

TI 15/13: Vorreinigung in der Leiterplattenfertigung

Inhaltsverzeichnis

Vorreinigungsverfahren für Leiterplatten	3
Mechanische Vorbehandlungsmethoden	3
(Bimsmehl-)Strahlreinigung	3
(Bimsmehl-)Bürsten	4
Bürstvorreinigung	5
Chemische Vorbehandlungsmethoden	6
Mikroätzen	6
„Aufbauende“ chemische Vorreinigungsmethoden	7
Trocknung nach Vorreinigung	8
Überprüfung der Benetzbarkeit	9
Schlussbetrachtung	9
Begriffe	10
Quellen	12
Haftungsausschluss	12

Die Vorreinigung von Leiterplatten und insbesondere des darauf vorhandenen Kupfers hat einen wichtigen Einfluss auf die Eigenschaften und Beständigkeiten der nachfolgend aufgetragenen Beschichtung. Dabei ist es zunächst einmal weniger von Interesse, ob es sich bei der nachfolgend aufgetragenen Schicht um einen Ätz- und Galvanoresist, einen Trockenresist oder einen Lötstopplack handelt. Grundsätzlich muss die aufgetragene Schicht eine genügende Haftung zum Untergrund haben, um den Forderungen nach Beständigkeit, Isolationsfähigkeit und Langlebigkeit usw., je nach Prozess und Einsatzgebiet, zu genügen.

Im Hinblick auf Ätz- und Galvanoresists, Trockenfilme oder Flüssigresists sind die Anforderungen an die Langlebigkeit eher gering und hinsichtlich der Beständigkeiten in der Regel einwandfrei zu erreichen.

Die Anforderungen, die an einen Lötstopplack gestellt werden, sind in vielen Punkten deutlich anspruchsvoller. Forderungen nach Temperaturbeständigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit, Klimafestigkeit usw. führen gerade auch in Verbindung mit chemischen und bleifreien Oberflächenfinish-Prozessen (chemisch-Zinn, Nickel-Gold, bleifrei HAL [Hot-Air-Levelling]) sowie den bleifreien Lötprozessen zu einer höheren Beanspruchung der Lötstopplacke und ihrem Verbund zum Untergrund.

Dabei spielen höhere Packungsdichte (engere Anordnung der immer kleiner werdenden Komponenten), feinere Strukturen, gestiegene Anforderungen an die Oberflächengüte etc. eine wesentliche Rolle.

Auch durch die Wahl der richtigen Vorbehandlungsmethode können entscheidende Verbesserungen erzielt werden, wodurch insgesamt die Qualität der gefertigten Leiterplatte erhöht werden kann. Letztendlich werden hier auch Einsparungspotentiale durch Reduzierung der Ausschussrate genutzt.

Die Art und Weise der Vorbehandlung hat einen wichtigen Einfluss auf die Endeigenschaften und Qualität des Produktes Leiterplatte. Daher sollte gerade die Vorbehandlung der Leiterplatte vor der Lötstopplackapplikation unter gesonderten Gesichtspunkten betrachtet werden. Hierbei sollten vor allem auch die späteren Anforderungen an das Endprodukt mit in Betracht gezogen werden. Speziell im Bereich der Automobilelektronik steigen die Anforderungen; Aspekten wie Dauerbelastbarkeit, Klimawechselbeständigkeit, Temperaturschockfestigkeit usw. kommt hier große Bedeutung zu.

Die Vorbehandlung der Leiterplatte soll optimale Verhältnisse für den aufzubringenden Lötstopplack schaffen, so dass dieser seine maximale Haftung und Endeigenschaften ausbilden kann. Neben dem eigentlichen Reinigen der Oberfläche von Rückständen aus vorgelagerten Prozessen oder Entfernen von evtl. Oxidschichten dient die Vorbehandlung auch zur Erzeugung einer definierten Oberflächenrauigkeit, die einen positiven Einfluss auf die Lackhaftung hat. Angemerkt sei hier, dass in der Regel eine mittlere Rauhtiefe von mind. $2\ \mu\text{m}$ ($0,8 - 1,2\ \mu\text{m}$ für flexibles Laminat) anzustreben ist, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Wichtige Kenngrößen in diesem Zusammenhang sind die Werte mittlere Rauigkeit (R_a) und gemittelte oder mittlere Rauhtiefe (R_z), siehe hierzu auch Punkt „Begriffe“.

Die Vorbehandlung dient auch dem Abrunden scharfer Leiterkanten. Da der Radius von Kanten umgekehrt proportional zur Kantenflucht, d. h. zum Zurückziehen des Lackes von Kanten, steht, werden bei runden Kanten eine günstigere Lackschichtdickenverteilung und eine bessere Kantenabdeckung erzielt. Diese Kantenabrundung ist in der Regel aber nur durch mechanische Vorbehandlungsmethoden möglich.

Unerwünschte Ergebnisse wie in den nachfolgend gezeigten Bildern lassen sich durch eine optimale Vorreinigung vermeiden.

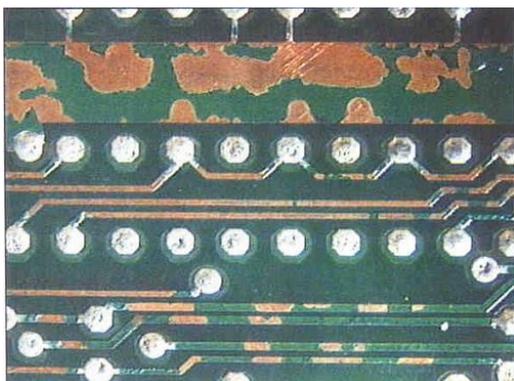


Abb. 1: Lackablösungen beim HAL-Prozess
(© Lackwerke Peters)

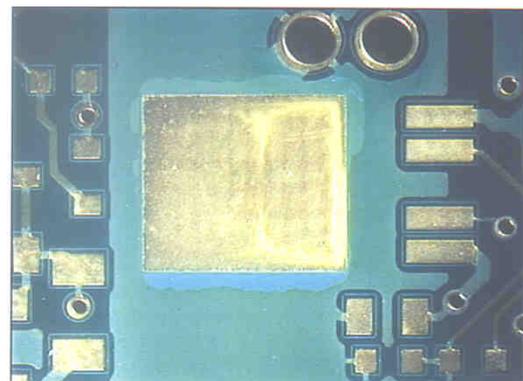


Abb. 2: Unterwanderung des Lackes nach ENiG
(© Lackwerke Peters)

Die nachfolgend aufgeführten Vorbehandlungsmethoden geben eine Übersicht über die am Markt erhältlichen und eingesetzten Verfahren. Welche Art der Vorbehandlung für welchen Anwendungsfall geeignet ist, hängt von vielen Faktoren ab, die zum Teil auch rein wirtschaftlicher Natur sind. Daher sollte eine entsprechende Auswahl immer unter Beachtung aller Faktoren getroffen werden.

Vorreinigungsmethoden für Leiterplatten

Grundsätzlich kann zwischen zwei verschiedenen Vorbehandlungsarten unterschieden werden: Zum einen die mechanischen Vorbehandlungen, bei denen durch verschiedene Methoden, in der Regel Sprühen von abrasiven Materialien oder durch spezielle Bürsten, eine Reinigung/Vorbehandlung der Oberfläche durchgeführt wird; zum anderen chemische Vorbehandlungen, bei denen durch entsprechende Chemikalien wie z. B. Säuren eine Reinigung/Vorbehandlung der Oberfläche erzeugt wird. Zum Teil werden auch chemische und mechanische Vorbehandlungsmethoden kombiniert.

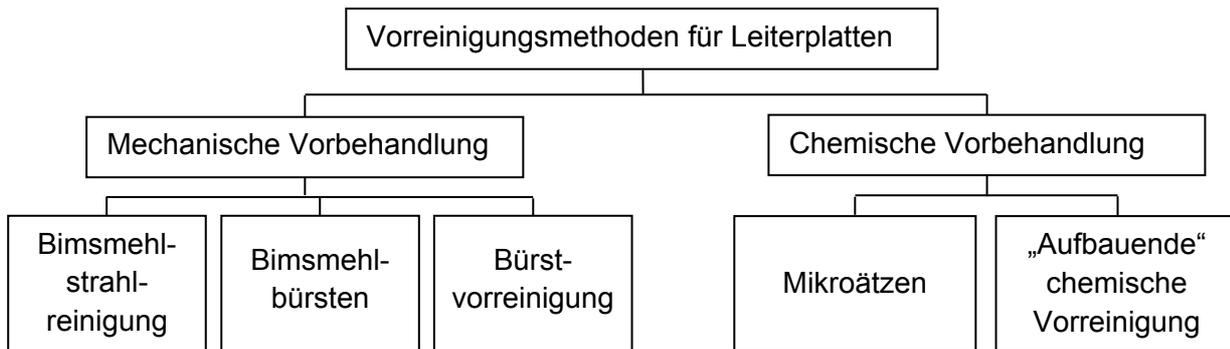


Abb. 3: Übersicht Vorreinigungsmethoden für Leiterplatten

Wie alle Prozesse so haben auch die verschiedenen Vorbehandlungsmethoden ihre Besonderheiten sowie Vor- und Nachteile, die wir nachfolgend kurz erörtern.

Mechanische Vorbehandlungsmethoden

Die mechanischen Vorbehandlungsmethoden gehören zu den klassischen Vorbehandlungsmethoden, die grob in die Reinigung mit einer Bürste und die Reinigung durch Sprühen von abrasiven Materialien eingeteilt werden können. Bei der Reinigung mit einer Bürste bestehen hinsichtlich der verwendeten Bürsten und Medien sowie der eingestellten Parameter aber deutliche Unterschiede, die sich auch auf die Ergebnisse auswirken.

Die klassische mechanische Vorbehandlung sorgt in der Regel für eine mechanische Reinigung der Oberfläche von organischen Rückständen und Oxidschichten und gleichzeitig für ein Aufrauhnen der Oberfläche und erzeugt somit die notwendige mittlere Rauhtiefe. Dabei kommt es zu einem Abtrag einer gewissen Menge Kupfer. Je nach eingestellten Parametern kann dieser bei bis zu 2 µm Kupfer liegen.

In der Regel können Leiterplatten, die einer mechanischen Vorbehandlung unterzogen werden, ohne Probleme alle Finish-Prozesse durchlaufen. Auf einige Einschränkungen wird im Folgenden gesondert hingewiesen.

(Bimsmehl-)Strahlreinigung

Bei der Strahlreinigung, auch „Strahlen“ genannt, wird ein Gemisch aus Wasser und Bimsmehl über eine Düsenanordnung mit hohem Druck auf die Leiterplattenoberfläche gesprüht. Diese Vorbehandlungsmethode ergibt eine gleichmäßige ebene Oberfläche. Da aber die Bimsmehlteilchen in der Regel eine recht abgerundete Geometrie aufweisen und aufgrund ihrer geringeren Härte nur einen minimalen Abtrag des Kupfers verursachen, bietet diese Vorbehandlungsmethode in der Regel keinen besonders guten Untergrund für eine nachfolgende Lötstopplackbeschichtung.

Insbesondere wenn die Oberfläche schon leicht oxidiert ist oder andere Verunreinigungen auf der Oberfläche vorhanden sind, kommt diese Vorbehandlungsmethode erfahrungsgemäß sehr schnell

an ihre Grenzen. Auch in Verbindung mit den heute üblichen chemischen Oberflächenfinish-Prozessen bietet diese „gehämmerte“ Kupferoberfläche nach dem Bimsmehlstrahlen keinen idealen Untergrund für einen Lötstopplack.

Bessere Ergebnisse können bei einer Kombination von Bimsmehlstrahlen mit einer chemischen Vorreinigungsmethode oder beim Einsatz von Korund (Aluminiumoxid) anstelle von Bimsmehl erreicht werden, wie auf den nachfolgenden Bildern zu sehen ist.



**Abb. 4: Cu-Oberfläche nach Bimsmehlstrahlen
2500-fache Vergrößerung
(© I.S. International Supplies s.r.l., Italien)**



**Abb. 5: Cu-Oberfläche nach Korundstrahlen
2500-fache Vergrößerung
(© I.S. International Supplies s.r.l., Italien)**

Aufgrund der deutlich höheren Härte von Korund und der in der Regel recht scharfkantigen Geometrie der einzelnen Teilchen wird hier eine deutlich höhere Oberflächenrauigkeit erreicht und die grundsätzliche Haftung des nachfolgend aufgebrachtten Lötstopplackes wird verbessert.

Da bei der Strahlreinigung ein Fest-Flüssig-Gemisch mit hohem Druck durch Rohrleitungen und Düsen gefördert werden muss, kommt es bei diesen Vorreinigungsanlagen häufig schon nach einem relativ kurzen Zeitraum zu Abnutzungserscheinungen, so dass der Austausch von Düsen etc. notwendig wird. Beim Einsatz des viel härteren Korund wird dies nochmals beschleunigt.

Nach dem Strahlen ist eine ausreichende Spülung mit demineralisiertem Wasser nach Möglichkeit in einer Hochdruckspüle mit bis zu 100 bar Wasserdruck vorzusehen, damit die Bimsmehl- oder Korundrückstände auch aus kleinen Bohrungen entfernt werden. Je kleiner der Lochdurchmesser bzw. je höher der Aspect Ratio, desto höher ist die Gefahr der Verstopfung mit Rückständen.

(Bimsmehl-)Bürsten

Beim Bimsmehlbürsten erfolgt die Vorbehandlung wie beim Bimsmehlstrahlen über ein Wasser-Bimsmehl-Gemisch. Im Gegensatz zur Strahlreinigung wird hier das Gemisch jedoch mit einem relativ geringen Druck kontinuierlich auf die Leiterplatte aufgebracht. Durch rotierende Nylonbürsten erfolgt eine mechanische Unterstützung der Reinigung der Kupferoberfläche. Dadurch ergeben sich deutlich bessere Reinigungsergebnisse als bei der Strahlreinigung alleine und die Oberfläche ist sozusagen „sandbehandelt“. Aufgrund der gleichmäßigen aber rauhen Oberfläche wird bei dieser Vorbehandlungsmethode im Allgemeinen eine sehr gute Haftung des nachfolgend aufgebrachtten Lötstopplackes erreicht. Weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass unterschiedliche Leiterplattendicken in der Regel ohne Justierung in der gleichen Maschine vorbehandelt werden können. Aufgrund der relativ weichen Nylonbürsten ist dies ohne Probleme möglich.

Wie auch beim Bimsmehlstrahlen ist nach dem Bimsmehlbürsten eine ausreichende Spülung mit demineralisiertem Wasser in einer Hochdruckspüle vorzusehen, um Bimsmehlrückstände zu entfernen.

Eine weitere Verbesserung der Haftung kann auch hier durch den Einsatz von Korund anstelle von Bimsmehl erreicht werden. Doch auch hier ist beim Einsatz von Korund mit einem insgesamt höheren Maschinenverschleiß zu rechnen.



Abb. 6: Cu-Oberfläche nach Bimsmehlbürsten
2500-fache Vergrößerung
 (© I.S. International Supplies s.r.l., Italien)

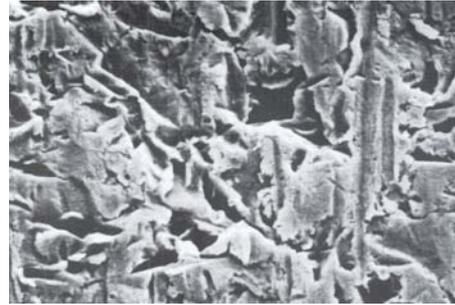


Abb. 7: Cu-Oberfläche nach Korundbürsten
2500-fache Vergrößerung
 (© I.S. International Supplies s.r.l., Italien)

Was beiden Vorbehandlungsmethoden, Strahlreinigung bzw. Bimsmehlbürsten, gemein ist, ist die relativ aufwendige Aufbereitung der verwendeten Suspension. Die bei der Vorbehandlung mitgenommenen Kupferbestandteile und sonstigen Verunreinigungen werden in einem separaten Prozess (Zentrifuge) von der Suspension getrennt. Die Suspension wird anschließend wieder dem Kreislauf zugefügt. Bei Verwendung von Korund wird dieser Prozess durch die hohe spezifische Dichte des Korund vereinfacht.

In der Regel wird bei der Bimsmehl Suspension eine Konzentration von 10 bis 16 % Bimsmehl angestrebt. Üblicherweise liegen die Werte bei etwa 12 %. Für Korund gelten ähnliche Angaben.

Ein weiterer Vorteil von Korund ist, dass man dieses in verschiedenen Körnungen und Formen beziehen kann, wodurch man den Vorreinigungsprozess den individuellen Bedürfnissen anpassen kann.

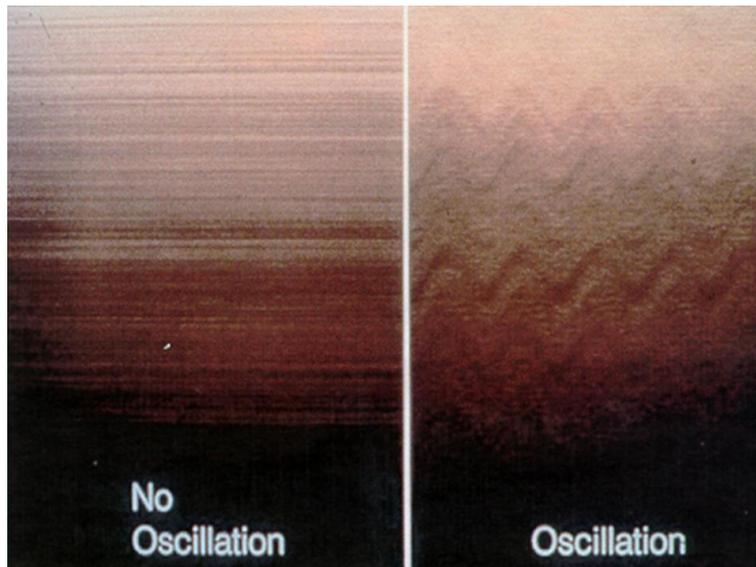
Grundsätzlich sind auch beim Bimsmehl verschiedene Körnungen auf dem Markt erhältlich, jedoch ergibt sich gerade beim Bimsmehl durch den hohen Verschleiß des Bimsmehls (weiche Bimsmehteilchen werden gebrochen bzw. rund geschliffen) relativ schnell eine andere Körnung und eine andere Teilchenform, wodurch ein entsprechender Austausch des Bimsmehls notwendig wird. Auch hier liegt ein Vorteil für das härtere Korund.

Bürstvorreinigung

Bei der Bürstvorreinigung kommen verschiedenste mit Schleifmittel imprägnierte Bürsten zum Einsatz. Aufgrund der in der Regel hohen Drehzahl und des einstellbaren Bürstendrucks werden in Abhängigkeit des gewählten Bürstentypes gute bis sehr gute Ergebnisse in Bezug auf Oberflächenrauigkeit und Haftung des anschließend aufgebrachtten Lötstopplackes erreicht. Dabei spielt auch die Oszillation der Bürsten (Bewegung quer zur Vorschubrichtung) sowie die Laufrichtung der Bürstwalze eine wichtige Rolle. Die Oszillation sorgt u. a. dafür, dass sich die Bürste gleichmäßig abnutzt und das ein gleichmäßiger Bürststrich, sprich eine gleichmäßige Rauigkeit, erreicht wird.



Abb. 8: Cu-Oberfläche nach Bürstvorreinigung
 (© Falkenrich, Iserlohn, Deutschland)



**Abb. 9: Vergleich der Cu-Oberfläche nach Bürstvorreinigung ohne und mit oszillierender Bürste
(© Falkenrich, Iserlohn, Deutschland)**

Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Bürstentypen und den einzustellenden Parametern wie z. B. dem Bürstendruck, Oszillation, Einstellung der Gegendruckwalze, Vorschubgeschwindigkeit etc. ist die Qualität des Bürstergebnisses auch stark von der Erfahrung des Bedieners abhängig.

Grundsätzlich sind die Ergebnisse in Bezug auf Oberflächenrauigkeit, Gleichmäßigkeit der Oberfläche und der Haftung des nachfolgend aufgetragenen Lötstopplackes bei der klassischen Bürstvorbehandlung als gut bis sehr gut zu bezeichnen. Nachteile bei dieser Art der Vorbehandlung liegen vor allem in der Tatsache, dass die Bürstenabstände für jede Leiterplattendicke entsprechend eingestellt werden müssen.

Chemische Vorbehandlungsmethoden

Die Auswahl an unterschiedlichen chemischen Vorbehandlungsmethoden, die auf dem Markt erhältlich sind, ist groß und eine direkte Unterscheidung der verschiedenen Produkte ist relativ schwierig. Daher geht man bei der Unterscheidung der chemischen Vorbehandlungsmethoden nach den sogenannten „abtragenden Methoden“ (Mikroätzen), die in der Regel keinen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf die Oberflächentopographie haben, und den sogenannten „aufbauenden“ Methoden, die eine starke Veränderung der Oberflächentopographie zur Folge haben.

Mikroätzen

Unter dem Begriff „Mikroätzen“ werden allgemein alle Vorreinigungsmethoden zusammengefasst, bei denen es durch den Angriff von Säuren (z. B. $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$) und anderen Chemikalien (z. B. NaPS, Natriumperoxodisulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) zu einem Abtrag des Kupfers kommt. Der dabei erzielte Abtrag ist sehr gleichmäßig und liegt bei $1 \pm 0,2 \mu\text{m}$ Kupfer. Aufgrund des gleichmäßigen Kupferabtrags ist der Einfluss der Mikroätzen auf die Oberflächentopographie in der Regel sehr gering. Die sich nach Mikroätzen ergebende mittlere Rauhtiefe ist daher stark abhängig von der Rauhtiefe der Leiterplatte vor der Mikroätze. Auf das Abrunden von Leiterkanten haben die Mikroätzen keine Wirkung, so dass hier oftmals sehr scharfe Leiterkanten verbleiben. Da die Mikroätzen nur das Kupfer angreifen und mögliche Oxidschichten entfernen, kann es vorkommen, dass organische Verunreinigungen, wie z. B. Fingerabdrücke, die durch das Handling der Leiterplatten entstehen, nicht entfernt werden. Hier ist eine vorgeschaltete Entfettung der Leiterplatte notwendig, um Rückstände wie Fette, Öle oder andere organische Verunreinigungen zu entfernen.

Allgemein bieten die Mikroätzen nur eine beschränkte Wirkung hinsichtlich der notwendigen Vorbereitung der Kupferoberfläche auf die Lötstopplackapplikation. Aufgrund der Ergebnisse, die mit dieser Art der Vorreinigung erzielt werden, beschränkt sich ihr Einsatz wenn überhaupt auf Leiterplatten, die später ein OSP-Finish (Organic Solderability Preservative) erhalten.

Oftmals werden Mikroätzen auch in Kombination mit mechanischen Vorbehandlungsmethoden eingesetzt, um anhaftende Oxidschichten auch zwischen Leitern zu entfernen.

„Aufbauende“ chemische Vorreinigungsmethoden

Unter den sogenannten „aufbauenden“ chemischen Vorreinigungen werden Methoden zusammengefasst, bei denen der Aufbau einer gezielten Oxidschicht bzw. kein gleichmäßiger Abtrag des Kupfers erfolgt. Hierzu gehören die sogenannten Schwarz- und Braunoxidmethoden sowie die Methoden, die nach speziellen Ätzprinzipien arbeiten.

Alle diese Methoden haben gemeinsam, dass mit ihnen eine sehr starke Veränderung der Oberflächentopographie und Oberflächenrauigkeit erreicht werden kann. Normalerweise werden diese Methoden für die Vorbehandlung von Multilayer-Innenlagen verwendet, wo beim Verpressen der einzelnen Lagen sehr hohe Haftkräfte gefordert werden.

Mit der Weiterentwicklung dieser Systeme haben diese auch den Einzug in die Leiterplattenvorbehandlung vor der Lötstopplackapplikation gefunden.

Während Braunoxid- und Schwarzoxidprozesse (auf dem Markt unter diversen Handelsnamen erhältlich) einen geringeren Anteil in der Vorbehandlung von Leiterplatten vor der Lötstopplackapplikation einnehmen (hier kommt es aufgrund der erzielten Oberflächenstruktur zu Problemen beim Entwicklungsprozess oder beim späteren Oberflächenfinish-Prozess), haben sich die Prozesse, die nach speziellen Ätzprinzipien verfahren, im Laufe der Zeit in immer mehr Fertigungen etabliert und bewiesen. Diese Methoden arbeiten in der Regel nach der sogenannten Korngrenzenätzung (siehe hierzu Punkt „Begriffe“), wodurch sehr gute Ergebnisse hinsichtlich der Oberflächenrauigkeit erreicht werden, die zu einer exzellenten Haftfestigkeit des nachfolgend aufgetragenen Lötstopplackes führen.

Zum Vergleich kann man auf den folgenden Bildern die sich ergebende Oberflächenstruktur von Mikroätzen (am Beispiel von NaPS bzw. einer sauren Ätze) und einer Korngrenzenätzung (hier: MECetchBOND MEB) sehen:

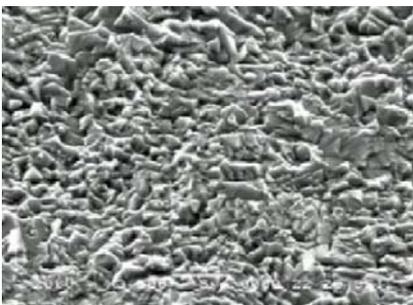


Abb. 10: Cu-Oberfläche nach NaPS

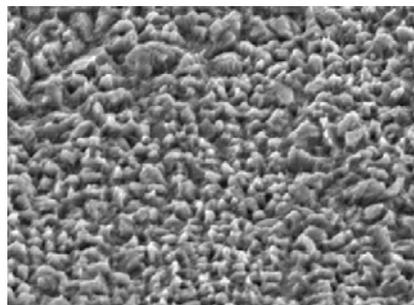


Abb. 11: Cu-Oberfläche nach H_2SO_4/H_2O_2



Abb. 12: Cu-Oberfläche nach MECetchBOND MEB

3500-fache Vergrößerung (© MEC Europe NV, Gent, Belgien)

Durch die deutliche Verbesserung der Lötstopplackhaftung wird auch ein Anstieg in der Beständigkeit des Gesamtaufbaus z. B. in chemischen Oberflächenfinish-Prozessen erreicht. Dadurch ist es möglich, dass selbst mit geringem Nasslackgewicht gute Beständigkeiten in Ni/Au- oder CSN-Prozessen erzielt werden können.

Dieser Einsparung stehen natürlich die Kosten für diese Verfahren gegenüber. Da es sich um mehrstufige Prozesse handelt, bei denen teilweise nur spezielle Materialien verwendet werden können, müssen hier zunächst entsprechende Investitionen für das Equipment getätigt werden und die Kosten für die Prozesschemikalien sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Auch wenn die Kosten deutlich über denen von Mikroätzen oder Bürstverfahren liegen, so rentieren sich diese Verfahren jedoch im allgemeinen recht schnell durch geringere Ausschussraten in den Folgeprozessen sowie einem geringeren Bedarf an Lötstopplack. Dies sollte bei einer Abwägung der Kosten für solche Vorbehandlungsprozesse mit berücksichtigt werden.

Des Weiteren existieren Anwendungen, bei denen der Einsatz dieser speziellen Vorbehandlungsmethoden notwendig oder vorgeschrieben ist, da die Anforderungen an die fertige Baugruppe hinsichtlich Temperaturbeständigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit, Klimabeständigkeit usw. es notwendig machen. Insbesondere seien hier die Forderungen nach der Dauertemperaturbeständigkeit von bis zu 2 000 Stunden bei 150°C genannt sowie die Temperaturwechselbeständigkeit von -40 °C bis +150 °C mit einer Haltezeit von 30 min und einer Umlagerungszeit < 10 s und dies bis zu 2 000 Zyklen bei gleichzeitig exzellenter Haftung.

Neben dem hier als Beispiel genannten MECetchBOND-Verfahren von MEC Europe gibt es noch andere vergleichbare Vorreinigungsverfahren wie z. B. FerroEtch von Atotech oder MultiPrep von MacDermid.

Trocknung nach Vorreinigung

Aufgrund des großen Einflusses der Trocknung der Leiterplatten nach der Vorreinigung auf die Haftung des Lötstopplackes wird dieses Thema in einem gesonderten Kapitel behandelt.

Grundsätzlich muss die Leiterplattenoberfläche nach der Vorbehandlung trocken sein, um Probleme bei der Benetzung des nachfolgend aufgebracht Lötstopplackes zu vermeiden und um eine einwandfreie Haftung des Lötstopplackes gerade in den chemischen Oberflächenfinish-Prozessen zu erreichen. Aber auch beim HAL-Verfahren kann es hier zu Problemen kommen. Dabei können schon geringste Mengen an verbleibender Feuchtigkeit, speziell auch in den Bohrungen, zu erheblichen Haftungsproblemen führen. Es muss daher auch besonders auf die Trocknung der Leiterplatte in den Bohrungen geachtet werden.

Bewährt haben sich hier in der Vergangenheit Systeme, die sowohl mit einem Heißluftgebläse als auch mit einem Vakuumsystem arbeiten, bei denen sozusagen die Bohrungen leer gesaugt werden. Bei beiden Systemen haben sich auch sogenannte Schlitzsysteme bestens bewährt, da hier in einem sehr kleinen Bereich besonders effektiv getrocknet werden kann. Mehr und mehr haben sich die sogenannten „IBM-Düsen“ etabliert, bei denen die Luft unter hohem Druck durch feine Öffnungen gepresst wird. Durch die entstehende Reibung wärmt sich dabei die Luft sehr stark auf, wodurch der Einsatz zusätzlicher Heizelemente entfällt. Gespeist werden diese „IBM-Düsen“ über Seitenkanalverdichter. Dem Vorteil, dass zusätzliche Heizelemente entfallen, steht der Platzbedarf der Seitenkanalverdichter gegenüber.

Aber auch wenn eine Leiterplatte nach dem Auslaufen aus der Vorreinigung trocken und oberflächlich in Ordnung erscheint, können sich Probleme ergeben. Dies liegt oftmals an der Verwendung von normalem „Stadtwater“ zur Spülung der Leiterplatte. Je nach Gebiet können in diesem „Stadtwater“ höhere Anteile von Salzen oder Kalk enthalten sein. Bei der anschließenden Trocknung kommt es zum Austrocknen des verbliebenen Wasserfilmes und zum Verbleib dieser Salze oder des Kalk auf der Kupferoberfläche, was die Haftung des Lötstopplackes beeinträchtigt und möglicherweise zu Problemen in den Finish-Prozessen führt.

Es ist daher unabdingbar, regelmäßige Kontrollen der Qualität des Spülwassers durchzuführen. Schwankungen im „Stadtwasser“ können zu schwankenden Ergebnissen führen, die dann oftmals zu Problemen und Ausfällen führen.

Um optimale Spülergebnisse und eine möglichst reine Oberfläche zu erhalten, empfiehlt sich der Einsatz von deionisiertem bzw. voll-entsalztem Wasser zumindest in der letzten Spülzone. Auch wenn dies höhere Kosten bedeutet, rechnet sich dies in der Regel durch den Anstieg der Prozesssicherheit und durch das Ausbleiben von teuren Ausfällen.

Überprüfung der Benetzbarkeit

Auch wenn die Ergebnisse am Ende der Leiterplattenproduktion zeigen, ob die gewählte Vorbehandlungsmethode die richtige Wahl ist, so kann man schon direkt nach der Vorbehandlung durch einfache und kurze Tests tendenziell die Sauberkeit (Fettfreiheit) und Benetzbarkeit der Kupferoberfläche prüfen. Beim sogenannten Wasserbenetzungstest wird Wasser vorzugsweise auf eine Kupferfläche aufgebracht und das Ablaufverhalten überprüft. Sofern das Wasser sich vollständig über die Fläche verteilt und auch vollflächig, d. h. ohne Tropfen- oder Rinnsalbildung, abläuft, kann man in der Regel von einer guten Benetzbarkeit und entsprechender Sauberkeit der Oberfläche ausgehen. Sollte sich Wasser jedoch zu einzelnen Tropfen sammeln und mehr oder weniger von der Kupferoberfläche abperlen, muss die Vorreinigung überprüft werden, da dies auf Benetzungsstörungen hinweist.

Gleiches kann man auch mit einem Filzschreiber oder „Edding-Stift“ durchführen. Dabei sollte es zu einer Spreitung (Verlaufen) des aufgetragenen Striches kommen.

Schlussbetrachtung

Welcher Vorbehandlungsmethode man den Vorzug gibt, hängt von zahlreichen Faktoren ab, zu denen neben der Art der Oberflächenfinish-Prozesse und der erzielbaren Qualität natürlich auch Kostenaspekte zählen.

Die RoHS-Richtlinie (EU-Richtlinie 2011/65/EU „Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment“) und die sich daraus ergebenden Änderungen sowohl in der Leiterplattenfertigung als auch im Bereich der Bestückung führen insgesamt zu höheren Anforderungen hinsichtlich der Vorbehandlung. Die deutlich höheren Temperaturen beim HAL-Prozess als auch bei den bleifreien Lötprozessen in der Bestückung oder die alternativ gewählten Oberflächenfinish-Prozesse wie Nickel/Gold oder chem. Zinn führen letztendlich zu einer höheren Belastung des Lötstopplackes und fordern insgesamt eine höhere Beständigkeit.

Im speziellen ist hier der chem. Zinn-Prozess zu nennen. Für die bleifreien Lötprozesse bei der Bestückung ist im Gegensatz zu den bleihaltigen Lötprozessen eine deutlich höhere Zinnschicht von bis zu 1,2 µm notwendig (früher 0,6 bis 0,8 µm). Diese hohe Zinnschicht wird durch deutlich verlängerte Kontaktzeiten und/oder aggressivere Chemikalien erreicht. Die dadurch vermehrte Belastung für den Lötstopplack und dessen Haftung auf dem Untergrund ist nicht unerheblich.

Das Thema Vorreinigung hat somit durch die RoHS-Richtlinie noch an Bedeutung gewonnen und muss unter den sich ergebenden neuen Bedingungen betrachtet werden.

Grundsätzlich haben sich, unter Berücksichtigung aller Faktoren, neben den klassischen Vorbehandlungsmethoden mit mechanischer Unterstützung (Bürstprozesse, Bimsmehl-/Korundbürsten) gerade auch die modernen chemischen Vorreinigungsmethoden (auf Basis der Korngrenzenätzung) bewährt. Auch im Hinblick auf Dauertemperaturbelastung (z. B. 2000 h bei 150 °C) der Leiterplatte/Baugruppe oder auch der Temperaturschockbelastung (-40 °C/150 °C, Haltezeit je 30 min, 10 s Umlagerungszeit) wird die Vorreinigung immer wichtiger; und auch hier zeigen neben den klassischen Methoden gerade die chemischen Vorreinigungsmethoden ihre Leistungsfähigkeit.

Unsere **Anwendungstechnische Abteilung (ATA)** unterstützt Sie gerne bei der Auswahl, Optimierung oder Erweiterung eines geeigneten Vorreinigungsprozesses sowie bei Versuchen und der Wahl des richtigen Equipments.

Begriffe

Im Folgenden werden einige vorab verwendete Begriffe näher erläutert; weitere Informationen finden Sie z. B. auch in der DIN EN ISO 4287 „Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren - Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit“.

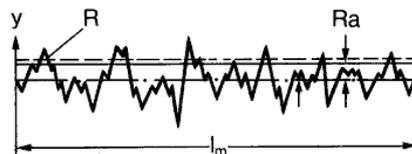
- **Rauhigkeit**

Die Rauhigkeit bezeichnet die Unebenheiten der Oberfläche. Zur Charakterisierung der Rauhigkeit werden unterschiedliche Berechnungsverfahren herangezogen die jeweils auf die unterschiedlichen Eigenheiten der Oberfläche Rücksicht nehmen. Die üblichsten Bezeichnungen bzw. Rauhigkeitskennwerte sind R_a (mittlere Rauhigkeit) und R_z (gemittelte Rauhtiefe).

- **R_a , Mittenrauhwert oder mittlere Rauhigkeit**

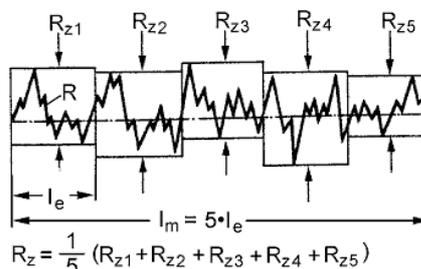
R_a ist der rechnerische Mittelwert aller Abweichungen des Rauheitsprofils von der mittleren Linie der definierten Bezugsstrecke. R_a entspricht theoretisch dem Abstand mehrerer Linien, die sich bilden, wenn die Berge oberhalb der Mittellinie und die Täler unterhalb der Mittellinie in gleich große Rechtecke verwandelt würden.

$$R_a = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |y| dx$$



- **R_z , mittlere Rauhtiefe**

R_z ist der Mittelwert aus Einzelrauhtiefen 5 aufeinander folgender Einzelmessstrecken im Rauheitsprofil. Die Extremwerte in jedem Messabschnitt werden addiert und die Spannweite durch



die Anzahl der Messabschnitte dividiert.

- **Optisches Interferenzverfahren**

Neben Tastschnittverfahren und REM-Analyse ist das optische Interferenzverfahren zur Bestimmung von Rauhigkeitswerten geeignet. Nachfolgend finden Sie die Darstellung von Kupferoberflächen, die verschiedenen Vorbehandlungsmethoden unterzogen wurden:

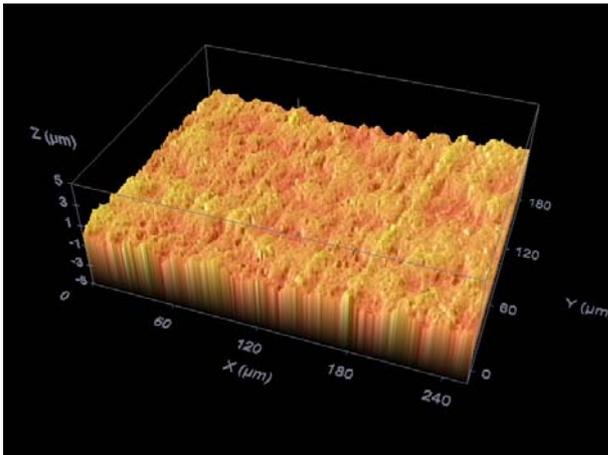


Abb. 13: Bimsstrahlen
(© Atotech Deutschland GmbH, Basel, Schweiz)

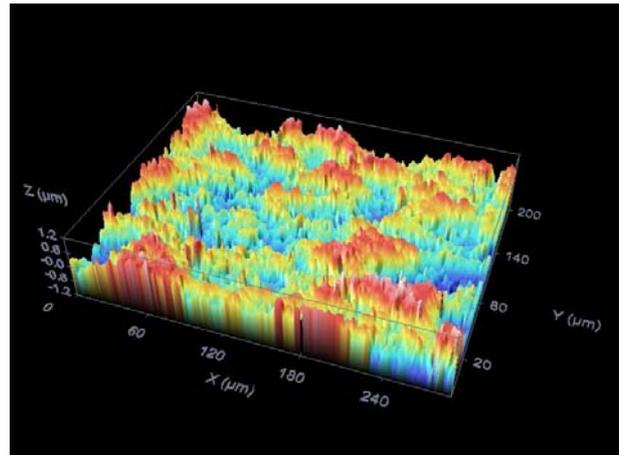


Abb. 14: Bimsbürsten
(© Atotech Deutschland GmbH, Basel, Schweiz)

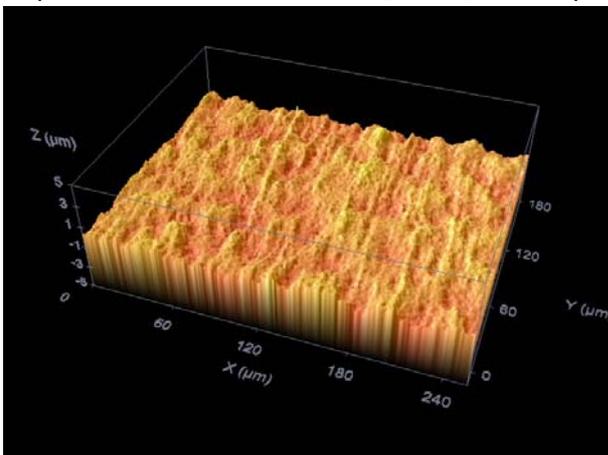


Abb. 15: Handelsübliche Mikroätze
(© Atotech Deutschland GmbH, Basel, Schweiz)

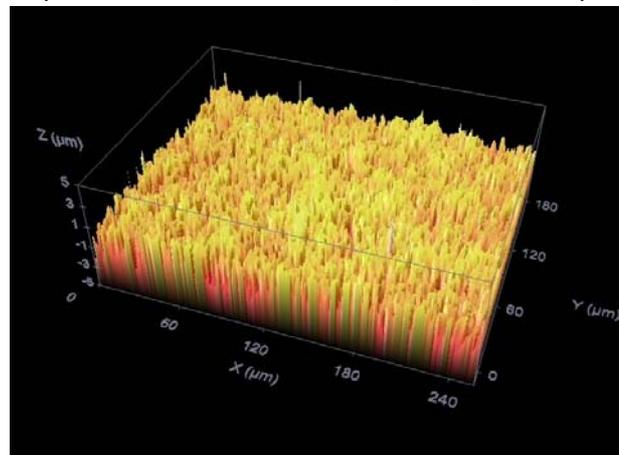


Abb. 16: Ferro Etch, Atotech
(© Atotech Deutschland GmbH, Basel, Schweiz)

- **Korngrenzenätzung**

Metalle liegen bei Raumtemperatur in der Regel als Gefüge aus verschiedenen Kristallen (Körnern) vor. Bei der Korngrenzenätzung werden nun bevorzugt diese Kontaktflächen zwischen den einzelnen Kristallen (Korngrenze) angegriffen. Daraus ergibt sich eine entsprechend hohe Rauigkeit der Oberfläche im Vergleich zur Kornflächenätzung (Mikroätze), bei der mehr oder weniger das Metall parallel zur Oberfläche abgetragen wird.

- **Elektrischer Leitwert (Spülwasser)**

Der elektrische Leitwert ist der Kehrwert des elektrischen Widerstandes und gibt an, wie gut der Strom geleitet wird. In wässrigen Medien wie z. B. dem Spülwasser in Bürstanlagen wird dieser Leitwert durch Verunreinigungen (Salze, Kalk, etc.) erhöht. Ein hoher Leitwert bedeutet somit eine starke Verunreinigung des Spülwassers.

- **Oberflächenspannung/Grenzflächenspannung**

Die Grenzflächenspannung einer Flüssigkeit zur Grenzfläche Luft wird als Oberflächenspannung bezeichnet. Sie ist per Definition eine Energiegröße (pro Flächeneinheit) und umschreibt die Arbeit, die zu einer Oberflächenvergrößerung notwendig ist. Die Oberflächenspannung ist u. a. dafür verantwortlich, dass sich Wasser im freien Fall zu Tropfen zusammenzieht oder auch dass Insekten auf Wasser laufen können. Bei der Benetzung eines festen Stoffes durch eine Flüssigkeit spielt die Differenz ihrer Oberflächenspannungen eine wichtige Rolle. Dies lässt sich qualitativ auf einige wenige Praxisregeln reduzieren:

- Substrate mit hoher Oberflächenspannung lassen sich leicht benetzen
- Flüssigkeiten mit niedriger Oberflächenspannung benetzen leicht
- Eine ideale Benetzung erfolgt, wenn die Oberflächenspannung der Flüssigkeit deutlich kleiner ist als die Grenzflächenspannung des Festkörpers.

Wenn sich die Oberflächenspannung des Substrates dem Wert der Flüssigkeit nähert, wird die Benetzung schlechter; ist die Oberflächenspannung des Substrates kleiner, findet keine Benetzung mehr statt. Da Metalle in der Regel sehr hohe Werte für die Oberflächenspannung aufweisen, lassen sich diese auch sehr gut benetzen. Kunststoffe hingegen haben deutlich niedrigere Werte für die Oberflächenspannung und lassen sich dementsprechend schlechter benetzen.

Quellen

Atotech Deutschland GmbH Electronics Materials

Zweigniederlassung Basel (F+E), Mattenstrasse, 4058 Basel, Schweiz

www.atotech.com

Falkenrich GmbH

Oststrasse 30, 58636 Iserlohn, Deutschland

www.falkenrich.de

I.S. International Supplies s.r.l., Italien

<http://www.internationalsupplies.it>

Lackwerke Peters GmbH + Co KG

Hooghe Weg 13, 47906 Kempen, Deutschland

www.peters.de

MEC Europe NV

Kaleweg 24-26, 9030 Gent, Belgien

www.mec-co.com

Haftungsausschluss

Beschreibungen und Ablichtungen unserer Ware und Produkte in technischen Unterlagen, Katalogen, Prospekten, Rundschreiben, Anzeigen, Preislisten, Webseiten, Datenblättern, Informationsblättern, insbesondere die in dieser Druckschrift genannten Informationen, sind unverbindlich soweit ihr Einbezug in den Vertrag nicht ausdrücklich vereinbart wurde. Das gilt auch in Bezug auf etwaige Schutzrechte Dritter.

Die Produkte sind ausschließlich für die im jeweiligen Merkblatt angegebenen Anwendungen vorgesehen. Sie befreien den Kunden nicht von eigenen Prüfungen insbesondere im Hinblick auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung unserer Produkte und der aufgrund unserer anwendungstechnischen Beratung von Ihnen hergestellten Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich in Ihrem Verantwortungsbereich. Der Verkauf unserer Produkte erfolgt nach Maßgabe unserer jeweils aktuellen Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.

Haben Sie noch Fragen?

Wir beraten Sie gerne und helfen Ihnen bei der Lösung Ihrer Probleme. Auf Anfrage senden wir Ihnen Muster und Technische Druckschriften zu.