calculation. (It is suggested that this method of calculation be programmed into the software used for control of the wetting balance test equipment.)

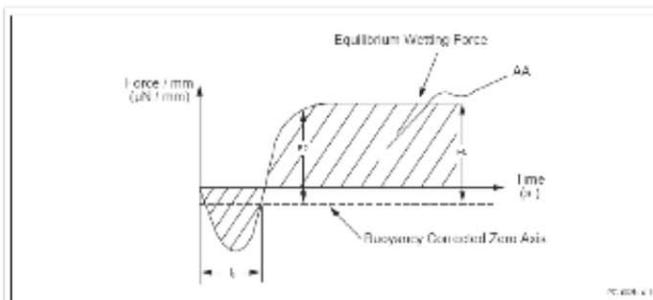


Figure 4-18 Set A Wetting Curve

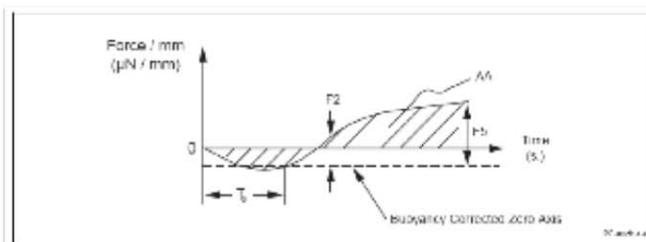


Figure 4-19 Set B Wetting Curve

Figure 25 Wetting balance curve for a leadless component using the solder bath

2.6.5 IPC/ANSI-J-STD003 – Leiterplatten

Diese Norm bezieht sich auf den Test mit der Benetzungswaage für metallisierte Coupons. Ein Coupon mit einer bestimmten Größe, der auf beiden Seiten metallisiert ist, wird als Testpad für die Leiterplatte eingesetzt und vor dem Test von der Platine genommen.

Die für diese Methode vorgeschlagenen Prüflinge sind in der Abb. 26 dargestellt. Das Gewicht der Prüflinge sollte 40 Gramm nicht überschreiten.

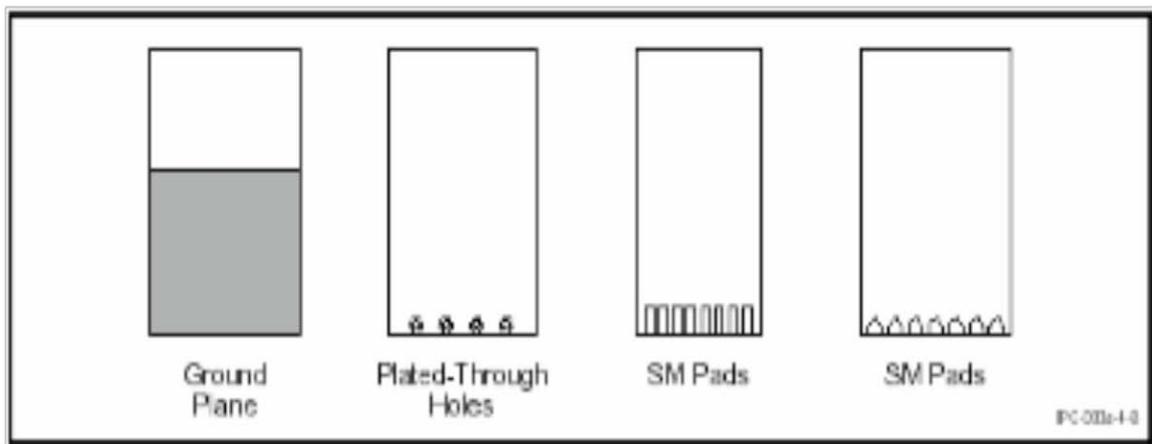


Figure 26 Suggested wetting balance test specimens and soldering immersion

2.6.6 MIL-STD-883C METHODE 2022 (ersetzt durch IPC-J-STD002)

Bei dieser Methode werden die Anschlüsse einer Dual-in-Line (DIL) Mikroelektronik-Komponente getestet. Das Bauteil wird vor der Prüfung einem Alterungsprozess mit Dampf unterzogen und die Anschlüsse gleichzeitig in das Lotbad getaucht.

Die Bauteile werden mit einem Flux des Typs R oder RMA und bei einer Lotbadtemperatur von 245°C getestet.

Die Eintauchgeschwindigkeit beträgt 20 bis 30 mm/Sek. mit einer Verweilzeit von 5 Sekunden. Es wird eine Eintauchtiefe von 4 mm empfohlen, obwohl das für die meisten DIL-Komponenten nicht praktikabel ist. Hier ist eine Eintauchtiefe von 2 mm eher geeignet.

Die Auswertung der Kurve der Benetzungswaage erfolgt durch Messen der Zeit, bis die Kurve die Nullkraft-Linie wieder kreuzt und sollte unter 0,6 Sekunden liegen, sowie durch Messen der Zeit, bis die Kurve zwei Drittel des Maximalwerts erreicht hat. Dieser Wert darf maximal 1,0 Sekunden betragen.

Die Zeit, bis die Kurve die Nulllinie kreuzt, ist von der Eintauchtiefe abhängig, da sich die Kurve bei einer größeren Tiefe von der Nulllinie verschiebt. Prüflinge mit einer geringen Benetzungskraft können auch noch die Forderung, dass zwei Drittel des Maximalwerts innerhalb von 1,0 Sekunden erreicht werden, erfüllen. Die Ergebnisse werden in ein Schema für die statistische Prozesssteuerung eingegeben, so dass eine Datenbank entsteht, die die tolerierten Grenzwerte gegenüber den Testergebnissen aufzeigt.

Die Tests werden mit einem aktivierten Harz-Flussmittel (ACTIEC) auf der Lotkugel und dem Pad oder der Durchkontaktierung durchgeführt. Dies gewährleistet, dass die Oberfläche der Lotkugel während des Testzyklus oxidfrei bleibt. Die meisten kleinen SMD-Pads können mit einer 25 mg Lotkugel auf dem Lotkugel-Block 1 (2 mm) getestet werden. Bei größeren Pads wird eine 50 oder 75 mg Kugel auf Block 1 erforderlich, um sicherzustellen, dass ausreichend Lot für die Benetzung des Pads verfügbar ist.

Für Durchkontaktierungen bis zu 1,0 mm sollte die 75 mg Lotkugel auf Lotkugel-Block 1 verwendet werden, damit die Durchkontaktierung mit Lot gefüllt wird. Bei größeren Durchkontaktierungen oder Kontaktierungen in großen Pads sind unter Umständen größere Lotkugeln notwendig.

Die Benetzungskraft sollte zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessen werden, um die Lötbarkeit des Pads oder der Durchkontaktierung zu bestimmen. Bei 235 °C wird eine Messung nach 2

MUST SYSTEM 3

Sekunden empfohlen.

2.6.7 JEDEC JESD22-B102D

Diese Norm ist nur für die „Dip & Look“ Prüfung anwendbar.

Die obigen Normen werden am meisten eingesetzt und gelten für moderne Testgeräte und –methoden, auch wenn es noch andere Testspezifikationen oder Normen für die Prüfung der Lötbarkeit gibt.

KAPITEL 3 Betrieb des Systems

3.1 Softwarebetrieb

3.1.1 Hardwarevoraussetzungen

Die Software muss auf einer Windows® Vista/XP-kompatiblen PC-Plattform laufen.

3.1.2 Anschluss des MUST 3 Systems

Das MUST 3 System wird mit dem zum Lieferumfang zählenden USB-Kabel direkt an den PC angeschlossen. Setzen Sie sich unverzüglich mit dem Lieferanten in Verbindung, falls das Kabel fehlen sollte. Allerdings ist jedes Standard USB-Kabel geeignet.

3.1.3 Installation

*** WICHTIGE INFORMATION – BITTE VOR INSTALLATION DER SOFTWARE LESEN ***

Die Software des MUST 3 Systems wird auf einer CD geliefert und muss vor Inbetriebnahme des Gerätes auf der Festplatte des Rechners installiert werden.

Installation der Software:

- Starten Sie Windows®, wenn das Betriebssystem noch nicht laufen sollte
- Legen Sie die Software Installations-CD des MUST 3 in das CD-ROM Laufwerk ein
- Starten Sie den Windows® Explorer, falls die CD nicht automatisch startet
- Suchen Sie im Stammverzeichnis der CD nach der Datei „AUTORUN“
- Machen Sie einen Doppelklick auf „AUTORUN“
- Gehen Sie gemäß der Bildschirmanweisungen vor. Das Installationsprogramm kopiert die Dateien auf ihren Computer und erstellt eine Startmenü-Gruppe mit dem MUST SYSTEM 3
- Starten Sie den PC neu, sobald sich ein Hinweisfenster öffnet

Hinweis: Die **MUST 3 Software Installations- und Kurzanleitung** enthält auf Seite 8 weitere Einzelheiten über die Softwareinstallation.

Starten Sie das Programm durch einen Klick auf den MUST SYSTEM 3 Shortcut auf dem Desktop. Klicken Sie auf das Tastenfeld „Log On“. Das Passwort für die Supervisor-Ebene lautet: sp. Geben Sie dieses ein, wenn das System Sie zur Eingabe eines Passworts auffordert.

The image shows a Windows-style dialog box titled "Enter User name and Password". It has two input fields: "User Name" with the text "supervisor" and "Password" with the text "sp". Below the password field, it says "Access level of :SUPERVISOR". There are two buttons on the right: "Ok" and "Cancel". A mouse cursor is pointing at the "Ok" button.

Abb. 27 Benutzername und Passwort

Sie sollten schnellstmöglich neue Benutzer, Passwörter und die entsprechenden Zugriffsebenen (Supervisor, Engineer (Ingenieur), Technician (Techniker) einrichten (siehe folgendes Kapitel).

MUST SYSTEM 3

3.1.4 Initialisierung

Vergewissern Sie sich nach den obigen Schritten, dass das MUST 3 System eingeschaltet und an den PC angeschlossen ist.

- Klicken Sie auf das Symbol „Connect“ .
- Das Initialisierungsfenster mit einer Fortschrittsleiste am unteren Fensterrand wird geöffnet.
- Nur beim ersten Starten des Systems erscheint ein weiteres Fenster mit der Aufforderung: „MUST SYSTEM 3 SECURITY KEY CONFIRMATION REQUIRED“ (MUST SYSTEM 3 Bestätigung des Sicherheitscodes erforderlich)
- Geben Sie im Berechtigungsfeld den 8-stelligen Schlüsselcode ein und beenden Sie so die Initialisierung des Systems.

Hinweis: Wenn Sie den „bleifrei“ Test aktivieren, werden Sie ebenfalls aufgefordert, einen 9-stelligen Schlüsselcode einzugeben. Alle Schlüsselcodes finden Sie auf dem Label der Software-CD. Die „bleifreie“ Option können Sie wie folgt aktivieren.

3.1.5 Aktivierung der „bleifrei“ Option

Prüfen Sie zunächst, ob die Optionen „New Lead Free Block Configuration“ (Konfiguration des neuen bleifreien Blocks“) und „Lead Free“ (bleifrei) ausgewählt wurden, ehe Sie auf „Connect“ klicken.

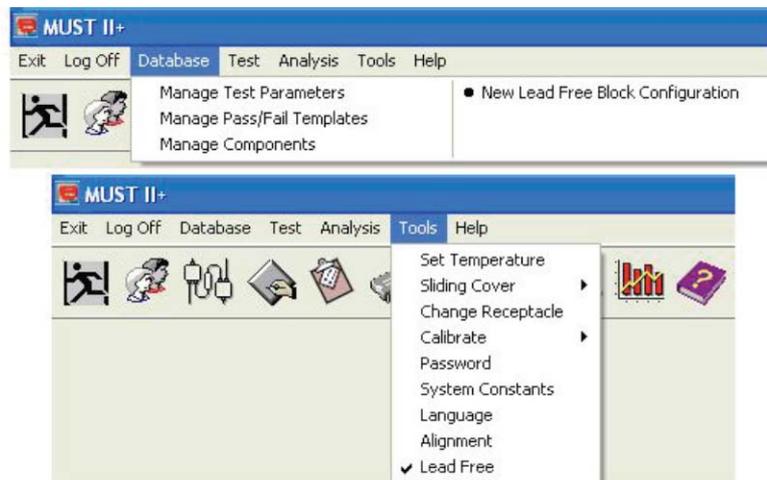
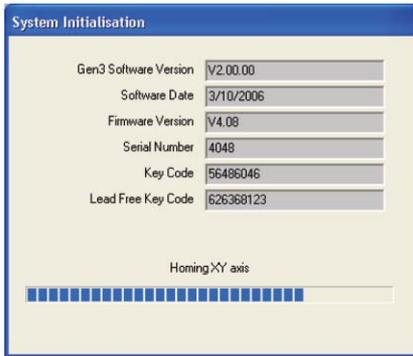


Figure 28 Enable Lead-Free

Beim ersten Start müssen Sie den Schlüsselcode für „lead“ und „lead free“ eingeben, nachdem Sie auf das Symbol „Connect“ geklickt haben. Nach Eingabe des richtigen Codes prüft das System automatisch die folgenden Sequenzen:

- **Erkennung der Kommunikationsschnittstelle**
- **Initialisierung des Schrittmotortreibers**
- **Initialisierung des MUST**
- **Verfahren der XY-Achse an den Nullpunkt**
- **Schließen der Sicherheitshaube**



Setzen Sie sich mit Ihrem Händler oder direkt mit Gen3 Systems in Verbindung, wenn Sie keinen eigenen Schlüsselcode haben, und geben Sie Ihre Softwareversion sowie die Seriennummer des MUST-Gerätes an.

3.1.6 Einrichten neuer Anwender, Passwörter und Zugriffsebenen

Im MUST 3 System stehen 3 unterschiedliche Zugriffsebenen zur Verfügung:

1. Supervisor Vollständiger technischer und administrativer Zugriff
2. Engineer Vollständiger technischer aber kein administrativer Zugriff, d.h. keine Änderung der Benutzernamen und Passwörter.
3. Technician Eingeschränkter technischer Zugriff, kein administrativer Zugriff – kann Tests durchführen und Berichte erstellen, Bearbeitung der Parameter oder Kalibrierungen ist nicht möglich.

Diese Zugriffsebenen können zugewiesen werden, wenn neue Benutzer und Passwörter eingerichtet werden.

Wählen Sie das Menü „Tools“ und dann aus dem Drop Down-Feld die Option „Password“, nachdem Sie sich als Supervisor angemeldet haben. Die Bildschirmanzeige „Manage User and Password“ (Benutzer und Passwort verwalten) öffnet sich. Geben Sie einen neuen Benutzernamen und ein beliebiges Passwort ein und klicken Sie rechts auf „Add“.

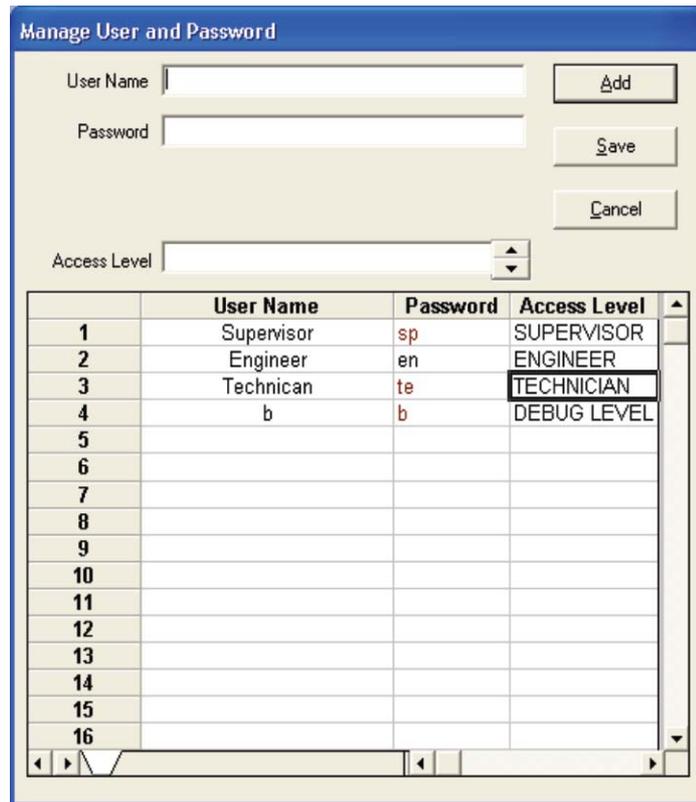


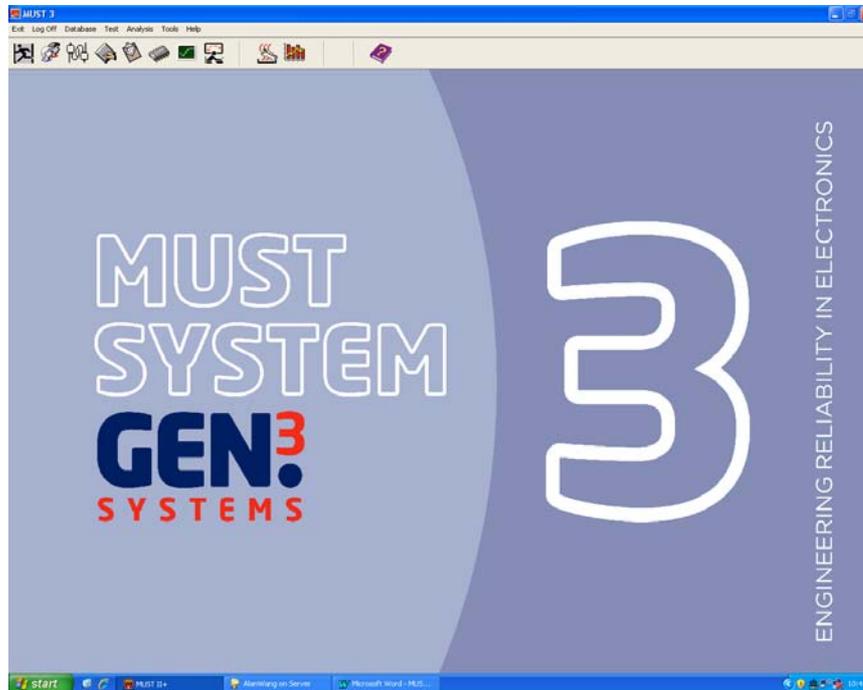
Figure 29 Manage user and password

Wählen Sie mit den Pfeiltasten neben dem Feld „Access Level“ die gewünschte Zugriffsebene und klicken Sie auf „Save“, wenn Sie dem neuen Benutzer eine Zugriffsebene zuweisen wollen. Sie können dann entweder den Bildschirm schließen oder neue Benutzer, Passwörter und die jeweiligen Zugriffsebenen hinzufügen.

Beschreibung	Supervisor	Engineer	Technician	Kein Zugriff
Mit dem MUST II+ System verbinden	√	√	√	X
Passwort / Zugriff ändern	√	X	X	X
Sprachen ändern	√	√	X	X
Systemkonstanten aufrufen	√	√	X	X
Parameter erstellen/bearbeiten	√	√	X	X
Pass/Fail Daten erstellen/bearbeiten	√	√	X	X
Komponenten erstellen/bearbeiten	√	√	X	X
Systemkalibrierung	√	X	X	X
Temperatur einstellen	√	√	√	X
Hilfdateien aufrufen	√	√	√	√
Testergebnisse analysieren	√	√	√	X
Benetzungstests durchführen	√	√	√	X
Zugriff austesten	√	√	√	X

3.1.7 Hauptmenü

Das unten abgebildete Hauptmenü wird geöffnet, wenn Sie sich angemeldet haben und das Gerät angeschlossen ist. Hier können Sie die Parameter von Komponenten und Testparameter erstellen und verwalten, einen Benetzungstest durchführen und die Testergebnisse als Excel-Datei exportieren.



In der Software anmelden



Software beenden



Anschließen und Kommunikation



Testparameter verwalten



PASS/FAIL Vorlagen verwalten



Komponenten verwalten



Benetzungstests durchführen



Ergebnisse aufrufen und analysieren



Temperatur einstellen



Temperaturprofil aufrufen

3.1.7.1 Menü „Tools“

Mit Hilfe der Symbole aus der Werkzeugleiste können Sie leicht im Hauptmenü navigieren. Im Menü „Tools“ finden Sie nützliche Tipps.

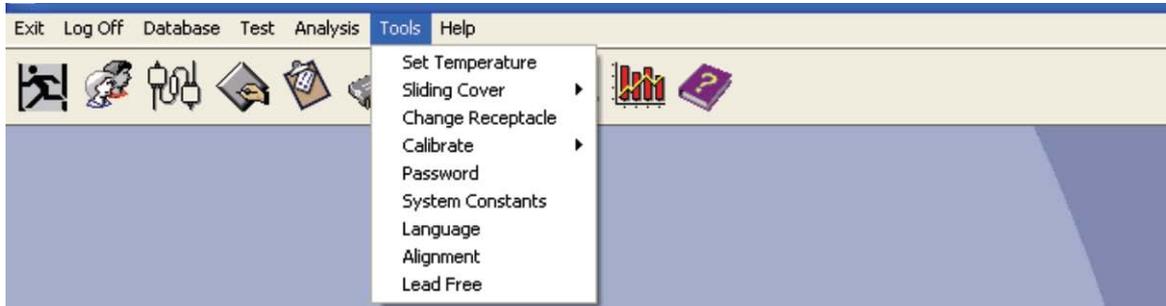


Figure 31 Tool Menu

Set Temperature (Temperatur einstellen)

Stellt die Temperatur ein und schaltet die Heizung des Behälters ein.

Sliding Cover (Schiebehaube)

Öffnet und schließt die Schiebehaube.

Change Receptacle (Behälter wechseln)

Wechselt nach dem Test den Behälter; ein Wechsel ist erst möglich, nachdem die Temperatur auf unter 70°C gefallen ist.

Calibrate (Kalibrierung)

Kalibriert Maschinentemperaturen und Kräfte.

Password (Passwort)

Richtet die Zugriffsebenen, Benutzernamen und Passwörter ein.

System Constants (Systemkonstanten)

Zeigt die Systemkonstanten (TKVALS) an.

Language (Sprache)

Stellt die Softwaresprache ein.

Alignment (Ausrichtung)

Richtet den Behälter an der Komponente aus.

Lead Free (bleifrei)

Klicken Sie diese Option an, wenn das System mit bleifreien Behältern und bleifreien Testparametern betrieben werden soll. In diesem Fall muss die Firmware upgedated werden.

Überblick über den Lötbarkeitstest

Ein Lötbarkeitstest setzt sich aus 3 Teilen zusammen: i) der Bauteilbeschreibung ii) den Testparametern iii) den Pass/Fail Kriterien

3.1.7.2 Neue Testparameter erstellen

Klicken Sie im Hauptmenü auf das Symbol „Manage Test Parameters“ (Testparameter verwalten), um die Seite mit den Testparametern zu öffnen. Wählen Sie aus dem Drop Down-Menü die Option „New“.

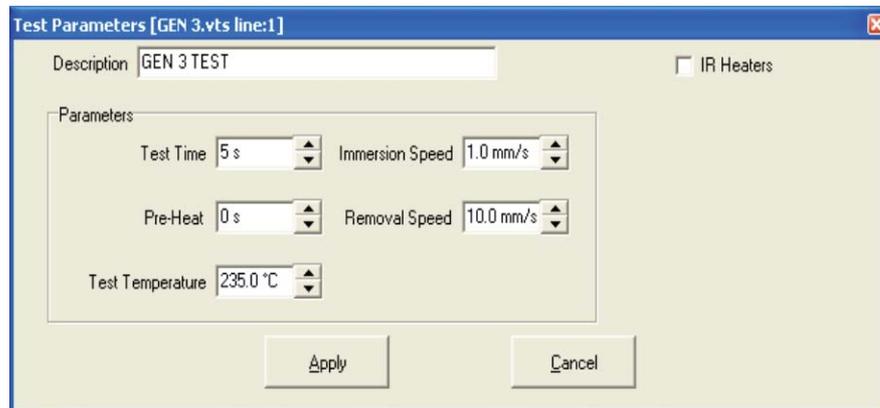
Klicken Sie im Fenster „Test parameter“ auf das Symbol „Add New Test Parameter“  (neuen Testparameter hinzufügen).

Speichern Sie die Änderungen mit „Yes“.

Die Datenbank mit einigen Standard-Testparametern wird aufgerufen. Vergeben Sie einen neuen Namen für den Testparameter und machen Sie einen Klick auf „Save“.

In einem neuen Fenster werden Sie aufgefordert, den Testparameter zu laden. Suchen Sie nach dem gespeicherten Parameter, markieren Sie ihn und klicken Sie auf „Open“.

Füllen Sie im neuen Fenster das erforderliche Feld aus und klicken Sie auf „Apply“.



Sie haben jetzt einen neuen Testparameter erstellt, der auf der Seite mit den Testparametern angezeigt wird.

Sie können diese Seite bearbeiten oder aber weitere Parameter hinzufügen.

Beenden Sie den Vorgang mit „Exit“ .

Beschreibung	Parametername oder -beschreibung
Test time (Testzeit)	Zeit in Sekunden, die das Bauteile während des Tests in Lot getaucht wird.
Pre-Heat (Vorwärme)	Zeit in Sekunden, die das Bauteil vor Beginn des Tests vorgeheizt wird.
Immersion Speed (Eintauchgeschwindigkeit)	Geschwindigkeit, mit der das Bauteil in Lot getaucht wird.
Removal Speed Temperature (Entnahmegeschwindigkeit Temperatur)	Geschwindigkeit, mit der das Bauteil aus dem Lot genommen wird. Erforderliche Lottemperatur in °F oder °C während des Tests.

MUST SYSTEM 3

3.1.7.3 Verwaltung der Testparameter



Klicken Sie im Hauptmenü auf das Symbol „Manage Test Parameter“ (Testparameter verwalten), um die Seite mit den Testparametern zu öffnen.

Klicken Sie hier auf das Symbol „Open“



Jetzt wird das Fenster zur Auswahl der Testparameter angezeigt.

Markieren Sie den gespeicherten Parameter, den Sie bearbeiten möchten, und klicken Sie auf „Open“, um den in der Parameterdatei gespeicherten Testparameter anzuzeigen.

Markieren Sie in diesem Fenster den Parameter und gehen Sie auf das Symbol „Edit Test Parameter“



(Testparameter bearbeiten).

Ändern Sie die Werte im Feld und klicken Sie dann auf „Apply“. Die Seite mit den Testparametern wird wieder aufgerufen. Klicken Sie auf „Exit“, wenn Sie die Bearbeitung der Parameter beendet haben. Speichern Sie die Parameter und kehren Sie mit „Yes“ zum Hauptmenü zurück.

Hinweis: Das MUST 3 Gerät muss nicht angeschlossen sein, wenn Testparameter erstellt und verwaltet werden sollen. Eine Anmeldung unter der entsprechenden Zugriffsebene ist ausreichend.

3.1.7.4 Neue Pass/Fail Vorlagen erstellen



Markieren Sie eine beliebige Vorlage und klicken Sie auf „Open“, um die Pass/Fail Vorlage aufzurufen. Bearbeiten Sie die Vorlage, wählen Sie danach „File“, klicken Sie im Drop Down-Menü auf „Save as“ (Speichern unter), speichern Sie die Änderungen mit „Yes“ und vergeben Sie einen neuen Namen. Machen Sie einen Klick auf „Save“.

Pass/Fail Limits (Pass/Fail Grenzwerte)	Die mit einem Häkchen versehenen Werte bestimmen, ob der Test mit „Pass“ oder „Fail“ abgeschlossen wird. Ansonsten werden die Werte ignoriert, wirken sich nicht auf das Ergebnis aus und erscheinen nicht auf der Seite Pass/Fail.
Time to Zero (Tb) (Zeit bis Null)	Zeit in Sekunden, bis die Benetzungskurve wieder die Nulllinie kreuzt.
Time to Buoyancy (Ta) (Zeit bis Auftrieb)	Zeit in Sekunden, bis die Benetzungskurve wieder die Auftriebslinie kreuzt.
Time to 2/3 Fmax (T2/3) (Zeit bis 2/3 Fmax)	Zeit in Sekunden, bis die Kraft 2/3 der Maximalkraft erreicht hat.
Force at Time 1 (F1) (Kraft bei Zeit 1)	Gemessene Kraft bei Zeit 1.
Force at Time 2 (F2) (Kraft bei Zeit 2)	Gemessene Kraft bei Zeit 2.
Wetting Angle at Time 1 (WA1) (Benetzungswinkel bei Zeit 1)	Gemessener Benetzungswinkel bei Zeit 1.
Wetting Angle at Time 2 (WA2) (Benetzungswinkel bei Zeit 2)	Gemessener Benetzungswinkel bei Zeit 2.
General Status (allgemeiner Status)	Die geprüften Werte werden nach Beendigung des Tests auf der Pass/Fail Seite angezeigt.
T2/3 – Tb	Zeit bei 2/3 abzüglich der erforderlichen Zeit, bis die Nulllinie wieder gekreuzt wird.
Area Under Curve (AUC) (Bereich unter der Kurve)	Bereich unter der Kurve.
Dewetting (Entnetzung)	Entnetzung während des Tests.
Maximum Force (Fmax) (max. Kraft)	Während des Tests gemessene maximale Kraft.
Time at Fmax (Zeit bei Fmax)	Zeit, bei der die maximale Kraft erreicht wird.

3.1.7.5 Neue Komponenten erstellen



Klicken Sie im Hauptmenü auf das Symbol „Manage Components“ (Komponenten verwalten), um die Seite mit den Bauteilen zu öffnen.

Wählen Sie hier aus dem Drop Down-Menü die Option „New“.

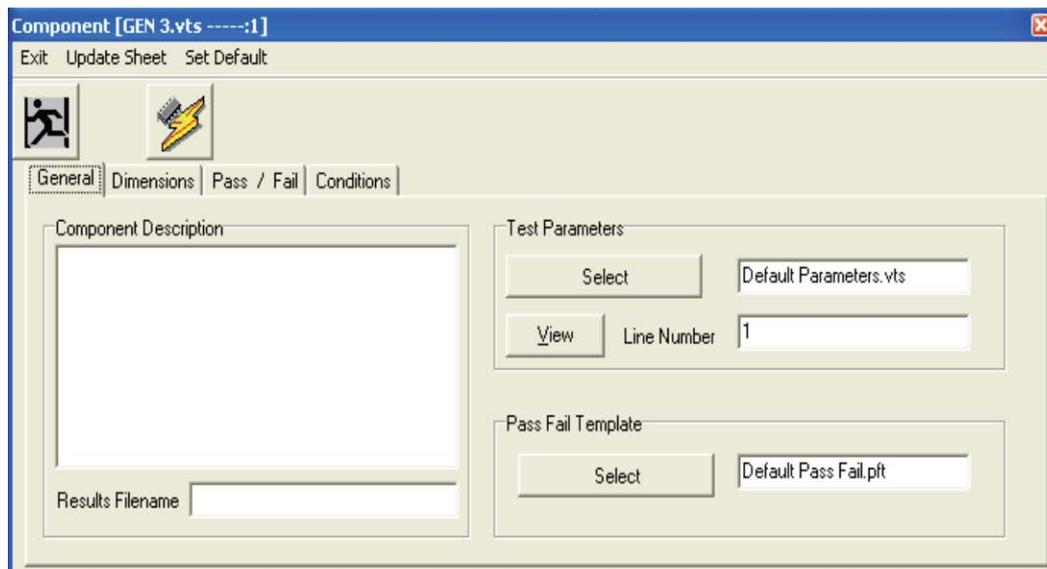
Wenn Sie in einem Fenster nach dem Dateinamen gefragt werden, klicken Sie bitte auf „Ok“.

Das Fenster mit der Bauteilbibliothek öffnet sich. Vergeben Sie einen neuen Namen für die Bauteildatei und bestätigen Sie mit „Save“.

Machen Sie in der Seite mit den gespeicherten Komponenten einen Klick auf das Symbol „Add new component“  (neues Bauteil hinzufügen).

Wählen Sie die Registermarke „General“ und geben Sie die Bauteilbeschreibung und den Namen der Ergebnisdatei ein.

MUST SYSTEM 3



Klicken Sie im Feld „Test parameters“ (Testparameter) auf die Schaltfläche „Select“, markieren Sie einen Testparameter und gehen Sie auf „Open“. Die Seite mit den Testparametern öffnet sich. Wählen Sie den entsprechenden Testparameter aus und klicken Sie auf das Symbol „Select test parameter“



(Testparameter wählen).

Die Zahl auf der linken Seite ändert sich in <--> und zeigt an, dass der Parameter ausgewählt wurde.

Rufen Sie wieder das Feld zur Einstellung der Komponenten mit „Exit“ auf.

Allgemeine Beschreibung	Bauteilbeschreibung
Results Filename (Name der Ergebnisdatei)	Name, unter dem die Ergebnisse gespeichert werden
Test Parameters (Select) (Testparameter)	Öffnet die erforderliche Parameterdatei

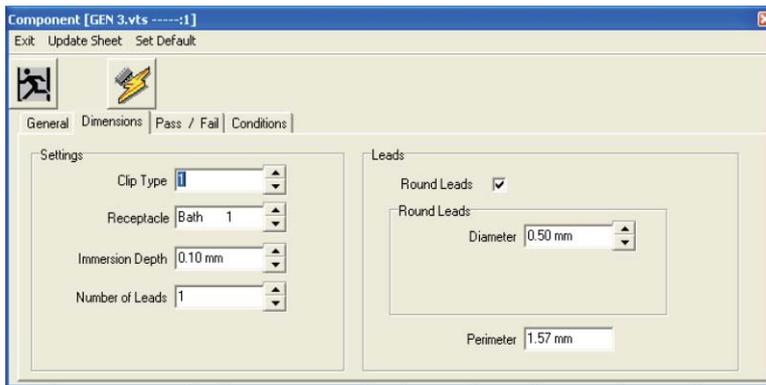
Pass/Fail Template (Select)	Open the required Pass/Fail Template
-----------------------------	--------------------------------------

Klicken Sie unter „Pass/Fail Template“ auf die Schaltfläche „Select“, um eine Pass/Fail Vorlage zu öffnen.

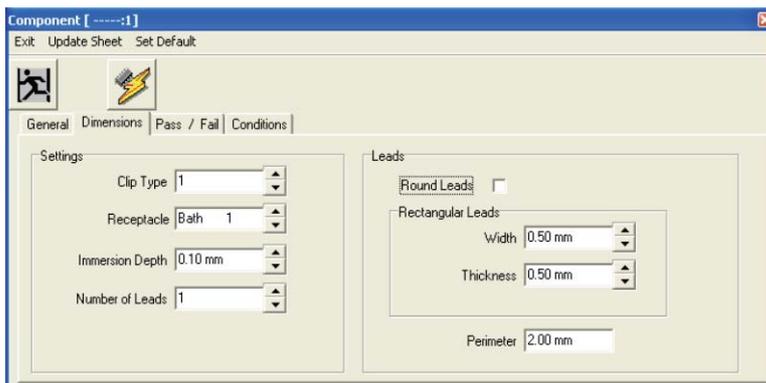
Markieren Sie die gewünschte Vorlage und gehen Sie auf „Open“. Ändern Sie die Einträge in den Feldern, falls erforderlich, und klicken Sie in dem Fenster auf „Yes“.

Gehen Sie auf die Registermarke „Dimension“ und machen Sie in allen Feldern die erforderlichen Einträge.

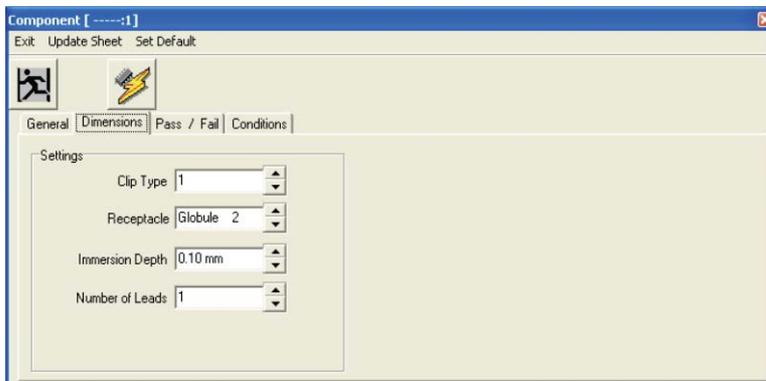
Hinweis: Bei Einsatz eines Bades mit „round leads“ (runden Anschlüssen) und „rectangular leads“ (rechteckigen Anschlüssen) sowie beim Test mit der Lotkugel sind unterschiedliche Einstellungen erforderlich.



Lotbadtest mit „runden Anschlüssen“



Lotbadtest mit „rechteckigen Anschlüssen“



Lotkugeltest

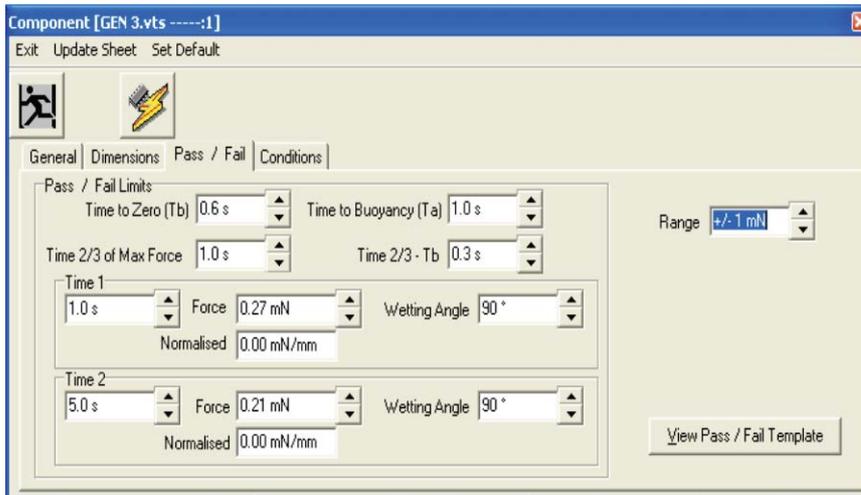
Dimensions (Abmessungen)	
Clip type (Art des Halters)	Wählen Sie für die zu prüfende Komponente den geeigneten Halter.
Receptacle (Behälter)	Wählen Sie für den Test die entsprechende Lotkugel/das Lotbad.
Immersion Depth (Eintauchtiefe)	Wählen Sie für das Bauteil die erforderliche Eintauchtiefe.
Number of leads (Zahl der Bauteilanschlüsse)	Wählen Sie „1“ für einfach bedrahtete Komponenten, z.B. Chip-Kondensatoren. Wählen Sie für mehrpolige Komponenten, wie zum Beispiel QFP- oder SOIC-Bauteile eine Zahl größer als 1. Das MUST System II + kann „Step & Repeat“ Tests durchführen.
Lead Spacing (Abstand der Anschlüsse)	Bei mehrpoligen Bauteilen können Sie den Abstand zwischen den Anschlüssen eingeben. Darüber hinaus können Bauteilanschlüsse verbogen werden, so dass mehr Platz für den Test verfügbar ist.
Round Leads (runde Anschlüsse)	
Diameter (Durchmesser)	Messen Sie den Durchmesser des Anschlusses und geben Sie den Wert in diesem Feld ein.
Perimeter (Umfang)	Dieser Wert ändert sich nach Eingabe des Durchmessers.
Rectangular Leads (rechteckige Anschlüsse)	
Width (Breite)	Messen Sie die Breite des Anschlusses und geben Sie den Wert in diesem Feld ein.
Thickness (Stärke)	Messen Sie die Stärke des Anschlusses und geben Sie den Wert in diesem Feld ein.
Perimeter (Umfang)	Dieser Wert ändert sich nach Eingabe der Breite und Stärke.

Behälter und Größe der Behälter

Behälter	Pelletgröße	Durchmesser
B1	1 kg Stange	n.a.
G1	25mg	2mm
G2	200mg	4mm
G3	5mg	1mm
G4	100mg	3,2mm
B1LF	1 kg Stange, bleifrei	n.a.
G1LF	25mg, bleifrei	2mm
G2LF	200mg, bleifrei	4mm
G3LF	5mg, bleifrei	1mm
G4LF	100mg, bleifrei	3,2mm

Machen Sie einen Klick auf die Registermarke „Pass/Fail“.

Füllen Sie die jeweiligen Felder, abhängig von dem gewählten Behälter, aus.



Pass/Fail	
Time to Zero (Tb) (Zeit bis Null)	Zeit in Sekunden, bis die Benetzungskurve wieder die Nulllinie kreuzt.
Time to Buoyancy (Ta) (Zeit bis Auftrieb, nur Lotbad)	Zeit in Sekunden, bis die Benetzungskurve wieder die Auftriebslinie kreuzt.
Time 2/3 of Max Force (Zeit 2/3 der Maximalkraft)	Zeit in Sekunden, bis die Kraft 2/3 der Maximalkraft erreicht hat.
Time 2/3 – Tb (Zeit 2/3)	Zeit bei 2/3 abzüglich der erforderlichen Zeit, bis die Nulllinie wieder gekreuzt wird.
Range (Bereich)	Gibt die Kraft in mN an, mit der die Ergebnisse angezeigt werden.
Time 1 (Zeit 1)	Gibt die Zeit in Sekunden an, wann der erste Kraftwert gemessen wird.
Force (Kraft)	Gibt die Mindestkraft in mN bei Zeit 1 an.
Wetting Angle (Benetzungswinkel, nur Lotbad)	Gibt den Eintauchwinkel der Komponente an.
Normalized (skaliert, nur Lotbad)	Ändert sich zusammen mit der Kraft.
Time 2 (Zeit 2)	Gibt die Zeit in Sekunden an, wann der zweite Kraftwert gemessen wird.
Force (Kraft)	Gibt die Mindestkraft in mN bei Zeit 2 an.
Wetting Angle (Benetzungswinkel, nur Lotbad)	Gibt den Eintauchwinkel der Komponente an.
Normalized (skaliert, nur Lotbad)	Ändert sich zusammen mit der Kraft.
View Pass/Fail Template (Pass/Fail Schablone aufrufen)	Ruft die gewählte Pass/Fail Vorlage auf.

MUST SYSTEM 3

Klicken sie auf die Registermarke „Conditions“.

Füllen Sie den Behälter mit dem Material, das Sie zum Testen der Komponente verwenden möchten. Die Informationen zur Position können Sie ignorieren, da eine Neuausrichtung erfolgt.

Je nach Art des Behälters stehen verschiedene Optionen zur Verfügung. Weitere Informationen zur Berechnung der Oberflächenspannung finden Sie in dem entsprechenden Kapitel.

Klicken Sie auf das Symbol  , nachdem Sie alle Eingaben gemacht haben, um die neue Komponente zu aktualisieren. Hinweis: dieses Symbol muss immer angeklickt werden, wenn Änderungen vorgenommen wurden.

Beenden Sie den Vorgang mit „Exit“ und speichern Sie die Änderungen mit „Yes“.

3.1.7.6 Bauteile bearbeiten



Klicken Sie im Hauptmenü auf das Symbol „Manage Components“ (Komponenten verwalten), um die Seite mit den Bauteilen zu öffnen.

Wählen Sie auf der Seite mit den Bauteilen aus dem Drop Down-Menü die Komponente oder klicken Sie auf das Symbol und gehen Sie auf „Open“.

Markieren Sie im Fenster „Load component“ (Bauteil laden) die erforderliche Datei und klicken Sie auf „Open“.

Markieren Sie den Bauteilparameter, den Sie bearbeiten möchten und klicken Sie auf das Symbol zum



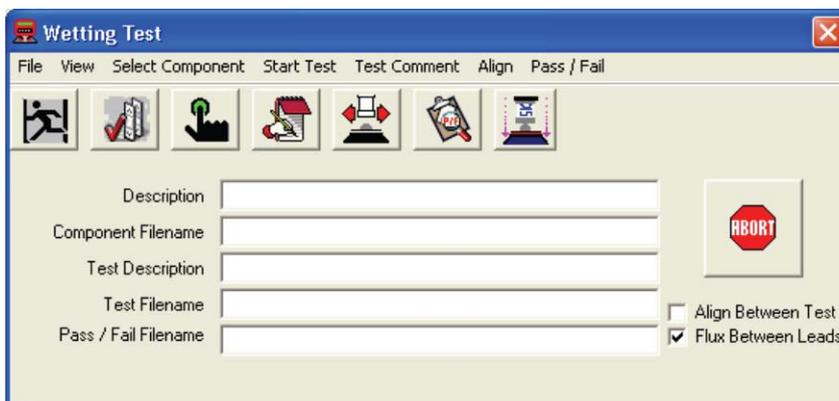
Bearbeiten der Komponente

Bearbeiten Sie die Komponente, klicken Sie auf das Symbol „Update“ (aktualisieren), beenden Sie den Vorgang und speichern Sie die Änderungen. Auf dem Monitor erscheint wieder das Hauptmenü.

3.1.7.7 Allgemeiner Test



Klicken Sie im Hauptmenü auf das Symbol „General Test“ (Allgemeiner Test) und öffnen Sie das Fenster „Wetting Test“ (Benetzungstest).



Gehen Sie hier entweder auf das Symbol „Select“, um die Seite mit den Komponenten aufzurufen oder

klicken Sie in der Menüleiste auf „Select component“ (Bauteil auswählen).

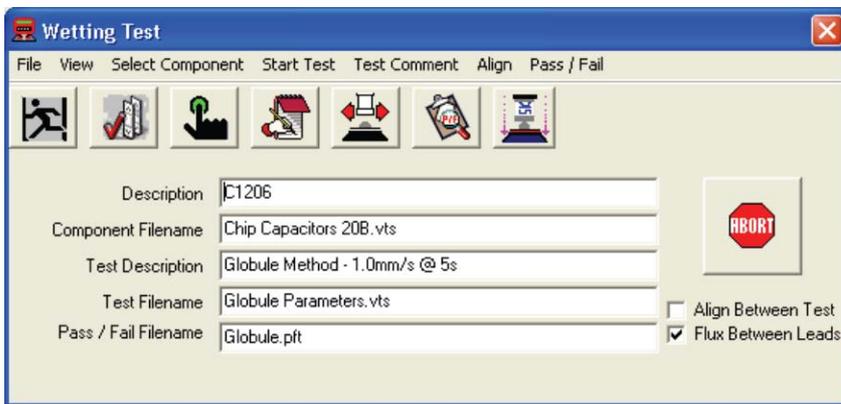
Die Bauteildatenbank können Sie mit dem Symbol „Open“ öffnen. Bei Installation der Software werden schon Standard Bauteildateien gespeichert. Sie können ebenfalls nach den Komponenten suchen, die vom Anwender angelegt wurden.

Markieren Sie die gewünschte Bauteildatei und gehen Sie auf „Open“.

Die Seite mit den Bauteilparametern öffnet sich. Mit der linken oder rechten Pfeiltaste können Sie alle Parameter aufrufen, nach Anklicken des Symbols „Edit component“ (Bauteil bearbeiten) lassen sich die Parameter bearbeiten.

Markieren Sie die jeweilige Komponente und klicken Sie auf „Select“. Die Zeilenzahl auf der linken Seite ändert sich <--> und zeigt an, dass das Bauteil ausgewählt wurde.

Rufen Sie mit „Exit“ wieder das Fenster „Wetting Test“ auf, in dem jetzt alle Daten angezeigt werden.



Überprüfen Sie, ob die Daten korrekt sind. Mit „Select“ können Sie ein weiteres Bauteil aufrufen oder bearbeiten.

Jetzt kann mit dem Test begonnen werden. Machen Sie einen Klick auf das Symbol „General Test“

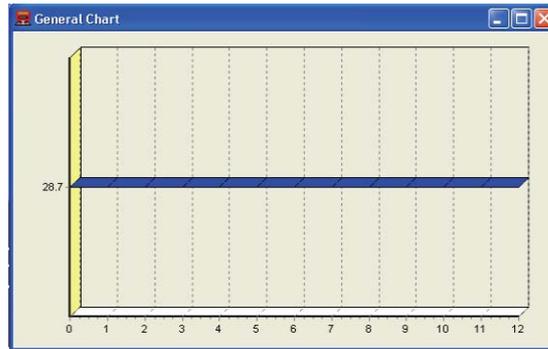


. Wird ein Test zum ersten Mal gestartet, werden Sie aufgefordert, die Komponente auszurichten. Weitere Einzelheiten finden Sie im Kapitel „Ausrichten“.

Richten Sie das Bauteil aus und klicken Sie auf „Save and continue“ (Speichern und weiter).

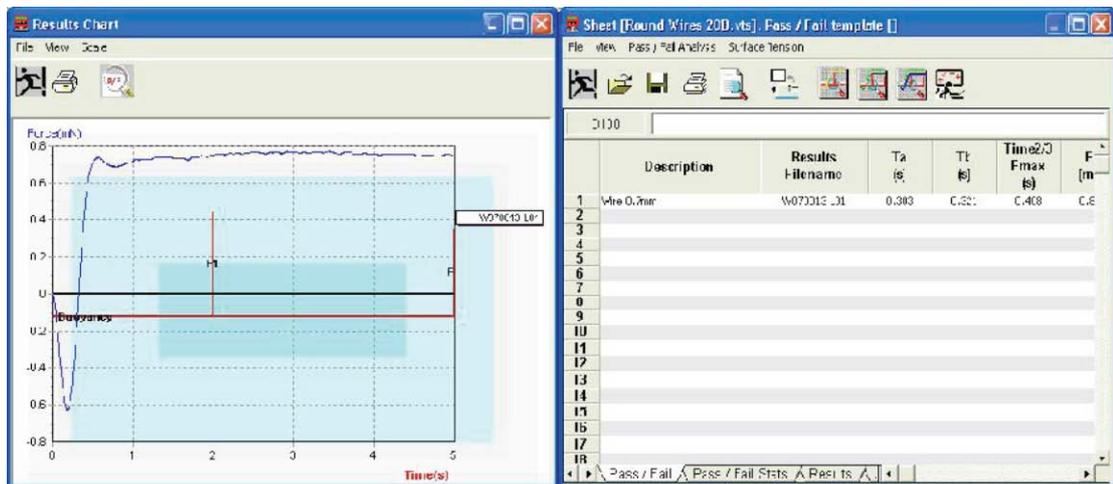
Wenn der Behälter kalt ist, erscheint ein Temperaturgraph und das System heizt den Behälter bis auf die in den Testparametern definierte Temperatur auf.

MUST SYSTEM 3



Führen Sie den Test gemäß der Bildschirmanweisungen durch, sobald die Temperatur erreicht ist.

Hinweis: Mit dem Symbol „Abort“  (Abbrechen) können Sie den Test zu jedem beliebigen Zeitpunkt unterbrechen, ehe ein Kontakt hergestellt wird. Der Test wird nach der festgelegten Testzeit beendet und die Testergebnisse werden angezeigt.



Nach Beendigung des Tests werden Sie aufgefordert, eine weitere Komponente zu testen. Klicken Sie auf „Yes“, um mit der Bauteilprüfung fortzufahren oder kehren Sie mit „No“ zur Ergebnisanzeige zurück, in der Sie die Ergebnisse analysieren und den Graphen anzeigen können. Auf der Ergebnisseite werden unten verschiedene Registermarken angezeigt, die aufgerufen und analysiert werden können. Nehmen Sie sich hierfür einen kurzen Moment Zeit. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel „Ergebnisse analysieren“.

Speichern Sie die Ergebnisse mit der Option „Save as“ aus dem Drop Down-Menü unter „File“ (Datei). Der Speicherort der Ergebnisse ist beliebig.

3.1.7.8 Ausrichtung

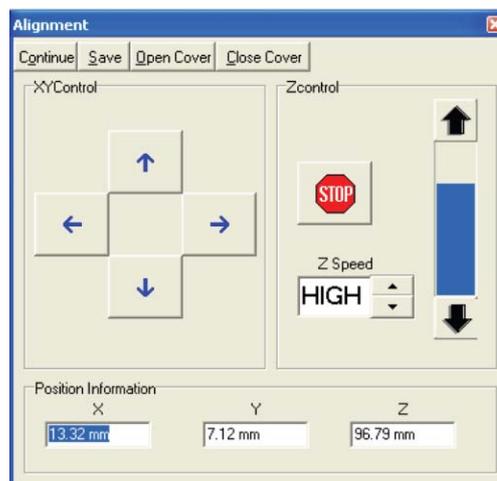
Wenn Sie zum ersten Mal einen Test starten, fordert die Software Sie automatisch auf, die Komponente auszurichten und öffnet das Fenster „Alignment“.

Klicken Sie auf das Symbol „Manage Components“ (Bauteile verwalten), um die Seite mit den Bauteilen zu öffnen. Hier können Sie eine Komponente ausrichten und die Position speichern

Klicken Sie auf „Open“ und laden Sie die gewünschte Bauteildatei in die Seite.

Markieren Sie die Komponente, die ausgerichtet werden soll und gehen Sie auf das Symbol „Align component“ (Bauteil ausrichten).

Die Maschine richtet die Komponente aus und das Fenster „Alignment“ wird geöffnet.



Hinweis: Sie müssen den richtigen Behälter, Bauteilhalter und die richtige Komponente installieren.

Bewegen Sie das Lotpellet/Lotbad mit den Pfeiltasten bis auf einen Spalt von zirka 5 mm in Richtung Komponente, bis das Bauteil zentriert ist. Die Bewegung der Z-Achse wird mit zwei Geschwindigkeiten (hoch/gering) gesteuert, hierfür können Sie auch die Tasten am vorderen Bildschirm einsetzen.

Klicken Sie auf „Save“, wenn Sie mit dem Ergebnis der Ausrichtung zufrieden sind. Die Position wird in der Bauteilparameter-Datei gespeichert. Mit „Continue“ können Sie zur Seite mit den Komponenten zurückkehren. Durchscrollen Sie die Seite und überprüfen Sie, ob die Daten korrekt sind.

3.1.7.9 Ergebnisse analysieren

Wählen Sie im Hauptmenü das Symbol „Analyse“, um die Pass/Fail Seite zu öffnen.

Gehen Sie auf das Symbol „Load result“  (Ergebnis laden), wenn Sie eine einzelne Datei oder mehrere Dateien anzeigen möchten und klicken Sie auf „Open“.

Sie können jetzt einen einzelnen Graphen oder mehrere Graphen aufrufen.

- Markieren Sie eine Zeile und klicken Sie auf das Symbol „Display graph“ (Graphen anzeigen), wenn Sie einen einzelnen Graphen aufrufen möchten
- Gehen Sie auf das Symbol „Multiple graphs“ (mehrere Graphen), um alle Graphen anzuzeigen
- Um alle in die Seite geladenen Graphen anzuzeigen und einen Graphen zu markieren, klicken

MUST SYSTEM 3

Sie auf
„Highlight a graph“ (Graphen markieren).

Hinweis: Wenn Sie gespeicherte Ergebnisse von einer bestimmten Stelle laden wollen, müssen Sie auf das Symbol „Open“ gehen und nach den Dateien suchen. Klicken Sie in diesem Fall nicht auf „Load results“ (Ergebnisse laden). Diese Schritte sind durchzuführen, wenn die Ergebnisse nicht im Standardordner unter „Results“ gespeichert wurden.

3.1.7.10 Temperatur einstellen

Mit diesem Symbol wird die Heizung des Behälters ein- und ausgeschaltet. Ist die Heizung eingeschaltet, können Sie die erforderliche Temperatur eingeben. Diese Temperatur sollte mit der Temperatur übereinstimmen, die in der Bauteilparameter-Datei gespeichert ist, so dass sichergestellt ist, dass die Lottemperatur den erforderlichen Wert erreicht, wenn ein Benetzungstest durchgeführt werden soll.

Auch wenn ein Benetzungstest nicht unmittelbar bevorsteht, sollte die Temperatur auf den Wert in der Parameterdatei eingerichtet werden. Hierdurch wird der Lotbehälter aufgeheizt und die Verzögerungszeit reduziert, falls ein Benetzungstest durchgeführt werden soll.

Bei einem Benetzungstest wird die Temperatur automatisch auf den in der Bauteilparameter-Datei gespeicherten Wert zurückgesetzt, ehe der Test gestartet werden kann.

3.1.7.11 Temperaturprofil aufrufen

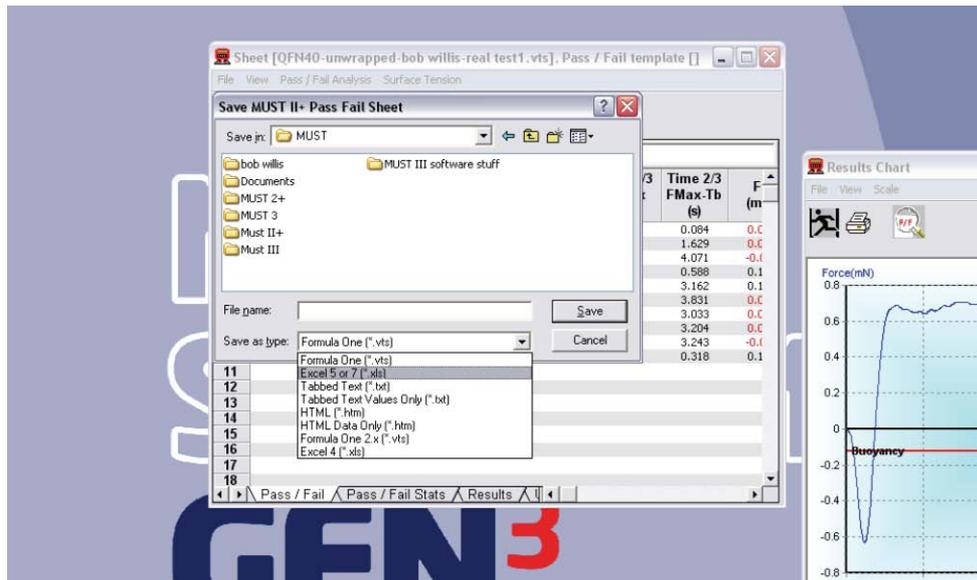
Wenn Sie die Heizung einschalten und die erforderliche Temperatur eingeben, können Sie mit diesem Symbol das Temperaturprofil aufrufen und die Temperaturänderungen im Verhältnis zur Zeit (Sekunden) überwachen.

Hinweis: Ist die erforderliche Temperatur erreicht, warten Sie bitte zirka 10 – 15 Minuten, bis sie sich stabilisiert hat.

3.1.7.12 Ergebnisse speichern

Die Ergebnisse werden nach Beendigung eines Tests automatisch im Ordner „Result“ gespeichert. Dieser Ordner befindet sich auf C:\program files\Gen3 Must3. Alternativ können Sie die Dateien auch an einer anderen Stelle auf Ihrem Rechner sichern.

Wählen Sie die Option „Save as type“ (Speichern unter) aus dem Drop Down-Menü, um die Datei im Excel-Format zu sichern.



3.1.7.13 Drucken



Wenn Sie nur die Ergebnisliste ausdrucken möchten, klicken Sie auf das Symbol „Printer“ (Drucker) in der Seite „Result“. Soll der Graph mit Daten gedruckt werden, klicken Sie auf „Display graph“ (Graph anzeigen), „Multiple Graphs“ (mehrere Graphen) oder „Highlight a graph“ (Graphen markieren) und anschließend auf das Symbol „Printer“ im Fenster „Graph“.

3.2 Wartung

Sicherungen

Das MUST 3 System hat zwei 20 mm Sicherungen, eine in der spannungsführenden Leitung und eine im Neutralleiter im Eingang des Hauptfilters. Die 220/240 V Systeme sind mit 3,15A Schmelzsicherungen, die 110 V Systeme mit 6,3 A Schmelzsicherungen ausgerüstet.

DIESE SICHERUNGEN MÜSSEN DURCH SICHERUNGEN DES GLEICHEN TYPUS UND DER GLEICHEN LEISTUNG ERSETZT WERDEN.

Sicherungswechsel

WARNUNG: TRENNEN SIE DAS SYSTEM VON DER STROMVERSORGUNG, EHE SIE DIE SICHERUNGEN ENTFERNEN.

Trennen Sie das Stromzuführungskabel vom Eingang des Hauptfilters auf der rechten Seite des Geräts. Die Sicherungen befinden sich im Filter zwischen dem Anschluss des Stromkabels und dem ON/OFF Schalter. Ziehen Sie den Sicherungshalter nach hinten aus dem Gerät und lassen Sie ihn nach unten fallen. Jetzt kann die defekte Sicherung entfernt und ausgetauscht werden. Schieben Sie den Sicherungshalter zurück in den Hauptfilter.

Fällt eine Sicherung immer wieder aus, nachdem sie ausgewechselt wurde, liegt ein interner Kurzschluss im Gerät vor. SCHALTEN SIE DAS SYSTEM SOFORT AUS UND SCHLIESSEN SIE ES ERST AN DIE STROMVERSORGUNG AN, WENN DER FEHLER BEHOBEN WURDE.

LOTKUGELBLÖCKE

Der Wartungsaufwand für die Lotkugelblöcke ist gering. Wichtig ist, dass sie sauber gehalten werden und NIEMALS ohne Lotpellet auf dem Eisenpin aufgeheizt werden. Ein Erwärmen des freiliegenden Pins kann zur Entnetzung führen. Eine erneute Benetzung ist nur durch Anwendung eines aggressiven Flussmittels möglich.

Die Spitze des Lotkugelblocks lässt sich während des Betriebs mit einem mit Flux getränkten Wattebausch reinigen. Für die Seiten sind ein Kunststoffschaber oder eine Messingdrahtbürste geeignet, wenn der Block abgekühlt ist.

Das Lot sollte sich nicht zwischen dem Lotkugelblock und der Auffangschale oder zwischen Lotkugelblock und Sockel ansammeln. Wenn sich Lot aufbaut, wird Wärme aus dem Lotkugelblock entzogen. Dies wiederum führt zu ungenauen Lottemperaturen.

Nicht verbranntes Flux kann mit Hilfe eines mit Isopropyl-Alkohol (IPA) getränkten Tuches von der Auffangschale, der Abdeckung des Lotkugelblocks und dem Lotkugelblock entfernt werden.

Entfernen Sie die Schrauben unter der Abdeckung des Kopfes sowie die vier Schrauben, mit denen das LCD Gehäuse befestigt ist und ziehen Sie die Abdeckung von der Maschinenrückseite ab. Sie haben jetzt Zugriff auf die LVDT Baugruppe. Bei dieser Baugruppe ist normalerweise keine Wartung erforderlich, sie kann aber durch fahrlässige Handhabung beschädigt werden.

Ziehen Sie die Probenklammern nicht gerade nach unten aus dem Gerät. Entfernen Sie die Klammern, indem Sie sie nach hinten drehen und die magnetische Verriegelung lösen.

Wenn das LVDT-System mechanisch beschädigt ist, ist die Kalibrierung nicht mehr gewährleistet. In diesem Fall erkennt das System vor dem Test nicht mehr seinen automatischen Tarierwert, so dass der Test abgebrochen wird.

LCD HINTERGRUNDBELEUCHTUNG

Die Helligkeit der LCD Hintergrundbeleuchtung kann mit Hilfe der Rändelschraube auf der Rückseite des Gehäuses eingestellt werden. Die Hintergrundbeleuchtung ist immer eingeschaltet, wenn das Gerät läuft.

VORSICHTSMASSNAHMEN BEIM PC

Beim Betrieb des PC sind die folgenden Vorsichtsmaßnahmen zu treffen:

- Stellen Sie sicher, dass die auf der Rückseite angegebene Spannung der betriebsinternen Spannungsversorgung entspricht
- Trennen Sie das System von der Wechselstromversorgung, ehe Sie den Monitor anschließen
- Stoßen Sie nicht gegen den Monitor und lassen Sie ihn nicht fallen
- Achten Sie darauf, dass keine Flüssigkeit in den Monitor dringt
- Die Belüftungsschlitze im Monitorgehäuse dürfen nicht blockiert sein
- Im Monitorgehäuse sind hohe Spannungen vorhanden - Entfernen Sie nicht die Verkleidung auf der Rückseite des Monitors
- Setzen Sie den Monitor nicht direktem Sonnenlicht aus und installieren Sie ihn nicht in der Nähe von Wärmequellen
- Reinigen Sie das Gehäuse oder den Bildschirm nicht mit ätzenden oder scheuernden Mitteln
- Trennen Sie den Monitor vor Wartungsarbeiten von der Wechselstromversorgung. Das Monitorgehäuse kann mit einem feuchten, fusselfreien Tuch (nicht nass) gereinigt werden.
Verwenden Sie für die Reinigung des Bildschirms ein Papiertuch und Glasreiniger. Wenden Sie den Glasreiniger nicht direkt auf dem Bildschirm an.

Z-ACHSEN MOTOR UND ANTRIEBSSPINDEL

TRENNEN SIE DAS SYSTEM VON DER STROMVERSORGUNG, EHE SIE DIE ABDECKUNG DES KOPFES ENTFERNEN.

BERÜHREN SIE DIE PLATINEN NUR, WENN SIE EIN ERDUNGSBAND TRAGEN, DA DIE PLATINE DURCH STATISCHE ELEKTRIZITÄT BESCHÄDIGT WERDEN KANN.

SEIEN SIE BEI DER HANDHABUNG DES MOTORS VORSICHTIG, DA ER SEHR HEISS SEIN KANN, WENN DAS SYSTEM IN BETRIEB WAR.

Entfernen Sie die Schrauben unter der Abdeckung des Kopfes und im LCD-Gehäuse und ziehen Sie die Abdeckung von der Maschinenrückseite ab. Sie haben jetzt Zugriff auf den Z-Achsenmotor. Entfernen Sie anschließend die graue Abdeckung vom Kraftvorverstärker-Gehäuse und trennen Sie die beiden Stecker von der Platine. Bauen Sie die Vorverstärker-Platine aus und nehmen Sie das graue Gehäuse ab.

MUST SYSTEM 3

Jetzt können Sie den Z-Motor vom Kabelbaum trennen und demontieren.

TRENNEN SIE DEN MOTOR NIEMALS VOM KABELBAUM, WENN DAS GERÄT NOCH AN DIE STROMVERSORGUNG ANGESCHLOSSEN IST.

ANTRIEBSSPINDEL

Die Antriebsspindel muss nicht gewartet, sondern nur sauber gehalten und alle drei Monate leicht mit CASTROL LM Fett geschmiert werden.

Linke Geräteseite

TRENNEN SIE DAS SYSTEM VON DER STROMVERSORGUNG, EHE SIE DAS SPRITZGUSSTEIL AUF DER LINKEN SEITE ENTFERNEN.

Die Netzteile des Gerätes sind auf einer Auflageplatte in der linken Geräteseite untergebracht. Lösen Sie die Befestigungsschrauben auf der Rückseite des linken Spritzgussteils, schieben Sie das Spritzgussteil nach vorne und lösen Sie die vier Befestigungsschrauben. Heben Sie jetzt das Spritzgussteil an, um Zugriff auf die Netzteile zu haben.

LED DES Z-ACHSEN TREIBERS

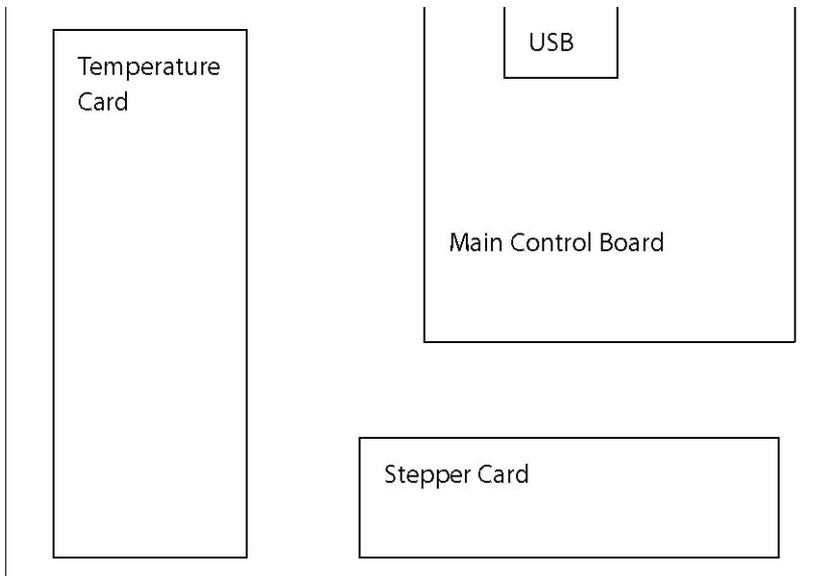
Der Z-Achsentreiber ist mit einer LED ausgerüstet, die bei einem Fehler des Treibers aufleuchtet. Die LED befindet sich in der oberen linken Ecke der Leiterplatte und sollte normalerweise aus sein.

DIP SCHALTER

Die DIP Schalter befinden sich in der linken unteren Ecke der Leiterplatte und stellen den Steuermodus der Steuerung ein. Die DIP Schalter müssen immer nach links ausgeschaltet werden.

RECHTE GERÄTESEITE

AUFBAU



Lösen Sie die Befestigungsschrauben auf der Rückseite des rechten Spritzgussteils, schieben Sie das Spritzgussteil nach vorne und lösen Sie die vier Befestigungsschrauben. Heben Sie jetzt Spritzgussteil an, um Zugriff auf die oben dargestellten Platinen zu haben.

BERÜHREN SIE DIE PLATINEN NUR, WENN SIE EIN ERDUNGSBAND TRAGEN, DA EINIGE DER PLATINEN DURCH STATISCHE ELEKTRIZITÄT BESCHÄDIGT WERDEN KÖNNEN.

SCHIEBEHAUBE - ÜBERSICHT

Eine Schiebehaube auf dem System schützt den Bediener vor geschmolzenem Lot und heißem Metall. Der Lotbehälter fährt erst nach oben, wenn die Haube vollständig geöffnet wurde und die Software setzt den Betrieb nach einem Test erst fort, nachdem die Haube geschlossen wurde. Blockieren Sie die Schiebehaube während des Betriebs nicht.

Während Service- und Reparaturarbeiten ist es unter Umständen erforderlich, das System mit geöffneter Haube zu betreiben. Trennen Sie den Motor sowie die Anschlüsse der Haube von der Steuerplatine in der rechten Geräteseite, so dass die Schiebehaube deaktiviert ist. Schieben Sie jetzt die Haube langsam nach rechts, bis der Mikro-Schalter ausgelöst wird. Das System läuft jetzt mit geöffneter Schiebehaube.

SEIEN SIE BEIM UMGANG MIT HEISSEM, GESCHOLZENEM LOT IMMER SEHR VORSICHTIG.

DIE BEDIENER SOLLTEN SCHUTZKLEIDUNG, WIE Z.B. EINEN OVERALL, GEEIGNETEN AUGENSCHUTZ, Z.B. EINE SCHUTZBRILLE, SOWIE WÄRMEBESTÄNDIGE SCHUTZHANDSCHUHE TRAGEN.

LOTBAD

Austausch des Lotes

Weitere Einzelheiten zur Wartung des Lotbads finden Sie in Kapitel 2.6.4 IPC J-STD002/003 auf den Seiten 49 bis 52.

Das Lot im Lotbad wird allmählich durch Aufnahme der Stoffe aus dem geprüften Material verunreinigt. Die Art der Kontaminierung hängt vom getesteten Basismaterial ab, meistens handelt es sich jedoch um Kupfer von Kupfer-Leiterrahmen. Andere Verunreinigungen sind wahrscheinlich Gold und Silber aus den Beschichtungen der Bauteilanschlüsse sowie Zink von Messinganschlüssen.

Eine extrem hohe Verunreinigung wirkt sich auf die Oberflächenspannung und den Schmelzpunkt des Lotes aus und verändert seine Benetzungseigenschaften. Die Analyse einer sehr geringen Lotmenge zur Überwachung der Kontaminierung ist nicht praktikabel. Aus diesem Grunde sollte das Lot gewechselt werden, wenn die Oberfläche des erkalteten Lots nicht mehr glänzend und sauber erscheint.

Heben Sie das Thermoelement mit einer Pinzette vom Lot und drehen Sie das Thermoelement nach rechts, so dass es auf dem Gehäuse des Lotbads liegt. Schalten Sie das System aus und lassen Sie das Lot über Nacht abkühlen.

Wählen Sie bei Neustart des Systems „Change Block“ (Block wechseln) und entfernen Sie den Lotbadbehälter. Lösen Sie den erstarrten Lotblock, indem Sie das Lotbad umdrehen und gegen einen Holzklötzchen klopfen. Entfernen Sie das Lot, installieren Sie das Lotbad wieder im System, schalten Sie die Heizung ein und füllen Sie das Bad mit neuem Lot. Das System wird mit einer 60/40 Zinn/Blei-Legierung geliefert. Andere Lotlegierungen mit einem Schmelzpunkt unter 340 °C sind allerdings ebenfalls geeignet. Ein Leitfaden über Lotlegierungen finden Sie in Ihrer Testnorm.

SEIEN SIE BEI HOHEN TEMPERATUREN IMMER VORSICHTIG. DIE BEDIENER SOLLTEN ENTSPRECHENDEN AUGENSCHUTZ, OVERALLS UND SCHUTZHANDSCHUHE TRAGEN.

X/Y TISCH & ANTRIEBSSPINDEL

Die Antriebsspindel muss nicht gewartet, sondern nur sauber gehalten und alle drei Monate leicht mit CASTROL LM Fett geschmiert werden. Wechseln Sie in den „Alignment“-Modus (Ausrichtmodus), fahren Sie den X/Y Tisch nach oben und entfernen Sie den Lotbehälter und die Edelstahlabdeckungen, um Zugriff auf die Antriebsspindeln zu haben. **FAHREN SIE DEN TISCH IN DIESER POSITION NICHT NACH VORN.**

WARTUNGSPLAN

	täglich	wöchentlich	monatlich	vierteljährlich	halbjährlich
Lotkugelblöcke reinigen					
Magnetaufhangung reinigen					
Pruflingsklammern reinigen					
Tastatur reinigen					
Monitor reinigen					
Z-Achse schmieren					
X/Y Antriebsspindeln schmieren					
Lot wechseln					
Schiebehaube schmieren					

KAPITEL 4 Wichtige Unterlagen

4.1 Softwarelizenz

Lizenz

Gen3 Systems Limited, Lieferant des beiliegenden Softwareprogramms, gewährt ein nicht übertragbares und nicht ausschließliches Recht auf Nutzung dieses Programms auf einem einzigen System.

Der Anspruch auf die geistigen Eigentumsrechte liegt bei Gen3 Systems Limited.

Copyright

Eine Änderung des lizenzierten Hauptprogramms ist nicht gestattet. Datendateien und System Support-Dateien dürfen geändert werden, sollte dies gewünscht sein oder von Gen3 System Limited angewiesen werden.

Das beiliegende lizenzierte Programm oder eine Kopie des Programms darf gemäß dieses Vertrages weder ganz noch teilweise verwendet, kopiert oder verändert werden.

Gen3 Systems Limited gestattet lediglich das Anfertigen einer Sicherungskopie für Archivierungszwecke, mit Hilfe derer das Programm wieder hergestellt werden kann, sollte es verloren gehen oder nicht mehr nutzbar sein. Die Sicherungskopie darf nur im Zusammenhang mit dem Originalsystem eingesetzt werden.

Gewährleistung

Gen3 Systems garantiert, dass die Medien, auf denen das Programm geliefert wird, unter normalen Einsatzbedingungen frei sind von Material- und Verarbeitungsmängeln.

Gen3 Systems gewährleistet außerdem, dass das gelieferte lizenzierte Programm den Programmspezifikationen entspricht, vorausgesetzt, es wird ordnungsgemäß auf dem System verwendet.

Im Gewährleistungsfall liefert Gen3 Systems ein Ersatz-Softwarepaket, wenn der Fehler unter normalen Einsatzbedingungen gemäß der Anweisungen in diesem Handbuch nachvollziehbar ist. Weder Gen3 System noch ein Dritter, der mit der Erstellung, Produktion oder Lieferung dieses Programms in Zusammenhang steht, ist haftbar für eine Unterbrechung des geschäftlichen oder organisatorischen Ablaufs, direkte, indirekte oder Folgeschäden bzw. zufällige Schäden, die auf den Einsatz oder einen nicht möglichen Einsatz des Softwareprogramms zurückzuführen sind.

Die Lizenzvereinbarung unterliegt den englischen Gesetzen und der englischen Rechtsprechung.

4.2 Garantie

Gemäß der gültigen Gesetze müssen alle verkauften Waren ihrer jeweiligen Beschreibung entsprechen, von marktgängiger Qualität und für ihren Verwendungszweck geeignet sein.

Diese Garantie hat keine Auswirkungen auf die gesetzliche Verpflichtung des Verkäufers oder die Rechte des Käufers gemäß Gesetz, einschl. dem „Sale of Goods Act“ (Warenverkaufsgesetz) von 1979. Gen3 Systems gewährleistet eine fehlerfreie Verarbeitung der gelieferten Hardware und Software sowie einen fehlerfreien Betrieb und Leistung für die Dauer EINES JAHRES ab Kaufdatum des Produkts.

Bei Garantieansprüchen ist ein Kaufbeleg beizufügen, wie zum Beispiel ein Kaufvertrag oder eine Rechnung; es liegt in der Verantwortung des Ansprucherhebenden, einen solchen Nachweis beizubringen. Das Registrierungsförmular für das Gerät muss bei Gen3 Systems zum Zeitpunkt des Kaufes eingetragen worden sein.

Zunächst sollten die Ansprüche über den Vertreter eingereicht werden, von dem die Ware gekauft wurde. Sollten Schwierigkeiten auftreten, können sich die Anwender mit Gen3 Systems in Verbindung setzen.

Gen3 Systems oder ein ernannter Verkäufer reparieren oder ersetzen – nach eigenem Ermessen – einen Teil des Produkts oder das gesamte Produkt, um so eine zufriedenstellende Leistung des Systems, abhängig von dessen Alter und Gebrauch sicherzustellen.

Diese Garantie erstreckt sich sowohl auf Teile als auch auf die Arbeit, die für die Fehlerbehebung erforderlich sind, allerdings nicht auf: Verschleiß, Verbrauchsartikel, physikalische Beschädigung durch fehlerhaften oder falschen Einsatz sowie Schäden oder fehlerhaften Betrieb durch nicht zulässige oder sachwidrige Reparaturen.

Diese Garantie ist auf die Leistung des Systems beschränkt, und Gen3 Systems Limited übernimmt keine Haftung für Folgeverluste oder –schäden oder ausdrückliche oder implizite Leistungen, wenn das System zusammen mit anderen Geräten oder Software eingesetzt wird.

Diese Garantie kann ihre Gültigkeit verlieren, wenn das System nicht fachgerecht eingesetzt oder in einer Umgebung oder unter Bedingungen betrieben wird, die außerhalb der Spezifikationen liegen oder wenn unzulässige Änderungen am System vorgenommen wurden.

Diese Garantie deckt die Kosten für Reparaturen oder die Inbetriebnahme durch einen Serviceingenieur vor Ort nicht ab.