

AI 1/1: Verarbeitungshinweise für ELPEGUARD® Schutzlacke (Dünnschichtlacke)

Diese Applikations-Information enthält ausführliche und vertiefende Informationen, die für eine sichere und zuverlässige Verarbeitung unserer **ELPEGUARD® Schutzlacke** unbedingt zu beachten sind, um ein optimales Beschichtungsergebnis zu ermöglichen. Abweichungen von diesen Empfehlungen können prozessbedingt erforderlich sein; die Beschichtungsergebnisse sind durch Qualifikationsprüfungen zu verifizieren.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines	2
Schematische Darstellung des Produktionsablaufs	3
Lackvorbereitung	4
Einstellen der Verarbeitungsviskosität	4
Vorreinigen	5
Hinweise für die Lackierung von Oberflächen mit No-Clean-Flussmitteln	7
Hinweise für die Lackierung von Lötstopplackoberflächen	7
Beschichten	7
Sicherheitshinweise	8
Maßnahmen zum Schutz vor Feuchtigkeit	9
Applikation von ELPEGUARD® Schutzlacken	9
ELPEGUARD® Gele für Dam-and-Fill-Applikationen	9
Vor- und Nachteile der verschiedenen Beschichtungsverfahren	9
Auftrag per Pinsel/Streichen	10
Tauchlackieren	10
Automatische selektive Beschichtung	12
Sprühen mit Spraydosen	13
Lohnbeschichtung	13
Ablüften	13
Trocknung/Aushärtung	13
Physikalische Trocknung	14
Oxidative Härtung	16
Überprüfen der Trocknung/Aushärtung auf Vollständigkeit	16
Reinigen von Anlagen	16
Troubleshooting	17
Auftrag zu hoher Lackschichten/Doppellackierung	17
Zu frühes Kapseln der lackierten Baugruppen	18
Weiße Ablagerungen nach zu frühem Kapseln	18
Schutzlackierung von BGAs	19
Besonderheiten beim Einsatz der Reihe ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO	19
Entfernen der Lackschicht zu Reparaturzwecken	20
Optische Kontrolle	20
Literaturhinweise	21
Haftungsausschluss	21

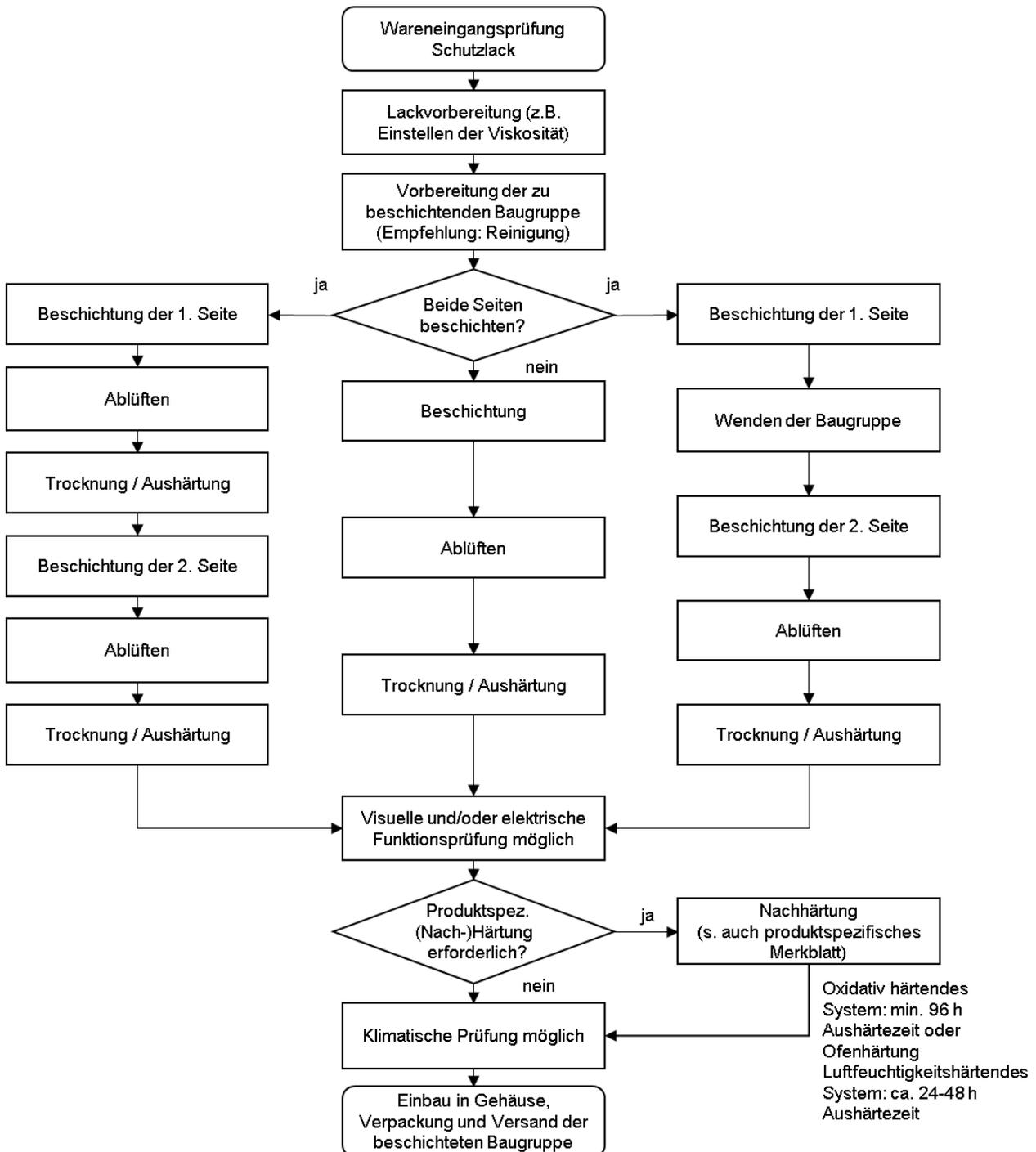
Allgemeines

ELPEGUARD® Schutzlacke werden zum Schutz und zur Isolierung bestückter Leiterplatten eingesetzt, so dass diese höhere Anforderungen an Zuverlässigkeit und Lebensdauer erfüllen können. Aufgrund der sehr guten Beständigkeit gegen Feuchtigkeit und Schwitzwasser ist ein ausgezeichneter Korrosionsschutz (z. B. E-Korrosion und Migration) möglich.

Der gesamte Herstellungs- und Verarbeitungsprozess einer Baugruppe – nicht nur die Schutzlackierung – muss kritisch betrachtet und optimiert werden, damit sie unter den geforderten Bedingungen ihre Funktionstüchtigkeit über eine möglichst lange Lebensdauer behält. Bereits die Auswahl des Basismaterials sowie des Lötstopplacks, das Leiterplattenlayout und der Lötprozess haben einen z. T. beträchtlichen Einfluss auf die klimatische Belastbarkeit der Baugruppe.

Die Beschichtung mit Schutzlack stellt einen ganz entscheidenden Prozessschritt dar: Das Entfernen von Rückständen, die zu einer Beeinträchtigung der Haftung und der isolierenden Eigenschaften führen können, die prozesssichere, fehlerfreie Verarbeitung und die vollständige Aushärtung, um optimale Isoliereigenschaften zu erreichen, sind als wesentliche Faktoren zu nennen, um eine leistungsfähige Schutzlackbeschichtung zu realisieren.

Schematische Darstellung des Produktionsablaufs



Bei den Prozessschritten Beschichten, Ablüften und Trocknen / Aushärten sind prozessspezifische Verarbeitungsparameter festzulegen, die im Rahmen der Qualifikation des Prozesses und der daraus resultierenden Beschichtungsergebnisse individuell auf die jeweilige Anlage abgestimmt werden müssen.

Wird die 2. Seite direkt im Anschluss an die erste Seite beschichtet, so ist auf der ersten Seite eine Schichtdicke aufzutragen, die das Abtropfen des Lackes vermeidet, um so den Reinigungsaufwand für die Anlage zu minimieren.

Bei der Qualifizierung eines Lacksystems müssen die Baugruppen unter den späteren Einsatzbedingungen geprüft werden, um die Eignung des Schutzlacks für den speziellen Anwendungsfall zu bestätigen. Beachten Sie hierzu auch die Hinweise unter dem Punkt „Vorreinigen“.

Qualifizierungsprüfungen sind erst nach der vollständigen Trocknung/Aushärtung durchzuführen (Entsprechende Hinweise zum Prüfungszeitpunkt finden Sie in den Technischen Merkblättern der verschiedenen Schutzlacke).

Lackvorbereitung

Vor der Verarbeitung müssen die **ELPEGUARD®** Schutzlacke sowie die benötigte Verdünnung auf Raumtemperatur gebracht werden. Zweckmäßigerweise werden die Gebinde, die verarbeitet werden sollen, am Vortag in einen Raum gebracht, dessen Temperatur der des Verarbeitungsraumes entspricht.

Einstellen der Verarbeitungsviskosität

Jedes Auftragsverfahren erfordert eine spezielle Verarbeitungsviskosität, um ein optimales Beschichtungsergebnis zu erzielen. Für fast alle Schutzlackreihen stehen „ready-to-use“ Viskositätseinstellungen zur Verfügung, die auf die unterschiedlichen Beschichtungsverfahren abgestimmt und im Anlieferungszustand zu verarbeiten sind.

Alternativ kann die Verarbeitungsviskosität eingestellt werden, indem man die produktspezifische Verdünnung zugibt und homogen mit dem Lack vermischt. Die Bezeichnung der erforderlichen Verdünnung finden Sie im jeweiligen Technischen Merkblatt des Schutzlacks sowie auf den Produktetiketten.

- Halten Sie Verarbeitungsparameter in Tabelle 1 ein. Von Tabelle 1 abweichende Angaben finden Sie im jeweiligen Technischen Merkblatt des Schutzlacks.
- Kontrollieren Sie die Viskosität regelmäßig, um reproduzierbare Schichtdicken zu erhalten.

Tabelle 1: Verarbeitungsparameter für die ELPEGUARD® Schutzlacke (sofern im Technischen Merkblatt nichts anderes angegeben wird)

Auftragsverfahren	Verarbeitungsviskosität Auslaufzeit bei Verarbeitungstemperatur		Verarbeitungstemperatur
	DIN 53 211 4-mm-Auslaufbecher	DIN EN ISO 2431 5-mm-Auslaufbecher	
Streichen	30–40 s	39–54 s	20–30 °C*
Tauchen	20–30 s	24–39 s	20–30 °C*
automatische selektive Beschichtungsverfahren	Keine generellen Empfehlungen möglich; Parameter sind für die jeweilige Anlage in Vorversuchen zu optimieren. Bei Fragen berät Sie gerne unsere Anwendungstechnische Abteilung (ATA).		

* Die Verarbeitungstemperatur sollte mind. 5 °C unterhalb des Flammpunktes liegen.

Die Messung der Viskosität als Auslaufzeit wird wie folgt mit Auslaufbechern gemäß DIN 53 211 oder ISO 2431 durchgeführt:

- Hängen Sie den Auslaufbecher so in ein Ringstativ oder Temperiergefäß, dass die Oberkante waagrecht ausgerichtet ist.
- Verschließen Sie die Düse (mit dem Finger).
- Füllen Sie den Becher vollständig mit Lack.
- Schieben Sie eine Glasplatte auf, so dass überschüssiger Lack in den äußeren Becherrand befördert und der Becher geschlossen wird. Ziehen Sie die Glasplatte waagrecht ab.
- Geben Sie die Düse frei und betätigen Sie gleichzeitig die Stoppuhr.
- Stoppen Sie die Zeitmessung, sobald der Flüssigkeitsstrahl zum ersten Mal abreißt.

Die gemessene Zeit ist die Auslaufzeit in Sekunden.

→ Führen Sie die Messung dreimal durch und mitteln die Messwerte.

Wenn ein Schutzlack unterhalb der angegebenen Verarbeitungstemperaturen verarbeitet wird, verlängert sich u. U. die Trocknungszeit und die Viskosität steigt stark an, d. h. der Lack wird zähflüssiger, so dass er sich sehr schlecht verarbeiten lässt. Bei Verdünnungszugabe sinkt der Festkörpergehalt, so dass die Lackschicht dünner wird.

Temperaturen oberhalb der angegebenen Verarbeitungstemperaturen bewirken, dass die Viskosität stark abfällt und der Lack zu schnell trocknet. Das bedeutet, dass der Lack nicht mehr optimal verläuft und die Filmbildung zu schnell einsetzt. Unter Bauelementen eingeschlossene Luft kann nicht entweichen.

Die Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der Lackviskosität (Auslaufzeit) und der Temperatur bzw. der Menge an zugegebener Verdünnung (bezogen auf die Viskosität im Anlieferungszustand) am Beispiel des Schutzlacks **ELPEGUARD® SL 1301 ECO-FLZ**. Auf Anfrage stellen wir Ihnen gerne Viskositätsdiagramme für andere Lacksysteme zur Verfügung. Je ein beispielhaftes Viskositätsdiagramm befindet sich im jeweiligen Technischen Merkblatt des Schutzlacks.

Bei Zugabe von 20 Gew.-% Verdünnung ist das Mischungsverhältnis von Schutzlack zu Verdünnung 4 : 1.

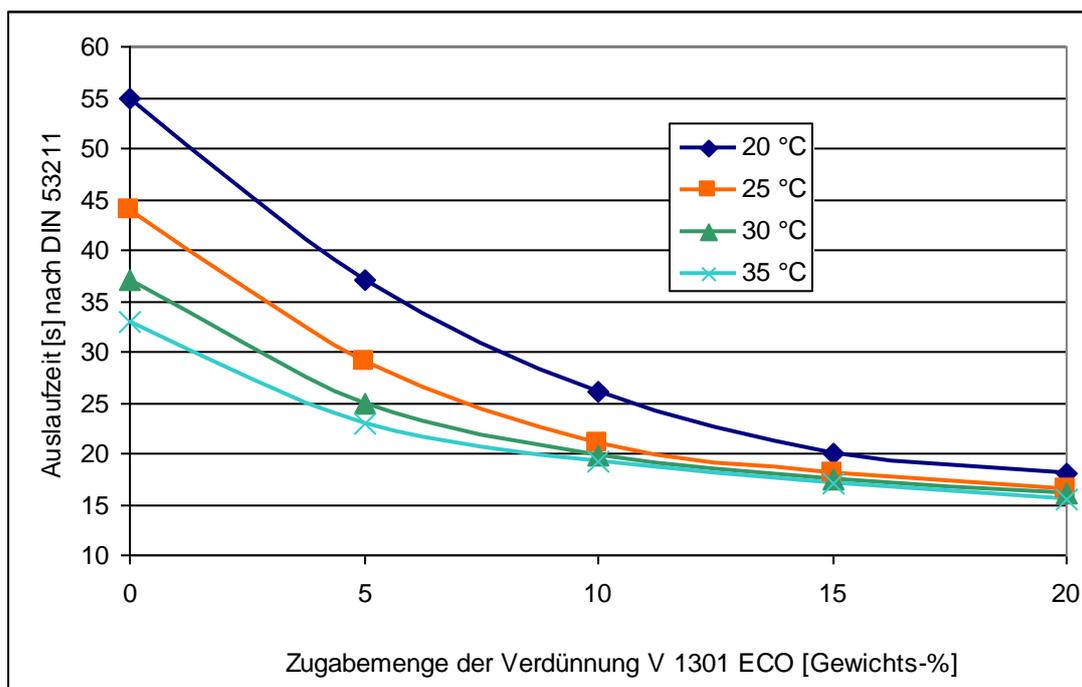


Abb. 1: Abhängigkeit der Auslaufzeit des Schutzlacks **ELPEGUARD® SL 1301 ECO-FLZ** von der Zugabemenge der Verdünnung V 1301 bei unterschiedlichen Temperaturen

Vorreinigen

Nicht gereinigte Leiterplatten ohne Schutzlackbeschichtung können beim späteren Einsatz unter klimatischer Belastung häufig Ausfälle zeigen, da Flussmittel-, Lotpastenreste und sonstige Verunreinigungen mit Feuchtigkeit / kondensierender Feuchte ein System von elektrischer Leitfähigkeit bilden können. Durch Schutzlackierung dieser Leiterplatten erzielt man eine deutlich verbesserte Klimabeständigkeit unter der Voraussetzung, dass folgende Punkte beachtet werden:

→ Optimieren Sie den Lötprozess hinsichtlich der Menge an Flussmittel- und/oder Lotpastenresten, die auf der Leiterplatte verbleiben.

→ Verwenden Sie möglichst eine Lotpaste, bei der die entstandenen Rückstände einen höheren Erweichungspunkt als die späteren maximalen Einsatztemperaturen besitzen.

Empfehlenswert für eine besonders leistungsfähige Schutzlackbeschichtung und somit für die Klimabeständigkeit der Baugruppen ist jedoch eine gründliche Reinigung der Leiterplattenoberfläche vor der Schutzlackierung:

Jede Art von ionischer Kontamination kann sich negativ auf die elektrischen Eigenschaften auswirken, insbesondere unter erschwerten klimatischen Anforderungen. Flussmittel-, Lotpastenreste und sonstige Verunreinigungen können zu Benetzungsproblemen führen, verschlechtern die Haftung zum Untergrund und können die Ablösung der Schutzlackierung verursachen.

Da die **ELPEGUARD®** Schutzlacke wie alle Polymere für Wasserdampf durchlässig sind, kann Wasserdampf durch die Lackschicht diffundieren. Kritisch wird dieser Vorgang durch hygroskopische Verunreinigungen auf der Leiterplattenoberfläche. In Blasen, unter Bauelementen oder an Stellen, wo der Schutzlack mangelnde Haftfestigkeit aufweist, kann der Wasserdampf kondensieren. Flussmittelrückstände bilden mit Wasser ein System von elektrischer Leitfähigkeit. Folge sind u. U. – abhängig vom Design der Leiterplatte (z. B. Potentialdifferenzen zwischen benachbarten Leitern) – elektrochemische Migration, Korrosion oder korrosionsinduzierte Kriechströme unter der Schutzlackierung. Durch Verunreinigungen absorbierte Feuchte senkt in jedem Fall den Oberflächenwiderstand und somit die Isolationsfähigkeit.

Flussmittel-/Lotpastenreste können sich auf der oder um die Lotstelle herum ansammeln. Insbesondere bei Temperatur(wechsel)-belastungen können diese Harzreste je nach Temperaturbelastung zum Aufschmelzen, zu Verfärbungen und auch zu Rissen im Harzkörper führen. Diese Risse sind potentielle Schwachstellen bei einer Feuchtebelastung. Auch die Schutzbeschichtung und somit die Schutzwirkung können beeinträchtigt werden. Entsprechende Kompatibilitätsprüfungen im Hinblick auf die zu erwartenden Temperaturbelastungen sollten unbedingt durchgeführt werden.

→ Reinigen Sie daher ggf. die Baugruppe von Flussmitteln, Lotpastenresten und anderen Verunreinigungen, um eine optimale Benetzung und Haftung des Schutzlacks und die isolierenden Eigenschaften zu erzielen, oder sichern Sie durch entsprechende Prüfungen ab, dass Sie die von Ihnen gewünschten Eigenschaften auch ohne Reinigung erzielen, besonders auch im Hinblick auf die erwartete Feuchtigkeitsbelastung und den unter Einsatzbedingungen anliegenden Spannungen.

Geeignete Kompatibilitätsprüfungen sind schnelle Temperaturwechseltests sowie klimatische Tests bei hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit. Dabei sind die Baugruppen nach Möglichkeit unter praxisnahen Bedingungen (z. B. Betriebsspannung, Verlustleistung, Einbaulage) zu prüfen. Bei beiden Tests sollten die maximalen Temperaturen gewählt werden, die eine Baugruppe auch nachher erfahren kann. Ebenso sollte jeweils eine unbeschichtete Baugruppe parallel mit getestet werden. Nach Abschluss der Klimatests werden die Oberflächen der Leiterplatten auf Korrosionsschäden überprüft.

→ Entfernen Sie Flussmittelreste und andere Verunreinigungen grundsätzlich bei kritischen Anwendungen.

→ Prüfen Sie Ihre unter Serienbedingungen hergestellte Baugruppe nach der Beschichtung und Trocknung/Aushärtung unbedingt unter den späteren Einsatzbedingungen.

Gelegentlich treten trotz Vorreinigung Entnetzungen auf SMD-Bauelementen auf. Diese Entnetzungen werden durch Rückstände von Formtrennmitteln mit geringer Oberflächenspannung (z. B. Silikone) verursacht, die bei der Herstellung der Bauelemente verwendet werden.

→ Bitte wenden Sie sich in diesem Fall an den Hersteller der Bauelemente.

Kompetente Ansprechpartner für Vorreinigungsprozesse und Klimaprüfungen nennen wir Ihnen gerne auf Anfrage.

Hinweise für die Lackierung von Oberflächen mit No-Clean-Flussmitteln

Die Menge an Flussmittelresten sollte in jedem Fall so gering wie möglich sein.

→ Führen Sie wegen der Vielzahl der auf dem Markt erhältlichen Flussmittel geeignete Prüfungen durch, um sicherzustellen, dass Sie die gewünschten Eigenschaften erzielen, besonders auch im Hinblick auf die erwartete Feuchtigkeitsbelastung und den unter Einsatzbedingungen anliegenden Spannungen.

Die Entscheidung über eine Entfernung von No-Clean-Flussmitteln sollte nach Klimatests erfolgen. Dabei müssen die Baugruppen unter praxisnahen Bedingungen (z. B. Betriebsspannung, Verlustleistung, Einbaulage) geprüft werden. Nach Abschluss der Klimatests werden die Oberflächen der Leiterplatten auf Korrosionsschäden überprüft.

Insbesondere die Verträglichkeit mit Temperatur- und/oder Temperaturwechselbelastungen von über 100 °C sollte überprüft werden, da viele No-Clean-Flussmittelrückstände bei über 100 °C aufschmelzen können.

→ Entfernen Sie No-Clean-Flussmittel grundsätzlich bei kritischen Anwendungen.

Bei der **Tauchlackierung** können die Rückstände von Flussmitteln auf der Leiterplattenoberfläche auch aus einem weiteren Grund problematisch sein: Die Flussmittel werden durch das Lacklösemittel von der Leiterplatte abgewaschen und verbleiben im Tauchbad. Mit der Zeit reichert sich das Flussmittel im Lack an. Bei Leiterplatten, die mit diesem durch Flussmittel kontaminierten Lack beschichtet werden, kann es zu elektrochemischer Korrosion kommen, wenn Wasser durch die Lackschicht diffundiert und mit dem Flussmittel ein elektrisch leitfähiges System bildet.

→ Reinigen Sie bei der Schutzlackierung nicht gereinigter Flachbaugruppen das Tauchbecken häufiger und füllen es mit frischem Lack.

Hinweise für die Lackierung von Lötstopplackoberflächen

Gelegentlich erreichen uns Anfragen von Anwendern unserer Schutzlacke, die über Fehlstellen der Schutzlackierung auf Lötstopplackoberflächen berichten, die in solchen Fällen mit „Fischaug“, „Froschaug“ oder bei einer stärkeren Häufung mit „Hammerschlag-Effekt“ beschrieben werden. Solche „Lackfehlstellen“ sind in der Regel auf die Anwesenheit von silikonhaltigen Additiven im Lötstopplack zurückzuführen. Oft hilft eine intensiver gestaltete Vorreinigung (siehe hierzu Punkt „Vorreinigen“).

Beschichten



Bitte beachten Sie vor dem Einsatz des Produktes unbedingt dieses Merkblatt und die folgenden Druckschriften. Diese Druckschriften werden der ersten Lieferung bzw. Bemusterung beigelegt.

SDB

Das zugehörige Sicherheitsdatenblatt enthält detaillierte Angaben und Kennzahlen zu Arbeitssicherheit und Umweltschutz sowie zu Transport, Lagerung, Handhabung und Entsorgung.

TM

[Technische Merkblätter zu den ELPEGUARD® Schutzlacken:](#)
Hier werden die geeigneten Applikationsverfahren genannt.

TI

[Technische Information TI 15/3](#) „Schutzmaßnahmen beim Arbeiten mit Chemikalien einschließlich Lacken, Vergussmassen, Verdünnungen, Reinigungsmitteln“

Da es aufgrund der Vielzahl der Variationsmöglichkeiten unmöglich ist, Prozesse und Folgeprozesse in ihrer Gesamtheit bezüglich ihrer Schwankungsbreite (Parameter, Wechselwirkungen mit eingesetzten Materialien, chemischen Prozessen und Maschinen) beurteilen zu können, sind die von uns empfohlenen Parameter nur als Richtwerte zu verstehen, die unter Laborbedingungen ermittelt wurden. Wir empfehlen, die genauen Prozessgrenzen unter Ihren Produktionsbedingungen, insbesondere auch im Hinblick auf die Kompatibilität mit Ihren spezifischen Folgeprozessen, zu ermitteln, um eine stabile Fertigung und qualitativ hochwertige Produkte sicherzustellen.

Die in den Technischen Merkblättern angegebenen Produktdaten basieren auf standardisierten Prozessbedingungen/Prüfbedingungen der genannten Normen und müssen unter geeigneten Prüfbedingungen an prozessierten Leiterplatten verifiziert werden.

Unsere Anwendungstechnische Abteilung (ATA) steht Ihnen selbstverständlich für Fragen und eine Beratung jederzeit gerne zur Verfügung.

Sicherheitshinweise

- Beachten Sie die allgemein üblichen Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Chemikalien.
- Sehen Sie die Absaugstellen der Quellenabsaugung am Arbeitsplatz in Höhe der Lösemittelquelle vor.
- Beachten Sie auch die Betriebssicherheitsverordnung, die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) sowie die Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF).
- Stellen Sie sicher, dass die verwendete Ausrüstung den Anforderungen des Sicherheitsdatenblatts entspricht.

Beim Umgang mit lösemittelhaltigen Systemen sind im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen / erforderlichen Gefährdungsbeurteilung die einschlägigen Vorschriften zum Explosionsschutz (u. a. die Betriebssicherheitsverordnung, das zugehörige technische Regelwerk [TRBS], harmonisierte EN-Normen und EU-Richtlinien sowie anerkannte Regeln der Technik, z. B. DGUV Regel 113-001 Explosionsschutz-Regeln (EX-RL), bisher BGR 104 Explosionsschutz-Regeln – EX-RL zu beachten. Die wesentlichen physikalischen Kenndaten für die einzelnen Produkte können den zugehörigen Sicherheitsdatenblättern unter Punkt 9 „Physikalische Daten“ entnommen werden.

Bei der Vernetzung oxidativ härtender Lacksysteme mit Luftsauerstoff entsteht Reaktionswärme, die mit Lack und Lösemittelresten getränkte Filtermatten in Lackierkabinen, Putzlappen u. dgl. m. entzünden kann.

- **Verschmutzte Putzlappen etc. müssen Sie in nicht brennbaren Behältern mit dicht schließendem Deckel sammeln und aufbewahren und nach Arbeitsende aus den Betriebsräumen entfernen.**
- **Beachten Sie bei der Verarbeitung von Lacken unbedingt die Sicherheitshinweise in der DGUV Regel 100-500, Kap. 2.29 Betreiben von Arbeitsmitteln, Kapitel 2.29 - Verarbeiten von Beschichtungsstoffen (BGR 500 2.29), bisher BGR 500 „Betreiben von Arbeitsmitteln“, Kapitel 2.29 „Verarbeiten von Beschichtungsstoffen“, besonders den Abschnitt 3 „Maßnahmen zur Verhütung von Gefahren für Leben und Gesundheit bei der Arbeit“, sowie in den Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001, bisher BGR 104) bzw. in den entsprechenden nationalen Vorschriften zum Explosionsschutz.**
- **Bei der Verarbeitung durch Versprühen müssen Sie Schutzmaßnahmen ergreifen, damit sich keine explosionsfähigen Lösemittel-Dampf-Gemische bilden.**
- **Benutzen Sie wasserberieselte Spritzkabinen, um die Gefahr der Selbstentzündung in den Filtermatten zu vermeiden. Beachten Sie weiterhin die Bedienungs- und Wartungsvorschriften der Spritzkabinen- und Filtermattenhersteller.**

In der DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“ (bisher BGI 740 „Lackierräume und –einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe; Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb“) finden Sie weitere Hinweise zum sicheren Lackieren und zur Ausstattung der Räume.

Maßnahmen zum Schutz vor Feuchtigkeit

Die **ELPEGUARD®** Schutzlacke der Reihen **SL 1307 FLZ/4** und **SL 1400 ECO-FLZ** müssen bei der Verarbeitung vor Feuchtigkeit geschützt werden, da sonst die Viskosität steigt bzw. der Lack aushärtet.



vor Feuchtigkeit schützen

- Treffen Sie bei der Verarbeitung entsprechende Maßnahmen, z. B. durch die Verwendung von getrockneter Luft.
- Reinigen Sie die Gewinde von geöffneten Behältern nach Gebrauch mit dem empfohlenen Reinigungsmittel oder der produktspezifischen Verdünnung. Füllen Sie die Gebinde mit getrockneter Luft auf und verschließen Sie sie anschließend wieder fest.

Durch eine 180°-Drehung des geschlossenen Gebindes ist gewährleistet, dass der Lack den Verschluss abdichtet. Insbesondere bei häufigem Öffnen der Gebinde sind die Gebinde unbedingt mit getrockneter Luft aufzufüllen. Wiederholtes Öffnen der Gebinde verringert die Haltbarkeit.

Arbeitsgeräte aus Edelstahl und teflonbeschichtete Schläuche sind zu empfehlen.

Applikation von **ELPEGUARD®** Schutzlacken

ELPEGUARD® Schutzlacke können, falls im Technischen Merkblatt des entsprechenden Lackes nicht anders angegeben, durch Tauchen, Streichen oder mit Hilfe von automatischen, selektiven Beschichtungsanlagen aufgetragen werden. Schutzlacke mit dem Index S (z. B. **ELPEGUARD® SL 1307 FLZ-S**) werden in Spraydosen geliefert.

- Stellen Sie sicher, dass die zu lackierende Oberfläche sauber, fettfrei und trocken ist (siehe auch Punkt „Vorreinigen“).

Grundsätzlich ist bei der Verarbeitung von Schutzlacken eine gleichmäßige, nicht zu dicke Lackschicht anzustreben (siehe auch Punkt „Auftrag zu hoher Lackschichten/Doppellackierung“). Die Schichtdicke auf Flächen muss zwischen 20 und 50 µm und sollte an Beinchen von Bauelementen (konischen Fußpunkten) nach Möglichkeit unter 100 µm liegen. Diese Werte sind bei einer ordnungsgemäßen Verarbeitung und Trocknung/Aushärtung erreichbar.

Geeignete Schichtdicken-Messgeräte basieren auf dem Wirbelstromverfahren. Hersteller solcher Messgeräte nennen wir Ihnen gerne auf Anfrage.

Für gleichmäßige Beschichtungsergebnisse ist eine klimatisierte Fertigung von Vorteil.

ELPEGUARD® Gele für Dam-and-Fill-Applikationen

Die stark thixotropen [ELPEGUARD® Gele](#) werden mit dem Dispenser verarbeitet, um Dammstrukturen um Steckerleisten, Bauelemente und Kontaktflächen zu applizieren und so ein Eindringen bzw. Ausbreiten des nachfolgend aufgetragenen Schutzlacks zu verhindern („Dam and Fill“).

Vor- und Nachteile der verschiedenen Beschichtungsverfahren

Vor der Auswahl eines für den Anwender optimalen Auftragsverfahrens müssen verschiedene Randbedingungen geklärt werden. Dazu gehören geforderte und mögliche Fertigungskapazitäten, die Notwendigkeit einer partiellen Lackierung, Wunsch oder Notwendigkeit der Automatisierung, die Möglichkeit der Lohnbeschichtung.

Folgende Tabelle führt einige wesentliche Vor- und Nachteile der verschiedenen Beschichtungsverfahren auf, die bei der Auswahl eines Beschichtungssystems von Bedeutung sind.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile verschiedener Beschichtungsverfahren

Verfahren	Vorteile	Nachteile
Streichen	kaum Investitionen, hohe Verfügbarkeit, für Reparaturen geeignet, für 2-Komp.-Lacke geeignet, selektive Auftragsmöglichkeit	ungleichmäßige Lackschicht, Unterseite der Bauelemente bleibt unlackiert, arbeitsphysiologisch bedenklich, nicht automatisierbar
Sprühen mit Spraydosen	kaum Investitionen, hohe Verfügbarkeit, für Kleinserien und Reparaturarbeiten geeignet	Overspray, ungleichmäßige Lackschicht, Unterseite der Bauelemente bleibt unlackiert, hoher Reinigungsaufwand für Kabine, Werkzeuge etc., effektive Absaugung bzw. Abscheidesystem erforderlich, nicht automatisierbar
Tauchlackierung	gleichzeitige Lackierung von Bauelement- und Lötseite, Lackierung auch unter Bauelementen, kein Overspray, automatisierbar, gleichmäßige Lackschicht, rationelle Fertigung	hohe Investitionskosten, Baugruppen müssen komplett tauchfähig sein, Maskierung sehr schwer durchzuführen
selektive Gieß-/Sprühbeschichtung	keine Maskierungsarbeiten erforderlich, gezielte selektive Beschichtung, reduzierter Lackverbrauch, gleichmäßiger Lackauftrag, rationelle Fertigung	sehr hohe Investitionskosten, nur einseitige Lackierung, keine Beschichtung unter den Bauelementen
selektive Flut-Tauch-Beschichtung	selektive Beschichtung möglich, vereinigt Vorteile der Tauchbeschichtung und der selektiven Gießsprühbeschichtung	hohe Investitionskosten, Anfertigung von Spezialwerkzeugen erforderlich

Auftrag per Pinsel/Streichen

Der Auftrag per Pinsel/Streichen ist besonders geeignet für Reparaturarbeiten und Kleinserien, da der Lack selektiv aufgetragen werden kann. Hieraus können allerdings ungleichmäßige, kaum reproduzierbare Schichtdicken und häufig auch eine schlechte Kantenabdeckung resultieren.

Tauchlackieren

Das Tauchlackieren stellt eine schnelle und effektive Methode dar, Leiterplatten beidseitig in einem Arbeitsgang zu lackieren. Voraussetzung für das Tauchlackieren ist, dass das zu lackierende Objekt vollständig oder partiell tauchbar ist. Die erzielte Schichtdicke ist abhängig vom Fließverhalten und der Viskosität des Lackes, aber auch von der Geometrie der Bauelemente und der Austauschgeschwindigkeit.

Folgende Parameter haben wesentlichen Einfluss auf das Tauchergebnis:

Tabelle 4: Einfluss der Tauchparameter auf Prozesszeiten und Beschichtungsergebnis

Eintauchgeschwindigkeit	zu hoch: Schaumbildung schlechtes Unterfüllen von Bauelementen, Luft unter Bauelementen kann nicht entweichen, Luftblasen bleiben an Beinchen von Bauelementen hängen	zu langsam: lange Prozesszeiten
Verweilzeit im Tauchbecken	zu kurz: Luft unter Bauelementen kann nicht entweichen, Luftblasen bleiben an Beinchen von Bauelementen hängen	zu lang: lange Prozesszeiten
Austauchgeschwindigkeit	zu hoch: Luftblasen bleiben an der Baugruppe hängen, Tropfenbildung, Ablaufkanten und keilförmige Schichtdickenverteilung	zu langsam: lange Prozesszeiten
Viskosität	zu hoch schlechtes Unterfließen von Bauelementen; Luft kann nur langsam entweichen; u. U. Einschluss von Luftblasen	zu niedrig: zu niedrige Schichtdicken, unzureichende Schutzwirkung

Die Parameter Austauschgeschwindigkeit und Viskosität beeinflussen die Dicke der aufgetragenen Lackschicht: Hohe Austauschgeschwindigkeit und hohe Viskosität ergeben eine hohe Schichtdicke. Dieser Zusammenhang geht auch aus dem folgenden Diagramm (Abb. 2) hervor. Die Schichtdicke variiert auch abhängig vom Leiterplattendesign (Die in Abbildung 2 dargestellten Werte sind auf verkupfertem Basismaterial gemessen worden).

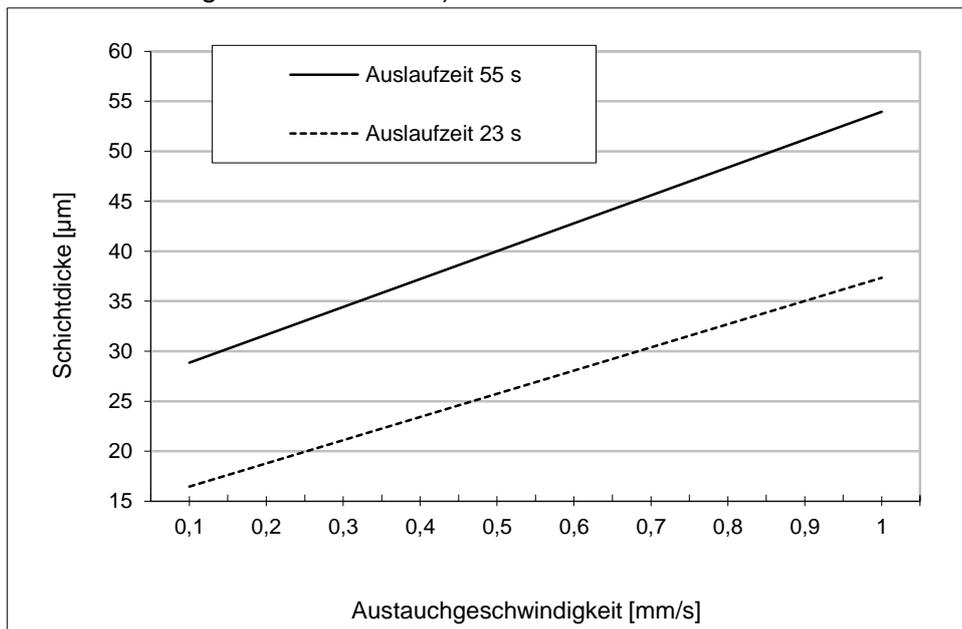


Abb. 2: Schichtdicke in Abhängigkeit von der Viskosität (Auslaufzeit) und der Austauschgeschwindigkeit am Beispiel eines typischen oxidativ härtenden Schutzlacks

Die Gefahr von Lufteinschlüssen zwischen Leiterplatte und Bauelementen sowie des Auftrags zu hoher Lackschichten (siehe Punkt „Auftrag zu hoher Lackschichten/Doppellackierung“) ist jedoch beim Tauchlackieren mit hoher Viskosität sehr groß.

Optimale Tauchparameter sind:

- niedrige Eintauchgeschwindigkeit
- lange Verweilzeit
- Austauschgeschwindigkeit je nach gewünschter Schichtdicke
- Viskosität wie benötigt, um die ersten drei Parameter fertigungstechnisch optimal einzustellen (erfahrungsgemäß 20–30 s Auslaufzeit, gemessen nach DIN 53 211/4 mm-Auslaufbecher bzw. 24-39 s Auslaufzeit, gemessen nach DIN EN ISO 2431/5 mm-Auslaufbecher).

Tabelle 5: In der Praxis bewährte Verarbeitungsparameter für das Tauchlackieren

Eintauchgeschwindigkeit	Austauschgeschwindigkeit
5–15 mm/s	1 mm/s

- Die Eintauchgeschwindigkeit und die Verweilzeit im Tauchbecken sind abhängig von der Baugruppengeometrie: Verringern Sie die Eintauchgeschwindigkeit oder stellen Sie eine Verweilzeit im Tauchbecken ein, wenn sich zwischen der Leiterplatte und den Bauelementen Luftblasen bilden können. Die Gefahr der Luftblasenbildung wird durch eine hohe Lackviskosität erhöht. Stellen Sie daher auf jeden Fall den Schutzlack auf die Tauchviskosität ein.
- Lassen Sie nach dem Austauschen überschüssigen Lack abtropfen, indem Sie die Leiterplatten, wenn möglich, um 30° drehen und neigen. Auf diese Weise entsteht eine Abtropfspitze, so dass nur dort Tropfenreste verbleiben.
- Achten Sie darauf, dass das Tauchbecken vor Verunreinigungen geschützt wird (siehe auch Punkt „Hinweise für die Lackierung von Oberflächen mit No-Clean-Flussmitteln“):
- Verwenden Sie nur saubere Hilfsgeräte.
- Verschließen Sie das Tauchbecken oder dichten es ab, wenn Sie es nicht benutzen, und überfluten Sie es mit getrockneter Luft. Stellen Sie ggf. auch die Heizung des Tauchbeckens ab.
- Reinigen Sie das Tauchbecken regelmäßig komplett und besonders gründlich bei einem Lackwechsel.
- Tauschen Sie den Lack komplett gegen frischen Lack aus, wenn Sie größer werdende Mengen Verdünnung zugeben müssen, um die Verarbeitungsviskosität einzustellen (z. B. nach längeren Standzeiten); bei oxidativ härtenden Systemen kann dies ein Zeichen der beginnenden Vernetzungsreaktion sein.

Automatische selektive Beschichtung

Durch den Einsatz von automatischen selektiven Beschichtungsanlagen ist es möglich, definierte Bereiche der Flachbaugruppe reproduzierbar mit einem gleichmäßigen Lackfilm zu überziehen. Bereiche wie z. B. Steckerleisten, die nicht lackiert werden dürfen, brauchen nicht aufwendig maschiert werden.

Man unterscheidet zwei Verarbeitungsverfahren für die selektive Beschichtung:

- **Selektive Beschichtung im Gieß-/Sprühverfahren**

Ein computergesteuerter Beschichtungskopf beschichtet ein gewünschtes Layout auf einer Leiterplatte, oder die Leiterplatte wird unter einer festmontierten Lackierdüse – ebenfalls computergesteuert – so bewegt, dass nur zuvor festgelegte Bereiche beschichtet werden. Man erhält ohne Abkleben oder Abdichten eine selektive, gleichmäßige und randgenaue Beschichtung mit einem sehr geringen Lackverbrauch.

- **Selektive Beschichtung im Tauch-/Flutverfahren**

Bei diesem Verfahren werden Kontaktstellen, Stecker, mechanische Bauelemente usw. unter Verwendung individuell erstellter Formwerkzeuge ausgespart und lackfrei gehalten. Das Verfahren vereint die Vorteile der Tauchbeschichtung und der selektiven Beschichtung im Gießverfahren. Da für jedes Leiterplattenlayout ein individuelles Formwerkzeug erstellt werden muss, ist dieses Verfahren erst ab einer bestimmten Stückzahl rentabel.

Optimale Anlagenparameter sind abhängig von der Geometrie der Baugruppe, den Anforderungen an die End Eigenschaften etc. und werden daher sinnvollerweise in Zusammenarbeit mit dem Anlagenhersteller, Peters sowie dem Endanwender ermittelt.

Sprühen mit Spraydosen

Die Schutzlackbeschichtung mit Spraydosen ist besonders für Kleinserien und Reparaturarbeiten geeignet.

→ Beachten Sie die Verarbeitungs- und Sicherheitshinweise auf dem Etikett der Spraydose.

→ Achten Sie darauf, die angegebene Verarbeitungstemperatur einzuhalten, da es sonst zu Störungen in der Lackschicht kommt.

Bei tiefen Temperaturen und/oder hoher Luftfeuchtigkeit kann es durch die Verdunstungskälte zur Einlagerung von Feuchtigkeit kommen.

Lohnbeschichtung

Mehrere Firmen führen mit unseren Lacksystemen Lohnbeschichtungen durch. Diese Firmen nennen wir Ihnen gerne auf Anfrage.

Ablüften

→ Sehen Sie eine Ablüftphase bei Raumtemperatur vor, damit mögliche Luftpneinschlüsse z. B. zwischen Leiterplatte und Bauelementen sowie große Teile des Lösemittels entweichen können.

Die optimale Dauer für das Ablüften liegt bei 5-15 min, abhängig von der Umgebungstemperatur. Ist das Ablüften bei Raumtemperatur nicht möglich, z. B. in einer In-Line-Fertigung, sollte ein flaches Ofenprofil gewählt werden (ähnlich dem Profil unter Punkt „Physikalische Trocknung“).

Trocknung/Aushärtung

Die Trocknung/Aushärtung erfolgt in der Regel bereits bei Raumtemperatur, kann jedoch in Warmluft- oder IR-Trocknungsanlagen oder einer Kombination aus beidem beschleunigt werden.

→ Trocknen Sie die Baugruppe ohne Gehäuse, um einen ausreichenden Luftwechsel sicherzustellen.

→ Beachten Sie bei Ofentrocknung die Temperaturbeständigkeit der Flachbaugruppe und der Bestückung. Verpacken Sie die Baugruppen erst nach Abkühlen auf Raumtemperatur.

Man unterscheidet verschiedene Trocknungsmechanismen:

Die Schutzlacke der Reihen **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** und **SL 1307 FLZ** sind physikalisch trocknende Systeme; nach Verdunsten der im Lack enthaltenen Lösemittel ist die Trocknung abgeschlossen. Der Prozess der Filmbildung des wasserverdünnbaren Systems (Index AQ = wasserverdünnbar, Aqua) unterscheidet sich von der rein physikalischen Trocknung der Lacke der Reihe **ELPEGUARD® SL 1307FLZ**. Weitergehende Informationen finden Sie in dem Fachbuch „Schutzlacke für elektronische Baugruppen“, siehe Punkt „Literaturhinweise“.

Die Schutzlacke der Reihe **ELPEGUARD® SL 1400 ECO-FLZ** trocknet zunächst physikalisch und härtet anschließend durch Reaktion mit Luftfeuchtigkeit vollständig aus. Die Durchhärtung dauert ca. 48 bis 96 h und ist stark abhängig von der aufgetragenen Lackschichtdicke und der Luftfeuchtigkeit. Eine Ofenhärtung ist bei diesem Lacksystem aufgrund der zur Aushärtung erforderlichen Luftfeuchtigkeit nicht empfehlenswert. Es muss in jedem Fall sichergestellt sein, dass ausreichend Luftfeuchtigkeit zur Aushärtung vorhanden ist.

Der Schutzlack **ELPEGUARD® SL 9400 FLZ** ist ein chemisch härtender Beschichtungsstoff, der bei Raumtemperatur härtet; eine Ofenhärtung ist jedoch empfehlenswert.

Die übrigen Schutzlacke der Reihen **ELPEGUARD® SL 1300** bis **SL 1309 N** sind lösemittelhaltige, oxidativ härtende Systeme.) Bei dem häufig fälschlicherweise auch als „oxidative Trocknung“ bezeichneten Härtungsprozess findet eine chemische Vernetzung des Lackbindemittels durch die Aufnahme von Luftsauerstoff statt. Die physikalische Trocknung ist bereits nach relativ kurzer Zeit abgeschlossen, während die Aufnahme von Luftsauerstoff einen deutlich längeren Zeitraum in Anspruch nimmt (siehe auch Punkt „Oxidative Härtung“).

Bereits nach der physikalischen Trocknung aller Lacksysteme ist eine Funktionsprüfung der Baugruppe möglich. Bei einer zeitnahen Prüfung kurz nach dem Trocknungsprozess der Beschichtung ist sicherzustellen, dass sich in höheren Schichten und/oder unter Bauelementen keine die Funktion der Baugruppe verändernden Lösemittelreste mehr befinden. Bei den lösemittelbasierenden Schutzlacken ist dies gegeben. Bei wasserverdünnbaren Schutzlacken kann es in ungünstigen Fällen durch noch nicht ganz verdunstetes Wasser zu Fehlfunktionen kommen, wenn in diesen Bereichen Potentiale verbunden werden.

Einbau in Gehäuse, Verpackung und Versand der Baugruppen sowie Prüfungen zur Qualifizierung eines Lacksystems können im Fall der oxidativ oder luftfeuchtigkeitshärtenden Lacksysteme jedoch erst nach der vollständigen Aushärtung erfolgen.

→ Beachten Sie beim Betrieb von Lacktrockenöfen insbesondere die einschlägigen Vorschriften zum Explosionsschutz!

Nach DIN EN 1539: 2010-8 „Trockner und Öfen, in denen brennbare Stoffe freigesetzt werden – Sicherheitsanforderungen“ sowie gemäß DGUV Grundsatz 309-002 - Grundsätze für die Lüftungstechnische Berechnung von Kammetrocknern und Durchlauftrocknern (bisher: BGG 909) dürfen nur die Lösemittelmengen in die Trockenöfen eingebracht werden, die mit dem Abluftstrom sicher abgeführt werden können, ohne dass explosionsfähige Lösemittelkonzentrationen erreicht werden. Die genannten Vorschriften enthalten Angaben zu den Berechnungsverfahren und können beim Beuth Verlag (Norm) bzw. Carl Heymanns Verlag, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln bezogen werden. Auch die Hersteller von Lacktrockenöfen geben gerätespezifische Hinweise zur maximal zulässigen Lösemittelmenge für ihre Öfen auf den Typschildern und in ihren Bedienungsanleitungen. Diese Angaben müssen im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung auf den speziellen Anwendungsfall hin geprüft und in eine spezifische Betriebsanweisung umgesetzt werden.

Physikalische Trocknung

Richtwerte für die Trocknungsparameter zum Erreichen der Klebfreiheit bei Raumtemperatur in Anlehnung an die DIN EN 60464 (IEC 60464) sind dem jeweiligen Technischen Merkblatt eines Schutzlacksystems zu entnehmen.

Die Trocknung kann auch im Umluftofen für z. B. 10–30 min bei 80–90 °C oder in einer IR-Trocknungsanlage oder einer Kombination aus beidem durchgeführt werden. Abweichende Trocknungsparameter sind den Technischen Merkblättern der jeweiligen Lacke zu entnehmen. Die genauen

Parameter sind in Vorversuchen zu ermitteln. Grundsätzlich gilt, dass die Temperatur nicht über 100 °C liegen sollte, da es zu „Kochern“ (vorübergehendes oder bleibendes Auftreten von Bläschen/Kratern in der Beschichtung) kommen kann, die durch das schnelle Verdunsten von Lösemiteln und niedermolekularen Harzbestandteilen entstehen. Anlagen- und baugruppenabhängig kann es auch bei niedrigeren Temperaturen zu Kochern kommen; in diesem Fall sind geringere Ofentemperaturen zu wählen.

Bei der Ofentrocknung ist auch zu beachten, dass der Temperaturanstieg in den ersten Minuten nicht zu steil verläuft, da es sonst zu einem starken Viskositätsabfall kommt, und der Lack unter Umständen von der Baugruppe tropft. Auch hier kann es zum Auftreten von Kochern kommen.

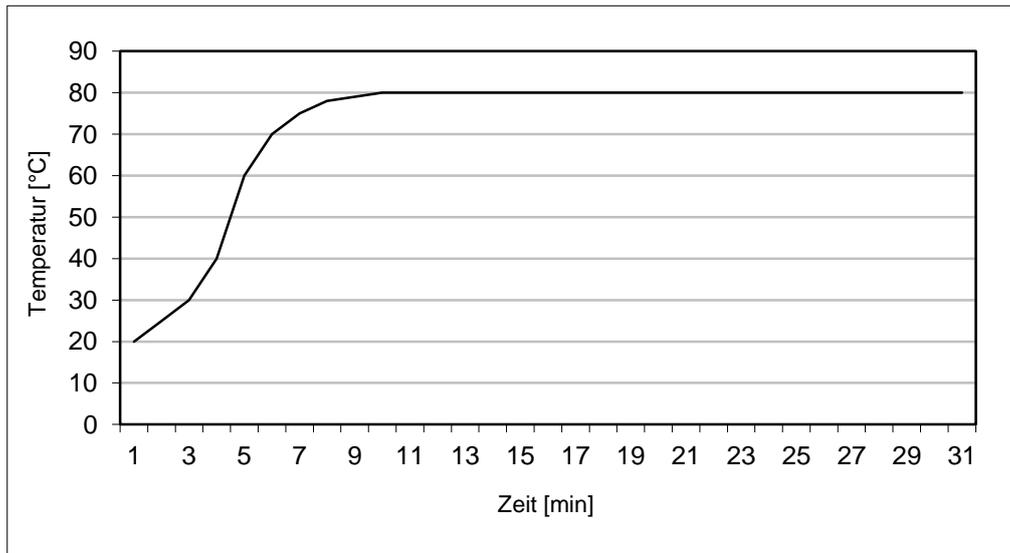


Abb. 3: Beispielhaftes Temperaturprofil für die Umlufttrocknung von ELPEGUARD® Schutzlacken

Bei der Trocknung im Umluftofen kann es zu Lösemittelschlüssen kommen, falls die oberste Schicht trocknet, bevor die Lösemittel aus tieferen Schichten entweichen konnten. Bei der IR-Trocknung dringt die IR-Strahlung in den Schutzlack ein und erwärmt ihn von unten nach oben, so dass keine Lösemittelschlüsse entstehen und kürzere Trocknungszeiten erzielt werden können.

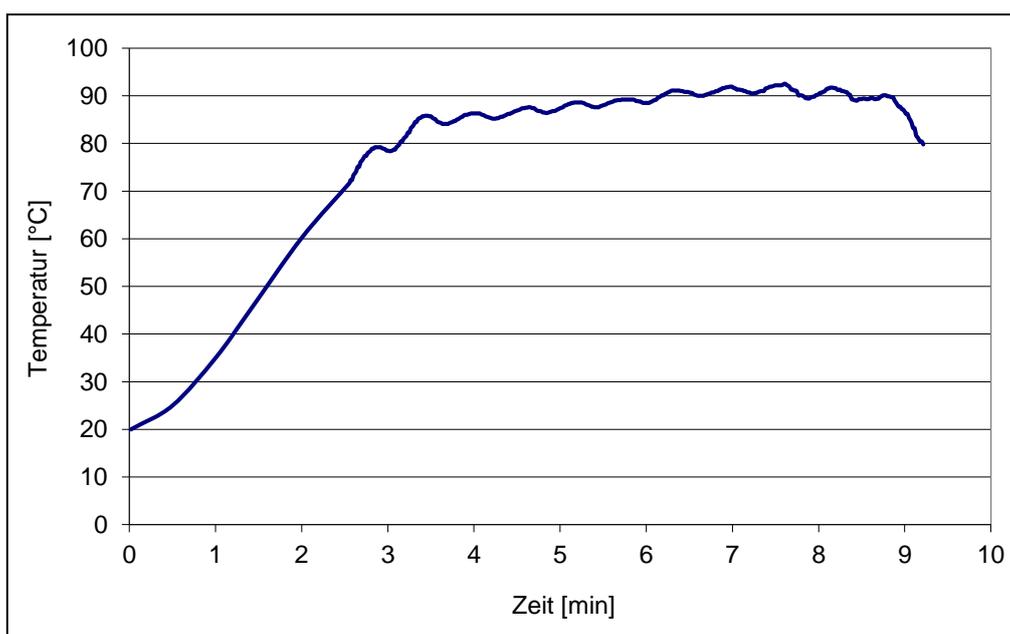


Abb. 4: Beispielhaftes Temperaturprofil für die IR-Trocknung von ELPEGUARD® Schutzlacken

Oxidative Härtung

Die oxidative Härtung bei Raumtemperatur benötigt aufgrund der notwendigen Aufnahme von Sauerstoff längere Zeit..

- Härten Sie den Schutzlack nach Erreichen der Klebfreiheit mindestens 96 Stunden bei Raumtemperatur, ehe Sie elektrische Eigenschaften der Beschichtung überprüfen oder die Baugruppen in Gehäuse einbauen („Housing“), verpacken oder kapseln (siehe auch Punkt „Zu frühes Kapseln der lackierten Baugruppen“).
- Sorgen Sie für ausreichend Luftwechsel, damit genügend Sauerstoff zur vollständigen Vernetzung des Schutzlacks vorhanden ist und ggf. Restlösemittel und niedermolekulare Lackbestandteile von der Baugruppe weggeführt werden.

Beschleunigen lässt sich die oxidative Härtung im Umluft- oder IR-Ofen oder einer Kombination aus beidem. Erfahrungsgemäß werden im Umluftofen mit einer Aushärtung über 6 h bei 80 °C oder über 8 h bei 60 °C gute Ergebnisse erzielt.

- Beachten Sie die Temperaturbeständigkeit der Flachbaugruppe und der Bestückung.
- Achten Sie auch hier auf eine ausreichende Sauerstoffzufuhr, da die Lacke bei mangelndem Sauerstoff nur unvollständig vernetzen und dann nicht die End Eigenschaften erreichen.
- Prüfen Sie die elektrischen Eigenschaften der Beschichtung (siehe Punkt „Überprüfen der Trocknung/Aushärtung auf Vollständigkeit“), um sicherzustellen, dass die Härtung abgeschlossen ist. Die zur Härtung benötigte Zeit im Umluftofen ist unter anderem abhängig von der Bauteilgeometrie, Schichtdicke, Ofenbelastung usw.

Überprüfen der Trocknung/Aushärtung auf Vollständigkeit

Der Lackfilm erreicht in Abhängigkeit von der Schichtdicke erst nach längerer Trockenzeit seine maximalen Eigenschaftswerte.

- Prüfen Sie die elektrischen Eigenschaften (siehe Technisches Merkblatt des Schutzlacks), um sicherzustellen, dass die Trocknung abgeschlossen ist.
- Beachten Sie, dass wir eine Trocknung/Aushärtung von mindestens 96 Stunden bei Raumtemperatur (nach Erreichen der Klebfreiheit) empfehlen, um die Trocknung und Härtung auch bei etwas höheren Schichtdicken sicherzustellen, z. B. an/unter Bauelementen oder Abtropfkanten.
- Halten Sie bei der Ofentrocknung vor der Prüfung mindestens eine Wartezeit von 24 Stunden ein. Beachten Sie dabei, dass abhängig von der Bauteilgeometrie, Schichtdicke usw. unter Umständen auch mehr als 24 Stunden notwendig sein können, bis die maximalen Eigenschaftswerte erreicht werden.
- Überprüfen Sie die gewünschten Eigenschaften unter Einsatzbedingungen.

Reinigen von Anlagen

Bei der Verarbeitung verschiedener Lacke auf einer Anlage ist die Reinigung von besonderer Bedeutung, sowohl hinsichtlich der Auswahl des Reinigungsmediums als auch der Reihenfolge der Reinigungsschritte. Grund hierfür sind mögliche Unverträglichkeiten von Lacken mit Reinigern oder Verdünnern, die zu Verklumpungen, Ausflockungen oder Änderungen des Fließverhaltens führen können.

Wir empfehlen folgende Vorgehensweise beim Reinigen von Anlagen:

1. Zuletzt verarbeiteten Lack aus der Anlage ablassen
2. Anlage mit der Verdünnung des zuletzt verarbeiteten Lackes gründlich spülen und Verdünnung ablassen
3. (optional Schritt 2 wiederholen)
4. Anlage gründlich mit dem Reinigungsmittel **R 5817** (bzw. **R 5804** für die Schutzlacke der Reihe **ELPEGUARD® SL 1400 ECO-FLZ**) reinigen und Reinigungsmittel ablassen
(Tipp: Bei fluoreszierenden Lacken solange mit dem Reinigungsmittel spülen, bis keine Fluoreszenz mehr unter Schwarzlicht zu erkennen ist.)
5. Anlage mit der Verdünnung des Lackes gründlich spülen, der als nächstes verarbeitet wird, und Verdünnung ablassen
6. (optional Schritt 5 wiederholen)
7. Einfüllen des neuen Lackes

Bei Einsatz der wasserverdünnbaren Schutzlacke der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** sind **zusätzlich** folgende Hinweise zu beachten:

- Spülen Sie Anlagen nach Einsatz eines Schutzlacks der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** zuerst gründlich mit deionisiertem/destilliertem Wasser, 1-Methoxypropanol-2 (PM) oder 5%iger Ammoniak-Lösung, bevor Sie Lösemittelgemische wie **R 5817** als Reinigungsmittel einsetzen.
- Spülen Sie Anlagen vor dem Befüllen mit einem Schutzlack der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** gründlich mit deionisiertem/ destilliertem Wasser, um sämtliche nicht zum Lacksystem gehörigen Bestandteile (z. B. Reinigungsmittel) zu entfernen.

Andernfalls koaguliert der Schutzlack der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** in der Anlage. Diese Koagulationen können evtl. mit 5%iger Ammoniak-Lösung aufgelöst werden.

→ **Beachten Sie die Explosionsschutz-Richtlinien!**

→ **Prüfen Sie die Beständigkeit des Materials, insbesondere der Dichtungen.**

Arbeitsgeräte können mit dem Reinigungsmittel **R 5817** gereinigt werden.

Troubleshooting

Auftrag zu hoher Lackschichten/Doppellackierung

Im Allgemeinen erreichen Sie optimale Lackschichtdicken, wenn Sie den Schutzlack nach den oben angegebenen Bedingungen verarbeiten (siehe auch Punkt „Beschichten“). Dicke Lackschichten sollten aus folgenden Gründen vermieden werden:

Dicke Lackschichtdicken trocknen sehr langsam, da zum einen die Abgabe der Lösemittel und zum anderen die Sauerstoffaufnahme behindert werden. Während die obere Schicht vernetzt, bleibt die untere Schicht klebrig und unausgehärtet. Es können Einschlüsse von Lösemitteln entstehen, die sich auf die Endigenschaften, wie Haftung und elektrische Isolation, negativ auswirken können. Außerdem können sich bei wechselnder Temperaturbelastung Risse in der Lackschicht bilden, die besonders unter Einfluss von Feuchtigkeit die Funktion der Flachbaugruppen erheblich beeinträchtigen. Die Gefahr zu hoher Lackschichten besteht besonders bei den Auftragsverfahren Streichen und Sprühen oder bei der Verarbeitung mit zu hoher Viskosität.

- Sichern Sie in jedem Fall durch geeignete Prüfungen (Klimatests etc.) ab, dass Sie die gewünschten Produkteigenschaften erzielen.

Sind dennoch hohe Lackschichten erforderlich, ist eine **Doppellackierung** möglich. Die zweite Lackierung ist nur zu bestimmten Zeitpunkten möglich, da es sonst zu Runzelbildung oder einem Aufquellen der ersten Lackschicht kommen kann. Angaben zum möglichen Zeitpunkt der zweiten Lackierung finden Sie im jeweiligen Technischen Merkblatt.

Bei einer Doppellackierung nass-in-nass oder nach kurzer Antrocknung gilt für die Gesamtschichtdicke der maximale Wert von 20 bis 50 µm auf Flächen (s. a. Punkt „Applikation von ELPEGUARD® Schutzlacken“).

Wird die zweite Lackierung erst nach vollständiger Aushärtung der ersten Schicht vorgenommen, also nach 96 h bei Raumtemperatur oder vorzugsweise nach 6 Stunden bei 80 °C, können höhere Gesamtschichtdicken angestrebt werden und es lässt sich vermeiden, dass es bei Lackschichtdicken > 100 µm wie z. B. an Abtropfkanten zu Runzelbildung kommt. Die einzelnen Lackschichten sollten jeweils im Bereich von 20 bis 50 µm Schichtdicke liegen.

Die rein physikalisch trocknenden Schutzlacke der Reihe **ELPEGUARD® SL 1307 FLZ** sind für eine Doppellackierung bedingt geeignet, da sie von dem im Lack enthaltenen Lösemittel angelöst werden.

→ Beachten Sie, dass es für den Auftrag dicker Schutzlackschichten inzwischen eine Auswahl an speziellen Dickschichtlacken gibt, die problemlos den Auftrag dickerer Schichten bei gleichzeitig kurzen Prozesszeiten ermöglichen.

Alternativ können auch 2-Komponenten-Vergussmassen bei solchen Belastungen eingesetzt werden, denen ein 1-Komponenten-Schutzlack nicht in ausreichendem Maße widersteht, wie z. B. aggressive Industrielatmosphäre, Nässe o. ä.

Weitere Informationen zu unserem Programm an Dickschichtlacken und Vergussmassen finden Sie auf unserer Website www.peters.de.

Zu frühes Kapseln der lackierten Baugruppen

Während die Klebfreiheit eines Lackes häufig schon nach ca. ein bis zwei Stunden Lagerung bei Raumtemperatur erreicht ist, benötigen oxidativ härtende Lacksysteme für eine vollständige Härtung/Vernetzung bei Raumtemperatur mindestens 96 h nach Erreichen der Klebfreiheit.

→ Warten Sie nach Erreichen der Klebfreiheit daher mindestens 96 Stunden Härtung bei Raumtemperatur ab, bis Sie die Baugruppen einbauen („Housing“), verpacken oder kapseln, oder beschleunigen Sie den Prozess durch mehrstündige Ofenhärtung, wobei Sie grundsätzlich auf genügend Luftwechsel achten müssen, damit eine ausreichende Sauerstoffzufuhr gewährleistet ist (siehe hierzu Punkt „Oxidative Härtung“).

Wenn zu früh gekapselt wird und der Lack noch nicht vollständig ausgehärtet ist, kann zum einen aufgrund des Mangels an Luftsauerstoff die Vernetzung nicht vollständig erfolgen, zum anderen kann es, verstärkt durch höhere Temperaturen, zur Abgabe von niedermolekularen, unvernetzten Lackbestandteilen kommen, die sich auf offene Metallflächen, z.B. Relaiskontakten, niederschlagen und zu Verklebungen und Kontaktproblemen führen.

Eventuelle Verunreinigungen, z. B. Flussmittelreste, können sich beim Anlegen eines Potentials im nicht komplett ausgehärteten Lackfilm bewegen und so zu Migration und Kriechströmen führen. Feuchtigkeit kann leichter eindringen und den Prozess der Migrationsbildung noch beschleunigen.

Weißer Ablagerungen nach zu frühem Kapseln

Dieses spezielle Fehlerbild tritt durch die Korrosion von Metalloberflächen auf, die nach zu frühem Kapseln des oxidativ härtenden Schutzlacks auftreten kann. Nach unserer Erfahrung wird die Korrosion durch das Aufeinandertreffen folgender Einflussfaktoren ausgelöst:

- unvollständige Aushärtung des oxidativ härtenden Schutzlackes (in der Regel durch zu frühe Kapselung)
- schlechte Belüftung der Baugruppe, die ein Abführen von ausgegasteten Spaltprodukten der oxidativen Härtung verhindert. Diese Bestandteile können zu einer Korrosion bzw. Salzbildung führen.
- nicht abgedeckte Metalloberflächen (Zink ist hier besonders kritisch, sog. „Weißrostbildung“)
- Feuchtigkeit.

Schutzlackierung von BGAs

→ Vermeiden Sie aus folgenden Gründen die Applikation von Schutzlacken unter BGAs:

- Unvollständige Trocknung/Härtung des Schutzlacks und Lösemiteleinschlüsse unter den BGAs
Aufgrund guter Benetzungseigenschaften der Schutzlacke sowie durch die Kapillarkräfte unter einem BGA läuft der Lack unter das Bauelement, wobei in der Regel höhere Lackschichten als 100 µm erreicht werden, die nicht vollständig trocknen/härten und zu Lösemiteleinschlüssen unter den BGAs führen (siehe hierzu Punkt „Auftrag zu hoher Lackschichten/ Doppellackierung“).
- „Mismatch“ der Ausdehnungskoeffizienten
Zwischen den Ausdehnungskoeffizienten (CTE) von Schutzlack, Leiterplatte und Bauelement besteht eine Diskrepanz („Mismatch“), wodurch es bei Temperaturbelastung zu einer Abhebung des Bauelements kommen kann.

Wir empfehlen ein „Underfill“ der BGAs vor der Schutzlackierung oder ein Aussparen der BGAs von der Schutzlackierung durch [Dam-and-Fill Gele](#).

→ Überprüfen Sie ggf. in praxisnahen Vorversuchen, ob der Einsatz von Schutzlacken auf BGAs ohne Underfill / Dam-and-Fill möglich ist. Neben Temperaturwechseltests zur Überprüfung der mechanischen Kompatibilität sind auch Betauungs- und Klimabeanspruchungen zu berücksichtigen.

Besonderheiten beim Einsatz der Reihe ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO

Da eine nicht überschaubare Anzahl an Bauelementen auf dem Markt erhältlich ist, kann es in Einzelfällen zu Inkompatibilitäten zwischen den wasserverdünnbaren Schutzlacken der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** und Bauelementen kommen. Dies kann sich z. B. in einer schlechten Benetzung oder dem Nichterreichen der spezifizierten Eigenschaften äußern.

→ Führen Sie daher an den zu beschichtenden Baugruppen grundsätzlich Probebeschichtungen durch und prüfen Sie die von Ihnen gewünschten Endeigenschaften.

Bei der Lackierung mit den Schutzlacken der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** kann es unter bestimmten Voraussetzungen zum Ausfall von Bauelementen kommen. Ursachen hierfür können u. a. sein:

- Kontamination des Bauelements mit Produktionsrückständen
- Einsatz eines nicht für die Überlackierung geeigneten Lackes bei der Produktion des Bauelements
- verlangsamte Trocknung des Schutzlackes der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO** z. B. durch hohe Lackschichten oder hohe Luftfeuchtigkeit/zu geringeren Luftaustausch
- anliegende Betriebs- oder Prüfspannung bei der Lackierung (z. B. Batterien), hier kann es neben Fehlfunktionen auch zu Wasserelektrolyse und Dendritenwachstum kommen.

Diese Faktoren führen zu einem Eindringen des Wassers (aus dem Schutzlack) in das Bauelement und damit bei anliegender Spannung zur E-Korrosion und dem Ausfall des Bauelements.

→ Prüfen Sie Bauelemente auf ihre Eignung für eine Lackierung mit den Schutzlacken der Reihe **ELPEGUARD® SL 1305 AQ-ECO**.

Bei einer zeitnahen Funktionsprüfung der Baugruppe kurz nach dem Trocknungsprozess der Beschichtung ist sicherzustellen, dass sich in höheren Schichten und/oder unter Bauelementen keine die Funktion der Flachbaugruppe verändernden Lösemittelreste befinden. Bei wasserverdünnbaren Schutzlacken ist diesem Umstand besondere Aufmerksamkeit zu schenken. In ungünstigen Fällen kann es durch noch nicht ganz verdunstetes Wasser zu Fehlfunktionen kommen, wenn in diesen Bereichen Potentiale verbunden werden.

Entfernen der Lackschicht zu Reparaturzwecken

Nach der vollständigen Aushärtung lassen sich die **ELPEGUARD®** Schutzlacke wegen des hohen Vernetzungsgrades z. T. nur schwer entfernen. Folgende Verfahren sind möglich:

- **mit der produktspezifischen Verdünnung entfernbar**

Die physikalisch trocknenden Lacke der Reihe **ELPEGUARD® SL 1307 FLZ** können mit der produktspezifischen Verdünnung entfernt werden.

- **mechanisch (Strahlverfahren)**

Der Schutzlack wird durch abrasive Materialien abgetragen, die unter Druck auf die Oberfläche des Lackes geleitet werden.

- **thermisch (Durchlöten)**

Bei Lötkolbentemperatur wird der Schutzlack erweicht und thermisch zersetzt, so dass er vom Untergrund entfernt werden kann. Es ist darauf zu achten, dass temperaturempfindliche Bestandteile der Baugruppe nicht beschädigt werden.

→ **Sorgen Sie beim Durchlöten für eine effektive Absaugung der Zersetzungsprodukte des Schutzlacks und der Schwermetaldämpfe, um die Gefahren für den Ausführenden der Lötarbeiten so gering wie möglich zu halten.**

Eine Lackentfernung mit Reinigungsmitteln/Strippern (wie z. B. N-Methylpyrrolidon oder Aceton) ist nicht zu empfehlen, da diese wegen der guten Beständigkeit der Schutzlacke so aggressiv sein müssten, dass sie auch andere Materialien der Baugruppe wie Lötstopplack und Bauelemente angreifen bzw. zerstören würden.

Nach abgeschlossener Reparatur und Reinigung der Oberfläche (Entfernen lose anhaftender Teile und Abwaschen mit einem geeigneten Reinigungsmittel) kann der **ELPEGUARD®** Schutzlack erneut aufgetragen werden.

Optische Kontrolle

Die optimalen isolierenden Eigenschaften einer Schutzlackbeschichtung können nur dann erreicht werden, wenn die Lackschicht homogen und geschlossen ist. Entnetzungen und Fehlstellen bieten Angriffsflächen für Korrosion. Damit die Schutzlackbeschichtung einfach und zuverlässig auf Vollständigkeit kontrolliert werden kann, stehen rote oder grüne Einstellungen mit deutlichem Kontrast zum Untergrund oder fluoreszierende Einstellungen (Index FLZ) zur Verfügung.

Die fluoreszierenden Einstellungen können unter UV-Licht sichtbar gemacht werden, so dass sich beschichtete und nicht beschichtete Bereiche unterscheiden lassen. Geeignet sind schwache UV-Quellen oder „Schwarzlicht“-Lampen mit einem UV-A-Anteil bei 350-375 nm. Geeignete Lampen erhalten Sie z. B. bei der Firma Carl Roth (www.carl-roth.de).

→ Beachten Sie die Hinweise des Herstellers hinsichtlich evtl. notwendiger Schutzmaßnahmen.

Mit geeigneten AOI-Systemen ist es auch möglich, Fehlstellen, Pinholes oder Bläschen aufzuzeigen.

Literaturhinweise

Dr. Manfred Suppa, Hrsg. Werner Peters: „Schutzlacke für elektronische Baugruppen“

2. Auflage, 2010, Lackwerke Peters GmbH & Co. KG, ISBN 978-3-00-032764-3

Werner Jillek, Gustl Keller: „Handbuch der Leiterplattentechnik“, Band 4

unter Mitarbeit von 31 Mitautoren, u. a. von Werner Peters, Rüdiger Dietrich, Michael Müller und Dr. Manfred Suppa (sämtlich Mitarbeiter unseres Hauses), Eugen G. Leuze Verlag, Bad Saulgau, 2003, ISBN 3-87480-184-5

Hrsg. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Scheel: „Baugruppentechologie der Elektronik“

2. aktualisierte und erweiterte Auflage, Verlag Technik, Berlin, 1999, ISBN 3-341-01234-6

Helmut Schweigart: „Funktionssicherheit schutzlackierter elektronischer Baugruppen bei Feuchteklimabeanspruchung“

Verlag Hieronymus, München, 1998; ISBN 3-928286-48-X

Helmut Schweigart: „Ausfälle im Feld: teuer und vermeidbar?“

Sonderdruck aus productronic, Oktober 1999, Hüthig GmbH, München/Heidelberg

P. A. Knödel: „Die Schutzlackierung von bestückten Leiterplatten“

In: Metalloberfläche, 1989

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.

Lackwerke Peters GmbH & Co. KG
Hooghe Weg 13, 47906 Kempen, Deutschland

Internet: www.peters.de
E-Mail: peters@peters.de

Telefon +49 2152 2009-0
Telefax +49 2152 2009-70

peters
Coating Innovations
for Electronics