

Flussmittel- und Feststoffanteile in modernen Lötmitteln

Wie Flussmittel- und Feststoffanteile in aktuellen Lötmitteln mit moderner Lötanlagentechnik zusammenspielen, erklärt dieser Artikel.

Flussmitteltyp	Flussmittelbasis	Flussmittelaktivator	Halogenidanteil % (Massenanteil)
1 Harz	1 Kolophonium (unmodifiziertes Kolophonium)	1 ohne Aktivator 2 mit Halogeniden aktiviert 3 ohne Halogenide aktiviert	1 <0,01 2 <0,15 3 0,15 bis 2,0 4 >2,0
	2 Harz (modifiziertes Kolophonium oder synthetisch)		
2 organisch (wenig oder kein Harz)	1 wasserlöslich		
	2 wasserunlöslich		
3 anorganisch	1 Salze in wässriger Lösung 2 Salze in organischer Verbindung	1 mit Ammoniumchlorid 2 ohne Ammoniumchlorid	
	3 Säuren	1 mit Phosphorsäure 2 ohne Phosphorsäure	
	4 Alkalis	1 Amine und / oder Ammoniak	

dere sogenannte No-Clean-Flussmitteltypen.

Flussmittelgefüllte Weichlotdrähte (Röhrenlote)

Weichlotdrähte mit Flussmittelseele(n) müssen nach der Norm DIN EN ISO 12224-1 „Massive Lötdrähte und flussmittelgefüllte Röhrenlote – Festlegung und Prüfverfahren – Teil 1: Einteilung und Anforderungen“, die Anforderungen an die entsprechende Legierung nach ISO 9453 und den entsprechenden Flussmitteltyp nach ISO 9454-1 erfüllen. Die aktuelle EN ISO 9454-1:2016 und die Prüfnormen EN ISO 9455-1 ff. bestimmen die Eigenschaften der Flussmittel. Beschränkt man die Auswahl der Flussmittel auf die in der Baugruppenfertigung gängigen Typen (Flussmittelrückstände mit einem hohen SIR-Wert [Oberflächenwiderstandswert] >100 MOhm und keinerlei Korrosionswirkung), dann sind das die halogenidfreien Typen 1111, 1131, 1231, 2231 und die schwach halogenidaktivierten Typen 1122, 1222 und 2222. (Tabelle 1).

Die in der DIN EN ISO 12224-1:1998 beschriebene Ausbreitungsprüfung und die darin aufgeführten Mindestausbreitungswerte, bezogen auf spezielle Röhrenlote, sind ausschließlich für bleihaltige Legierungen – Sn63Pb37(E), Sn60Pb40(E) oder Sn62Pb36Ag2 – zulässig. Da die Ausbreitung bleifreier Lote grundsätzlich etwas schlechter ist als die von bleihaltigen Loten, würden die in Tabelle 2 aufgeführten Werte eventuell nicht erreicht werden können.

Die wesentlich aktuellere EN ISO 9455-10:2013 ermöglicht neben Sn60Pb40 und Sn96,5Ag3Cu0,5 auch „jede andere Lot- und Testtemperatur-Kombination, wie zwischen Kunde und Hersteller vereinbart.“ Eine Mindestausbreitungsfläche bzw. ein Mindestausbreitungsverhältnis wird allerdings nicht vorgegeben. Die Wirksamkeit des Flussmittels wird durch das Ausbreitungsverhältnis im Vergleich zu vorgegebenen Standard-Referenzflussmit-

Tabelle 1: Klassifizierung von Flussmitteln nach der EN ISO 9454-1:2016

„Wir sind auf der Suche nach einem rückstandsfreien Flussmittel!“ oder „Gibt es nicht auch eine SMD-Lötpaste ohne Flussmittel?“ So oder so ähnlich lauten häufige Anfragen in der Lötmittelebranche. Die Vision von einem Lötprozess ohne lästige Flussmittel und deren Rückstände beschäftigt seit Jahrzehnten gleichermaßen Lötmittelehersteller, Lötanlagenbauer und Baugruppenfertiger.

Möglichkeiten mit Knackpunkten

Sauerstoffarme Lötatmosphären wie Vakuum und Schutzgas oder aber gesättigter Dampf (Dampfphase) reduzieren oder vermeiden zwar die Entstehung von Oxiden im Lötprozess, können aber bestehende Oxidschichten auf den Lötpartnern nicht beseitigen.

Lötverfahren mit aktiven Prozessgasen wie z.B. in Niederdruckplasma sind in der Lage, die Oxide aufzu-

brechen, verlangen aber eine aufwändige und kostenintensive Ofentechnologie, die zudem (wie auch die Dampfphasentechnologie) nur eingeschränkt inlinefähig sind.

„State of the Art“ in der Baugruppenfertigung sind also flussmittelbasierende Lötprozesse und die entsprechenden Lötmittele. Die wichtigsten sind Lötpasten für das Reflowlöten von SMDs, feststoffarme Flussmittel für das Schwalllöten von THT-Bauteilen in Wellen- und Selektivlötanlagen sowie Lötdrähte mit Flussmittelseele(n) für händische und automatisierte Kolben-, Induktions-, Heißluft- und Laserlötprozesse.

Die aktuell sinnvollen Flussmittelanteile in Lötdrähten und SMD-Lötpasten sowie die Feststoffanteile in Flussmitteln für besagte Schwalllötprozesse sollen hier aus der Sicht eines Lötmitteleherstellers näher betrachtet werden, insbeson-

Autor:
U. Grimmer-Herklotz
Technischer Vertrieb Lote,
Flussmittel und Lötpasten
Felder GmbH
<https://www.felder.de/>

Art der Flussmittelfüllung (ISO 9454-1:1990)	Mindestausbreitungsfläche mm ²	Mindestausbreitungsverhältnis %
1.1.1 und 1.2.1	80	65
1.1.2 und 1.2.2	200	85
1.1.3 und 1.2.3	110	80
2.1.1 und 2.2.1	80	65
2.1.2 und 2.2.2	150	85
2.1.3 und 2.2.3	100	80

Tabelle 2: Mindestausbreitung für spezielle flussmittelgefüllte Röhrenlote nach der EN ISO 12224-1:1998

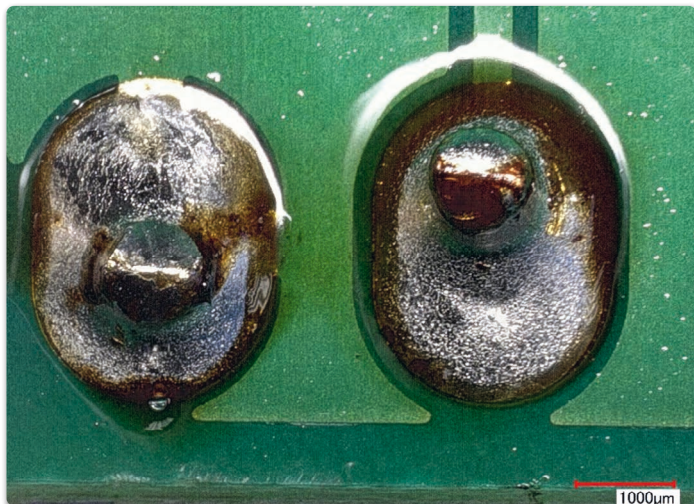


Bild 1: Flussmittelrückstand „alter“ Rezeptur

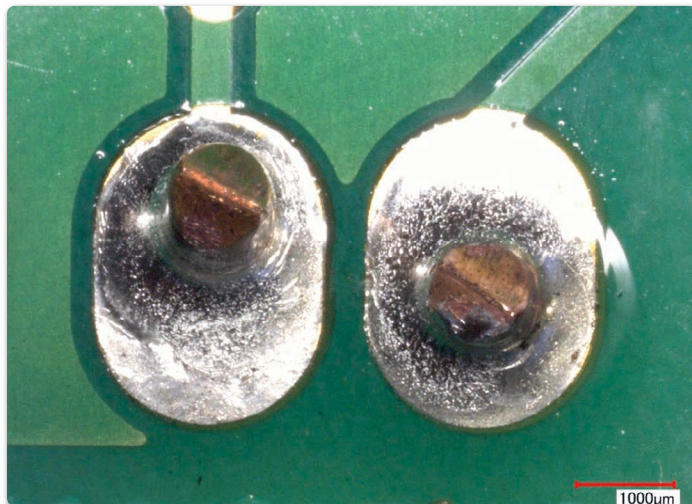


Bild 2: Heller Rückstand eines modernen Lötdrahtes

teln bestimmt. Die „typgerechte“ Wirksamkeit zu erreichen, ist nicht nur von der qualitativen Aktivierung, sondern auch vom Feststoffgehalt im Flussmittel, bzw. vom Flussmittelanteil (in Draht oder Paste) abhängig. Der Feststoffgehalt gängiger No-Clean Flussmittel für den Wellen- und Selektivlötprozess liegt zwischen 2 und 5 Gew.-%. SMD-Lötpasten haben, abhängig von der Applikation, einen Flussmittelanteil von 10 bis 30 Gew.-% und flussmittelgefüllte Lötdrähte werden, heute wie gestern, also bleihaltig oder bleifrei, mit Flussmittelanteilen von 0,7 bis 3,5 Gew.-% angeboten.

Die in der „Bleizeit“ entwickelten Flussmittelrezepturen und Flussmittelgehalte für Röhrenlote waren perfekt abgestimmt auf die, durch die Schmelztemperatur der bleihaltigen Lotlegierungen, vorgegebenen Prozesstemperaturen beim Kolbenlöten. Bei einer Lötspitzentemperatur von 330 bis 350 °C sind die, im Flussmittel enthaltenen, Aktivatoren über die komplette Lötprozesslaufzeit funktionstüchtig und auch die Harzkomponente(n) verfärben sich kaum. Je nach Flussmitteltyp, Aktivierung oder auch Anwendung haben sich folgende Flussmittelanteile in der Baugruppenfertigung etabliert:

- halogenidfreie Drähte auf Harzbasis: 2,5...3,5 % Flux
- halogenidhaltige Drähte auf Harzbasis: 2,2...2,8 % Flux
- Spezialdrähte für SMD-Rework: 0,7...1,5 % Flux

Mit Inkrafttreten der RoHS im Jahr 2006 wurde zunächst versucht,

diese Rezepturen 1:1 auch für bleifreie Lötdrähte zu übernehmen. Da die Löttemperatur der Schmelztemperatur der bleifreien Lotlegierungen angepasst und somit um 30...50 K angehoben werden musste, war dies allerdings nur eine Notlösung. Die Wirksamkeit der Flussmittel war zwar ausreichend nach EN ISO 9455-10, aber die Flussmittelrückstände wurden wesentlich dunkler (Bild 1) und das Flussmittel spritzte stark beim Löten. Zudem wurden neue, kontaktlose Lötprozesse wie das Laser- oder Induktionslöten entwickelt, die noch mehr Wärmeenergie in noch kürzerer Zeit in die Lötstelle einbringen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, mussten die Flussmittel nicht nur modifiziert, sondern in den meisten Fällen vollständig neu entwickelt werden. Hierzu mussten andere flussmitteltaugliche Harze (ideal mit Eigenaktivierung), Dicar-

bonsäuren mit passender (höherer) Aktivierungstemperatur und Additive gefunden und natürlich auch ins „richtige“ Mischungsverhältnis gebracht werden.

Moderne bleifreie Röhrenlote sind stabil gegenüber den, im Lötprozess auftretenden Temperaturen, ermöglichen adäquate Prozesszeiten, hinterlassen helle, unauffällige Flussmittelrückstände (Bild 2) und gewährleisten auch einwandfreie, reproduzierbare Lötresultate.

Die Flussmittelanteile dieser Drähte und die daraus resultierenden Flussmittelrückstands-Mengen auf den Baugruppen haben sich aber nicht merklich verändert. Durch die höheren Löttemperaturen entsteht allerdings mehr Löt Rauch. Dadurch verkürzen sich die Reinigungs- bzw. Wechselintervalle von Absaugeinrichtungen und von deren Filtern. Die oben aufgeführten Flussmittelanteile sind weiterhin gängig. Die

Entwicklung neuer Lotlegierungen, Flussmittel und auch Löttechniken ist aber sicherlich noch nicht abgeschlossen, sodass innovative Röhrenlote mit Fluxanteilen angeboten werden, die um 0,5 bis 1 % geringer sind als oben aufgeführt (mit Ausnahme der Rework-Lötdrähte). Die Felder-Lötdrähte ISO-Core „Ultra-Clear“ (1231, REL0), ISO-Core „Clear“ (1222, REL1) und ISO-Core „RA-Clear“ (1223, REM1) mit jeweils 2,2 % Standard-Fluxanteil wurden den Anforderungen der modernen Baugruppenfertigung angepasst:

- minimale, glasklare, hochhohmige, kolophoniumfreie, nicht korrosive Flussmittelrückstände
- hohe Benetzungsgeschwindigkeit und große Ausbreitung
- keine Flussmittelspritzer
- geringe, geruchsarme Löt dämpfe
- lötspitzenschonend
- keine Flussmittelaussetzer

Flux Composition	Flux/Flux Residue Activity Levels	% Halide (by weight)	Flux Designator
Rosin (RO)	Low	<0.05 %	ROLO
		<0.5 %	ROL1
	Moderate	<0.05 %	ROM0
		>0.5-2.0 %	ROM1
Resin (RE)	Low	<0.05 %	RELO
		<0.5 %	REL1
	Moderate	<0.05 %	REM0
		>0.5-2.0 %	REM1
Organic (OR)	Low	<0.05 %	ORLO
		<0.5 %	ORL1
	Moderate	<0.05 %	ORM0
		>0.5-2.0 %	ORM1

Tabelle 3: Einstufung der Flussmittel nach IPC J-STD-004 (ohne die anorganischen Stoffe)

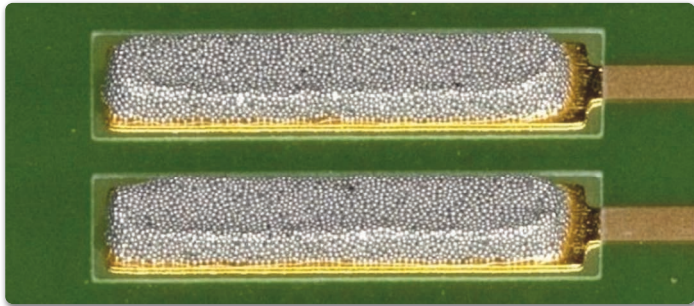


Bild 3: Konturenstabilität

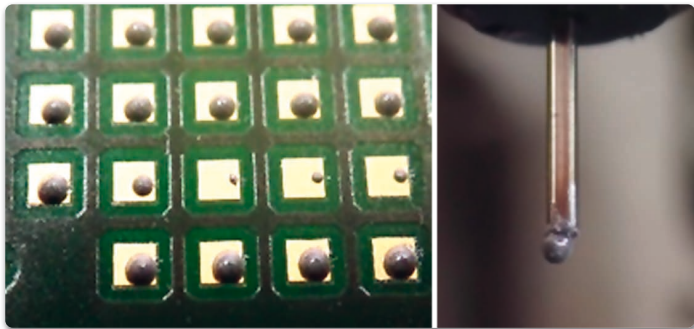


Bild 4: Pastenvolumen und Nachtropfen

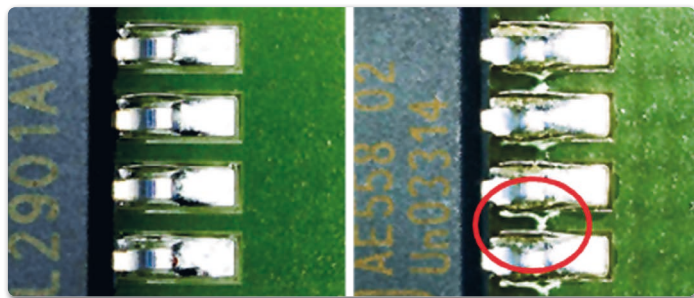


Bild 5: AOI-Pseudofehler (Brücke?)

Insbesondere die Einhaltung der Zusammensetzung der Lotlegierung, des Flussmittelanteils und des Drahtquerschnittes erfordern eine genaue, kontinuierliche Produktionsüberwachung und werden durch modernste Inline-Prüfsysteme im Produktionsprozess der Felder GmbH gewährleistet:

- Identifizierung von Flussmittelaussetzern und -schwankungen
- Feststellung von Veränderungen in der Lotlegierung
- Identifizierung von Einschlüssen und anderen Drahtanomalien

- kontinuierlichen Überwachung des Drahtquerschnittes (mehrachsiges Durchmesserkontrollen)
- Bei Abweichungen von den eingestellten Messgrößen wird der fehlerhafte Draht aussortiert, sodass Kunden eine gleichbleibende Drahtqualität gewährleistet werden kann.

SMD-Lötpasten

Eine SMD-Lötpaste stellt somit wohl das komplexeste Lötmedium dar. Lot und Flussmittel in einem Produkt, optimal abgestimmt auf mehrere Prozesse innerhalb der Bau-

gruppen-Fertigungslinie: Pastenauftrag (Drucken/Dosieren) – Bauteilebestückung – Reflowlöten (Konvektion/Dampfphase) – Inspektion (AOI/ICT).

Wie die Röhrenlote sind auch SMD-Lötpasten durch entsprechende Normen reguliert. Seit die nationale Norm DIN 32513-1 aus 2005 ersatzlos zurückgezogen wurde, empfiehlt der Regelsetzer die Anwendung der DIN EN 61190-1-2 „Verbindungsmaterialien für Baugruppen der Elektronik – Teil 1-2: Anforderungen an Lotpaste für hochwertige Verbindungen in der Elektronikmontage“.

Bezüglich der Flussmitteleigenschaften der Pasten wird auf die DIN EN 61190-1-1 „Verbindungsmaterialien für Baugruppen der Elektronik – Teil 1-1: Anforderungen an Weichlötlösungsmittel für hochwertige Verbindungen in der Elektronikmontage“ verwiesen, für den Metallpulveranteil gilt der Teil 1-3: „Anforderungen an Elektroniklote und an Festformlote mit oder ohne Flussmittel für das Löten von Elektronikprodukten“.

Neben dieser ist die IPC J-STD-004 ein international anerkannter Standard für die Einstufung von Weichlötlösungsmitteln in der elektronischen Baugruppenfertigung der im Europäischen Raum sogar noch populärer ist, als die vorgenannten Normen.

In Tabelle 3 wurde die Flux-Kategorie Anorganic (IN) sowie auch der Activity-Level „High“ aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht aufgeführt. Diese sind in der Elektronikfertigung unbedeutend.

Wirft man einen Blick auf die Liste der durchzuführenden Prüfungen zur Pastenqualifikation nach DIN EN 61189-5-3, dann sind neben der Lotlegierung und dem Flussmittel die Pulverpartikelgröße, -verteilung und -form, der Metallgehalt, die Viskosität, die Konturenstabilität und der Verlauf, die Aktivität (mittels Lotkugelprüfung), die Klebefähigkeit und letztlich die Benetzung der Paste zu prüfen.

In der Reihenfolge der Prozesse werden der Paste folgende Eigenschaften abverlangt:

1. Drucken

- Konturenstabilität (Bild 3)
- konstante Druckbarkeit
- konstantes Pastendepotvolumen
- gutes Auslöseverhalten
- gutes Abrollverhalten am Druckraketel
- gleichmäßige Viskosität über lange Zeiträume

2. Dosieren

- kein Absetzen des Metallpulvers in der Kartusche
- konstantes Pastenvolumen
- kein Nachtropfen (Bild 4)

3. Bestücken

- hohe, langanhaltende Klebrigkeit

4. Löten

- gute Benetzung und Ausbreitung
- keine Lotperlenbildung
- geringe Neigung zum Voiding
- geringe Ausgasung

5. Inspektion

- geringe, nicht klebrige Flussmittelrückstände
- möglichst geringer Einfluss auf AOI (Bild 5)

Einzelnen sind diese Anforderungen recht leicht zu erfüllen. Die Abdeckung sämtlicher „Pflichten“ führt aber automatisch auch zu „Kompromissen“, da sich einige der maßgeblichen Eigenschaften leider widersprechen. Die für die Bestückung maßgebliche Nassklebekraft der Paste wirkt sich z.B. negativ auf die Auslösung der Paste aus der Druckschablone aus. Eine Reduzierung der Viskosität (die Paste wird flüssiger), die für die Einstellung der Druck- bzw. Dosierbarkeit einer Paste maßgeblich ist, geht auch mit einer Erhöhung des Flussmittelanteils einher (also auch mehr Flussmittelrückstände), was wiederum die Konturenstabilität des Pastendepots beeinflusst. Im Umkehrschluss kann der Flussmittelanteil nicht ohne Auswirkung auf die rheologischen Eigenschaften der Paste reduziert werden.

Berechnet man aus dem Gewichtsanteil des Flussmittels einer SMD-Paste mit 89 % Metallpulveranteil dessen Volumen, so ergibt sich ein Fluxanteil von ca. 50 Vol.-%! Redu-

	Schablonendruck	Dispenserapplikation	Dip- / Jetprintapplikation
Flussmittelanteil	10,5 - 12,5 Gew.-%	15 - 17 Gew.-%	20 - 30 Gew.-%
Viskosität (Brookfield)	650 - 900 Pa·s	350 - 450 Pa·s	200 - 300 Pa·s

Tabelle 4: Gängige Flussmittelanteile in SMD-Pasten in Abhängigkeit von der Applikation



Bild 6: Bildliche Darstellung des Unterschiedes zwischen Gew.- % und Vol.- %

ziert man den Flussmittelgehalt dieser Paste um nur 1 Gew.- % (was nebenbei zu einer Erhöhung der Viskosität um bis zu 100 Pa·s führen würde und erheblichen Einfluss auf die Druckeigenschaften der Paste hätte), reduziert sich die Flussmittelmenge auf dem Board auf gerade einmal 45 %, was im Vergleich zu allen anderen Lötprozessen mit Abstand immer noch die Höchste ist!

Unter bestimmten Voraussetzungen (Löten in inerten Prozessgasen, Vakuum oder Heißdampf) lassen sich die aktiven Bestandteile des Flussmittelanteils einer SMD-Lötpaste sehr wohl auf ein Mindestmaß reduzieren. Auf die Menge der Flussmittelrückstände hat dies allerdings keinen merklichen Einfluss, da die Aktivatoren und Harze im Flussmittelanteil durch Bindemittel und Füllstoffe ersetzt werden müssen, um die für die unterschiedlichen Applikationen erforderlichen rheologischen Eigenschaften zu erreichen (Tabelle 4).

Da also die Menge der Flussmittelmischung in der SMD-Lötpaste durch die Anforderungen der SMD-Bestückungs- und Lötprozesse festgelegt ist, kann Optimierungspotential ausschließlich in der Qualität der Flussmittelbasis gefunden werden. Die FELDER Lötpasten ISO-Cream „Clear“ und „Active-Clear“ wurden nach diesen Maßstäben weiterentwickelt und bieten dem Anwender folgende Eigenschaften:

- geringe, farblose und somit unauffällige Flussmittelrückstände in No-Clean-Qualität
- erstklassige Benetzung auf allen bekannten Oberflächen
- kaum Fluchtanteile und größere Reinigungsintervalle des Reflow-Ofens
- Dadurch wird auch das Ausgasen der Paste im Lötprozess und

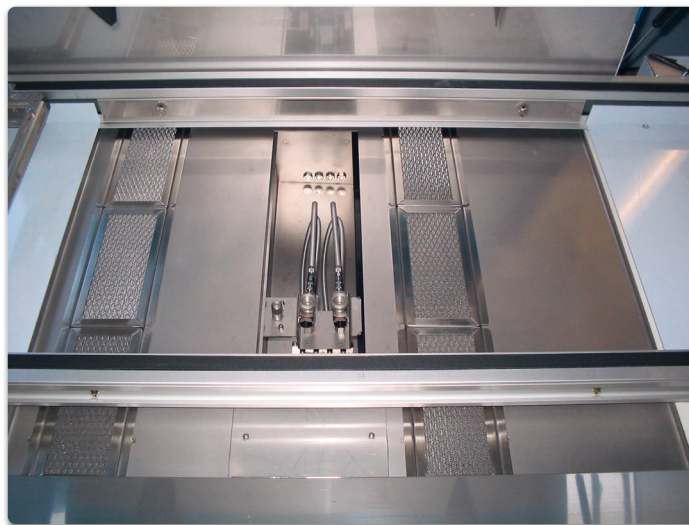


Bild 7: 2-Kopf-Sprühfluxer

- somit die Voidbildung bei großen Kontaktflächen stark reduziert.
- hervorragende Druckqualität hohe Standzeit von mind. 72 h
- einwandfreie Lötergebnisse mit allen gängigen Lötprofilen
- unempfindlich gegen Umwelteinflüsse
- Beständigkeit der Viskosität auch bei langen Druckpausen

Die Felder ISO-Cream „Clear“ und „Active-Clear“ unterscheiden sich ausschließlich in ihrer Aktivierung. Während es sich bei der „Clear“-Version um einen RELO-Typen gänzlich ohne Halogenide handelt (<0,01 %), enthält das Flussmittel der „Active-Clear“-Paste einen Halogenidanteil von < 0,15 % und entspricht somit dem Typ REL1. Alle anderen Bestandteile sowie auch die Lötprozessrelevanten Eigenschaften der beiden Pasten sind, bei gleichem Metallpulveranteil, identisch. Somit wäre theoretisch ein Wechsel zwischen beiden Pasten möglich, ohne dass die Parametrierung in den entsprechenden Prozessen angepasst werden müsste.

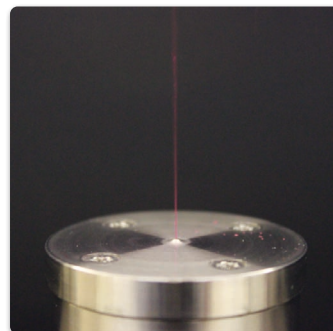


Bild 8: Pillarhouse Drop-Jet-Kopf

Flussmittel für Schwalllötprozesse

Neben den Anforderungen durch Prozess und Baugruppe sollte die Auswahl des „richtigen“ Flussmittels zunächst an der Anwendungsform (Fluxersystem) festgemacht werden. Aktuelle Wellen- und Selektivlötanlagen sind mit Sprüh- (Bild 6) oder auch (Micro-/Drop-)Jetfluxern (Bild 7) ausgestattet. Um eine Verstopfung der feinen Düsen durch klebrige Harze zu vermeiden, werden hier hauptsächlich harzfreie Flussmittel mit niedrigem Feststoffgehalt

zwischen 2 und 2,7 % verwendet. Auch die meisten erhältlichen VOC-freien Flussmittel sind ausschließlich mit Sprüh- oder Jetfluxern applizierbar. Obwohl schon mehrfach „totgesagt“, verwenden kleine und mittelständische Dienstleister aber auch immer noch Lötanlagen mit Schaumfluxersystem (Bild 8). Harzhaltige Flussmittel mit Feststoffanteilen >2,5 % gewährleisten eine stabile feinporige Schaumkrone und eine gleichmäßige Flussmittelverteilung auf der Leiterplatte.

Die qualitativen Anforderungen sollten der DIN EN 61191-1 Abschnitt 5.3 „Flussmittel“ entnommen werden. Demnach sollen für die Baugruppenfertigung Flussmittel nach DIN EN 61190-1-1 (Tabelle 3) verwendet werden, die den Typen L oder M entsprechen. Für Baugruppen, bei denen die Flussmittelrückstände nach dem Löten nicht entfernt werden (No-Clean-Lötprozesse) sollten ausschließlich Flussmittel der Gruppe L verwendet werden, die die Anforderungen nach DIN EN 61191-1 Abschnitt 9.2.2 „Reinheitsgrad“ ohne Reinigung/Prüfung (C-00) erfüllen (Tabellen 5 und 6). Auch die Anforderung an die thermische Stabilität des Flussmittels ist von Lötanlage zu Lötanlage unterschiedlich. Wellenlötanlagen mit einer Doppelwelle erfordern eine hohe thermische Stabilität des Flussmittels. Dies wird mit einem entsprechenden Feststoffanteil im Flussmittel erreicht. Ein Feststoffanteil von 2,5 bis 3,5 % ist unter Normalatmosphäre ausreichend um die Funktionalität des Flussmittels über den gesamten Lötvorgang bis zum Austritt der Baugruppe aus der letzten Lötstelle zu gewährleisten.

Um eine gute Benetzung und einen ausreichenden Durchstieg zu gewährleisten, ist die Lötwellentemperatur in Selektivlötanlagen höher einzustellen als bei konventionellen Wellenlötanlagen (um bis zu 20 K). Dies basiert auf der geringeren Wärmeübertragung auf die Lötstelle durch eine wesentlich geringere Kontaktzeit mit der kleinen Lötstelle. Einerseits muss das Flussmittel diesem Anspruch gerecht werden (Aktivität, Quantität), andererseits besteht die Gefahr, dass die Flussmittelrückstände, die nicht vollständig der Löttemperatur ausgesetzt und somit nicht ausreichend ausreagiert sind, zu Ausfällen der

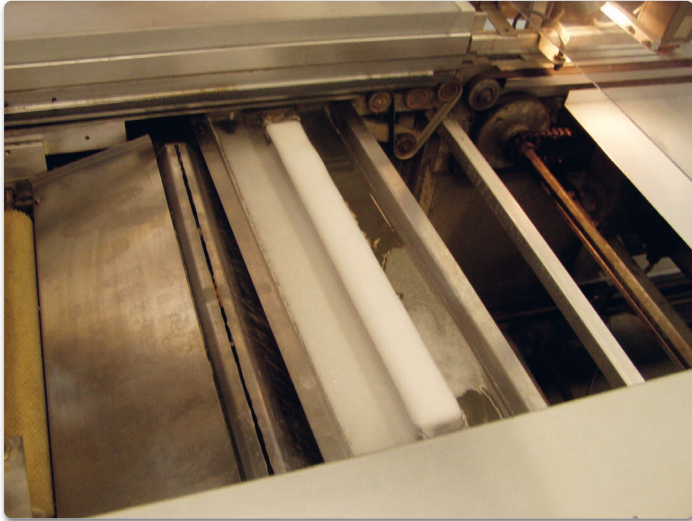


Bild 9: Schaumfluxer

Baugruppe durch Korrosion oder Migration führen können! Flussmittel für selektive Lötprozesse sollten dementsprechend abgestimmt sein. Prozessunterstützenden Schutzgase, die den Löttiegel abdecken und im Bereich um die Lötwellen für eine Reduzierung des Sauerstoffeinflusses sorgen, ermöglichen die Verwendung feststoffärmerer Flussmittel. Insbesondere bei den sogenannten N2-Volltunnel-Wellenlötanlagen sind Flussmittel mit Feststoffgehalten zwischen 1,8 und 2,2 % „state of the art“. Da aber, abgesehen von Leiterplatten und Bauteilen mit ENIG-Oberfläche, sämtliche Metallisierungen von elektronischen Bauteilen und PCBs bereits vor dem Eintritt in den inerten Prozessraum einer Volltunnel-Wellenlötanlage eine mehr oder weniger

starke Oxidschicht aufweisen, kann auf eine Befluxung nicht vollständig verzichtet werden.

Auf dem Markt für Elektronikflussmittel gibt es eine unüberschaubare Anzahl von Produkten mit unterschiedlichsten Eigenschaften. Ob für bleifreie oder bleihaltige Lote, für Wellen- oder Selektivlötprozesse mit offenem oder gekapseltem Prozessraum mit unterschiedlichsten Applikationssystemen wie Sprüh-, Schaum- oder auch Jetfluxern, für Baugruppen in der Consumer-, Automobil-, Leistungselektronik oder auch Avionic, stehen dem Anwender diverse Spezialflussmittel zur Auswahl.

Mit dem neuen ISO-Flux „ClearWave“ stellt die Felder GmbH ein innovatives, modulares und somit multifunktionelles Elektronikfluss-

mittel für die anspruchsvolle Baugruppenfertigung vor. Ausgehend von einer ORLO-Basisversion mit einem Feststoffgehalt von 2 %, werden durch die Zugabe von Harz- und Aktivatormodulen Varianten mit bis zu 3,7 % Feststoff mit und ohne Harzanteil zur Verfügung gestellt. Diese Harz- und Aktivator-Module werden entweder von Felder für Kunden dem Basisflussmittel zugegeben und Kunden erhalten ein fertiges Produkt zum sofortigen Einsatz, z.B. ClearWave M3 (Harzfrei mit 3,5 % Feststoffgehalt), oder Kunden fügen diese, je nach Bedarf, selbst zu und generieren z.B. aus dem Basisflussmittel ClearWave + zwei Aktivatormodulen + Harzmodul die Variante ClearWave SM2 (Harzhaltig mit ca. 30 % höherer Aktivierung). Somit kann z.B. jeder EMS-Dienstleister wesentlich flexibler auf wechselnde Kundenanforderungen in der Baugruppenfertigung reagieren und mit seinem Lötprozess eine größere Produktvarianz erreichen.

ISO-Flux „ClearWave“ und „ClearWave S“ wurden entwickelt für die hochqualifizierte bleifreie Fertigung kommerzieller Elektronikbaugruppen und erzielen bei Schaltungen mit Mischbestückung beste Lötergebnisse. Die Applikation des Flussmittels auf die Leiterplatte ist mit allen bekannten Fluxverfahren durchführbar (z.B. Schäumen, Sprühen, Jetten).

ISO-Flux „ClearWave“ ist für Wellenlötanlagen mit Sprühfluxer als auch für modernste Selektivlötanlagen mit Dropjet-Fluxern bestens geeignet, da ein Verkleben der Jet-Düsen ausgeschlossen werden kann.

Die harzhaltige Variante ISO-Flux „ClearWave S“ ist für Wellenlötanlagen mit Schaumfluxer-Auftrag und auch für das Selektivlöten mit Sprühfluxersystem optimiert worden. Der minimale Harzanteil sorgt für eine

sehr feinporige Schaumkrone und bildet bei Flussmittelrückständen, die nicht vollständig ausreagiert sind, eine physikalische Kapselung (Inertisierung).

Diese beiden Basisvarianten wurden bereits bei diversen Elektronikfertigern getestet und freigegeben. Weitere Testresultate für Varianten (M1 bis M3) mit höheren Feststoffgehalten werden schnell Marktreife erlangen.

Zusammenfassung

Entwicklungstechnisch sind die bleifreie Löttechnik und die dazugehörigen Lötmittel den „Kinderschuh“ entwachsen. Nach 15 Jahren ist der Umgang mit bleifreien Loten in der Baugruppenfertigung vom Grundsatz her klar, die Prozesse sind mittlerweile eingefahren. Die Phase der Optimierung dieser Prozesse ist angelaufen. Mit dieser Prozessoptimierung wird nun auch eine Optimierung der entsprechenden Lötmittel erforderlich. Insbesondere die Anforderungen aus modernen Selektivlötprozessen stellen für die Flussmittelenwicklung eine Herausforderung dar.

Die fortlaufende Miniaturisierung von Bauteilen erfordert u.a. eine Reduzierung der Körnung in SMD-Lötpasten oder auch der Drahtquerschnitte von Lötdrähten. Je feiner das Metallpulver, desto größer wird die Gesamtoberfläche des Pulvers im Verhältnis zu seinem Volumen. Dies erfordert eine stärkere Aktivierung des Pastenflussmittels.

Neue Technologien, wie z.B. der Einzug von LEDs in der Fahrzeug- und Straßenbeleuchtung, haben die Diskussion um die Reduzierung von Löttemperaturen neu entfacht. Bismutbasierende Lotlegierungen stellen ein Lösungsweg dar, haben aber Eigenschaften die noch genau geprüft werden müssen. Hier ist eine höher aktivierte Flussmittelformulierung erforderlich, da die Benetzung mit diesen Loten schlechter ist als mit SAC-Loten.

Neben der Aktivierung der Metallisierung der Bauteile und des Metallpulveranteiles der SMD-Lötpaste, dient das Flussmittel in SMD-Lötpasten auch zur Einstellung der Viskosität und ist somit obligatorisch für die Druck- und Dosierbarkeit und die Klebrigkeit der Paste. Das wieder-

0	keine Oberfläche zu reinigen
1	Eine Seite (die mit der Lötmittegruppe) ist zu reinigen.
2	Beide Seiten der Baugruppe sind zu reinigen.

Tabelle 5: Bezeichnung der zu reinigenden Flächen (Reinigungsoptionen)

0	eine Prüfung erforderlich
1	Prüfung für Kolophonium-Rückstände erforderlich
2	Prüfung für ionische Rückstände erforderlich
3	Prüfen Sie den Oberflächen-Isolationswiderstand so wie es zwischen dem Anwender und dem Hersteller vereinbart wurde.
4	Prüfen Sie die Oberflächen auf organische Verunreinigungen so wie es zwischen dem Anwender und dem Hersteller vereinbart wurde.
5	weitere Prüfungen, wie zwischen dem Anwender und dem Hersteller vereinbart

Tabelle 6: Prüfung der Rückstände für die Prozesssteuerung

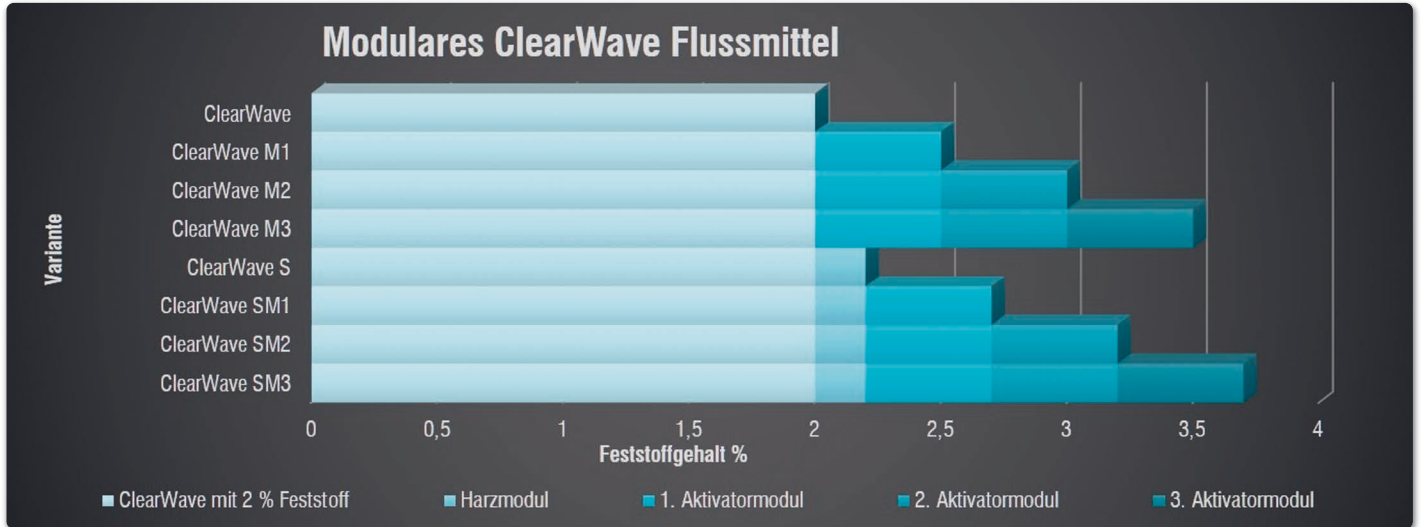


Bild 10: Aufbau ClearWave-System

rum würde den Ersatz der aktiven Bestandteile durch neutrale „Füllstoffe“ erforderlich machen, die aber ebenso verhalten müssten wie die Aktivatormischung. Daher gibt es keine flussmittelfreie SMD-Lötpaste die in diesem Sinne besonders für einen Vakuumprozess geeignet ist.

Zwar wären die Reduzierung der Flussmittelanteile bzw. Feststoffgehalte in den einzelnen Lötmitteln und die damit einhergehende Verringerung der Rückstände auf der Baugruppe wünschenswert, allerdings nicht auf Kosten der Löt-Performance!

Die Entwicklung und Optimierung von Lötmitteln muss in enger Zusammenarbeit mit dem Lötanlagenherstellern den Innovationen der Prozesstechnik geschehen. Für die Fertigungs-Projektierung neuer Elektronikprodukte ist nicht nur die Performance moderner Lötanlagen, sondern auch die Eigenschaften der

Lote und Flussmittel im Zusammenspiel zu betrachten.

Normen und Quellen

DIN EN ISO 12224-1:1998 „Massive Lötdrähte und flussmittelgefüllte Röhrenlote – Festlegung und Prüfverfahren – Teil 1: Einteilung und Anforderungen“

EN ISO 9454-1:2016 „Flussmittel zum Weichlöten – Einteilung und Anforderungen – Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung“

DIN EN ISO 9453:2014 „Weichlote – Chemische Zusammensetzung und Lieferformen“

DIN EN ISO 9455-10:2013 „Flussmittel zum Weichlöten – Prüfverfahren – Teil 10: Bestimmung der Wirksamkeit des Flussmittels, Ausbreitungsprüfung“

DIN EN 32513-1:2005 „Weichlotpasten – Teil 1: Zusammensetzung, Technische Lieferbedingungen“

DIN EN 61190-1-1:2003 „Verbindungsmaterialien für Baugruppen der Elektronik – Teil 1-1: Anforderungen an Weichlöt-Flussmittel für hochwertige Verbindungen in der Elektronikmontage“

DIN EN 61190-1-2:2014 „Verbindungsmaterialien für Baugruppen der Elektronik – Teil 1-2: Anforderungen an Lotpaste für hochwertige Verbindungen in der Elektronikmontage“

DIN EN 61190-1-3:2015 „Verbindungsmaterialien für Baugruppen der Elektronik – Teil 1-3: „Anforderungen an Elektroniklote und an Festformlote mit oder ohne Flussmittel für das Löten von Elektronikprodukten“

DIN EN 61189-5-3:2015 „Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen und Baugruppen – Teil 5-3: Allgemeine Prüfverfahren für Materialien und Bau-

gruppen – Lotpaste für bestückte Leiterplatten“

DIN EN 61191-1:2015 „Elektronikaufbauten auf Leiterplatten – Teil 1: Fachgrundspezifikation – Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen unter Verwendung der Oberflächenmontage und verwandter Montagetechniken“

IPC J-STD004 „Requirements for Soldering Fluxes“

Bildnachweis

Bild 1 bis 6, 10, 11: Felder GmbH Löttechnik
Bild 7 und 9: Pedro Ximenez, Lizenz: CC BY-SA 2.0 de
Bild 8: Fa. Pillarhouse International Ltd.

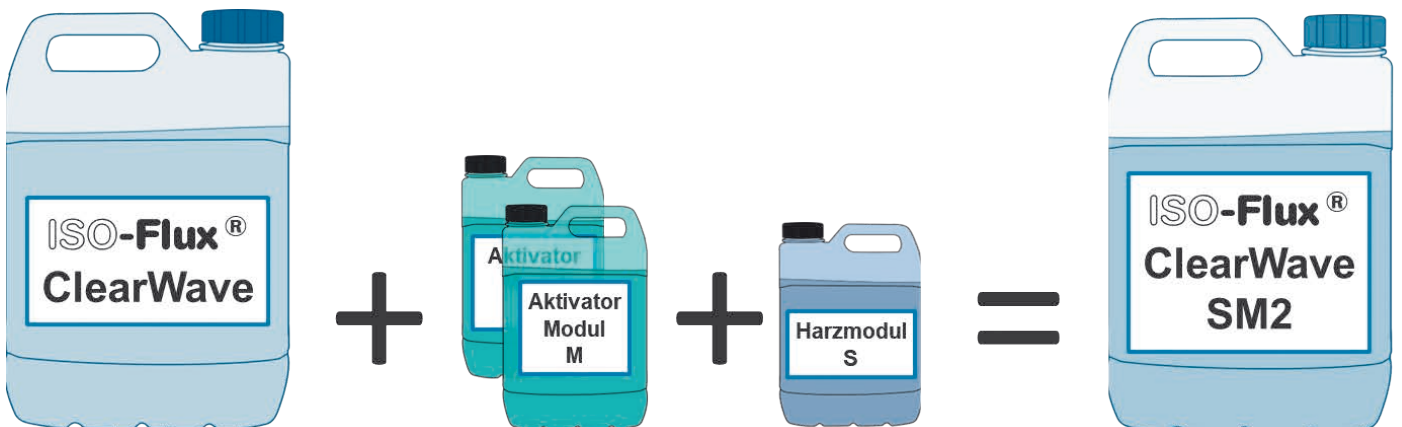


Bild 11: Schematische Darstellung der modularen Flussmittelzusammensetzung