

# WIRE-WRAPPING - ALLGEMEINES

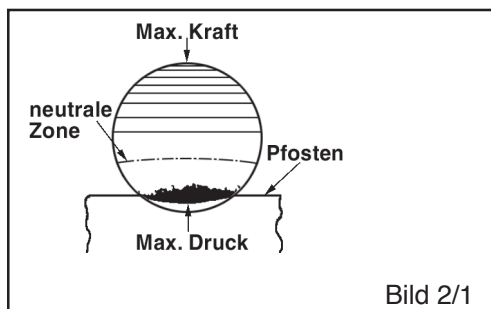
## Technische Information nach DIN 41611/B1.2 und IEC 352

“Wire-Wrapping” ist eine lötfreie Verbindung, hergestellt durch Wickeln eines eindrähtigen massiven Wickeldrahtes um einen scharfkantigen Wickelstift. Die Wickelverbindungen mit verzinn- oder versilberten Drähten (DIN 41611) sind gasdicht und weitestgehend unempfindlich gegen Temperaturzyklen, Vibrationen und klimatische Beanspruchungen.

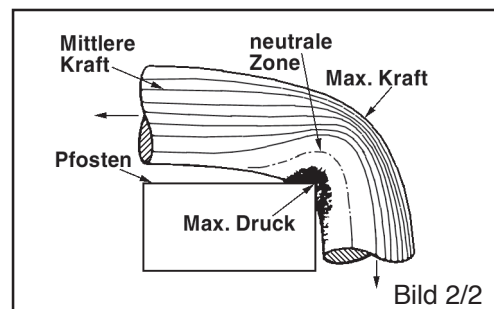
Bei dieser Verbindungstechnik wird die Elastizität des Leitermaterials ausgenutzt. Beim Wickeln wird der Draht innerhalb des Elastizitätsbereiches gedehnt und um den Anschlusspfosten gewickelt. Dabei übt er auf die Pfostenkanten einen dermaßen hohen Druck aus, dass Pfosten und Draht an den Kontaktpunkten bis über die Fließgrenze beansprucht werden. Oxyd wird dabei abgesprengt und fließt aus der Kontaktzone. So entsteht eine gasdichte, metallische Verbindung, die von der Drahtelastizität dauernd unter Druck gehalten wird (Hookesches Gesetz). Dieses Gesetz besagt, dass jede Spannung im elastischen Bereich eine Verformung hervorruft, und umgekehrt, dass eine Verformung nur durch Kraft bzw. Spannung erzeugt werden kann. Die Spannung ist proportional zur Dehnung. Der Draht hat zwar das Bestreben sich wieder zusammenzuziehen, kann es jedoch nicht, weil er fest in den Pfostenkanten eingehängt ist.

Versuche haben ergeben, dass eine Wickelverbindung ca. 9 x zuverlässiger als eine Lötverbindung ist (siehe auch nächster Kapitel "Vibrationsverhalten").

### Verteilung der Kräfte



Der Schnitt durch die Pfostenkante zeigt die Kraftverteilung, die im Wickeldraht beim Wickeln um den Pfosten mit hohem Zug entsteht.



Beim Biegen des Drahtes um die scharfe Kante des Pfostens wird die Oxydschicht sowohl am Pfosten wie am Draht zerstört, es entsteht eine saubere, oxyd-freie Metall-Metallverbindung.

Die Verbindung zeichnet sich durch einen einfachen Aufbau aus (kantiger Wickelstift + Draht). Es wird eine Belastung durch Hitze, Flussmittel, etc. vermieden und man spart Zinn, Klemmen und Zeit. Bauteile mit Wire-Wrap-Stiften sind mitunter auch preisgünstiger als solche mit Lötösen.

Die Wire-Wrap-Technologie ist auch sehr **servicfreundlich**. Es genügt ein Werkzeug in der Größe eines Schraubenziehers, um eine Wickelverbindung zu lösen und neu zu verdrahten. Versuche haben außerdem ergeben, dass ein 50-maliges Wickeln auf dieselbe Stelle noch eine einwandfreie Verbindung ergibt. Die Qualität der Wickelverbindung ist außerdem nicht von der Drehgeschwindigkeit sondern vom Wickelwerkzeug abhängig. Das abgewickelte Leiterende darf nicht mehr für eine neue Wicklung verwendet werden.

Die **Fertigungsgeschwindigkeit** wird hauptsächlich von den Nebenzeiten bestimmt, da der eigentliche Wickelvorgang nur Zehntelsekunden benötigt. Bei Serienfertigungen werden Werte bis über 1000 Wickel/Stunde erreicht. In der Einzelfertigung erzielt man Werte von ca. 280 Wickel/Stunde.

# WIRE-WRAPPING - ALLGEMEINES

## Technische Information - Fortsetzung

Die am Markt befindlichen Wrapwerkzeugeinsätze können auch in Wrap-Pistolen verschiedener Hersteller verwendet werden. Die führenden Hersteller haben die notwendigen Maße standardisiert. Die Lebensdauer von Wickeleinsätzen beträgt ca. 120.000 - 250.000 Verbindungen (je nach Drahtdurchmesser). Versilberter Draht kann die Lebensdauer etwas verlängern, verzinnter Draht etwas verkürzen.

Der dauernde Kontaktdruck, den ein Leiter gegen die Pfostenkante ausübt, kann mit 200 - 300 N/mm<sup>2</sup> angegeben werden. Die Minderung des Druckes, welche bei erhöhten Temperaturen und bei entsprechender Beanspruchungsdauer eintritt, darf max. 50 % betragen.

Für den verzinnten Kupferleiter gilt folgende Beziehung zwischen Zeit und Temperatur bei einer Verringerung der Spannungen um 50 % (siehe Bild 2/3). Wird z.B. eine Wickelverbindung einer Temperatur von 105 °C ausgesetzt, dann sind die Spannungen im Draht nach 6 Monaten auf die Hälfte gesunken, hingegen bei 70 °C erst nach über 15 Jahren. Für Verbindungen, die eine längere Zeitspanne Temperaturen von über 90 °C ausgesetzt sind, muss ein Draht eingesetzt werden, der bei diesen Temperaturen eine geringere Entspannung aufweist als Kupfer (z.B. Kupfer Beryllium).

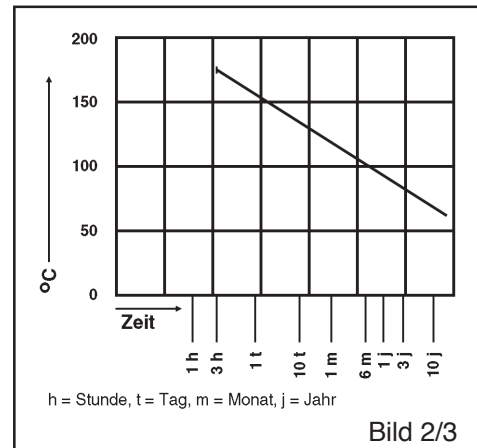


Bild 2/3

## Vibrationsverhalten und Zuverlässigkeit

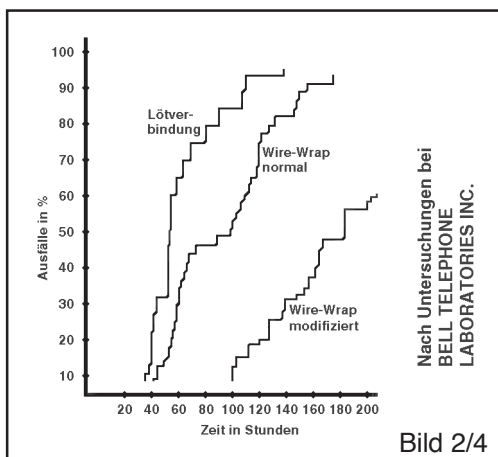


Bild 2/4

An Bild 2/4 kann abgelesen werden, dass bei starker Vibration nach ca. 100 Stunden bereits 85% aller Lötverbindungen ausgefallen sind. Verbindungen in Wire-Wrap-Technik (modifizierte Wickel) haben in diesem Extremtest jedoch nur eine Ausfallrate von unter 10%. Die Prüfung erfolgte an Verbindungen AWG 24.

Bild 2/5 zeigt die Ausfallraten für einige Drahtanschlusstechniken im Normalbetrieb. "Wire-Wrapping" ist eindeutig die zuverlässigste Verbindung.

Wickelanschlusstechnik	0.07 x 10 <sup>-9</sup>
Gedruckte Verdrahtung (maschinengesteuert)	0.10 x 10 <sup>-9</sup>
Schweißverbindung	0.20 x 10 <sup>-9</sup>
Quetschanschluss	0.60 x 10 <sup>-9</sup>
Handlötung	0.60 x 10 <sup>-9</sup>

Bild 2/5