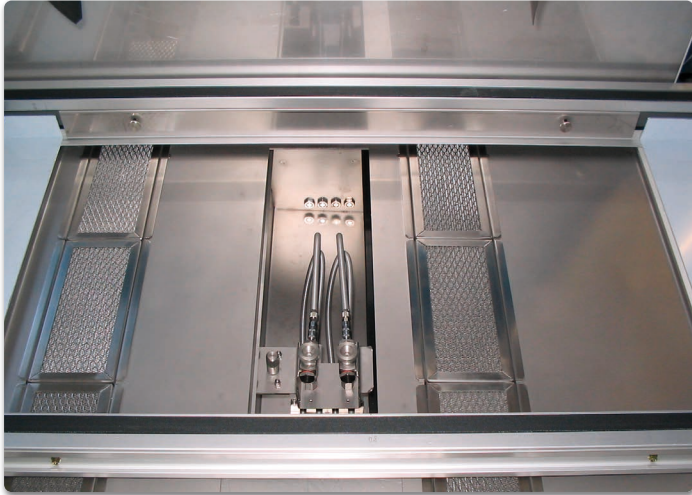


# Feststoffanteile innovativer Flussmittel im Zusammenspiel mit moderner Lötanlagentechnik

Die Vision von einem Lötprozess, welcher ohne lästige Flussmittel und deren Rückstände auskommt, beschäftigt seit Jahrzehnten gleichermaßen Lötmitelhersteller, Lötanlagenbauer und Baugruppenfertiger.



**Bild 1: Zweikopf-Sprühfluxer von Pedro Ximenez**  
(Lizenz: CC BY-SA 2.0 de)

Sauerstoffarme Lötatmosphären, wie Vakuum, Schutzgas oder 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 aufzubrechen, 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 mit möglichst feststoffarmen Flussmitteln für das Schwalllöten von THT- und lötlöslich angebrachten SMT-Bauteilen in Wellen- und Selektivlötanlagen. Die aktuell sinnvollen Feststoffanteile in Flussmitteln für besagte Schwalllötprozesse sollen hier aus der Sicht eines Lötmitelherstellers aufgezeigt werden. Hauptsächlich sollen sogenannte No-Clean-Flussmitteltypen betrachtet werden.

## Klassifizierung von Flussmitteln für Lötprozesse in der Fertigung elektronischer Baugruppen

Die aktuelle EN ISO 9454-1 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 >100 MO und keinerlei Korrosionswirkung), sind das die halogenidfreien Typen 1111, 1131, 1231, 2231 und die niedrig halogenidhaltigen Typen 1122, 1222 und 2222.

Die IPC J-STD-004 ist ein weiterer international anerkannter Standard für die Einstufung von Weichlötlösungsmitteln. Welche Flussmitteltypen in der elektronischen Baugruppenfertigung zulässig sind, ist in der IPC J-STD-001 „Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen“ wie folgt beschrieben:

„Das Flussmittel muss [...] J-STD-004 oder vergleichbaren Richtlinien entsprechen. Das Flussmittel muss [...] den Aktivierungsstufen L0 und L1 der Flussmittelmateriale Kolophonium (RO), Harz (RE) oder organisches Flussmittel (OR) entsprechen. Ausnahme: die Aktivierungsstufe ORL1 darf nicht [...] beim

No-Clean-Löten verwendet werden. [...] Flussmittel der Typen H und M dürfen nicht [...] zur Verzinnung von Litzendrähten verwendet werden.“

## Innovative Flussmittel für das Wellen- und Selektivlöten

Die „typgerechte“ Wirksamkeit zu erreichen, ist nicht nur von der qualitativen Aktivierung, sondern auch vom Feststoffgehalt im Flussmittel abhängig. Der Feststoffgehalt gängiger No-Clean Flussmittel für den Wellen- und Selektivlötprozess liegt zwischen 2 und 5 Gew.-%.

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 1) oder auch (Micro-/Drop-)Jetfluxern (Bild 2) 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

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	

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

Autor:  
U. Grimmer-Herklotz  
FELDER GMBH Löttechnik  
www.felder.de

Dienstleister aber auch immer noch Lötanlagen mit Schaumfluxersystem (Bild 3). Harzhaltige Flussmittel mit Feststoffanteilen >2,5% gewährleisten eine stabile feinporeige Schaumkrone und eine gleichmäßige Flussmittelverteilung auf der Leiterplatte.

Auch die Anforderung an die thermische Stabilität des Flussmittels ist von 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. Neue Technologien, wie z.B. der Einzug von LEDs in der Fahrzeug- und Straßenbeleuchtung sowie auch in der Haustechnik, haben die Diskussion um die Reduzierung von Löttemperaturen neu entfacht. Bismut-basierende Lotlegierungen stellen einen Lösungsweg dar, machen aber auch L1-Flussmittel mit niedrigeren Aktivierungstemperaturen erforderlich.

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

Flux Composition	Flux/Flux Residue Activity Levels	% Halide (by weight)	Flux Designator
Rosin (RO)	Low	<0.05 %	ROL0
		<0.5 %	ROL1
	Moderate	<0.05 %	ROM0
		>0.5-2.0 %	ROM1
Resin (RE)	Low	<0.05 %	REL0
		<0.5 %	REL1
	Moderate	<0.05 %	REM0
		>0.5-2.0 %	REM1
Organic (OR)	Low	<0.05 %	ORL0
		<0.5 %	ORL1
	Moderate	<0.05 %	ORM0
		>0.5-2.0 %	ORM1

**Tabelle 2: Einstufung der Flussmittel nach IPC J-STD-004 (ohne die anorganischen Flussmitteltypen)**

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 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-, Jet- oder auch Schaumfluxern, für elektronische Baugruppen in der Consumer-, Automobil-, Leistungselektronik oder auch Avionik, stehen dem Anwender diverse Spezialflussmittel zur Auswahl.

**Zusammenfassend lässt sich Folgendes sagen:**

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 Lötperformance und Zuverlässigkeit!

Die Entwicklung und Optimierung von Lötmitteln muss in enger Zusammenarbeit mit dem Lötanlagen-

herstellern 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.

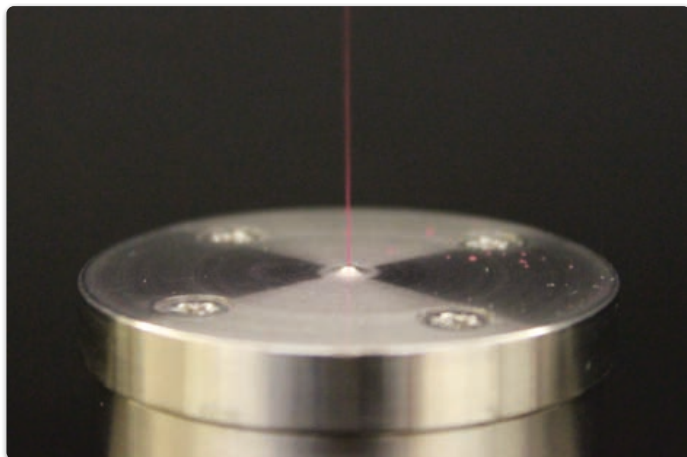
LEDs werden mittelfristig sämtliche anderen Beleuchtungsarten ersetzen. Die temperaturempfindlichen Linsen und (weißen) Sockelplatinen erfordern möglichst niedrige Löttemperaturen. Bismut-basierende Lotlegierungen stellen einen Lösungsweg dar. Hier ist eine höher aktivierte Flussmittelformulierung erforderlich, da die Oxidationsneigung dieser Lote stärker ist als bei SAC- und SnCu-Loten.

**Normen:**

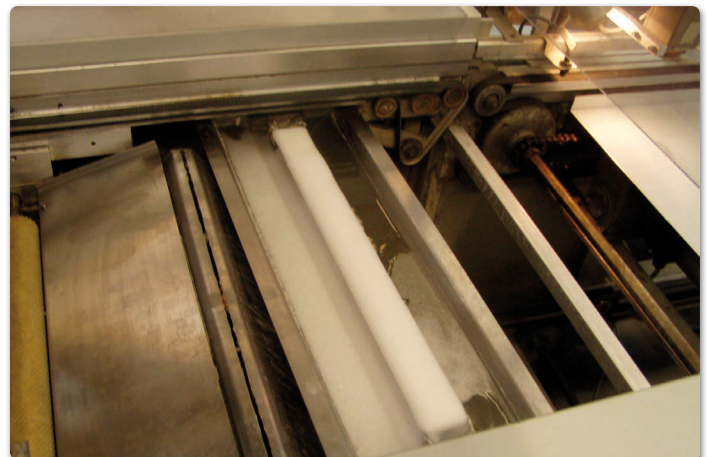
EN ISO 9454-1 „Flussmittel zum Weichlöten – Einteilung und Anforderungen – Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung“

IPC J-STD001 „Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen“

IPC J-STD004 „Requirements for Soldering Fluxes“ ◀



**Bild 2: Drop-Jet-Kopf der Fa. Pillarhouse International, Ltd.**



**Bild 3: Schaumfluxer von Pedro Ximinez (Lizenz: CC BY-SA 2.0 de)**