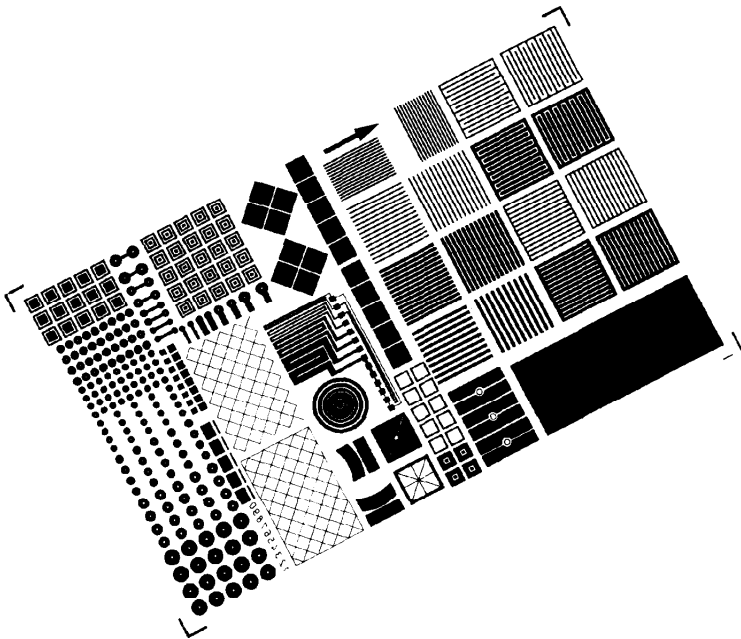


# Fotobeschichtetes Basismaterial

## Arbeitsanleitung



**BUNGARD**  
BEL

# Fotobeschichtetes Basismaterial

## Arbeitsanleitung

Um optimale Ergebnisse bei der Verarbeitung unseres fotobeschichteten Basismaterials zu erzielen, beachten Sie bitte die folgenden Hinweise.

### Arbeitsmittel

Als Beleuchtung im Arbeitsraum empfiehlt sich Gelblicht oder gedämpftes Tageslicht. Weiter benötigen Sie ein Belichtungsgerät, eine Entwickler-schale und eine Ätzmaschine. Die Filmvorlage sollte kontrastreich und gut deckend sein.

An Arbeitsmitteln stellen Sie bitte 1 Liter Wasser (ca. 20 °C), 1 Beutel BEL Spezialentwickler (NaOH-frei), Wasser zum Spülen und Papiertücher zum Trocknen der Platte bereit.

Setzen Sie den Entwickler wie folgt an: Einen Beutel Spezialentwickler lösen Sie in einem Liter Wasser (ca. 20 °C) unter Rühren vollständig auf. Die frische Entwicklerlösung können Sie in einem geschlossenen, ausreichend gekennzeichneten Gefäß bevorraten. Ein Liter Entwickler ist ausreichend für ca. 0,5 m<sup>2</sup> Basismaterial.

Beachten Sie zu Ihrer Sicherheit bitte die Hinweise auf Seite 2.

### Belichten

Die Belichtungsdauer hängt von der emittierten Wellenlänge, Anzahl und Leistung der verwendeten Lichtquellen und deren Abstand zur Platte ab. Sie beträgt bei Verwendung unseres Belichtungsgerätes HELLAS oder einer Hg-Hochdrucklampe (2 kW, Ab-

stand 1 m) ca. 90 Sekunden. Der Fotoresist hat seine maximale spektrale Empfindlichkeit bei ca. 400 nm. Für die vollständige Belichtung werden etwa 1,5 mJ/cm<sup>2</sup> benötigt.

Die belichteten Partien der Platte zeigen einen Farbumschlag von Gelbgrün nach Blaugrün. Überbelichtung ist bei gutem Filmmaterial unkritisch. Unterbelichtung erschwert oder verhindert hingegen ein einwandfreies Entwickeln der Platte.

Die optimale Belichtungszeit können Sie wie folgt ermitteln: Entfernen Sie einen schmalen Streifen der Schutzfolie von der Platte. Legen Sie die Vorlage auf und belichten Sie die Platte z.B. 20 Sekunden lang. Entfernen Sie einen weiteren Streifen Folie und wiederholen Sie den Vorgang n mal. Auf diese Weise erhalten Sie eine Platine, deren letzte Stufe 20 Sekunden, deren erste Stufe jedoch n x 20 Sekunden belichtet wurde.

Läßt sich nun z.B. die 5. Stufe in weniger als 1 Minute einwandfrei ausentwickeln, so beträgt die minimale Belichtungszeit auf Ihrem Gerät  $5 \times 20 = 100$  Sekunden. Einen Sicherheits-spielraum von 20 Sekunden hinzurechnet, ergibt das ein Optimum bei 120 Sekunden.

Sollten Sie eine Vorlage aus Transparentpapier benutzen, so ist die oben geschilderte Stufenbelichtung mit aufgelegter Vorlage in jedem Fall angebracht, da dieses Papier das Licht je nach Ausführung unterschiedlich stark absorbiert.

### Entwickeln

Füllen Sie die saubere Schale zu einem Viertel mit frischem Entwickler. Lassen Sie die belichtete Platte in die Schale gleiten.

Achten Sie bei doppelseitigen Platten darauf, daß diese auf der Unterseite gleichmäßig benetzt und nicht durch

# Fotobeschichtetes Basismaterial

## Arbeitsanleitung

Schmutzpartikel mechanisch beschädigt werden.

Sofort nach dem Eintauchen in den Entwickler zeigt sich ein deutlicher Kontrast von belichteten und unbelichteten Partien der Platte.

Unterstützen Sie den Entwicklungsvorgang, indem Sie die Platte in der Schale leicht auf und ab bewegen. Bitte reiben Sie nicht mit irgendwelchen Hilfsmitteln über die Platte, da dies zu Beschädigungen führen könnte.

Wenn sich kein Resist mehrablöst und die Kupferflächen metallisch blank erscheinen, ist die Platte fertig entwickelt. Dies dauert ca. 45 Sekunden.

Die unbelichtete Fotoschicht ist gegen die Entwicklerlösung mehr als 5 Minuten beständig. Die Gefahr einer Beschädigung durch zu langes Entwickeln ist also minimal.

Natürlich beziehen sich die oben genannten Zeitangaben auf die korrekte Verwendung unseres NaOH-freien Spezialentwicklers.

Nach dem Entwickeln spülen Sie die Platte bitte gründlich unter fließendem, kalten Wasser.

Die Entwicklerlösung verliert mit der Zeit und fortschreitender Sättigung ihre Wirkung. Verbrauchte Lösung verlangsamt den Entwicklungsvorgang erheblich und sollte durch frische Lösung ersetzt werden. Bereits benutzter Entwickler soll nicht zu frischer Lösung zurückgegossen werden.

Die Fotoschicht ist gegen alle üblichen sauren Ätzmedien resistent. Auch alkalisches Ätzen ist möglich, sofern ein pH-Wert von 9,5 nicht überschritten und die Platte zuvor nicht mehr dem ungedämpften Tageslicht ausgesetzt wird.

Das Auflösungsvermögen der Fotoschicht liegt im Bereich weniger Mikrometer. Bei einer Kupferauflage von  $35\text{ }\mu\text{m}$  kann jedoch aufgrund der unvermeidlichen Unterätzung eine Strukturbreite von ca.  $60\text{ }\mu\text{m}$  kaum unterschritten werden.

Besonderen Einfluß auf das Ätzergebnis haben natürlich das Ätzmittel und die Art der Ätzmaschine, so daß hierzu auf die Anleitung des Maschinenherstellers verwiesen werden muß. Nach dem Ätzen sollten Sie die Platten gründlich spülen und mit Papiertüchern oder Druckluft trocknen.

### Strippen

Nach dem Ätzen kann die Fotoschicht auf dem Kupfer verbleiben. Sie ist lötlösbar. Wollen Sie die Platte aber z.B. chemisch verzinnen oder später mit einem Schutzlack versehen, so muß der Fotolack entfernt werden. Dazu können unser Fotoresistentfärner, Aceton oder Spiritus verwendet werden. Eine weitere Möglichkeit ist, die Platte erneut ganz zu belichten und zu entwickeln.

### Sicherheit

Tragen Sie beim Umgang mit Entwickler und Entwicklerlösung bitte Gummihandschuhe.

Unser Spezialentwickler für fotobeschichtetes Basismaterial ist NaOH-frei und liegt in Form eines feinkristallinen weiß Pulvers vor. Er ist nicht hygroskopisch, aber alkalisch und daher ätzend.

Sie erhalten ihn in versiegelten Beuteln mit Aufreißkerbe. Lösen Sie deren ganzen Inhalt bitte in je 1 Liter Wasser. Die fertig angesetzte Lösung hat einen Alkali-Gehalt von ca. 1%. Sie kann in einem verschlossenen, deutlich ge-

# Fotobeschichtetes Basismaterial

## Arbeitsanleitung

kennzeichneten Behälter aufbewahrt werden.

Vermeiden Sie den Kontakt der Chemikalien mit Haut, Augen und Schleimhäuten. Verschmutzte Kleidung sollten Sie sofort wechseln. Bewahren Sie die Chemikalien außerhalb der Reichweite von Kindern auf. Bei Verschlucken von Entwicklerlösung trinken Sie sofort viel Wasser und konsultieren Sie einen Arzt unter Hinweis auf 1 %ige Lauge eines Erdalkalimetalls.

Sicherheitshinweise zum Umgang mit Atzmittel erfragen Sie bitte beim zuständigen Lieferanten.

Auf Anfrage senden wir Ihnen Sicherheitsdatenblätter zu allen von uns vertriebenen Produkten.

### Entsorgung

Nach geltendem Recht ist es in NRW gestattet, kleine Mengen verbrauchter Entwicklerlösung durch Einleitung in die öffentliche Kanalisation zu beseitigen, insofern deren pH-Wert 8,5 nicht überschreitet. Dem ist durch Verdünnen mit viel Wasser oder Neutralisation Rechnung zu tragen. Der pH-Wert frischer Lösung liegt bei ca. 13.

Die Entsorgungsrichtlinien sind länderspezifisch. Erfragen Sie daher die in Ihrem Bundesland gültige Rechtslage bei der zuständigen Abwasserbehörde.

### Fehlerursachen

#### Belichtung

Zu kurze Belichtungsdauer führt dazu, daß die Fotoschicht nicht vollständig

ausentwickelt werden kann. Man erkennt dies an einem rötlich-braunen Farbumschlag der belichteten Bildpartien im Entwickler, die sich dann auch nur sehr schwer entfernen lassen.

Bei zu langer Belichtung und schlecht deckenden Vorlagen erkennt man nach dem Ätzen Unterbrechungen der Leiterbahnen oder den Verlust feiner Linien.

Ein kompletter Bildverlust kann entstehen, wenn die Platte nicht Schicht auf Schicht mit der Vorlage belichtet wurde oder der Kontakt Film-Platte nicht ausreichend war.

#### Entwickeln

Entscheidenden Einfluß haben hierbei die richtige Konzentration und die Temperatur des Entwicklers.

Zu niedrige Temperatur, zu geringe Konzentration und verbrauchter Entwickler behindern den Vorgang, so daß Restschleier von Fotoschicht auf dem Kupfer haften bleiben und in der Regel das Ätzergebnis verschlechtern.

Bei zu hoher Temperatur bzw. Konzentration des Entwicklers droht die Beschädigung auch der unbelichteten Partien der Fotoschicht. Als Folge treten Unterbrechungen und Löcher in den Leiterbahnen auf.

Ein schlechtes Ergebnis erhalten Sie auch, wenn doppelseitige Platten nicht von beiden Seiten gleichmäßig entwickelt wurden oder wenn Luftblasen zwischen der Unterseite der Platte und der Schale eingeschlossen waren.

#### Ätzen

Beim Ätzen mit sauren Ätzmedien auftretende Fehler sind meist schon in den vorausgegangenen Arbeitsschritten entstanden. So ist ein rautenförmiges Muster von Restkupfer auf den Freiflächen der Platte z.B. ein Indiz für zu kurze Belichtung / Entwicklung. Für weitere Details zur Ätztechnik befragen Sie bitte den Hersteller ihrer Ätzmaschine.

Technische Änderung vorbehalten.  
O 8/89 Bungard Elektronik.

# Fotobeschichtetes Basismaterial

## Technische Information

Der Begriff ORIGINAL BUNGARD steht für höchste Qualität und Verarbeitungssicherheit bei fotobeschichtetem Basismaterial. Dieses ausgereifte Produkt garantiert wie kaum ein anderes eine schnelle, flexible und vor allem fehlerfreie Fertigung Ihrer Kleinserien und Prototypen. Dieser besondere Qualitätsanspruch läßt sich an folgenden Fakten messen.

### Basismaterial

Wir verwenden nur Basismaterial erster Wahl, geprüft bzw. freigegeben nach UL, NEMA, MIL, DIN, IEC u. A.

Erhältlich sind die Qualitäten FR2, FR3, **CEM1**, FR4 sowie PTFE in Tafelstärken von 0,5, 0,8, 1,0, 1,5, 2,0 oder 2,5 mm mit ein- oder zweiseitiger Kupferauflage von 18, 35 oder 70 µm.

Die maximale Tafelgröße beträgt ca. 510 x 1150 mm. Unser Zuschnittservice umfaßt alle Standardformate und Sonderabmessungen bis min. 50 x 50 mm mit einer Maßhaltigkeit von  $\pm 0,1$  mm.

### Fotoschicht

Wir verwenden einen besonders hochwertigen Positiv-Flüssigresist eigener Rezeptur. **Er zeichnet sich durch** hohe Kontraststeilheit, kurze Prozeßzeiten und große Verarbeitungsspielräume aus.

Die Schichtdicke beträgt 5 µm. Der Lackauftrag ist gleichmäßig und staubfrei.

Das Maximum der spektralen Empfindlichkeit liegt im Bereich von 350-450 nm. Das optische Auflösungsvermögen des Resists ist besser als 30 µm.

Die Belichtungszeit beträgt weniger als 90 Sekunden, bezogen auf unser Belichtungsgerät HELLAS. Dies entspricht rechnerisch einem Lichtenergiebedarf von etwa 50 mJ / cm<sup>2</sup>. Der Resist ist mehrfach belichtbar.

Bezogen auf unseren Spezialentwickler beträgt die Entwicklungszeit bei 20 °C ca. 45 Sekunden. Der Resist übersteht im Entwickler eine Verweildauer von mindestens 5 Minuten ohne jede Beschädigung. Er ist beständig gegen alle sauren Ätz- und Galvanobäder sowie gegen alkalische Ätzmedien mit einem pH-Wert unter 9,5.

Die Platten sind mit einer Schutzfolie aus blau eingefärbtem, selbstklebenden Spezialpapier gegen ungewollte Belichtung und mechanische Beschädigung geschützt. Ausbrüche der Fotoschicht an den Schnittkanten der Platte (Flitterbildung) treten nicht auf.

Jede Platte unterliegt vor, während und nach der Beschichtung strengsten optischen und physikalisch-chemischen Kontrollen.

Wir garantieren eine Lagerfähigkeit von mehr als 1 Jahr unter normalen Raumbedingungen.

Technische Änderungen vorbehalten

© 4189 Bungard Elektronik

# Erläuterungen zum Tabellenteil

## Erläuterungen zu den Tabellen „Typische Meßwerte“ und „Normwerte“ nach verschiedenen Vorschriften“. (Seiten 18 – 22)

Die Tabellen sollen zur Auswahl des geeigneten Basismaterials für einen bestimmten Einsatzzweck dienen.

Die Tabelle „Typische Meßwerte“ enthält die Testergebnisse, die sich in periodischen, genormten Prüfungen immer wieder bestätigen.

Alle Angaben sind sorgfältig ermittelt worden. Bei der Vielseitigkeit der Nutzungsbedingungen sowie der Verfahrens- und Anwendungstechnik sind die angegebenen Daten jedoch nur unverbindliche Richtwerte.

Garantiert werden die Werte, die in den Tabellen „Normwerte nach verschiedenen Vorschriften“ für die bekanntesten Normen aufgezählt sind. Jede dieser drei einzelnen Tabellen bezieht sich auf eine bestimmte Harz-/Trägerkombination (z. B. FR-3).

Das Buchstaben-/Zahlensystem in der Spalte Vorbehandlung ist eine internationale Vereinheitlichung und beschreibt die Vorbereitungsprozedur der Prüflinge vor der eigentlichen Messung. Jedoch ist selbst bei gleichen Vorbehandlungen in manchen Fällen ein Vergleich der Werte nicht möglich, da die Prüfverfahren und Prüfkörper unterschiedlich sind.

Für die Art der Vorbehandlung sind in den Tabellen Kennbuchstaben angeführt, die folgendes bedeuten:

- A = ohne Vorbehandlung
- C = Vorbehandlung in Feuchtigkeit
- D = Vorbehandlung in destilliertem Wasser
- E = Vorbehandlung bei Temperatur
- F = Prüfung nach Temperaturzyklen bei hoher Luftfeuchtigkeit
- des = Vorbehandlung durch Trocknung über Trockenmittel
- T = Prüfung bei Temperatur

Die hinter den Kennbuchstaben folgenden Zahlengruppen geben in der ersten Stelle die Dauer der Vorbehandlung in Stunden an, in der zweiten Stelle die Vorbehandlungstemperatur in °C und in der dritten Stelle die relative Luftfeuchtigkeit in %.

Nach diesem Schlüssel bedeutet die Bezeichnung C-96/35/90

- C = Vorbehandlung in Feuchtigkeit
- 96 = 96 Stunden
- 35 = 35 °C
- 90 = 90% relative Luftfeuchtigkeit

Die Aufschlüsselung kombinierter Vorbehandlungen zeigt folgendes Beispiel:  
E-1/105+des+D-24/23

- E = Vorbehandlung bei Temperatur
- 1 = 1 Stunde
- 105 = 105 °C
- +des = Vorbehandlung durch Trocknung über Trockenmittel
- +D = Vorbehandlung in destilliertem Wasser
- 24 = 24 Stunden
- 23 = 23 °C

## Fußnoten zu den Tabellen „Meßwerte“ und „Normalwerte nach verschiedenen Vorschriften“ (Seiten 18 – 22)

<sup>1)</sup> Nachbehandlung nach DIN/IEC 249 (90 ± 15) min bei [(18 – 28) ± 1] °C und (73–77)% relativer Luftfeuchte.

<sup>2)</sup> Lagerung in Siliconöl.

<sup>3)</sup> Die Proben werden vor der Prüfung 2 Minuten in Trichloräthyldampf unter Atmosphärendruck eingehängt.

<sup>4)</sup> Die Prüfung erfolgt an 3 mm breiten Streifen, die 20 Minuten in eine Natriumsulfatlösung von 70 °C eingetaucht werden. Während dieser Zeit werden die Streifen mit einem Gleichstrom von 2,15 A/dm<sup>2</sup> belastet.

<sup>5)</sup> An ein Lötauge von 4 mm Ø, das im Mittelpunkt mit einem Loch von 1,3 mm Ø versehen ist, wird ein Draht von 1 mm Ø angelötet. Es wird die zum senkrechten Abziehen des Lötauges notwendige Kraft ermittelt.

<sup>6)</sup> Das Schnittwerkzeug nach DIN 53 488 ist nicht geeignet, Aussagen über die Stanzbarkeit von Schichtpreßstoffen mit Glas als Füllstoff zu machen.

<sup>7)</sup> Die Angaben gelten für Tafeldicke 1,5 mm bzw. 1/16".

<sup>8)</sup> Anforderungen und Prüfverfahren sind zwischen Lieferant und Abnehmer zu vereinbaren.

<sup>9)</sup> Die Angaben gelten für Tafeldicke > 0,8 – < 3,2 mm.

<sup>10)</sup> Die Angaben gelten für Tafeldicke ≥ 1,6 mm.

<sup>11)</sup> Keine sichtbaren Korrosionsprodukte im Spalt.

<sup>12)</sup> Nach MIL-P-13 949 G 287 °C.

<sup>13)</sup> Die Angaben gelten für Tafeldicke ≥ 1,5 mm.

<sup>14)</sup> Die Angaben gelten für Tafeldicke ≥ 1,0 mm.

**BUNGARD**  
BEL

# Typische Meßwerte von Isola Basismaterialien für gedruckte Schaltungen,

## Isola-Bezeichnung

|        |                                            |
|--------|--------------------------------------------|
| Normen | nach DIN 40802                             |
|        | vergleichbar mit NEMA-LJ 1-1983, Section 8 |
|        | vergleichbar mit MIL-P-13949 G             |
|        | vergleichbar mit IEC-Publikation 249       |

| Elektrische Eigenschaften*      |                                                                                                                              | Prüfung                                              | Vorbehandlung             | Einheit           |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
|                                 |                                                                                                                              | Oberflächenwiderstand                                | C-96/40/92                | $\Omega$          |
|                                 |                                                                                                                              |                                                      | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | $\Omega$          |
|                                 |                                                                                                                              |                                                      | E-1/100/T-100             | $\Omega$          |
|                                 |                                                                                                                              |                                                      | E-1/125/T-125             | $\Omega$          |
|                                 |                                                                                                                              | Spez. Durchgangswiderstand                           | C-96/40/92                | $\Omega$ cm       |
|                                 |                                                                                                                              |                                                      | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | $\Omega$ cm       |
|                                 |                                                                                                                              |                                                      | E-1/100/T-100             | $\Omega$ cm       |
|                                 |                                                                                                                              |                                                      | E-1/125/T-125             | $\Omega$ cm       |
|                                 |                                                                                                                              | Dielektrizitätszahl $\epsilon_r$ bei 1 MHz           | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> |                   |
|                                 |                                                                                                                              | Dielektrischer Verlustfaktor $\tan \delta$ bei 1 MHz | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> |                   |
| Nichtelektrische Eigenschaften* |                                                                                                                              | Elektrolytische Korrosionswirkung an der Kante       | C-96, 40/32               |                   |
|                                 |                                                                                                                              | Kriechstromfestigkeit Verfahren CTI nach DIN IEC 112 | A                         | Stufe             |
|                                 |                                                                                                                              | Haftvermögen der Kupferfolie                         |                           |                   |
|                                 |                                                                                                                              | im Anlieferungszustand                               | A                         | N/25 mm           |
|                                 |                                                                                                                              | im Anlieferungszustand                               | A                         | N/mm              |
|                                 |                                                                                                                              | nach Lötlagerung                                     | A <sup>2)</sup>           | N/mm              |
|                                 |                                                                                                                              | nach Lagerung in trockener Wärme                     | E-500/100                 | N/mm              |
|                                 |                                                                                                                              | nach Lagerung in trockener Wärme                     | E-500/125                 | N/mm              |
|                                 |                                                                                                                              | nach Einwirkung von Trichloräthylendampf             | A <sup>3)</sup>           | N/mm              |
|                                 |                                                                                                                              | nach Einwirkung simulierter galv. Bäder              | A <sup>4)</sup>           | N/mm              |
|                                 |                                                                                                                              | Abreißkraft von Lötungen                             | A <sup>5)</sup>           | N                 |
|                                 |                                                                                                                              | Lötlagerbeständigkeit bei 260°C                      | A                         | s                 |
|                                 |                                                                                                                              | Stanzbarkeit nach DIN 53 488                         |                           |                   |
|                                 |                                                                                                                              | bei Raumtemperatur                                   | A                         | Kennwert          |
|                                 |                                                                                                                              | bei 40°C                                             | A                         | Kennwert          |
|                                 |                                                                                                                              | Wasseraufnahme                                       | E-24/50 + D-24/23         | mg                |
|                                 |                                                                                                                              | Grenztemperaturen nach UL 746                        | A                         | °C                |
|                                 |                                                                                                                              | Brennbarkeit nach UL 94 (vertikal)                   | A                         | Klasse            |
|                                 |                                                                                                                              | Scherfestigkeit                                      | A                         | N/mm <sup>2</sup> |
| Freigaben                       | Underwriters' Laboratories (UL), File-Nr.                                                                                    |                                                      |                           |                   |
|                                 | Defense Supply Agency, Dayton/USA<br>(Freigabe nach MIL-P-13949 G)                                                           |                                                      |                           |                   |
|                                 | Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz, Zulassungsurkunde Nr.                                                    |                                                      |                           |                   |
|                                 | Musterprüfstelle der Bundeswehr für Luftfahrtgerät, München, Musterprüfungszeugnis-Nr.                                       |                                                      |                           |                   |
| Kennzeichnung**                 | Die Längsseite des Kennzeichens <b>1</b> verläuft parallel zur Maschinenrichtung<br>bei Glasgewebe parallel zur Kettrichtung |                                                      |                           |                   |
| Farbe                           |                                                                                                                              |                                                      |                           |                   |

\* Werte sind typisch für Tafeln von 1,5 mm Dicke mit 35  $\mu$ m Cu-Kaschierung  
 \*\* Kennzeichnung aller kriechstromfesten Qualitäten **1**

<sup>1)</sup> bis <sup>15)</sup> siehe Seite 22

# BUNGARD

BEZ

| SUPRA-CARTA-Cu 96<br>Qualität V0-351 | SUPRA-CARTA-E-CU<br>Qualität 303 | SUPRA-CARTA-E-Cu<br>Qualität 303 GL | DURAVÉR-E-Cu<br>Qualität 104 GV | DURAVÉR-E-Cu<br>Qualität 104 |
|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| PF-CP 02                             | EP-CP 01                         |                                     |                                 | EP-GC 02                     |
| XXX PC/FR-2                          | FR-3                             | CEM-1                               | CEM-3                           | FR-4                         |
|                                      | PX                               |                                     |                                 | GFN                          |
| 249-2-7-IEC<br>-PF-CP-Cu             | 249-2-3-IEC<br>-EP-CP-Cu         | 249-2-9-IEC<br>EP-CP + GC-Cu        | 249-2-10-IEC<br>-EP-GF + GC-Cu  | 249-2-5 IEC<br>-EP-GC-Cu     |
| 1·10 <sup>10</sup>                   | 3·10 <sup>11</sup>               | 3·10 <sup>11</sup>                  | 3·10 <sup>11</sup>              | 4·10 <sup>12</sup>           |
| 6·10 <sup>11</sup>                   | 6·10 <sup>11</sup>               | 8·10 <sup>12</sup>                  | 7·10 <sup>12</sup>              | 7·10 <sup>12</sup>           |
| 2·10 <sup>8</sup>                    | 5·10 <sup>9</sup>                | 3·10 <sup>10</sup>                  |                                 |                              |
|                                      |                                  |                                     | 3·10 <sup>10</sup>              | 7·10 <sup>10</sup>           |
| 2·10 <sup>12</sup>                   | 4·10 <sup>12</sup>               | 2·10 <sup>13</sup>                  | 2·10 <sup>13</sup>              | 8·10 <sup>14</sup>           |
| 1·10 <sup>13</sup>                   | 2·10 <sup>13</sup>               | 1·10 <sup>14</sup>                  | 4·10 <sup>14</sup>              | 2·10 <sup>15</sup>           |
| 2·10 <sup>10</sup>                   | 3·10 <sup>10</sup>               | 1·10 <sup>12</sup>                  |                                 |                              |
|                                      |                                  |                                     | 3·10 <sup>10</sup>              | 8·10 <sup>11</sup>           |
| 4,7                                  | 4,9                              | 4,7                                 | 5,2                             | 4,7                          |
| 0,047                                | 0,041                            | 0,031                               | 0,026                           | 0,019                        |
| AB 1,6                               | AN 1,4                           | AN 1,2                              | A 1                             | A 1                          |
| 150                                  | 150                              | 200                                 | 200                             | 200                          |
| 48                                   | 50                               | 50                                  | 45                              | 50                           |
| 1,9                                  | 2,0                              | 1,8                                 | 1,8                             | 2,0                          |
| 1,9                                  | 2,0                              | 1,8                                 | 1,8                             | 2,0                          |
| 1,9                                  | 2,0                              | 1,8                                 |                                 |                              |
|                                      |                                  |                                     | 1,8                             | 2,0                          |
| 1,9                                  | 2,0                              | 1,8                                 | 1,8                             | 2,0                          |
| 1,9                                  | 2,0                              | 1,8                                 | 1,8                             | 2,0                          |
| 100                                  | 130                              | 210                                 | 210                             | 340                          |
| 19                                   | 25                               | 25                                  | > 60                            | > 120                        |
| 1,9                                  | 1,9                              | 1,0                                 | 1,0                             |                              |
| 1,6                                  | 1,7                              |                                     |                                 |                              |
| 39                                   | 35                               | 23                                  | 18                              | 15                           |
| 105                                  | 110                              | 130                                 | 130                             | 130                          |
| V-0                                  | V-0                              | V-0                                 | V-0                             | V-0                          |
| 60-80                                | 80-100                           | 80-100                              | 120-140                         | 140-160                      |
| E 41 625                             | E 41 625                         | E 41 625                            | E 41 625                        | E 41 625                     |
|                                      | PXP...                           |                                     |                                 | GFN...                       |
|                                      | C-/B3B                           |                                     |                                 | C-/B3B                       |
|                                      | 014-72                           |                                     |                                 | 016-72                       |
|                                      | MBL 5999-028                     |                                     |                                 | MBL 5999-002                 |
| <b>i-vo</b>                          | <b>i</b>                         | <b>i</b>                            | <b>i</b>                        | <b>i</b>                     |
| hellbraun                            | creme opak                       | creme opak                          | creme opak                      | naturfarben<br>transparent   |

# BUNGARD

**Normwerte nach verschiedenen Vorschriften für Glashartgewebe DURAVER-E-Cu Qualität 104** (auf Epoxidharzbasis)

| Norm<br>Bezeichnung                                     |                                                         | DIN 40 802<br>EP-GC 02 |                           | NEMA-LI 1-1983<br>FR-4 |                     | MIL-P-13949 G<br>GFN/GFP |                     | 249-2-5-IEC-<br>EP-GC-Cu |                           |                      |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                         |                                                         | Einheit                | Vorbehandlung             | Wert                   | Vorbehandlung       | Wert                     | Vorbehandlung       | Wert                     | Vorbehandlung             | Wert                 |
| Elektrische Eigenschaften                               |                                                         |                        |                           |                        |                     |                          |                     |                          |                           |                      |
| Oberflächen-<br>widerstand                              |                                                         | Ω                      | C-96/40/92                | 10 <sup>10</sup>       | C-96/35/90          | 10 <sup>10</sup>         |                     |                          | C-96/40/92                | 10 <sup>10</sup>     |
|                                                         |                                                         | Ω                      | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 5 · 10 <sup>10</sup>   |                     |                          |                     |                          | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 5 · 10 <sup>10</sup> |
|                                                         | Widerstand nach Feuchtigkeit<br>bei erhöhter Temperatur | Ω                      |                           |                        |                     |                          | F                   | 10 <sup>10</sup>         |                           |                      |
|                                                         |                                                         | Ω                      | E-1/125/T-125             | 10 <sup>9</sup>        |                     |                          | E-24/125/T-125      | 10 <sup>9</sup>          | E-1/125/T-125             | 10 <sup>9</sup>      |
| Spez. Durchgangs-<br>widerstand                         |                                                         | Ω cm                   | C-96/40/92                | 5 · 10 <sup>11</sup>   | C-96/35/90          | 10 <sup>12</sup>         |                     |                          | C-96/40/92                | 5 · 10 <sup>11</sup> |
|                                                         |                                                         | Ω cm                   | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 10 <sup>12</sup>       |                     |                          |                     |                          | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 10 <sup>12</sup>     |
|                                                         | Widerstand nach Feuchtigkeit<br>bei erhöhter Temperatur | Ω cm                   |                           |                        |                     |                          | F                   | 10 <sup>12</sup>         |                           |                      |
|                                                         |                                                         | Ω cm                   | E-1/125/T-125             | 10 <sup>11</sup>       |                     |                          | E-24/125/T-125      | 10 <sup>9</sup>          | E-1/125/T-125             | 10 <sup>11</sup>     |
| Dielektrizitätszahl ε, bei 1 MHz                        |                                                         |                        | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 5,5                    | D-24/23             | 5,4                      | D-24/23             | 5,4                      | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 5,5                  |
| Dielekt. Verlustfaktor tan δ bei 1 MHz                  |                                                         |                        | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 0,035                  | D-24/23             | 0,035                    | D-24/23             | 0,030                    | C-96/40/92+ <sup>1)</sup> | 0,035                |
| Korrosion                                               | Kantenkorrosion                                         | Kennnw.                | C-96/40/92                | AN 1,4                 |                     |                          |                     |                          | C-96/40/92                | A/B 1,4              |
|                                                         | Oberflächenkorrosion                                    |                        | C-504/40/92               | <sup>11)</sup>         |                     |                          |                     |                          | C-504/40/92               | <sup>11)</sup>       |
| Elektr. Durchschlagfestigkeit in Richtung der Schichten |                                                         | kV                     |                           |                        | A                   | 45                       | D-48/50+D-1/2/23    | 40                       |                           |                      |
| Lichtbogenfestigkeit                                    |                                                         | s                      |                           |                        |                     |                          | D-48/50+D-1/2/23    | 60                       |                           |                      |
| Nichtelektrische Eigenschaften                          |                                                         |                        |                           |                        |                     |                          |                     |                          |                           |                      |
| Haftvermögen<br>der Kupferfolie<br>(35 μm)              | nach Anlieferung                                        | N/mm                   |                           |                        |                     |                          | A                   | 1,4                      |                           |                      |
|                                                         | nach Lötbadlagerung                                     | N/mm                   | A <sup>2)</sup>           | 1,4                    | A                   | 1,4                      | A                   | 1,4                      | A <sup>2)</sup>           | 1,4                  |
|                                                         | nach erhöhter Temperatur                                | N/mm                   | E-500/125                 | 1,4                    |                     |                          |                     |                          | E-500/125                 | 1,4                  |
|                                                         | bei erhöhter Temperatur                                 | N/mm                   |                           |                        | E-1/125/T-125       | 0,9                      | E-1/125/T-125       | 0,9                      |                           |                      |
|                                                         | nach Wärmebeanspruchung                                 | N/mm                   |                           |                        |                     |                          | A                   | 1,4                      |                           |                      |
|                                                         | nach Lagerung in Prozeß-Bädern                          | N/mm                   |                           |                        |                     |                          | A                   | 1,2                      |                           |                      |
|                                                         | nach simulierter galv. Behandlung                       | N/mm                   | A <sup>4)</sup>           | 1,1                    |                     |                          |                     |                          | A <sup>4)</sup>           | 0,8                  |
|                                                         | nach Lagerung in Lösungsmitteldämpfen                   | N/mm                   | A <sup>3)</sup>           | 1,4                    |                     |                          |                     |                          | A <sup>3)</sup>           | 1,1                  |
|                                                         | Lötlagen-Abzugskraft                                    | N                      | A <sup>5)</sup>           | 60                     |                     |                          |                     |                          | A <sup>5)</sup>           | 60                   |
| Lötbadfestigkeit<br>bei 260°C                           | ungeätzte Probe                                         | s                      |                           |                        | A                   | 20                       | A <sup>12)</sup>    | 10                       | A <sup>2)</sup>           | 20                   |
|                                                         | geätzte Probe                                           | s                      | A <sup>2)</sup>           | 20                     | A                   | 20                       | A <sup>12)</sup>    | 10                       |                           |                      |
| Stanzbarkeit <sup>9)</sup>                              | bei 20°C                                                | Kennnw.                |                           |                        |                     |                          |                     |                          |                           |                      |
| Wasseraufnahme <sup>7)</sup>                            |                                                         | %                      |                           |                        | E-1/105+des+D-24/23 | 0,25                     | E-1/105+des+D-24/23 | 0,35                     |                           |                      |
|                                                         |                                                         | mg                     | E-24/50+des+D-24/23       | 20                     |                     |                          |                     |                          | E-24/50+des+D-24/23       | 20                   |
| Brennbarkeit                                            | mittlere max. Brennzeit                                 | s                      | A                         | 10 <sup>13)</sup>      | A                   | Kl. 1                    | A                   | 25                       | A                         | 25                   |
| Biegefestigkeit                                         | längs                                                   | N/mm <sup>2</sup>      | A                         | 300 <sup>9)</sup>      | A                   | 420 <sup>9)</sup>        | A                   | 420                      | A                         | 300 <sup>14)</sup>   |
|                                                         | quer                                                    | N/mm <sup>2</sup>      | A                         | 300 <sup>9)</sup>      | A                   | 350 <sup>9)</sup>        | A                   | 350                      | A                         | 300 <sup>14)</sup>   |

<sup>1)</sup> bis <sup>15)</sup> siehe Seite 23

**BUNGARD**