

diamid als Härter, Tetrabrombisphenol A (TBBA) als Flammschutzmittel.

#### 2.4.1.2 Fertigung des Basismaterials

Das Trägermaterial (Papier oder Glasgewebe) wird in einer Imprägnieranlage mit dem in Lösung befindlichen (noch nicht ausgehärteten) Harz getränkt, danach in Durchlauföfen vorgetrocknet und in Bögen geschnitten, die der Größe des Pressformates entsprechen. Diese Bögen werden auch *Prepreg* genannt (pre-impregnated = vorge-tränkt). Durch Übereinanderlegen mehrerer Prepregs wird die gewünschte Dicke des Basismaterials erreicht.

#### 2.4.1.3 Beispiele für Einsatzgebiete der Basismaterialien

- Phenolharzpapier (FR2) ist das kostengünstigste Basismaterial und wird vor allem in der Unterhaltungselektronik eingesetzt. Es kann relativ gut gestanzt und mechanisch bearbeitet werden.
- Epoxidharzpapier (FR3) hat bessere elektrische, thermische und mechanische Eigenschaften. Es ist kalt stanzenbar und zeichnet sich durch eine hohe Flammwidrigkeit aus.
- Epoxidglashartgewebe (FR4) besitzt gegenüber Hartpapier noch günstigere mechanische Eigenschaften, die Kriechstromfestigkeit und Hochfrequenzeigenschaften sind besser, die Wasseraufnahme ist geringer. Es wird für Schaltungen eingesetzt, in denen hohe Frequenzen und steile Signalflanken vorkommen, z. B. in der Computertechnik.

Die technischen Eigenschaften, wie Biegefestigkeit oder thermische Ausdehnung, werden von FR2 zu FR4 besser, damit steigt aber auch der Preis der Leiterplatte.

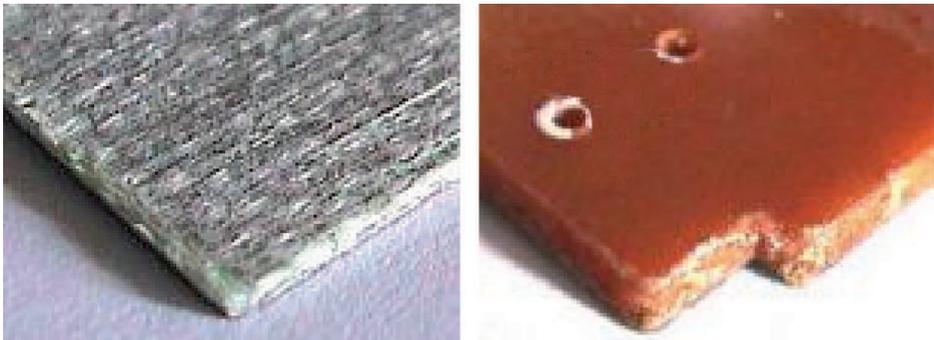


Abb. 37: FR4-Substrat (links) und Hartpapier-Substrat (rechts)

### 2.6.6.2 Der Lötvorgang

Der Lötvorgang ist durch folgende Stadien charakterisiert:

- Entfernung störender Oberflächenschichten
- Benetzung der Oberflächen und Ausbreitung des Lotes
- Interdiffusion und Bildung von Legierungszonen
- Erstarrung und Kristallisation des Lotes.

Das Entstehen einer Lötverbindung lässt sich in drei Phasen einteilen.

#### 1. Phase

Wird flüssiges Lot auf einen metallisch sauberen und auf Arbeitstemperatur erwärmten Werkstoff gebracht, so kommt es zu einer **Benetzung**. Es setzt eine innige Berührung zwischen Zusatzstoff und Grundwerkstoff ein.

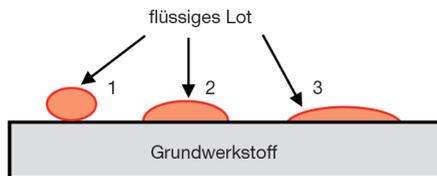


Abb. 61: Benetzung des Grundwerkstoffs mit Lot

Zu Abb. 61:

- 1: Keine Benetzung, Bildung einer Lotkugel
- 2: Schlechte Benetzung, Lotausbreitung ist gering, Lotrand ist steil
- 3: Gute Benetzung, Lotausbreitung ist schnell und großflächig, Lotrand ist flach

#### 2. Phase

Gleichzeitig kommt es zum *Fließen* des Lotes. Ein Tropfen flüssiges Lot breitet sich unter Vergrößerung seiner Oberfläche aus und fließt in kleinste Zwischenräume. Das Fließen und damit auch gleichzeitig die Benetzung erfolgt bei genügend engen Lötspalten sowohl in waagerechter als auch in senkrechter Lage. Diese Erscheinung ist auf die so genannte Kapillarwirkung zurückzuführen. Diese beruht auf der Adhäsion (Haftung) zwischen Flüssigkeiten und festen Oberflächen (Spaltwänden). Aufgrund der Adhäsion steigt die Flüssigkeit an den Wänden des Lötspaltes hoch. In engen Röhren ist die Kohäsion (Haltekraft, Bindekraft) stark genug, die restliche Flüssigkeit mit nach oben zu ziehen.

#### 3. Phase

Die Phase der *Legierungsbildung* zwischen Grundwerkstoff und Lot erfolgt, sobald das Lot die Oberfläche der Werkstoffe benetzt hat. Bei einer gelungenen Lötung legiert das Lot eine dünne Schicht der metallisch blanken Oberfläche auf. Die Atome des flüssigen Lotes diffundieren in die Randschichten des festen Grundwerkstoffes. Ebenso diffundieren Atome aus dem Grundwerkstoff in das Lot. Die sich ausbildenden Verbindungen

### 3.6.3 Bauelemente-Wechseltisch

Ein Bauelemente-Wechseltisch ist eine eigenständige Einheit, die an einem externen Rüstplatz mit Förderern ausgestattet werden kann. Der Wechseltisch nimmt also Bauelemente auf, die mittels Feeder bereitgestellt werden. Außer Gurtförderern können z. B. auch Bulk Case-Feeder und Stangenmagazin-Feeder gerüstet werden. Der Tisch wird an die feststehenden Bauelemente-Bereitstellungen des Bestückungsautomaten angesetzt, der Feeder wird an das entsprechende Feld angeschlossen und kann auf diesem Wege die Bauelemente übergeben.

Der Vorteil des Wechseltisches ist, dass zum Umrüsten der gesamte Wechseltisch gegen einen außerhalb des Bestückungsautomaten vorgerüsteten Wechseltisch ausgetauscht werden kann. Die komplette Rüstung inklusive Überprüfung kann somit abgekoppelt von der Maschine erfolgen. Der Wechseltisch wird zum Bestückungsautomaten gefahren und kann innerhalb weniger Minuten (mit einer nur kurzen Unterbrechung des Produktionsprozesses) gewechselt werden.

Die Kommunikationseinheit versorgt die Förderer mit den erforderlichen Spannungen und Steuersignalen. Die Bauelemente-Zuführungen sind während des Bestückungsprozesses in Ruhe. Daher ist das Nachfüllen von Bauelementen (beispielsweise in Stangen) und das Anspießen von Gurten ohne Maschinenstillstand möglich. Mit Hilfe eines optionalen Barcodelesers können die Barcodes an den Gurtrollen gelesen und überprüft werden. Dies gewährleistet die richtige Zuordnung der Bauelemente zur Spur.

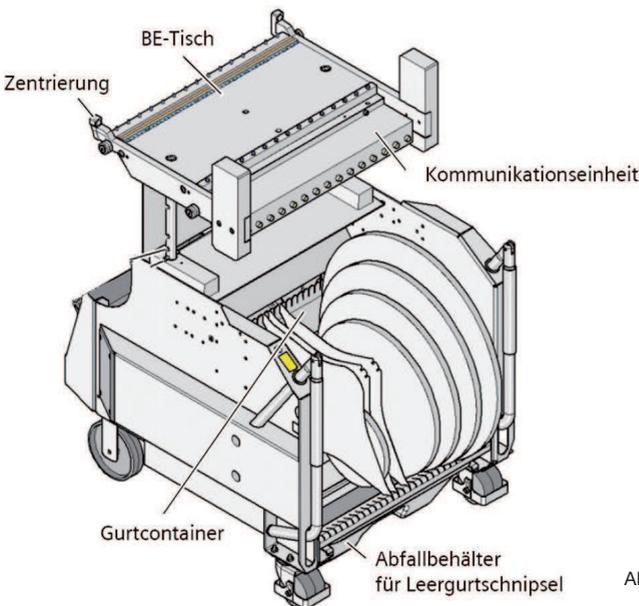


Abb. 92: Ein Bauelemente-Wechseltisch (Siemens)