

**Damit Sie auch morgen noch tief durchatmen können**



## **Lötrauch in der Elektronikfertigung – Schadenswirkungen und Lösungen zur Beseitigung**

Die moderne Elektronikfertigung ist geprägt von einer Vielzahl unterschiedlicher Trenn- und Fügeverfahren. Dabei nehmen die Fügeverfahren den Großteil der Produktionsprozesse ein. Neben Klebe-, Schweiß- und Laserprozessen hat das Lötén nach wie vor eine primäre Stellung bei der Herstellung elektronischer Baugruppen inne.



*Fertigungslinie für elektronische Baugruppen (© BuS Elektronik/Neways)*

Doch Lötén ist nicht gleich Lötén, denn auch in diesem Bereich gibt es unterschiedliche Technologien. Zudem unterscheidet man auch zwischen automatisierten und manuellen Lötverfahren. Doch gleich welchen Lötprozess man analysiert – alle haben eines gemeinsam: Sie produzieren luftgetragene Schadstoffe, welche negative Wirkungen auf Mitarbeiter, Anlagen und Produkte haben können.

### **Lötverfahren in der Elektronikfertigung**

Es gibt eine ganze Reihe an Lötverfahren, die aber nicht alle in der Elektronikfertigung ihren Einsatz finden. Gängige Löttechniken in der Baugruppenproduktion sind:

- Wellenlötén bzw. Schwalllötén
- Reflowlötén
- Tauchlötén
- Heißluftlötén

- Selektivlöten
- Laserlöten
- Vakuumlöten
- Dampfphasenlöten



*Lötanlage zum Selektivlöten (© SEHO Systems)*

Bei der Herstellung elektronischer Baugruppen werden nahezu ausschließlich Lötverfahren angewandt, die mit Weichlot arbeiten. Die Schmelztemperatur des Lotes ist niedriger als die der zu verbindenden Elemente, z.B. Anschlüsse von Bauelementen mit den Leiterbahnen (ca. 180°C bis 260°C). Das geschmolzene Lot fließt zwischen die Metallteile. Ziel ist, dass zwischen dem Lot und den Metallen eine feste, luftdichte, korrosionsbeständige, strom- und wärmeleitende Verbindung entsteht.

Die Lote bestehen zumeist aus Legierungen – als Lotdraht, Lotbarren oder Lotpaste. Diese bestehen je nach Anwendungsbereich des Endproduktes aus Zinn, Blei, Antimon, Silber und/oder Kupfer. In ihnen können Flussmittel enthalten sein, die aus unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen, z.B. Kolophonium bestehen. Prinzipiell werden sogenannte halogenfreie Flussmittel eingesetzt, wobei sich deren Wirkung auf die Lötstellen bezieht.

### **Automatisierte Lötverfahren und Handlöten**

Wo vor einigen Jahrzehnten noch fleißige Menschen Baugruppe für Baugruppe löteten, werden heute automatisierte Lötanlagen unterschiedlicher Größen eingesetzt. Diese Anlagen sind spezialisierte Systeme, die eine bestimmte Löttechnik, z.B. Reflowlöten oder Selektivlöten, ausführen. Diese Systeme werden je nach Baugruppentyp und Losgröße eingesetzt. In vielen Fertigungslinien finden sich unterschiedliche Systeme, die entsprechend ihrer Bestimmung eingesetzt werden.



*Baugruppe beim Wellenlöten mit Lötrauch (© SEHO Systems)*

Doch das Löten an Handarbeitsplätzen ist immer noch wesentlicher Bestandteil einer Baugruppenfertigung. Allerdings werden manuelle Lötaufgaben vorwiegend bei Kleinstserien, dem Prototypenbau oder an Reparaturstationen durchgeführt.

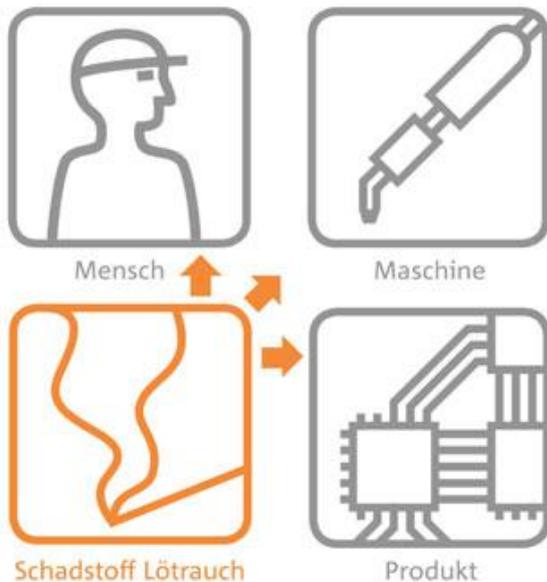
### **Auftretende luftgetragene Schadstoffe**

Je nach Einsatzgebiet der fertigen Baugruppe und Anforderungen der verwendeten Bauteile, werden beim Löten unterschiedliche Lotlegierungen und Flussmittel genutzt. Während des Lötprozesses werden große Teile des Flussmittels und ein geringer Anteil des Lotes verdampft und die hierbei entstehenden Aerosole und Partikel können in den Fertigungsbereich gelangen.

Dabei werden nicht nur unangenehme Gerüche verbreitet. Diese luftgetragenen Schadstoffe können zudem schwere Erkrankungen beim Personal hervorrufen. Ein besonders gefährliches Produkt sind hierbei die Aldehyde, die aus kolophoniumhaltigen Stoffen entstehen, wovon einige krebserregend sein können.

Zusätzlich entstehen Gase, die bei der Erwärmung aus Teilen des Schutzlackes, Klebstoffes oder Trägermaterialien der Baugruppe entstehen.

Diese Gase beinhalten auch klebrige Aerosole, die sich in den Lötmaschinen – und im schlimmsten Falle auf den Produkten – absetzen und diese verschmutzen. Dies führt dann zu einem erhöhten Wartungsaufwand, da die Funktionsfähigkeit der Anlage beeinträchtigt werden kann. Zudem können die gefertigten Produkte kontaminieren oder gar korrodieren, was sich negativ auf deren Funktionalität und folglich auf die Qualität niederschlägt.



*Die dreifache Schadenswirkung von Löt Rauch (© ULT)*

Bei herkömmlichen Wellenlötprozessen wird in aller Regel die gesamte Leiterplatte vollflächig mit Flussmittel benetzt. Die hierbei entstehenden Sprühnebel bei alkoholbasierten Flussmitteln können in Verbindung mit weiteren Ausdämpfungen der Baugruppen zu explosionsgefährlichen, leichtentzündlichen Dampf-Luftgemischen führen.

### **Differenzierung und gesetzliche Regelungen**

Luftgetragene Schadstoffe werden prinzipiell nach Partikelgrößen unterteilt. Diese Klassifizierung orientiert sich in erster Linie am Einfluss der Emissionen auf den menschlichen Organismus. So werden luftgetragene Schadstoffe nicht nur dahingehend differenziert, ob sie hirn-, nerven- oder atemwegsschädigend sind, sondern ob sie einatembar (E-Fraktion) oder alveolengängig (A-Fraktion) sind. Schadstoffe der A-Fraktion überwinden die sogenannte Blut-Luft-Barriere, die in der Lunge den luftgefüllten Raum der Lungenbläschen (Alveolen) vom Blut in den Kapillaren trennt.

Hierzu gibt es gesetzliche Grenzwerte gemäß DIN EN 481. Diese liegen nach TRGS (Technische Regel für Gefahrstoffe) 900 für die E-Fraktion bei  $10 \text{ mg/m}^3$  und für die A-Fraktion bei  $1,25 \text{ mg/m}^3$  (seit 01.01.2017). In den gesetzlichen Bestimmungen der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) darf eine Gesamtstaub-Massenkonzentration inkl. Feinstaub von  $20 \text{ mg/m}^3$  vorliegen.

### **Erfassen der Luftschadstoffe und deren nachhaltige Filtration**

Um entstehende Luftschadstoffe zu beseitigen, reicht es nicht aus, für eine gute Be- und Entlüftung in der Fertigungsumgebung zu sorgen. Der Einsatz effizienter Absaug- und Filtertechnologie ist hier erforderlich und wird von der Berufsgenossenschaft auch entsprechend vorgeschrieben.

Die Vielfalt der angebotenen Absaug- und Filtersysteme ist dabei hoch. Ihr Einsatz wird durch Schadstoffart und -menge, den Einsatz in automatisierten, teilautomatisierten oder

manuellen Fertigungen sowie hinsichtlich Mobilität (mobile Geräte vs. stationäre Anlagen) bzw. Flexibilität bestimmt.

Moderne Absaug- und Filteranlagen erreichen eine derart hohe Reinigung der Prozessluft, dass diese anschließend in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden kann.



*Mobiles Absaug- und Filtergerät für Lötrauch zum Einsatz an Handarbeitsplätzen, JUMBO Filtertrolley 2.0 LRA (© ULT)*

Wichtig beim Einsatz von Absauganlagen zur Luftreinigung ist auch die Erfassung der Luftschadstoffe. Dabei ist die Nähe zur Emissionsquelle entscheidend – je näher, desto besser. Nicht nur, um den Großteil aller Partikel zu erfassen bevor diese in die Umgebungsluft gelangen oder sich in Anlagen und auf Produkten absetzen, sondern auch, um den ökonomischen Aufwand zu minimieren. Je größer der Abstand zwischen Emissionsquelle und dem Erfassungselement umso höher die erforderliche Ansaugleistung des Absaug- und Filtersystems – was sich im Energieverbrauch nachhaltig niederschlägt.

Erfassungselemente helfen, die Effektivität der Absaugung zu erhöhen. Dabei handelt es sich um Endstücke auf Absaugarmen, die eine optimale Aufnahme der Emissionen gewährleisten. Je nach Schadstoffmenge und -art sowie hinsichtlich Luftströmungsprinzipien sind sie in unterschiedlichen Ausführungen – bis zur Komplett-Einhausung – erhältlich.



*Bild 5: Erfassungselement Saugspalt zur Lötraucherfassung (© ULT)*

Der Einsatz des „richtigen“ Erfassungselements entscheidet über die Qualität des kompletten Absaug- und Filtersystems. Denn die Höhe des Erfassungsgrades ist die Grundlage für eine nachträglich stattfindende hochgradige Filtration, was schließlich im Wirkungsgrad und folglich der Menge der verbleibenden Schadstoffreste in der rückgeführten Luft resultiert.

### **Zusammenfassung**

Der Konkurrenzdruck in der Elektronikfertigung ist hoch. Nur wer hochqualitative Produkte liefert, den Wartungsaufwand seiner Produktionsanlagen minimiert und sich auf gesunde Mitarbeiter verlassen kann, kann auf einem hart umkämpften Markt bestehen. Das Thema Luftreinhaltung spielt dabei eine zentrale Rolle.

Bei der Herstellung elektronischer Baugruppen bedeutet das aber mehr als Lüften und Staubsaugen. Denn es gilt nicht nur, Schmutz und Gerüche zu beseitigen, sondern vor allem Gefahrstoffe aus der Luft zu entfernen, die drastische Auswirkungen auf Mensch, Maschine und Produkte haben können. Der Einsatz effektiver Absaug- und Filteranlagen unterstützt folglich die Konkurrenzfähigkeit eines kompletten Unternehmens.

#### Autoren:

*Stefan Meißner, Leiter Unternehmenskommunikation ULT AG*

*Arne Neiser, Produktmanager Wellen- und Reflowlötanlagen SEHO Systems GmbH*