

## NanoWork®-Schablonen Lasergeschnittene Edelstahlschablonen mit Anti-Haft-Effekt

1.1

### Easy-to-clean Oberfläche

Die von LaserJob produzierte NanoWork®-Schablone basiert auf der Fertigung einer lasergeschnittenen SMD-Schablone (siehe Datenblatt 1.0 SMD-Schablonen).

Die NanoWork®-Beschichtung wird auf der Unterseite (Leiterplattenseite) der Schablone und in die Aperturen aufgetragen. Hierfür muss zunächst der Schneidgrat auf der Laseraustrittsseite entfernt werden. Dies erfolgt durch die Nachbearbeitung der geschnittenen Schablone mittels eines CNC-gesteuerten Bürstprozesses. Die Rakelseite wird nicht beschichtet, um das Rollverhalten der Lotpaste nicht zu beeinflussen. Die Schichtstärke beträgt maximal 2 µm, siehe Schliffbild, Bild 1.

### Vorteile der NanoWork®-Beschichtung

Die NanoWork®-Beschichtung zeichnet sich durch Anti-Haft-Eigenschaften aus, die das Anhaften der Lotpaste stark verringern. Durch diese Anti-Haft-Wirkung in den Aperturen wird eine wesentlich bessere Konturenschärfe mit deutlich höherem und gleichbleibendem transferierten Lotpastenvolumen erzielt. Die Brückenbildungen werden stark minimiert. Dies führt beim Bestück- und Lötprozess zu einer höheren Prozesssicherheit und niedrigeren Lötfehlerrate. Das transferierte Lotpastendepot bleibt über den gesamten Druckprozess konstant. Die Reinigungszyklen auf der Schablonenunterseite werden stark reduziert, da die NanoWork®-Beschichtung das Anhaften der Lotpaste verhindert. Dadurch können mehr Druckzyklen ohne Reinigungsschritte durchgeführt werden. Mithilfe der NanoWork®-Beschichtung von LaserJob können feinere Strukturen realisiert werden, ohne die Druckqualität zu beeinträchtigen.

LaserJob leistet so seinen Beitrag, um den zunehmenden Anforderungen an die Miniaturisierung gerecht zu werden:

- optimiertes Aspekt- und Flächenverhältnis
- deutlich weniger Reinigungszyklen für die Schablonenunterseite
- bessere Konturenschärfe
- hervorragendes Auslöseverhalten
- konstant transferiertes Lotvolumen
- weniger Brückenbildung durch geringere Verschmutzung der Schablonenunterseite

### Layout-Richtlinien Designvorschläge/Vorgaben

Das aufgetragene Lotpastenvolumen wird hauptsächlich durch die Größe der Aperturen und die Schablonendicke bestimmt. Das Auslöseverhalten der Lotpaste aus der Schablone hängt von folgenden Faktoren ab:

- Aspekt- und Flächenverhältnis
- Wandungs- bzw. Aperturgeometrie
- Beschaffenheit der Aperturwandungen

Die Formel zur Berechnung des Flächenverhältnisses und Aspektverhältnisses ist in Bild 2 dargestellt.

Das Aspektverhältnis beschreibt das Verhältnis von Aperturbreite zu Schablonendicke, das Flächenverhältnis das Verhältnis von Aperturfläche zu Aperturwandungsfläche. Um ein vollständiges Auslösen der Lotpaste zu gewährleisten, wird ein Flächenverhältnis von > 0,66 und ein Aspektverhältnis von > 1,5 empfohlen. Weitere Informationen zur Gestaltung von SMD-Schablonen beschreibt die allgemeine Designrichtlinie IPC-7525A.

Inwieweit eine NanoWork®-Schablone die Flächen- bzw. Aspektverhältnisse optimieren kann, wird im folgenden Abschnitt verdeutlicht (siehe Innenseiten).

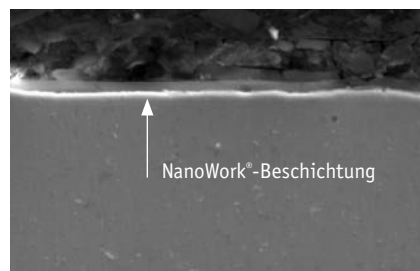
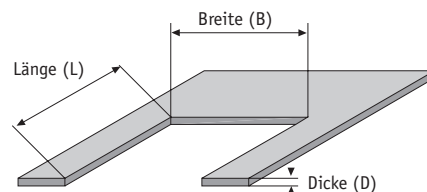


Bild 1: Schliffbild NanoWork®-Schablone



$$\text{Aspektverhältnis} = \frac{\text{Breite der Apertur}}{\text{Schablonendicke}} = \frac{B}{D}$$

$$\text{Flächenverhältnis} = \frac{\text{Aperturfläche}}{\text{Fläche Aperturwandungen}} = \frac{L \times B}{2 \times (L+B) \times D}$$

Bild 2: Querschnitt durch eine Aperturwandung



LaserJob GmbH  
Liebigstraße 14  
82256 Fürstfeldbruck  
Deutschland

Telefon +49 (0) 8141 52778-0  
Fax +49 (0) 8141 52778-69

info@laserjob.de  
www.laserjob.de

# NanoWork®-Schablonen

## Lasergeschnittene Edelstahlschablonen mit Anti-Haft-Effekt

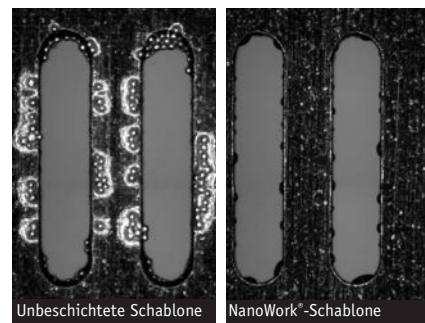


Bild 5: Visuelle Inspektion der Schablonenunterseite nach dem 5. Druck ohne Reinigung (QFP 500 µm)

### Auslöseverhalten und Transfereffizienz

In Bild 3 ist das Auslöseverhalten einer NanoWork®-Schablone im Vergleich zu einer lasergeschnittenen Edelstahlschablone dargestellt, am Beispiel eines BGA-Bauelementes. Wie aus Bild 3 hervorgeht, sind die Aperturen von 400 bis 250 µm den Flächenverhältnissen gegenübergestellt. Bei einem Flächenverhältnis von 0,5 werden mit einer NanoWork®-Schablone bis zu 80 % des Lotpastenvolumens transferiert, bei angepasster Lotpulverkörnung. Eine unbeschichtete lasergeschnittene Edelstahlschablone kommt hingegen nur auf 50 % bei einer Lotpulverkörnung 3 (25–45 µm) und auf unter 70 % bei einer Lotpulverkörnung 4 (20–38 µm). Der Vorteil einer NanoWork-Schablone wird anhand dieses Beispiels deutlich.

Die Transfereffizienz einer NanoWork®-Schablone im Vergleich zu einer unbeschichteten lasergeschnittenen Edelstahlschablone ist am Beispiel einer QFP-Struktur (400 µm) dargestellt, siehe Bild 4. Hier wurden 16 Druckzyklen ohne Schablonenunterseitenreinigung durchgeführt und die dabei transferierte Lotpastenmenge gemessen. Wie aus der Darstellung hervorgeht, können mit einer NanoWork®-Schablone über den gesamten Druckzyklus 100–110 % Lotpaste konstant transferiert werden.

Mit einer unbeschichteten lasergeschnittenen Edelstahlschablone ist demgegenüber eine deutliche Zunahme der Transfereffizienz mit steigender Druckanzahl zu verzeichnen: 120–130 %. Die Zunahme der Transfereffizienz der unbeschichteten lasergeschnittenen Schablone lässt sich durch die zunehmende Verschmutzung der Schablonenunterseite erklären. Durch das Anhaften der Lotpaste auf der Schablonenunterseite kann die Schablone zur Leiterplatte nicht mehr sauber abdichten. Es entsteht ein Spalt, durch den immer mehr Lotpaste übertragen wird, bis es zur Brückenbildung kommt. Mit der NanoWork®-Schablone von LaserJob ist die Verschmutzung der Schablone deutlich minimiert, wie aus Bild 5 ersichtlich ist.

Die Auswertung der maximalen Pastendepotthöhen korrespondiert mit den ermittelten Lotpastenvolumina, siehe Bild 6. Bei der NanoWork®-Schablone von LaserJob sind die Pastendepothöhen wesentlich konstanter, nämlich zwischen 100 und 110 µm. Die unbeschichtete lasergeschnittene Edelstahlschablone weist erheblich höhere Pastendepotthöhen auf: 120–130 µm. Die Ursache hierfür liegt wieder in der zunehmenden Verschmutzung der Schablonenunterseite.

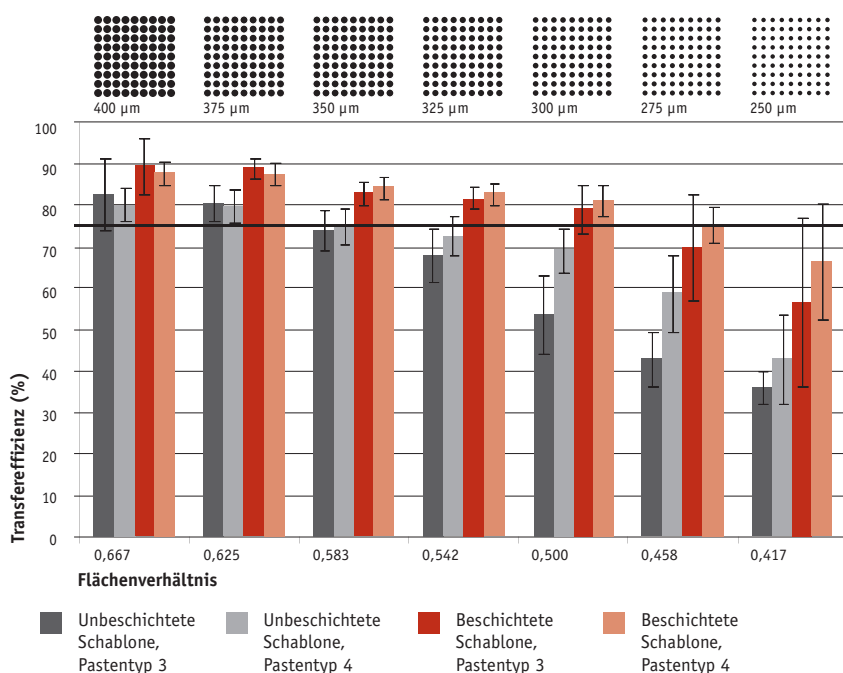


Bild 3: Auslöseverhalten von BGA-Strukturen nach 5 Drucken ohne Reinigung

### Verfahrensbeschreibung der NanoWork®-Beschichtung

Die NanoWork®-Beschichtung basiert auf dem Sol-Gel-Verfahren. Dabei wird organisches Material in molekularem Maßstab kombiniert mit anorganischem Material, wobei ein Mischpolymer entsteht, ein sogenanntes Hybridpolymer. Im anschließenden Temperaturprozess wird das Lösemittel entfernt und die entstehende anorganische Schicht einem mehrstufigen Polymerisationsprozess unterworfen. Gleichzeitig wird ein Additiv zugesetzt, um die hydrophoben Anti-Haft-Eigenschaften zu erzielen. Die dabei entstehende Schicht zeichnet sich durch hohe Beständigkeit und einfache Verarbeitbarkeit aus.

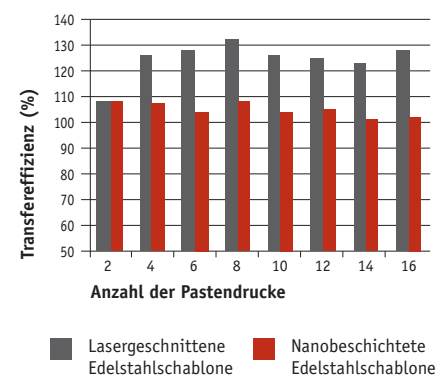


Bild 4: QFP-Struktur (400 µm)

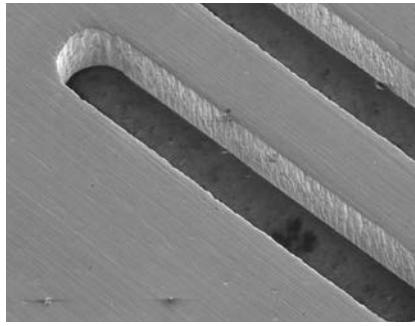


Bild 7: Lasergeschnittene Edelstahlschablone

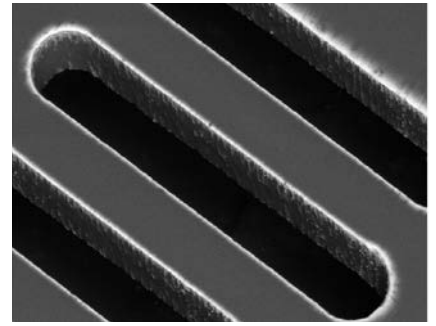


Bild 8: Nanobeschichtete Edelstahlschablone

### Qualitätskontrollen

Qualitätssicherung hat bei LaserJob einen hohen Stellenwert. Die strenge Qualitätsüberwachung beginnt bereits beim Wareneingang der Edelstahlbleche und Rahmen. Ein Dickenmessgerät erfasst jedes Edelstahlblech auf  $\pm 0,5 \mu\text{m}$  genau. Von jedem gespannten Siebdruckrahmen wird die Siebspannung überprüft. Direkt nach dem Laserschnitt werden Aperturgröße und Aperturgeometrie kontrolliert. Das OKM-Messsystem misst auf einer Fläche von  $400 \times 200 \text{ mm}$  mit einer Genauigkeit von  $2,5 \mu\text{m} + L/400$  die Positionen der Durchbrüche. Die Lochkontur wird mit einer Präzision von  $0,5 \mu\text{m}$  von einer CCD-Kamera im Durchlichtverfahren bestimmt. Mit dem ScanCheckI+ wird die fertige Schablone mit den Ursprungsdaten verglichen und auf Kongruenz geprüft.

### Qualitätsüberprüfung NanoWork®-Schablone allgemein

Für die grundsätzliche Qualitätsüberprüfung der NanoWork®-Beschichtung wurden Aufnahmen am Rasterelektronenmikroskop (REM) erstellt, um die Homogenität der Beschichtung sowohl in den Aperturen als auch auf der Unterseite der Schablone nachzuweisen. Als Vergleich dazu wurde eine REM-Aufnahme von einer QFP-Apertur bei einer lasergeschnittenen Edelstahlschablone und einer NanoWork®-Schablone durchgeführt, siehe Bild 7 und 8. Durch energiedispersive Röntgenstrahlung (EDX) wurde eine homogene Verteilung der NanoWork®-Beschichtung in den Aperturwänden und von der Unterseite bis zur Aperturoberkante nachgewiesen, siehe Bild 9.

### Qualitätsüberprüfung der Anti-Haft-Eigenschaften

Die Anti-Haft-Eigenschaften korrelieren mit der Oberflächenspannung der beschichteten Schablone. Die Oberflächenspannung fester Werkstoffe wird durch den Kontaktwinkel einer Messflüssigkeit mit dem Werkstoff definiert. Als Kontaktwinkel wird der Winkel bezeichnet, den ein Flüssigkeitstropfen auf der Oberfläche eines Feststoffes zu dieser Oberfläche bildet, siehe Bild 10.

Ein hoher Kontaktwinkel steht stellvertretend für gute Anti-Haft-Eigenschaften, ein niedriger Kontaktwinkel beschreibt gute Benetzung und damit gute Hafteigenschaften, siehe Bild 11. Die Kontaktwinkelmessung dient zur Überwachung der Anti-Haft-Eigenschaften der NanoWork®-Beschichtung. Die Messung wird bei jeder Schablone durchgeführt und dokumentiert und erfolgt rechnergesteuert mit hoher Genauigkeit und Wiederholbarkeit, siehe Bild 12.

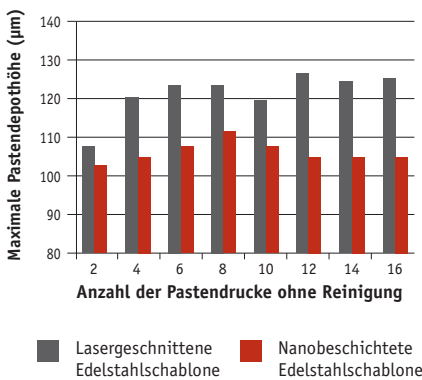


Bild 6: Auswertung der maximalen Pastendepthöhren

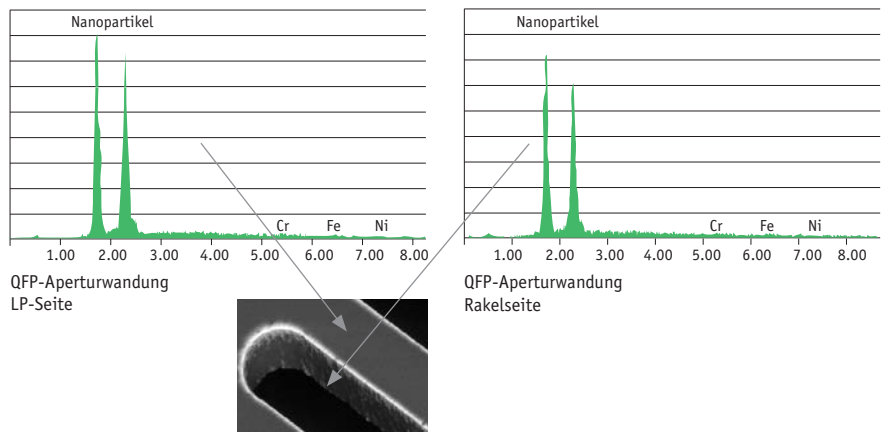


Bild 9: EDX-Scan einer Aperturwandung

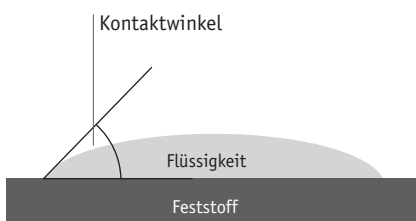


Bild 10: Definition des Kontaktwinkels

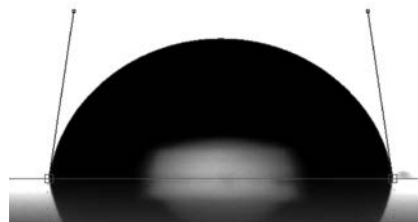


Bild 11: Beispiel eines hohen Kontaktwinkels

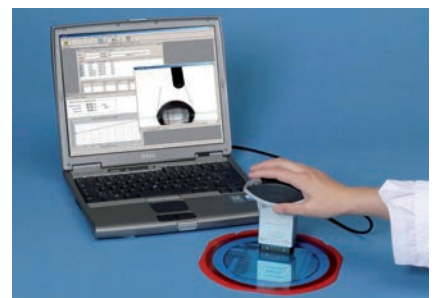


Bild 12: Rechnergesteuertes Kontaktwinkelmessgerät

# www.laserjob.de

## Ausführung

### Material Schablone

Edelstahl 1.4301  
Härte (Hv): min. 370  
Zugfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>): > 1100

### Toleranzen

Blechdickentoleranz: ± 3 %

### Maße Edelstahlbleche

NanoWork®-Schablonen in den Materialstärken (µm): 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 130, 140, 150, 180, 200, 250, 300, 400  
NanoWork®-Schablonen im VectorGuard-Spannsystem in den Materialstärken (µm): 80, 100, 120, 130, 150, 180, 200, 250  
Maximale Blechdicke: 2 mm  
Maximale Bearbeitungsfläche: 800 x 600 mm

### Varianten

- Kombination PatchWork®-Schablone mit NanoWork®-Beschichtung
- 3D PatchWork®-Schablone
- als Schablone im Siebdruckrahmen über Edelstahlgewebe eingeklebt
- im Spannsystem LJ 745
- im QuattroFlex-Spannsystem
- im VectorGuard-Spannsystem
- im Alpha-Tetra- / Micromount- / Vector-Spannsystem
- im ZelFlex-Spannsystem
- im Stencilman-Spannsystem
- in verschiedenen kundenspezifischen Spannsystemen

### Rahmen

- Aluminium-Rahmen
- Aluguss-Rahmen
- Edelstahlrahmen

Angaben zu Rahmengrößen siehe Datenblatt

[1.4 Rahmen und Schnellspannsysteme](#)

Das Siebgewebe ist aus Edelstahl, die Maschen haben höchste Präzision. Das Standard-edelstahlgewebe wird in einem 80-mesh-Sieb-gewebe geliefert – Drahtdurchmesser 0,1 mm. Auf Wunsch wird ein Siebfüller verwendet. Dies verhindert die Verschmutzung des Druckers und des Siebgebewebes.

### Service

LaserJob bietet eine umfassende Beratung bei der Layoutgestaltung. Unser Team erstellt aus Ihren CAD-CAM-Daten Schneidbefehle für den Laser. Die Aperturen werden mit hochfokussierten Lasern und hoher Positionsgenauigkeit geschnitten.

### Wir bieten außerdem

- Aperturverkleinerung und -vergrößerung
- Änderung der Aperturform, z. B. Homeplates, Abrunden der Ecken
- Aperturoptimierung (Anti-Tombstoning)
- Drehen oder Spiegeln des gesamten Layouts oder von Teilbereichen
- Kontrolle von Aspekt- und Flächenverhältnis
- Mehrfachnutzenerstellung
- Erstellen von Layouts aus vorhandenen Leiterplatten
- Layouterstellung für Kleberschablonen
- kundenspezifische Rahmenlager für gebrauchte Rahmen. Die Rahmen werden gereinigt, bespannt und für weitere Aufträge bereitgestellt. Ihr aktueller Bestand ist jederzeit abrufbar.
- Datenarchivierung
- Prüfprotokolle (auch nach Kundenvorgaben)
- Daten für Lotpasteninspektionssysteme
- DataMatrix-Code
- Vermessen von Leiterplatten
- Herstellung einer Schablone aus beigestellter Leiterplatte, beigestellter Schablone oder beigestelltem Film

## Lieferbedingungen

### Lieferzeiten

Standardlieferzeit für NanoWork®-Schablonen ab Werk:  
4 Arbeitstage  
Bestelleingang bis 17:00 Uhr (= 1. Arbeitstag)  
Auslieferung am 4. Arbeitstag

48-Stunden-Eilservice ab Werk:  
Bestelleingang bis 17:00 Uhr  
Nach Auftragsbestätigung, Auslieferung am übernächsten Arbeitstag

24-Stunden-Eilservice ab Werk:  
Bestelleingang bis 17:00 Uhr  
Nach Auftragsbestätigung, Auslieferung am nächsten Arbeitstag

### Versand

Transport üblicherweise mit TNT, GO, UPS, DHL, FedEx (alle Zustellarten) sowie durch Direktfahrten und Kurierzustellung mit Partnerfirmen.

### Verpackung

Alle LaserJob Schablonen werden in einer umweltfreundlichen Mehrwegverpackung versandt. Um Beschädigungen der Schablone zu verhindern, werden alle Schablonen sorgfältig verpackt, auch nach Kundenvorgaben. Für die Schablonen in einem Spannsystem wird eine spezielle Aufbewahrungstasche angeboten.

### Bestellung

Um eine zügige Bearbeitung Ihrer Bestellung zu gewährleisten, senden Sie uns bitte Ihre Bestellung mit Daten per

- E-Mail: [mail@laserjob.de](mailto:mail@laserjob.de)
- Fax: +49 (0) 8141 52778-60
- Post

Die Gerber Files für die Schablonen senden Sie uns bitte per E-Mail an [mail@laserjob.de](mailto:mail@laserjob.de)

Wir sind zertifiziert nach ISO 9001:2015



## LaserJob Datenblätter

- 1.0 SMD-Schablonen
- 1.1 NanoWork®-Schablonen
- 1.2 PatchWork®-Schablonen
- 1.3 Spannsystem LJ 745
- 1.4 Rahmen und Schnellspannsysteme
- 1.5 Repair- und Reballing-Schablonen
- 1.6 Wafer bumping-Schablonen
- 1.7 LTCC Via fill-Schablonen
- 2.0 Laser-Mikrobearbeitung

Also available in English.

