

Sankt Augustiner Expertentreff

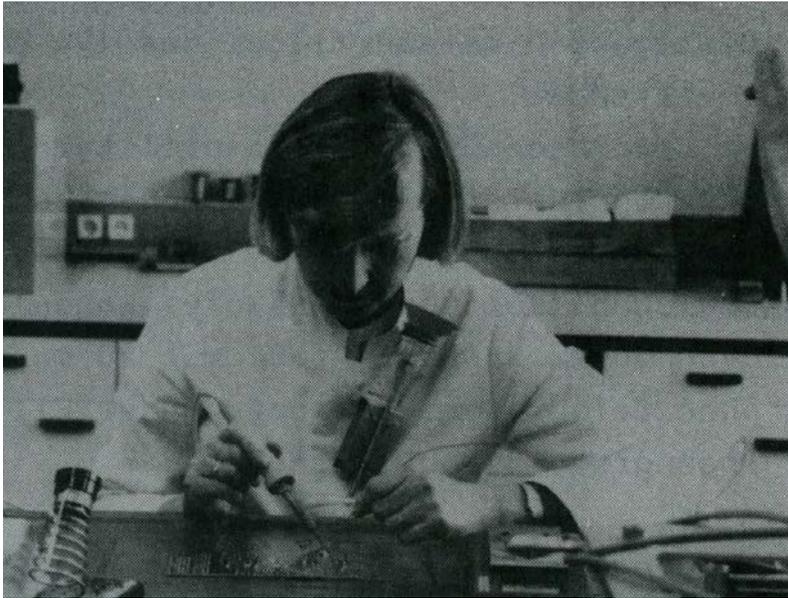
„Gefahrstoffe“

06. und 07. Juli 2010, Bonn

**Bleifreies Kolbenlöten – Expositionssituation,
Schutzmaßnahmen**

Peter Bannert

Manuelles Kolbenlöten in den 1980er Jahren



Leiterplattenfertigung



Vermittlungsstelle

Lote: bleihaltige Legierungen

Bleiverbot - Gesetzliche Grundlagen

„Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten“

Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG - 24.05.2005

Umsetzung der EU-Richtlinien 2002/96/EG und 2002/95/EG

Dies bedeutet u. a., dass seit dem 1. Juli 2006 - bis auf wenige Ausnahmen - in Elektro- und Elektronikgeräten keine bleihaltigen Lote mehr verwendet werden dürfen.

Kolbenlöten - bleifreies Weichlöten



Komponenten:

- Lötstation
- LötKolben
- Lötspitze
- Röhrenlot mit Flussmittelfüllung
- Werkstück z. B. Leiterplatte, Schaltkreis, Elektrobauteil

Arbeitsverfahren:

Beim Kolbenlöten werden Metallteile durch ein Zusatzmetall verbunden, ohne dass die Metallteile geschmolzen werden.

Veränderungen - bleifreies Weichlöten

Bleifreie Standardlotlegierungen:

- Zinn/Silber/Kupfer Sn95,5;Ag3,8; Cu0,7
- Zinn/Silber SnAg
- Zinn/Kupfer SnCu

Optimierung der Lötprozesse durch Antimon, Zink, Indium, Wismut sowie geringe Mengen Cobalt, Germanium oder Nickel.

Parameter	bleihaltige Lote	bleifreie Lote
Schmelzpunkt typischer Lote °C	ca. 179 bis 189	ca. 217 bis 227
Temperatur an der Lötstelle °C	ca. 215	ca. 250
Lötzeit in sec.	2 bis 3	> 3
Lötspitzentemperatur °C	ca. 350 bis 400	ca. 390 bis 400

Gefährdungen beim bleifreien Weichlöten

TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“

Emissionsraten von < 1 bis 4 mg/s beim Löten

Gefährdungsbeurteilung (Gefährdungsklasse):

- atemwegs- und lungengängige Stoffe **„niedrige“**
- toxisch oder toxisch-irritative
bzw. für krebserzeugende Stoffe **„mittlere“**

Liegen keine Ergebnisse zur Gefahrstoffexposition vor, muss der Arbeitgeber beim **Kolbenlöten** aufgrund der Partikelemission (Lötrauch) von einer „**niedrigen**“ bis „**mittleren**“ Gefährdungsklasse ausgehen.

Zusätzlich sind Aldehyde von den Flussmitteln zu berücksichtigen.

Gefährdungen beim bleifreien Weichlöten

Messungen der BG ETEM **2006 bis 2009** an Lötarbeitsplätzen

Auf der Grundlage der Messwerte sollte beurteilt werden, welche Expositionen beim Kolbenlöten vorliegen und welche Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten erforderlich sind!

Bei diesen Messungen wurden berücksichtigt:

- **A- und E-Staub**
- **Aldehyde**
- **Metalle/Schwermetalle**
- **ultrafeine Partikel (UFP)**

Messung an einem typischen Lötarbeitsplatz



Spezifische
Oberflächengröße
TSI Aerotrak 9000

Partikel-
konzentration
TSI CPC 3007

Ergebnisse der Untersuchungen

721 Messwerte aus 29 Mitgliedsbetrieben

Stoffbezeichnung	Max.-Wert mg/m³	95 %-Wert mg/m³
A-Staub	1,01	0,6
E-Staub	3,97	0,62
Kupfer u. s. Verb.	0,035	0,005
Formaldehyd	0,11	0,03
Acetaldehyd	0,03	0,03

Kupfer-Rauch, Nickel-, Zinn u. s. V. sowie sonstige Aldehyde < a. B.

Messungen ultrafeiner Partikel

Lötrauche - überwiegend ultrafeine Partikel. Zur Beurteilung der Exposition ultrafeiner Partikel erfolgten Messungen an 34 Lötarbeitungsplätzen sowie in Referenzbereichen.

- Partikelkonzentration (P/cm^3)
- spezifische Oberfläche ($\mu m^2/cm^3$)

Die Probenahme erfolgte stationär und soweit wie möglich im Atembereich der Beschäftigten.

Ergebnisse der UFP- Partikel

	Lötarbeitsplatz		Außenluft/Referenzraum	
	Partikel-Konzentration P/cm ³	spez. Oberfläche µm ² /cm ³	Partikel-Konzentration P/cm ³	spez. Oberfläche µm ² /cm ³
Min.-Wert	7838	21	5050	8
Max.-Wert	> 100000	1135	14730	64
Mittelwert	33455	182	8720	25
95 %-Wert	84043	629	14401	58

Beurteilung der Ergebnisse

- AGW für A- und E-Staub eingehalten
- AGW für Acetaldehyd und Formaldehyd (ML-DFG) eingehalten, andere Aldehyde nicht nachgewiesen
- AGW für Kupfer und seine Verbindungen eingehalten, andere Metalle nicht nachgewiesen
- Partikelkonzentration UFP höher als in den Referenzbereichen
- Spezifische Oberflächen UFP größer als in Referenzbereichen

Expositionsbeschreibung

„Manuelles Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie“

Aufgrund der dargestellten Ergebnisse sind keine weiteren Expositionsmessungen beim manuellen Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie erforderlich, sofern die Tätigkeiten im Betrieb mit der Expositionsbeschreibung übereinstimmen.

Zukünftiges Ziel: BGI 790-xx, VSK

Schutzmaßnahmen

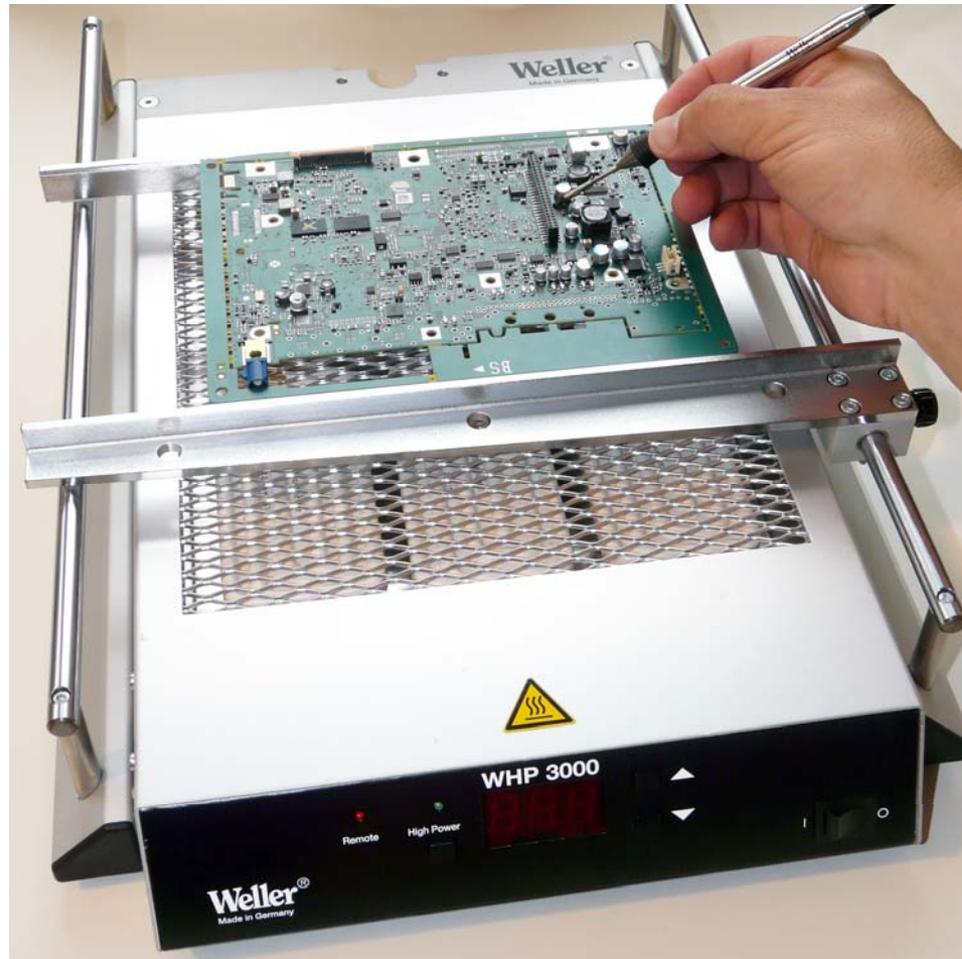
1. Substitution nach TRGS 600

- Lotlegierungen und Flussmittel gemäß DIN EN ISO 9453 bzw. DIN EN ISO 29454-1 auswählen.
- Krebserzeugende Legierungsbestandteile wie Antimon, Nickel soweit möglich vermeiden.

2. Verfahrens-/Fertigungstechnische Optimierung nach TRGS 528 und 500

- Nur mit angepasster, sauberer Lötspitze löten
- Löttemperatur entsprechend der Arbeitsanweisung bzw. des Lötgeräts einregulieren
- Lötstationen mit temperaturgeregelten Lötspitzen verwenden
- Bauteile auf Leiterplatten mit Unterheizungen löten

Unterheizung



Schutzmaßnahmen

3. Lüftungstechnische Maßnahmen (Absaugung) nach TRGS 528:

- Erfassungsgeschwindigkeit je nach Abstand ca. 0,15 m/s.
- Flächenabsaugung oder Lötspitzenabsaugung?
- Einzelplatz-, Gruppen- oder zentrale Absaugungen?
- Fortluft oder Luftrückführung gasförmige Stoffe in Adsorber abscheiden?

Absaugarm und Düsenauswahl

Ein wichtiger Teil des Absaugarmes ist die richtige Düse.

Es ist wichtig, die richtige Düsenform für die jeweilige Anwendung auszuwählen und diese möglichst nahe am Objekt zu platzieren.

Der Markt bietet eine große Variation von unterschiedlichen Düsenformen für verschiedenste Anwendungen.

