

# Einflussfaktoren auf die Porenbildung

VIERLING Electronic Engineering and Manufacturing Day (EED)

VIERLING Production GmbH, Ebermannstadt

25. Juli 2017

Paul Wild

**VisionX**  
Konvektionslöt

**CondensoX**  
Kondensationslöt

**Nexus**  
Kontaktlöt

**Securo**  
Prüfen | Testen

**RDS**  
Trocknen | Aushärten

**Protecto**  
Coating

**RSS**  
Sonderanlagen

**Solar**  
Solar Equipment

# Einflussfaktoren auf die Porenbildung

---

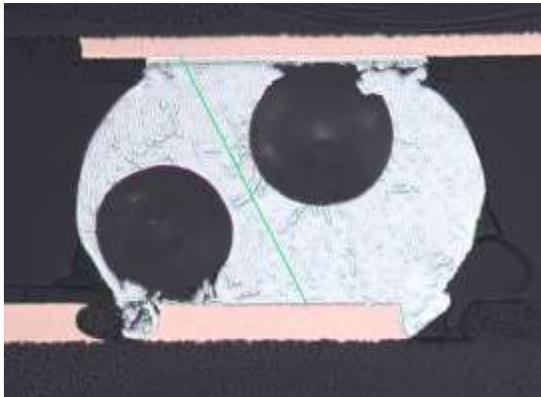
## Inhalt

- **Normen und Richtlinien**
- **Ursachen und Einflussfaktoren**
- **Möglichkeiten und Grenzen des Lötens mit Vakuum**

# Normen und Richtlinien

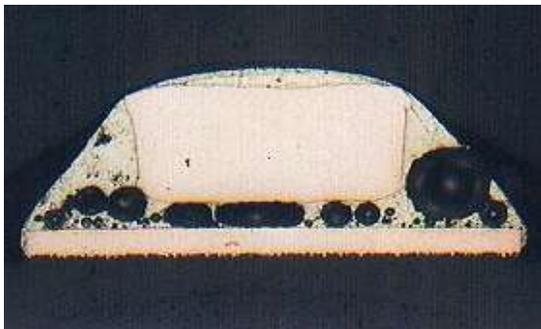
## Einfluss der Poren auf Mechanische und elektrische Integrität

BGA



Quelle: H. Wohlrabe, „Reflow Technology 3“, 2012

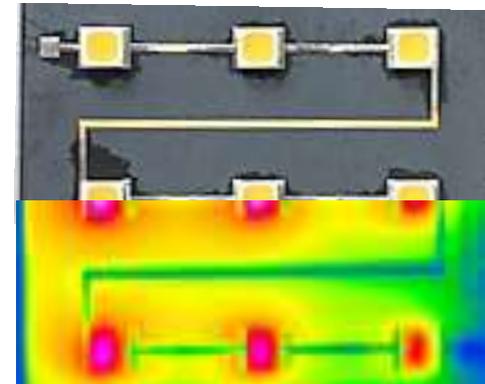
SO-Lead



Quelle: U. Frank, Hydrometer

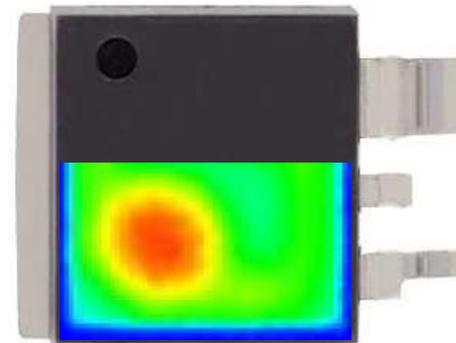
## Thermische Performance

LEDs



Quelle: Hahn Schickard, iLED MID, BMBF 16ES0201

Power  
MOSFET



Quelle: Study of Voiding of Power MOSFETs, D.C. Katsis, J.D. van Wyk, 2006

# Normen und Richtlinien

## Mechanische Integrität

### IPC-A-610 F:

#### Ball Grid Array

> Akzeptanzkriterium  $\leq 30\%$  der Anschlussfläche für Klasse 1-3 (Unter 8.3.12.4)

|       |          |  |
|-------|----------|--|
| Voids | 8.3.12.4 | 30% or less voiding of any ball in the X-ray image area. Notes 1, 2, 3 |
|-------|----------|--|

**Note 1.** Design induced voids, e.g., microvia in land, are excluded from this criteria. In such cases acceptance criteria **shall** be established between the Manufacturer and User.

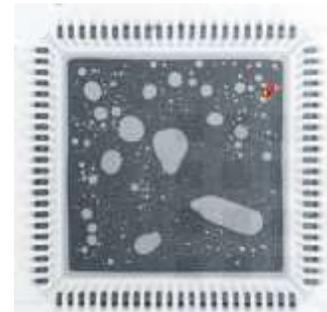
**Note 2.** Manufacturers may use test or analysis to develop alternate acceptance criteria for voiding that consider the end-use environment.

**Note 3.** Plating process induced voids, e.g., champagne voids, are excluded from this criteria. In such cases, the acceptance of the voids will need to be established between the Manufacturer and User.

### IPC-7093:

#### Bottom Termination Components

> Anschlussflächen: Akzeptanzkriterium  $< 30\%$   
(vgl. Abschnitt 3.5)



Quelle: IPC-7093

# Normen und Richtlinien

## Thermische Performance

### IPC-A-610 F

#### BTC

- > „Thermal plane void criteria **shall** be established between the Manufacturer and User“ ...

### IPC-7093

#### BTC

- > Entwärmungsfläche: Gesamtflächenanteil < 50 % als Empfehlung/VHB  
(vgl. Abschnitt 7.6.1, 8.4)

## Ziel

- > Festlegung des zulässigen Voidanteils in der Entwärmungsfläche durch die Produktentwickler!

# Ursachen der Porenbildung

## Quellen für flüchtige Bestandteile

### Produkte der thermischen Zersetzung und chemischer Reaktionen

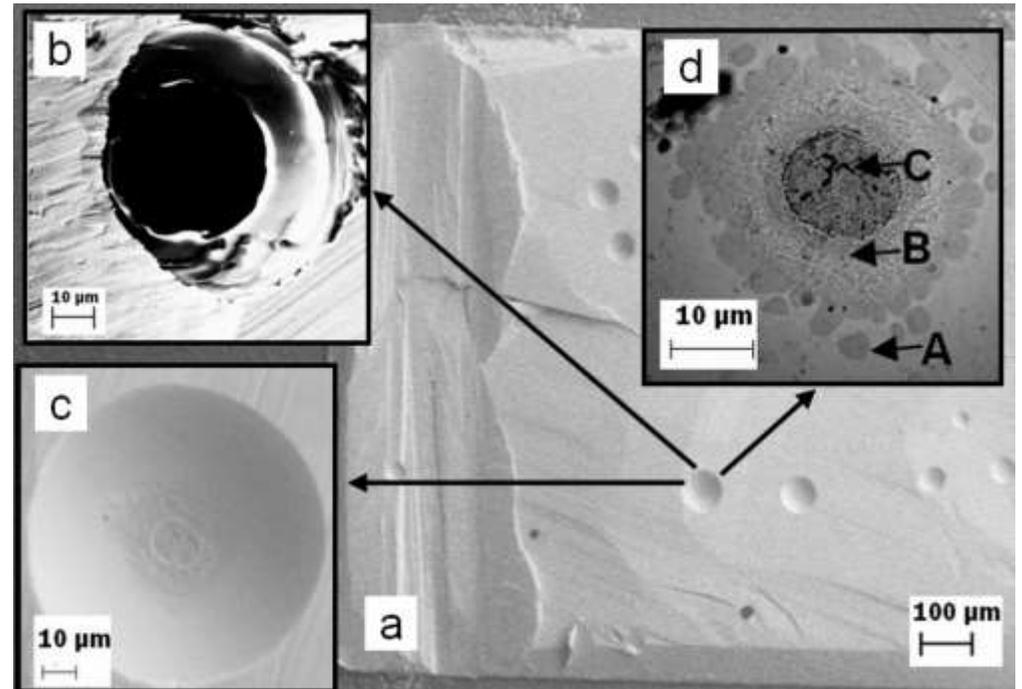
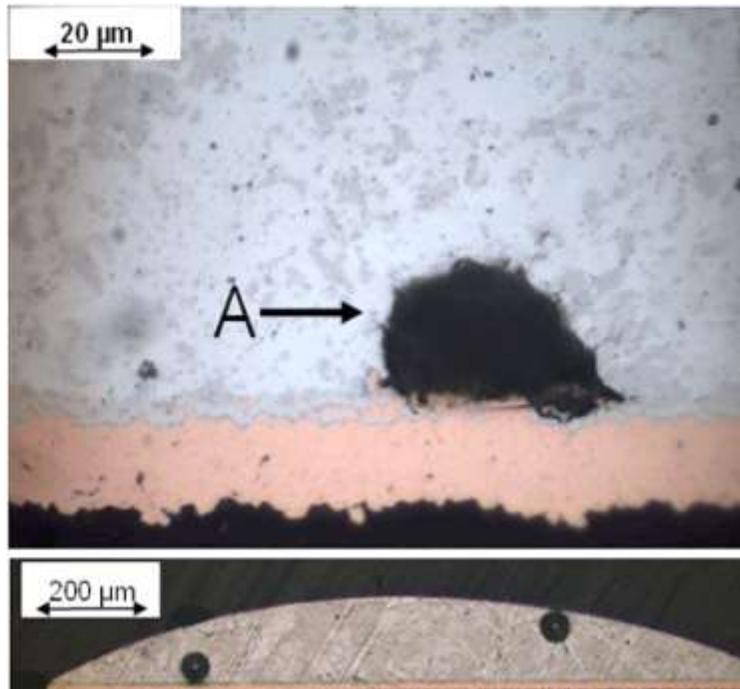
- > Lotpaste: Legierung und Flussmittel
- > Leiterplatte: Typ der Oberflächenendschicht
- > Kontaminationen: Organische Stoffe auf der Oberflächen oder auch im Bauteilinneren

|   |   |   | Reaktionsart        |
|---|---|---|---------------------|
| Säure + Metalloxid<br>$2 \text{HCl} + \text{SnO}$ | → | Zinnadipat + Wasser<br>$\text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{O (Gas)}$     | Säure-Base-Reaktion |
| Harzsäure + Kupferoxid                            | → | Kupferresinat + Wasser  | Säure-Base-Reaktion |
| Säure + Metall<br>$2\text{HCl} + \text{Sn}$       | → | Metallsalz + Wasserstoff<br>$\text{SnCl}_2 + \text{H}_2 \text{(Gas)}$ | Redox-Reaktion      |

# Ursachen der Porenbildung

## Nachweis der Flussmittelreste

### Am Ort der Entstehung



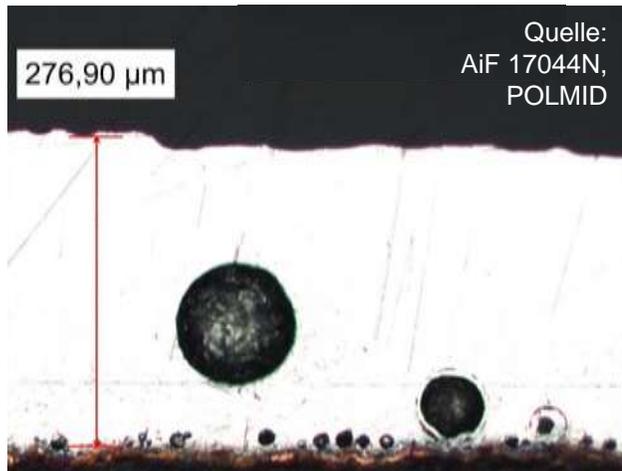
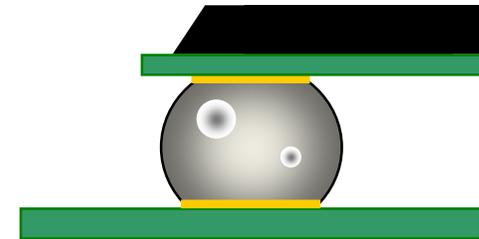
Quelle: T.D. Ewald, N. Holle, K.J. Wolter, „Porenbildung auf der Endoberfläche: Einflussfaktoren und Modell“, EBL 2012

# Ursachen der Porenbildung

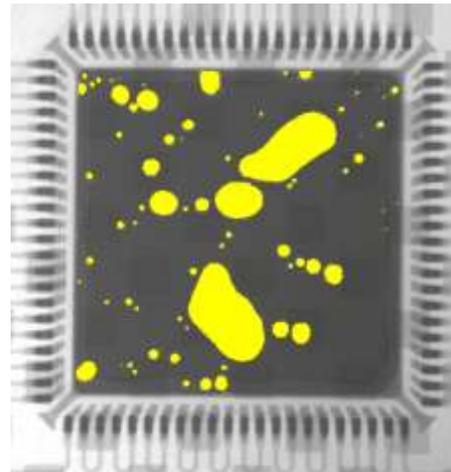
## Mechanismen

### Freie Oberfläche, Flächen- und Balllötung

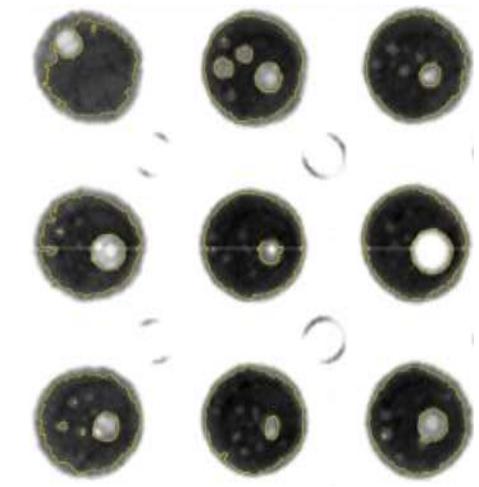
Ausgasen flüchtiger Bestandteile



Querschliff eines Lotdeposits



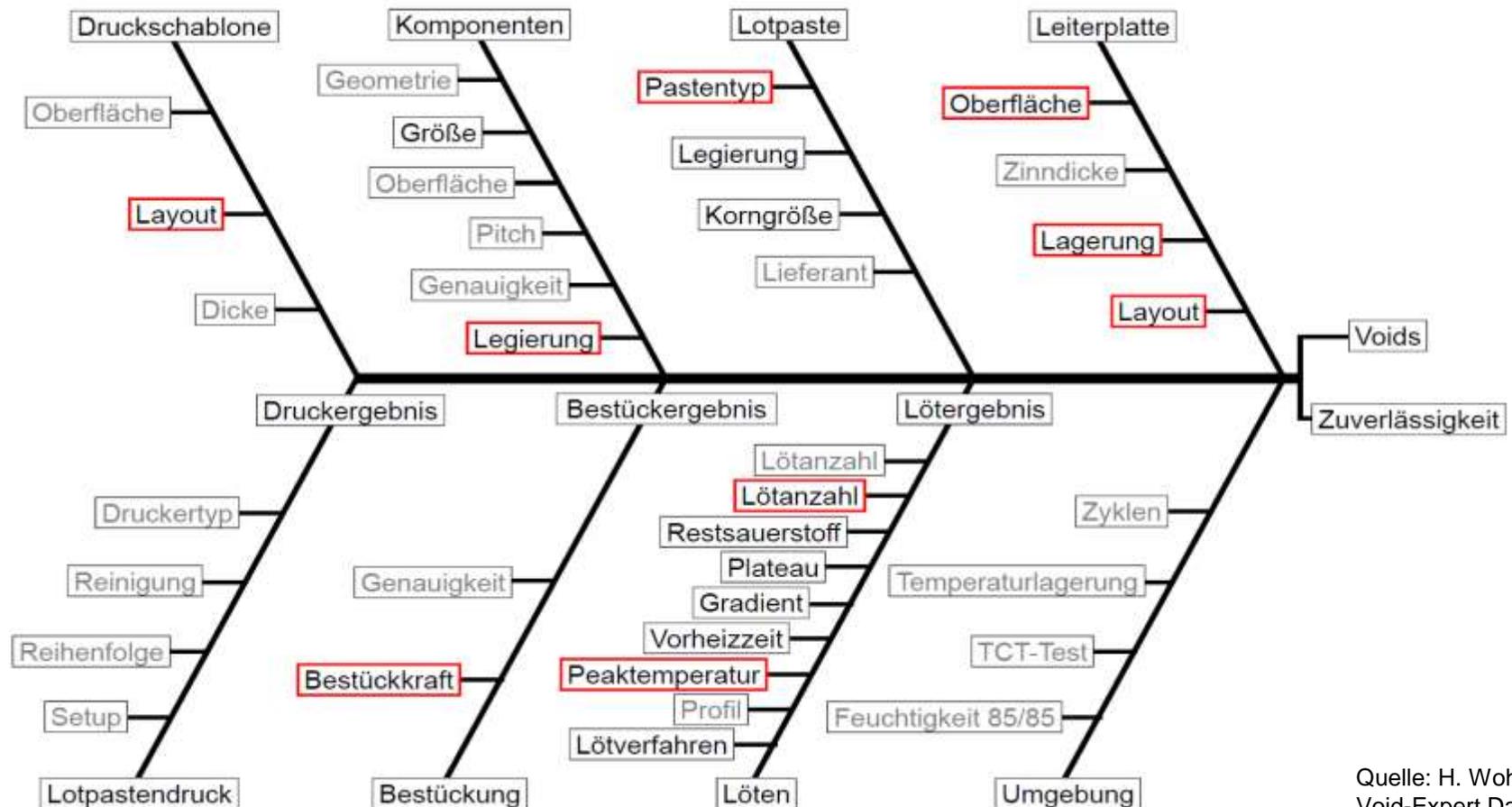
QFN88



BGA256

# Einflussfaktoren

## Material und prozessspezifische Faktoren



Quelle: H. Wohlrabe, Void-Expert Datenbank, 2011

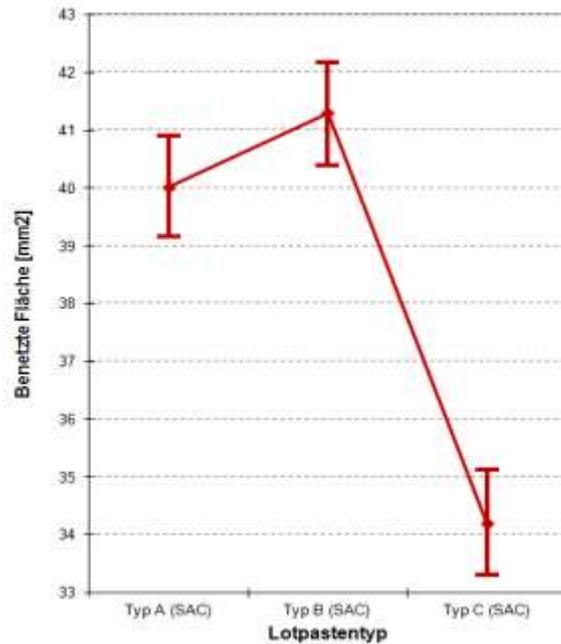
# Einflussfaktoren

## Einfluss der Lotpaste

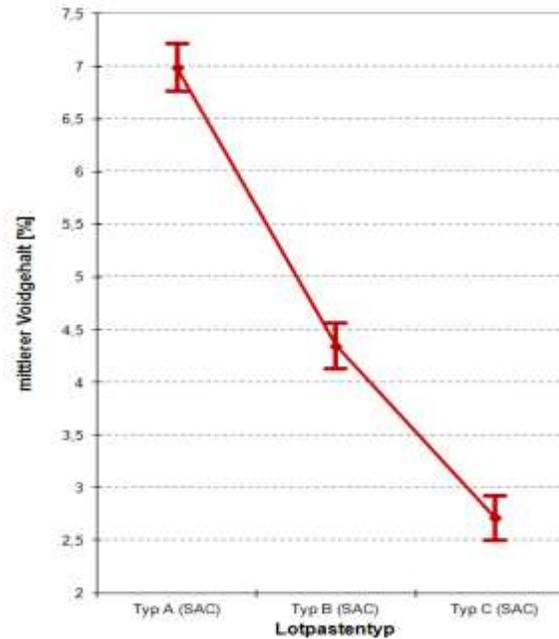
### Variation der Flussmitteln

### Konträre Effekte

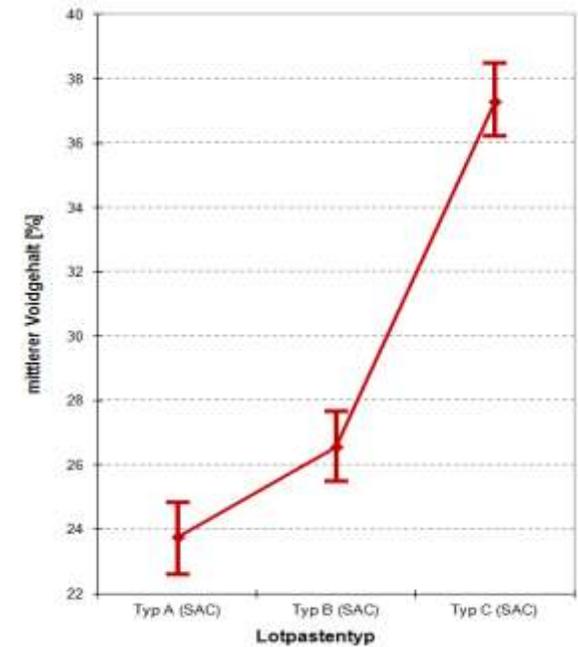
Lotspreitung



BGA 176



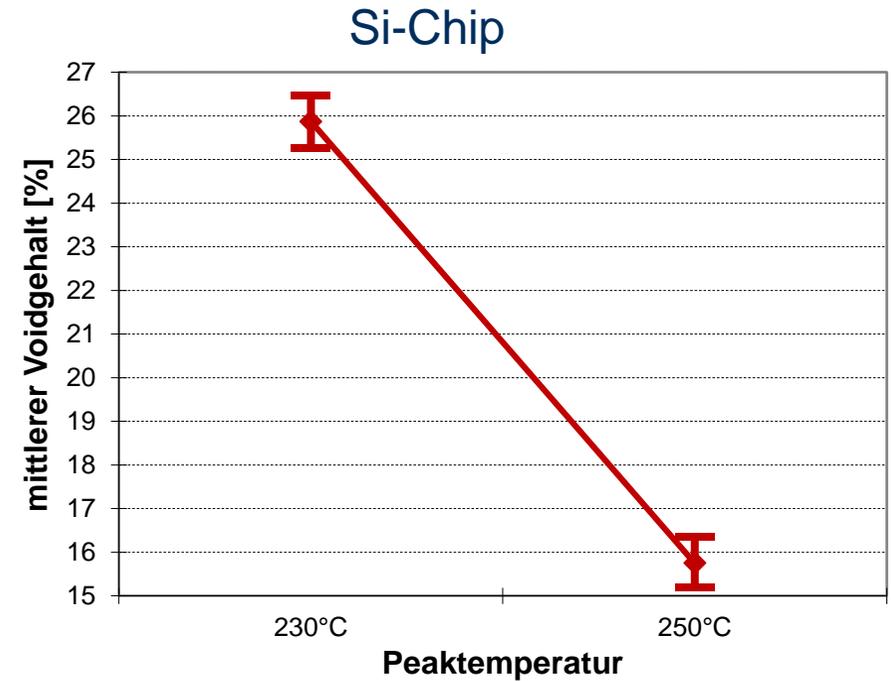
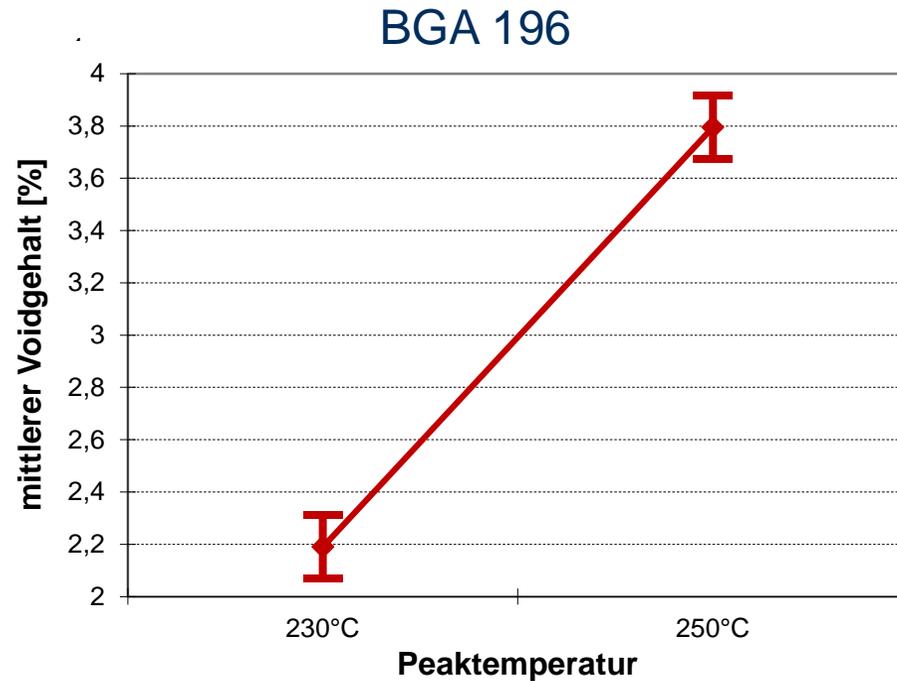
Si-Chip



Quelle: H. Wohlrabe, TU Dresden, 2010

# Einflussfaktoren

## Einfluss der Peaktemperatur Konträre Effekte



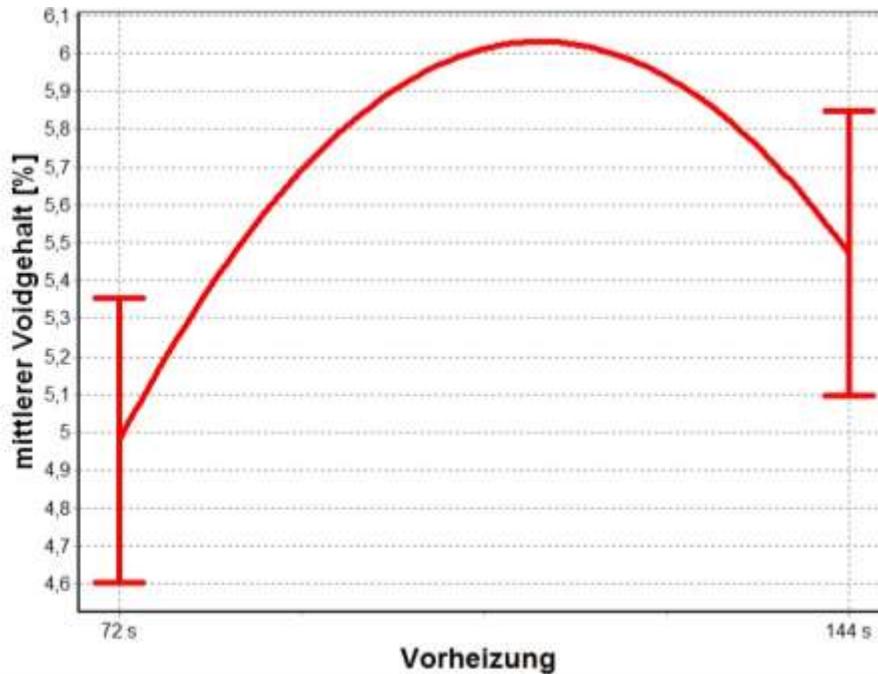
Quelle: H. Wohlrabe, TU Dresden, 2010

# Lötparameter

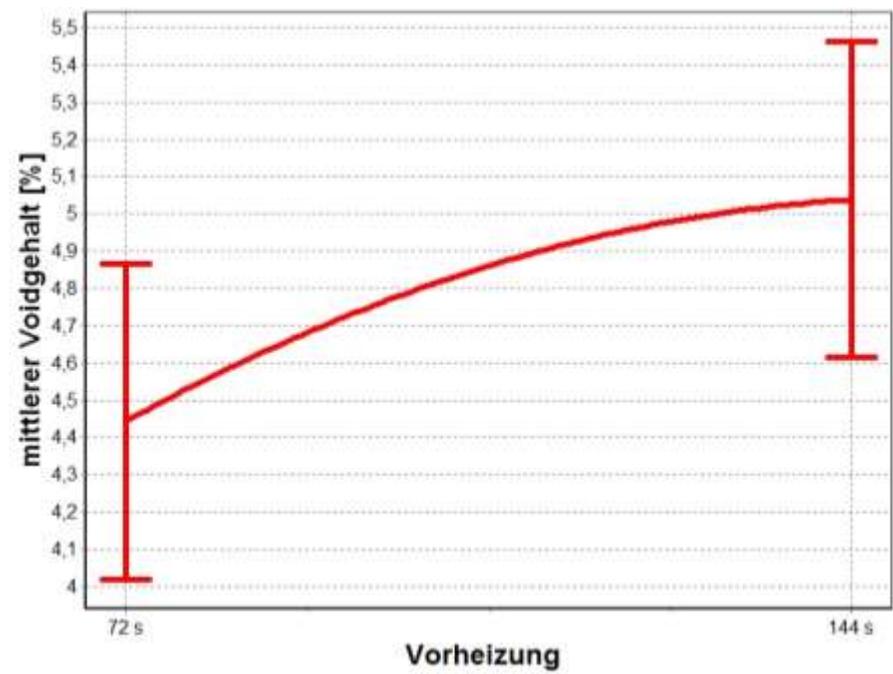
## Einfluss des Aufheizgradienten

Nicht signifikant

BGA 176



0805

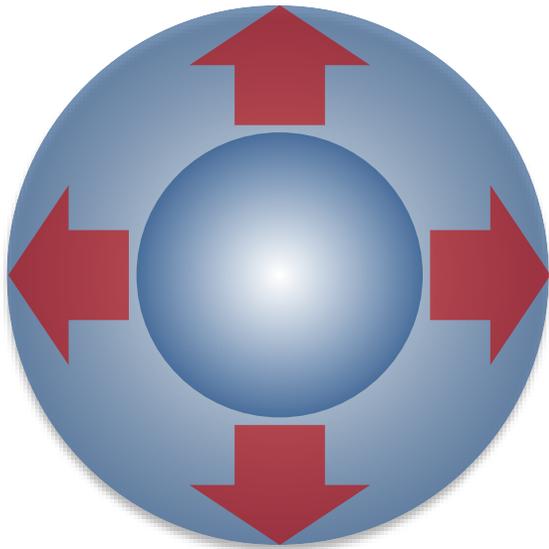


Quelle: H. Wohlrabe, TU Dresden, 2010

# Einflussfaktoren

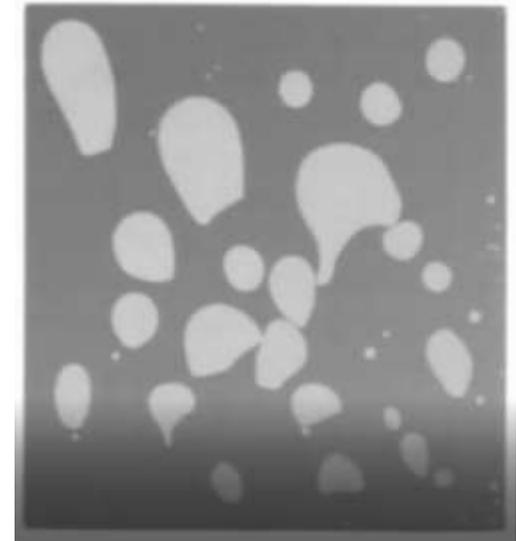
## Einfluss der Atmosphäre

### Änderung des Umgebungsdrucks



$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

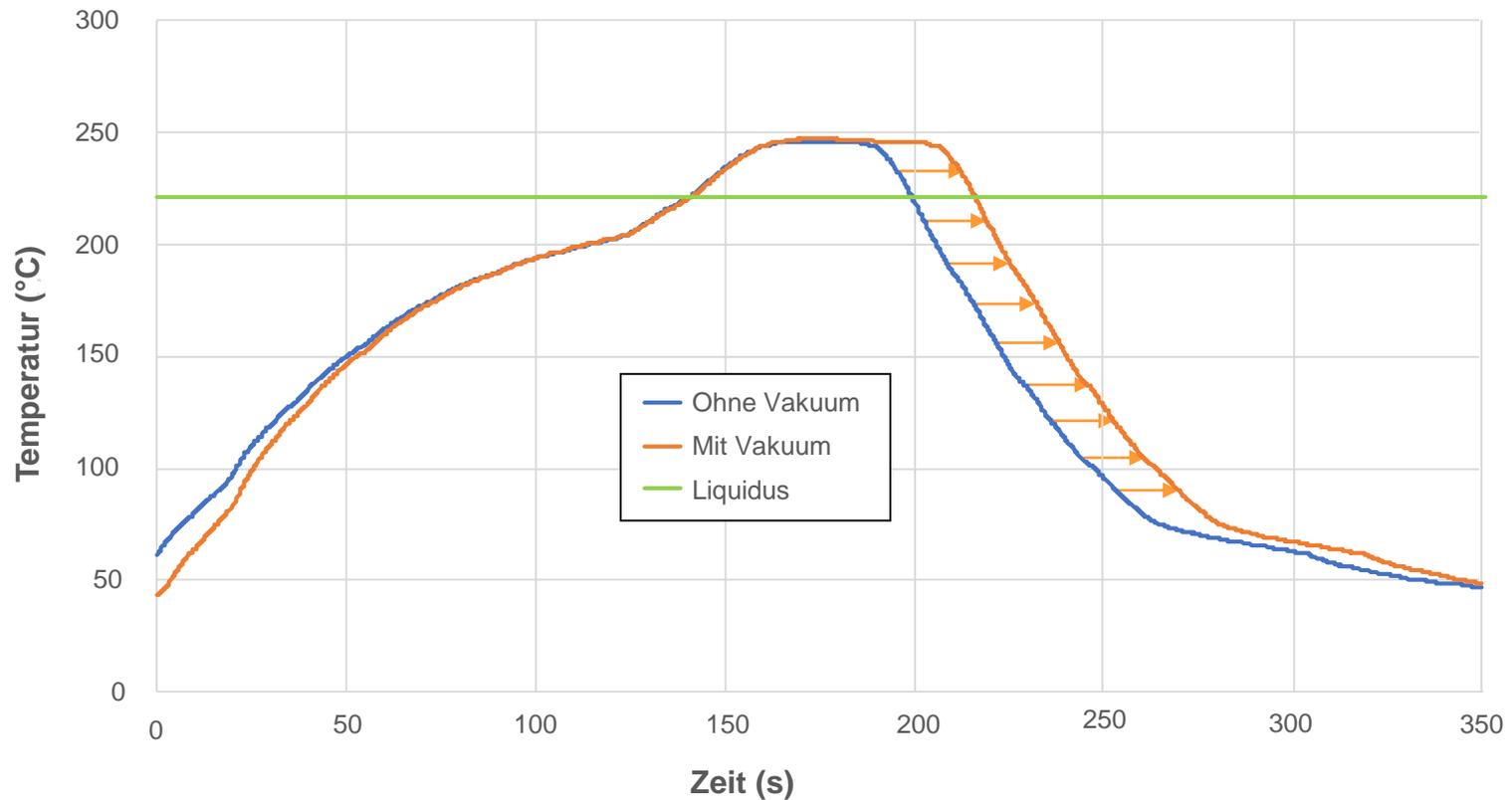
- Gasblase expandiert
- Innendruck nimmt ab
- Gas entweicht



# Löten mit Vakuum

## Möglichkeiten und Grenzen

### Einfluss auf die Taktzeit

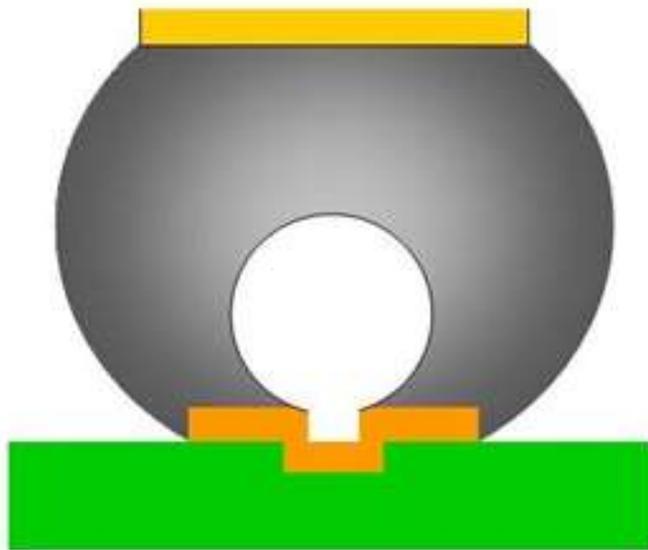


# Löten mit Vakuum

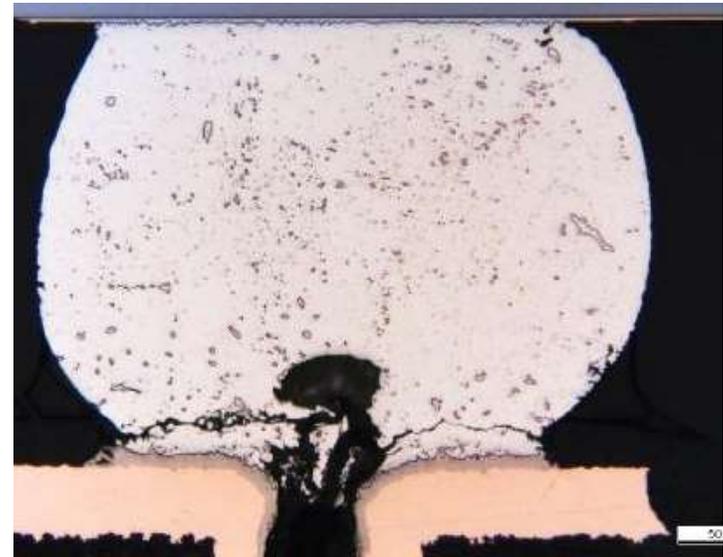
## Möglichkeiten und Grenzen

### Einfluss des Paddesigns

### Sonderfall Micro-Via Voids



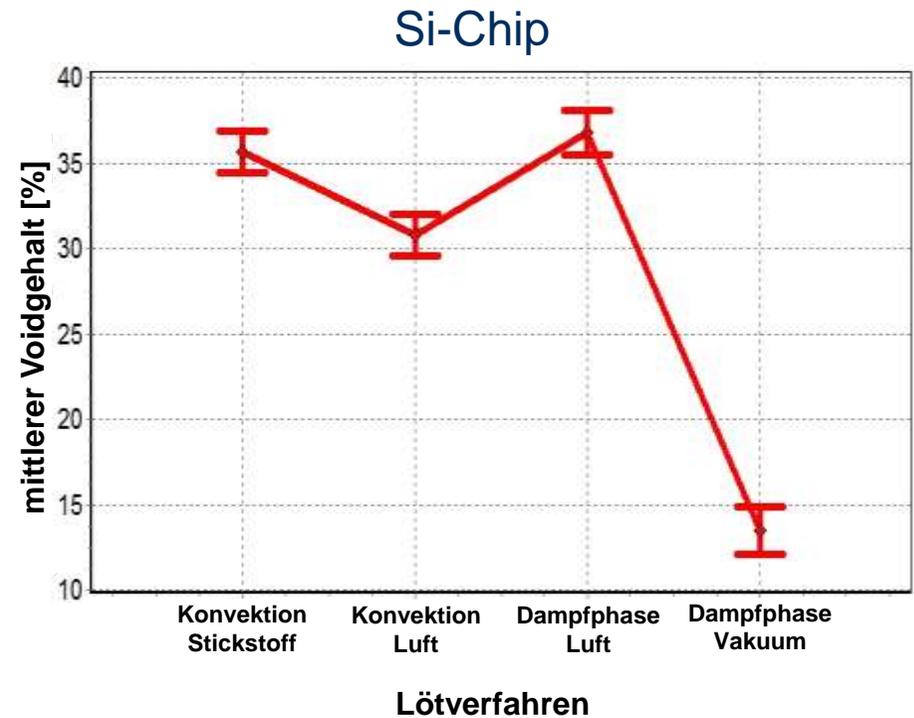
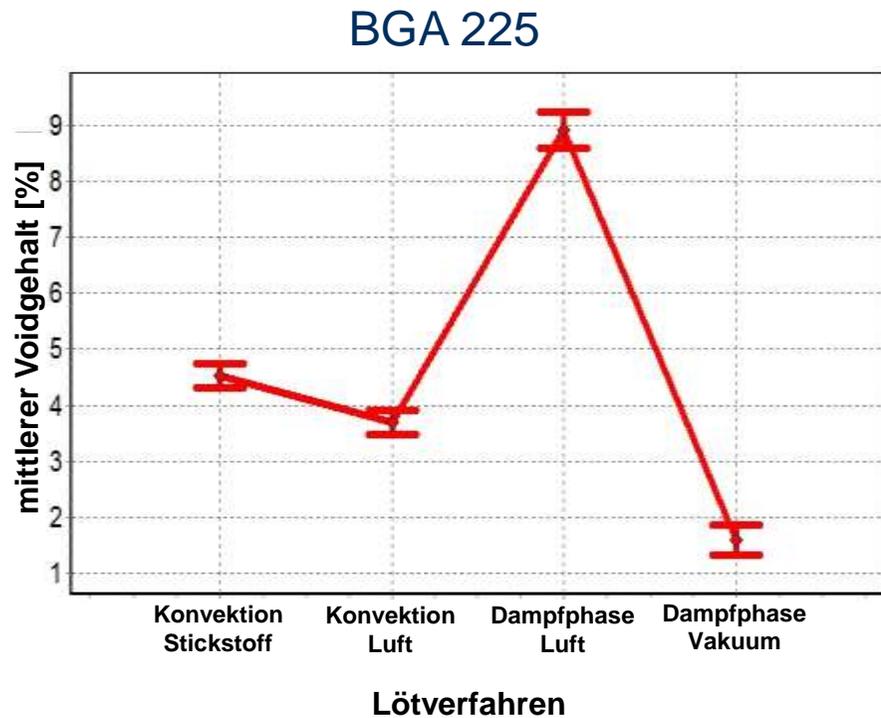
Quelle: Nach IPC-7095c-7-43



Quelle: Dr. Poech, AiF Projekt „Volumeneffekte“ 132ZN / DVS 7.02 IP, Aug. 2006

# Lötparameter

## Einfluss der Atmosphäre Konvektion und Dampfphase



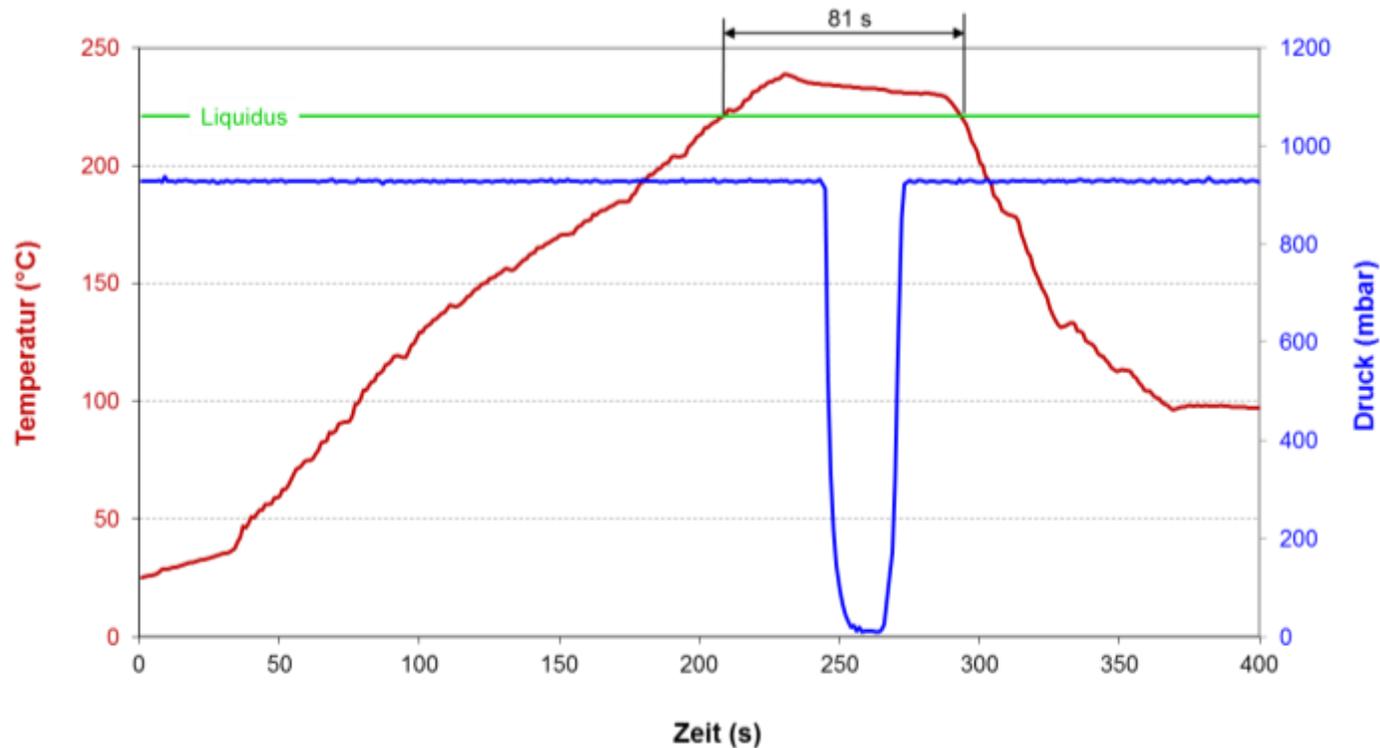
Quelle: H. Wohlrabe, VoidExpert Data Base, TU Dresden, 2014

# Löten mit Vakuum

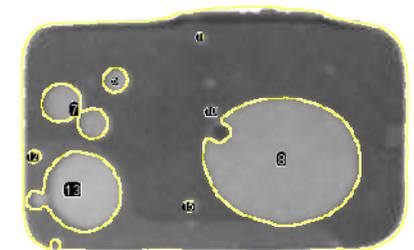
## Möglichkeiten und Grenzen

Signifikante Reduktion der Porenanteile für verschiedene Lötstellengeometrien

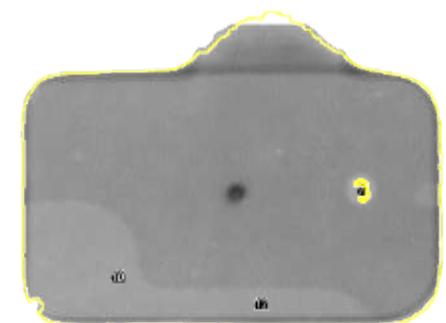
Beispiel LEDs



Ohne Vakuum



Mit Vakuum

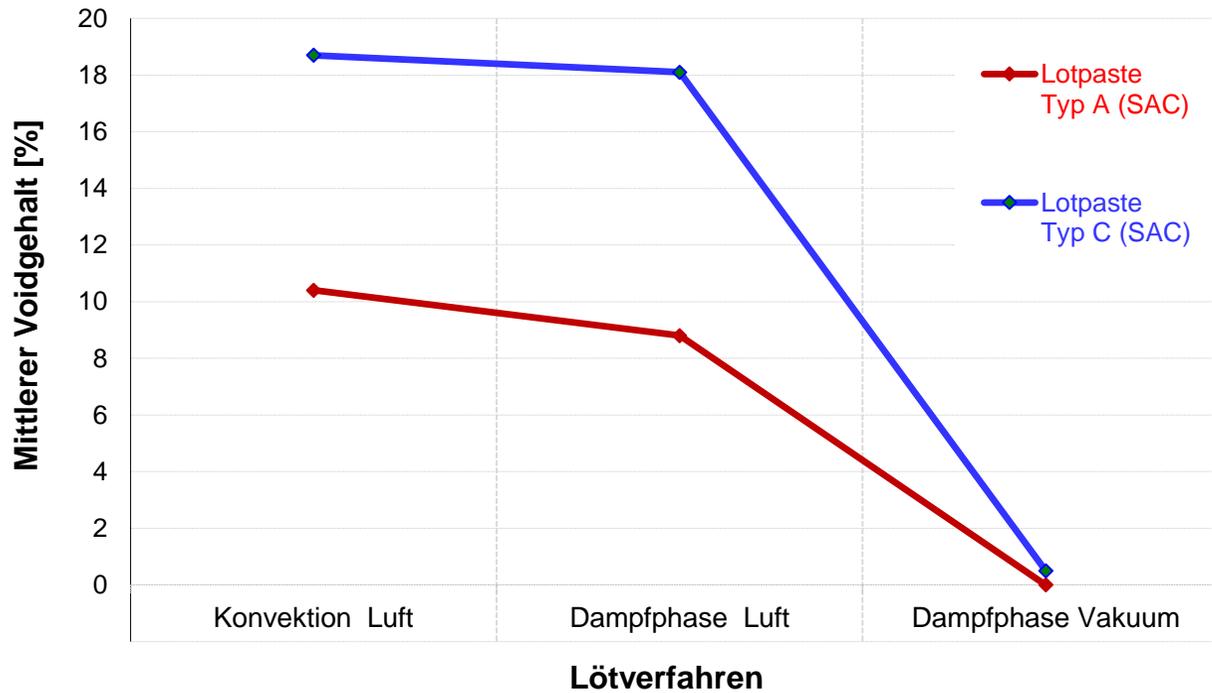


# Löten mit Vakuum

## Möglichkeiten und Grenzen

### Signifikante Reduktion der Porenanteile für verschiedene Lotpasten

Beispiel QFN48



Quelle: Heinz Wohlrabe, REHM Technologie-Seminar „Voidfreies Löten“, Blaubeuren 10.04.2014

# Vielen Dank!

