

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Gefahren und Verhaltensregeln</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundsätzliches zur Lötpaste</b>	<b>3</b>
<b>3 Aufbringen der Lötpaste</b>	<b>3</b>
3.1 Stencil . . . . .	3
3.2 Dispenser . . . . .	3
<b>4 Einleitung zum Gerät</b>	<b>4</b>
<b>5 Reflow-Prozess</b>	<b>4</b>
5.1 Vorbereitung des Ofens . . . . .	4
5.2 Durchführung . . . . .	4
5.3 Abschließend . . . . .	5
<b>6 Kosten</b>	<b>5</b>
<b>7 Copyright</b>	<b>5</b>

## 1 Gefahren und Verhaltensregeln

Gefahren und wichtige Regeln sind in der Betriebsanweisung (blaue Seite) zusammengefasst. Lese diese dir aufmerksam durch; du musst die Regeln auswendig kennen, um sicher mit dem Gerät zu arbeiten!

# Betriebsanweisung „Reflowofen“

## 1 Anwendungsbereich

### Verwendung des Reflowofens

Diese Betriebsanweisung fasst die wichtigsten Gefahrenquellen und Regeln zusammen. Für die Bedienung des Reflowofens ist eine unterschriebene Einweisung nötig.

## 2 Gefahren für Mensch und Maschine

- Verbrennungsgefahr an heißen Teilen. Auch das Gehäuse erhitzt sich auf der Oberseite stark
- Rauch- und Feuergefahr bei Überhitzung der Platine oder des Ofens, z. B. wenn sich der Sensor löst
- gesundheitsschädliche Dämpfe, besonders durch verdampfendes Flussmittel
- Gesundheitsschäden durch Hautkontakt mit Lötpaste

## 3 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Arbeite sorgfältig und plane mindestens 2 Stunden Zeit ein, bis alles abgekühlt und verräumt ist!
- Bei Kontakt mit Lötpaste sofort die Hände gründlich mit Seife waschen
- Ofen vorher auf Mängel und mögliche Probleme kontrollieren, alle brennbaren Gegenstände entnehmen
- Es dürfen keine brennbaren Gegenstände auf dem Ofen oder in der Nähe abgestellt werden
- Hitzeschutzhandschuhe bereithalten
- **Der Ofen muss ständig beaufsichtigt werden**, solange er eingeschaltet oder noch heiß ist
- Bestimmungsgemäße Verwendung: Der Ofen ist zum Reflow-Löten mit Controller vorgesehen.
  - Anderweitige Benutzung muss auf jeden Fall vorher mit einem Betreuer abgeklärt werden. Es darf keine Brand-, Rauch- und Gestankgefahr bestehen.
  - **Lebensmittel sind absolut verboten!**
  - Bei Verwendung des Ofens ohne Controller müssen Sensor und Sensor-Platine herausgenommen werden, damit sie nicht überhitzen können.
- Während des Lötvorgangs entstehen gesundheitsschädliche Dämpfe, deshalb für vollen Durchzug sorgen, also **Fenster und Dachfenster aufmachen! Wenn das nicht gewährleistet werden kann, (z.B. im Winter, Starkregen) darf der Ofen nicht verwendet werden.**
- Ofen nach Gebrauch ausschalten und Zubehör verräumen

## 4 Verhalten bei Störungen und im Gefahrenfall

- Bei Schäden oder Störungen am Gerät: Gerät vom Stromnetz trennen und Betreuer informieren. Schadensmeldung sichtbar an der Maschine anbringen
- Bei starker Rauchentwicklung oder Feuererscheinung Gerät vom Stromnetz trennen, Platine entfernen, ggf. mit Feuerlöscher ablöschen
- Schäden nur vom Fachmann beseitigen lassen

## 5 Verhalten bei Unfällen - Erste Hilfe

- Gerät abschalten. Betreuer informieren
- Verletzten betreuen. Gegebenenfalls Rettungsdienst rufen

## 2 Grundsätzliches zur Lötpaste

Lötpaste enthält sehr kleine Partikel Lötzinn und geht schwer von den Fingern ab, wenn damit in Berührung gekommen wurde. Daher ist nach jeder Berührung der Paste mit der Haut die entsprechende Stelle zu mit Seife waschen. Zusätzlich ist in der Lötpaste viel mehr und auch ein aggressiveres Flussmittel enthalten, als im Lötendraht. Auch dies sollte möglichst nicht mit der Haut in Berührung gebracht werden. Achtung: Lötpaste für Stencil vor Benutzung gründlich umrühren.

## 3 Aufbringen der Lötpaste

Auf jedes SMD-Pad, auf dem nachher ein Bauteil platziert werden soll, muss die richtige Menge Lötpaste aufgebracht werden. Dies geht auf zwei Methoden:

- Stencil (Schablone) und Rakel
- Dispenser oder Spritze

Stencil wird manchmal vom Platinenhersteller mitgeliefert oder kann mit dem Schneideplotter aus Overheadprojektorfolie selbst hergestellt werden. Achtung, hierbei entstehen Kosten, die vom Nutzer zu tragen sind. Für größere Stückzahlen ist diese Vorgehensweise zu empfehlen.

Für Einzelstücke geht es meist schneller und einfacher, die Paste mit einer Spritze oder einem Lötpastendispenser aufzutragen, weil hier keine Schablone erstellt und gefertigt werden muss. Im FabLab ist aktuell leider noch kein Dispenser vorhanden.

### 3.1 Stencil

- Gesamt 2h Zeit haben, da der Ofen nachher auch wieder aufgeräumt werden will!
- Platine reinigen
- Schablone fertigen aus Overhead-Folie mit Schneideplotter.  
Dazu die Plotter-Einweisung beachten, insbesondere darf die Tiefenbegrenzung nicht zu groß eingestellt werden. Nach Benutzung muss wieder auf normal zurückgestellt werden!
- Paste vorher wiegen (mit Deckel), Wert notieren
- Rakel zusammenbauen
- Paste aufrakeln
- Paste danach wiegen (mit Deckel), Differenz zu vorher bezahlen.
- Platine bestücken, Kunststoffbauteile sollten entweder laut Datenblatt die Temperatur aushalten oder erst nachher bestückt werden.

### 3.2 Dispenser

noch nix da.

## 4 Einleitung zum Gerät

Der Ofen ist ein handelsüblicher Pizzaofen, auch wenn man wegen der Platinenrückstände darin jetzt keine Pizza mehr machen kann. Da die Temperaturregelung des Ofens selber viel zu ungenau ist, wird der Ofen einfach auf dauerhaft an gestellt und ein vorgeschalteter Controller schaltet passend den Ofen an und aus. Der Controller misst die Temperatur genau auf der Oberfläche einer Beispielplatine, die neben die eigentliche Platine gelegt wird. Auf Objekten mit anderer Reflektivität ist die Temperatur vollkommen anders als auf der Messplatine (siehe Physikbuch: Schwarzkörperstrahler und Reflektivität), ebenso an anderen Zonen des Ofens, weshalb sich diese Art der Messung ausschließlich fürs Reflow-Löten eignet.

## 5 Reflow-Prozess

Der Ofen ist vom Temperaturprofil her für bleihaltige und bleifreie Paste eingestellt und darf nur von Betreuern mit entsprechender Erfahrung verändert werden. Das Profil ist nach Fertigstellung der entsprechenden Arbeit wieder auf den voreingestellten Wert zu ändern!

### 5.1 Vorbereitung des Ofens

Der Ofen steht im Moment hinten am letzten E-Werkstatt-Arbeitsplatz und ist aufgebaut.

- Der Ofen ist so aufzustellen, dass er keinen direkten Kontakt zu brennbarem Material haben kann. Besonders die Oberseite wird im Betrieb heiß.
- Hitzeschutzhandschuhe bereitlegen: In der Schublade „W9 - Arbeitsschutz“ unter der Werkbank finden sich gelbe Hitzeschutzhandschuhe für die T-Shirt-Pressen, die auch für den Ofen verwendet werden dürfen.
- Das Zubehör, das sich im Ofen befindet, herausnehmen.
- Temperatursensor in den Reflowcontroller stecken.
- Reflowcontroller direkt in die Steckdose stecken und den Reflowofen in die Schukodose stecken, die am Reflowcontroller angeschlossen ist.
- Temperatursensor gewissenhaft mit Kaptonband auf der Platine befestigen, sofern er nicht schon auf einer kleinen Platine im Ofen befestigt ist. Diese Platine ist auch immer dann zu verwenden, wenn auf der eigentlich zu Lötenden Platine kein Platz für den Sensor ist. Löst sich der Temperatursensor im Betrieb, muss der Reflowprozess in jedem Fall abgebrochen werden, da es sonst zu einer Überhitzung der Platine kommt.
- Platine mit montiertem Temperatursensor auf das Gitter im Ofen legen. Das Gitter sollte sich soweit möglich in der Mitte des Ofens befinden.
- Alternativ den auf der kleinen Platine montierten Sensor so neben die eigentliche Platine legen, dass der Sensor nach oben weist.
- Timer und Temperaturregler direkt am Ofen auf Maximalwert. Läuft der Timer ab, schaltet sich der Ofen ab und der Reflowprozess geht schief.

### 5.2 Durchführung

- Reflowcontroller am Hauptschalter oben rechts einschalten.

- Der voreingestellte Reflowprozess wird durch drücken auf „Start“ gestartet.
- Die Ofentür darf während des gesamten Prozesses nicht geöffnet werden.
- Wenn sich im Ofen dichter Rauch bildet, Plastikbauteile schmelzen oder Anzeichen eines Brandes auftreten, sofort den Reflowcontroller abschalten, Stecker ziehen und die Platine aus dem Ofen entfernen!
- Während des Reflowprozesses ist der Ofen ständig zu beaufsichtigen und darauf zu achten, dass sich der Temperatursensor nicht löst. Falls sich dieser lösen sollte, mit „Stop“ abbrechen. Nicht versuchen, den Sensor im Betrieb wieder zu befestigen, sondern erst vollständig abkühlen lassen.
- Temperatur und Reflowphase werden im Display angezeigt.
- Nach dem Lötprozess kann die Platine entnommen werden sobald der Ofen ausreichend abgekühlt ist.

## 5.3 Abschließend

Auch hier gilt: nur wenn der Ofen vorher abgebaut im Regal stand, abbauen. Sonst nur Reflowcontroller abschalten und Zubehör im Ofen verstauen.

Abbauen wie folgt:

- Ofen vollständig abkühlen lassen
- Zubehör im Ofen verstauen und den Ofen wieder wegräumen

## 6 Kosten

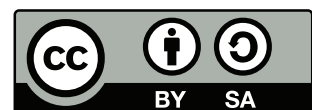
Am Kassenterminal ist die verbrauchte Lötpaste nach Gewicht (in Gramm) zu bezahlen. Dafür muss die Paste unbedingt vor und nach der Verwendung mit der Feinwaage gewogen werden! Wenn eine Folie als Stencil verwendet wurde und diese im FabLab erstellt wurde, ist diese auch als Schneideplotterkosten OHP-Folie zu bezahlen.

## 7 Copyright

**Verbreiten und Bearbeiten dieser Inhalte ist ausdrücklich erwünscht**, du musst (in der Regel) nur

- Quelle und Lizenz korrekt angeben, wie etwa:  
FAU FabLab et al.: Einweisung Reflow Ofen, <https://github.com/fau-fablab/reflow-ofen-einweisung>,  
Lizenz CC-BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.
- das neue (gesamte) Dokument auch unter dieser Lizenz veröffentlichen.

Dieses Dokument „Einweisung Reflow Ofen“ des FAU FabLab und weiterer Autoren ist, bis auf besonders gekennzeichnete Stellen, lizenziert unter einer *Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Unported* Lizenz. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.



Quelltext und Liste der Autoren auf GitHub: <https://github.com/fau-fablab/reflow-ofen-einweisung>.  
Verbesserungsvorschläge gerne auch an [kontakt@fablab.fau.de](mailto:kontakt@fablab.fau.de).

Hinweis zu Sicherheitseinweisungen: Bitte beachte, dass Arbeitsschutz nicht per Copy-Paste erledigt werden kann, sondern jede Einweisung kritisch überprüft und auf den jeweiligen Einsatzzweck angepasst werden muss.

Dieses Dokument stammt aus [fau-fablab/reflow-ofen-einweisung@424b465](#).