

Wire-Wrap Verdrahtungstechnik

Wire-Wrap Verdrahtungstechnik

Diese Drahtwickelverbindungstechnik begrenzt die elektrische Verbindung auf die beiden mechanischen Elemente: Anzuschließender Leiter und Wickelstift (Anschlusselement des Bauteils).

Das Drahtwickelwerkzeug besteht aus dem eigentlichen Werkzeug, einem Wickeleinsatz und der passenden Führungshülse. Das Werkzeug wickelt den massiven, runden Kupferleiter unter mechanischer Spannung in mehreren Windungen stramm um den kantigen Wickelstift. Hierbei entsteht an den Kanten des Wickelstiftes eine korrosions-sichere und gasdichte Verbindung.

Es werden drei Arten von Wickeleinsätzen unterschieden: Modifizierte, Standard- und K.A.A.-Wickeleinsätze (bitte beachten Sie hierzu Seite 6).

Damit bestimmen die Art der Wickelverbindung, die Größe und Abstände der Wickelstifte sowie der Durchmesser des verwendeten Leiters, welcher Wickeleinsatz und welche Führungshülse benötigt werden.

Leiter

Für Wire-Wrap Verbindungen wird ein massiver, runder Leiter verwendet. Mit handgeführten Werkzeugen werden üblicherweise Leiter zwischen 0,25 mm - 1,0 mm Durchmesser (AWG 30 - AWG 18) verdrahtet. Wegen der mechanischen Spannungen, die beim Wickelvorgang auftreten, muss der Leiterwerkstoff eine genügend hohe Bruchdehnung aufweisen, d.h. bei einem Leiter-Nenndurchmesser bis zu 0,5 mm mindestens 15% und bei größeren Durchmessern mindestens 20%. Beim Leitermaterial für die K.A.A.-Wickeleinsätze muss die Bruchdehnung mindestens 20% betragen. Handelsübliche Kupferleiter, z.B. aus Leitungskupfer E-Cu58F21 nach DIN 40500 Blatt 4 oder OFHC-Kupfer, werden diesen Anforderungen gerecht. Bitte beachten Sie hierzu die weiteren Informationen auf Seite 24.



Die meist verwendeten Isolierungsarten sind: PVC, Kynar, Milene, Teflon und Tefzel. Für die K.A.A.- Wire-Wrap Technik sollte der Leiter ein Kunststoffisolierungsmaterial aufweisen, das sich mit Messerschneiden einkerben und abreißen läßt. Die Isolierung selbst muss leichthaftend auf dem Leiter angebracht sein und darf die vorgeschriebenen Abstreifwerte laut der Tabelle auf Seite 24 nicht überschreiten. Ebenfalls muss die Dehnbarkeit der Isolierung so gross sein, dass bei einer Modifizierten Wickelverbindung keine Risse an der Isolation der untersten isolierten Windung auftreten.

Wickelstifte

In den meisten Fällen sind die Wickelstifte durch die verwendeten Bauteile vorgegeben (Steckverbinder, Sockel,

Schalter, usw.). Zur Anpassung von Wickeleinsatz zum Wickelstift muss dessen Breite, Tiefe und Höhe bekannt sein. Die Windungszahl des blanken Leiters ist so ausgelegt, dass die Summe der Einzelkontaktflächen größer ist als die Querschnittsfläche des Drahtes aus Leitungskupfer. Der günstigste Härtebereich der Oberfläche des Wickelstiftes liegt bei der Vickershärte HV5=150 ...220kp/mm².

Auf den Katalogseiten 20 - 24 finden Sie Auswahltabellen für Wickeleinsätze und Führungshülsen in Abhängigkeit von Leiter, Wickelstift und Art der Wickelverbindung.

Fertigungsüberwachung

Das Werkzeug, mit dem die Wire-Wrap Verbindungen hergestellt werden, schaltet den Einfluss der menschlichen Arbeitskraft weitgehend aus. Reibungskräfte können jedoch die Oberfläche des Wickeleinsatzes abschleifen oder aufrauen. Die mechanische Spannung im Leiter wird dadurch niedriger oder höher und die Verbindung weniger fest oder der Draht zu sehr gedehnt. Zwei einfache mechanische Prüfungen sichern gleichbleibende Qualität:

Bei der **Abzugskraftprüfung** müssen die Wickelstifte fest eingespannt sein. Das Abzugskraftwerkzeug besteht aus einer Federwaage mit Maximal-Kraftanzeige und Abzugshaken. Die Backen des Hakens bilden eine flache Oberfläche, auf der die Wickelverbindung am unteren Drahtende beiderseits des Wickelstiftes aufliegt. Der Haken greift entlang den Längsseiten des Stiftes, wobei dessen Backen nicht auf dem Wickelstift klemmen dürfen. Die Abzugskraft muss langsam und stetig eingeleitet werden, so dass keine Trägheitskräfte auftreten. Die größte Abzugsgeschwindigkeit liegt bei 250 mm pro Minute. Ein Wickelstift darf nur einmal für die Abzugsprüfung verwendet werden. Lötfreie Wickelverbindungen auf vierkantigen Stiften müssen die Mindestabzugskraft erreichen oder überschreiten, bevor sich die Wickel auf den Stiften verschieben.

Die **Abwickelprüfung** testet die Sprödigkeit des Leiters. Das Abwickeln gewickelter Wire-Wrap Verbindungen ist notwendig, um zu prüfen, ob die Leiter während des Wickelvorgangs zu sehr gedehnt wurden. Diese Prüfung erfolgt mit einem Entdrahtungswerkzeug, welches über den Wickelstift geschoben und vorsichtig entgegen der Wicklungsrichtung der Verbindung gedreht wird. Hierbei muss der Leiter einer Wickelverbindung völlig vom Stift abgewickelt werden können, ohne innerhalb des Wickelbereichs zu brechen.

Es empfiehlt sich, die Ergebnisse der Abzugskraftprüfung und Abwickelprüfung in ein Prüfblatt einzutragen (siehe Seite 32). Ein Vergleich der Summenwerte gibt Aufschluss über den Abnutzungsgrad des Wickeleinsatzes: Abnehmende Werte deuten auf lose werdende Wickel hin, stark zunehmende Werte in Verbindung mit Leiterbrüchen deuten auf ein Überdehnen des Leiters hin.

Bei Sichtprüfung der Wickelverbindungen ist darauf zu achten, dass keine Verdrahtungsfehler laut Seite 8 vorhanden sind.

Wichtig: Es empfiehlt sich, die Abzugskraftprüfung und Abwickelprüfung täglich durchzuführen.

Wire-Wrap Verdrahtungstechnik

Wie erzeugt der Wickeleinsatz die mechanische Spannung in dem anzuschließenden Leiter?

Während der Wickeleinsatz um den Wickelstift gedreht wird, zieht er den Leiter aus der Drahrille und biegt ihn um die Wickelkante. Anschließend wird der Leiter wieder gestreckt und zum Schluss, geführt durch die Wickelmulde, um die Kanten des Wickelstiftes gelegt.

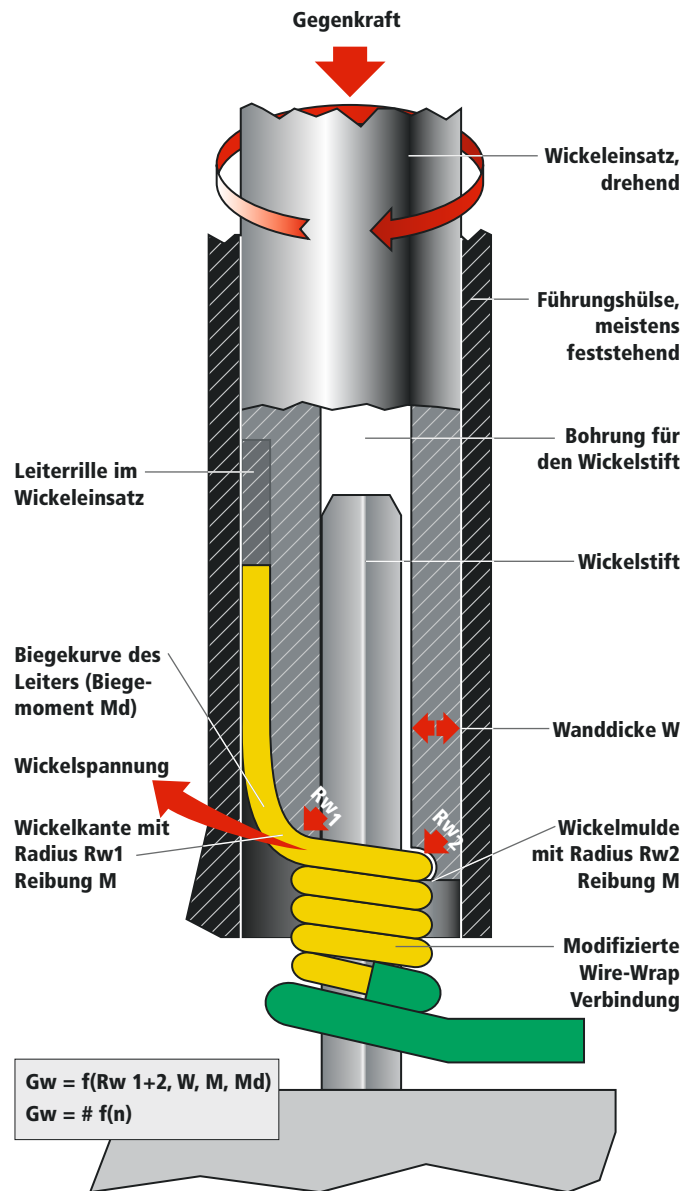
Dieser kombinierte Biege- und Reibungsprozess erzeugt die Wickelspannung, wobei der Leiter definiert gedehnt wird.

Radius, Wanddicke, Oberflächenbeschaffenheit der drahtführenden Bereiche des Wickeleinsatzes und das Biegemoment des Leiters sind für die Kontrolle der Wickelspannung von entscheidender Bedeutung.

Die Wickelspannung ist weitestgehend unabhängig von der Drehgeschwindigkeit des Wickeleinsatzes, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, ihn sowohl motorisch als auch manuell anzutreiben, ohne dass die Qualität der Verbindung dadurch beeinflusst wird.

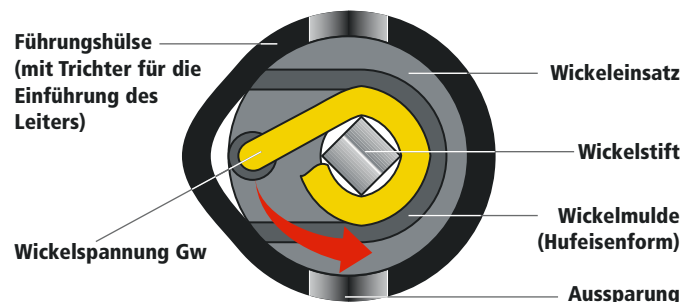
Beispiel: Wickelkraft bei einer Wickelspannung von 20 kp/mm²:

Leiter-Ø mm	AWG	Wickelkraft kp	ca. N
0,25	30	1	10
0,32	28	1,6	16
0,4	26	2,5	25
0,5	24	4,1	41
0,65	22	6,5	65
0,8	20	10,4	104
1,0	18	15,8	158



$$Gw = f(Rw_1 + 2, W, M, Md)$$

$$Gw = \# f(n)$$

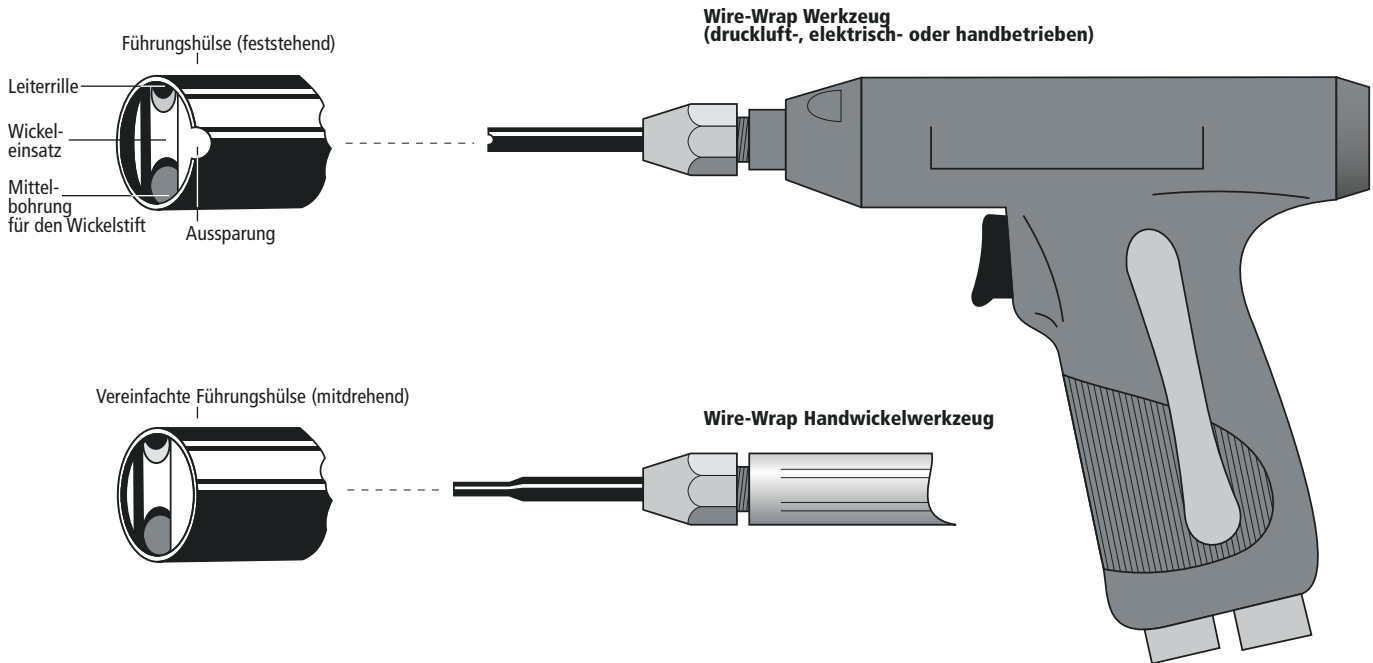


Wire-Wrap Verdrahtungstechnik

Vorgehensweise der Drahtverlegung

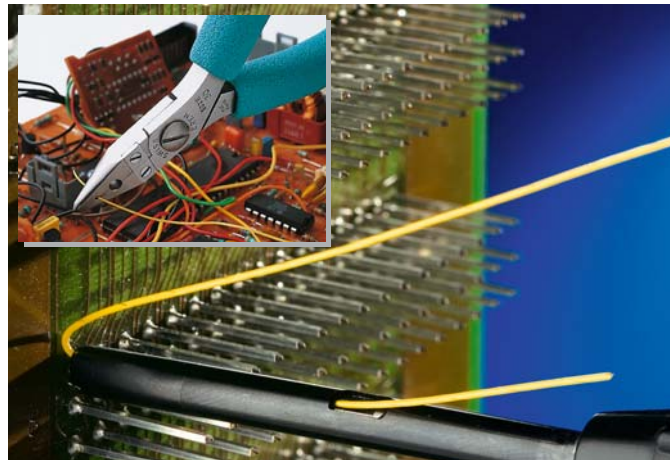
Eine dauerhafte, elektrische Verbindung entsteht, wenn ein runder massiver Leiter mit Hilfe eines Wickeleinsatzes und einer Führungshülse mit mehreren Windungen

stramm um einen kantigen Wickelstift gewickelt wird. Für Massivleiter und Wickelstift genügen handelsübliche Qualitäten (entsprechend DIN EN 60352-1, etc.).



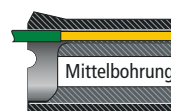
1. Leiter abschneiden und abisolieren.

Je nach Art des Wickeleinsatzes wird das Leiterende entweder vorher manuell abisoliert oder es wird während des Wickelns durch den Wickeleinsatz selbst abisoliert.

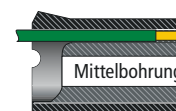


Es gibt verschiedene Arten von Wickeleinsätzen:

Standard Wickeleinsatz

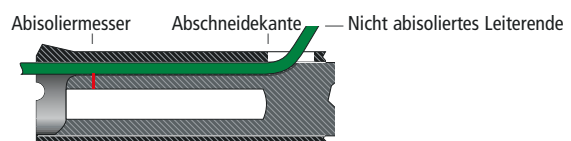


Modifizierter Wickeleinsatz



Für den Modifizierten und den Standard Wickeleinsatz das Leiterende vorher abisolieren.

Kombiniert Abschneidender und Abisolierender Modifizierter Wickeleinsatz



Bei einem K.A.A. Wickeleinsatz das Leiterende nicht abisolieren.

Wire-Wrap Verdrahtungstechnik

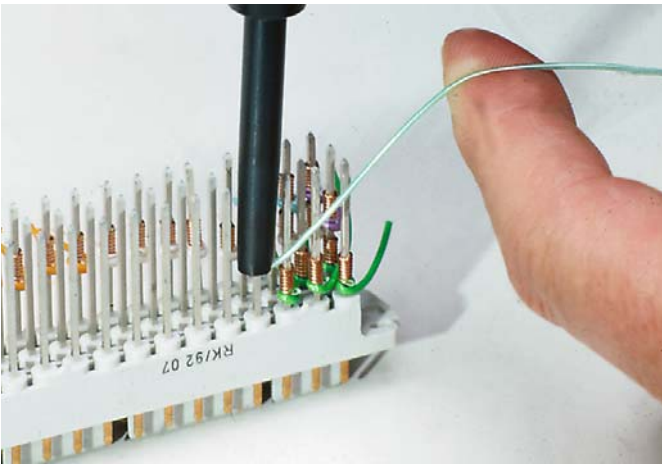
2. Leiterende in die Leiterrille einführen, in eine Aussparung der Führungshülse hineinbiegen und festhalten.



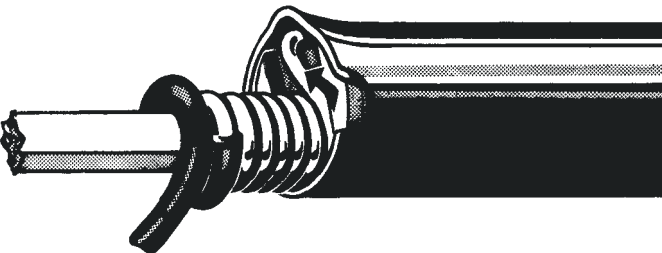
Beim Modifizierten und beim Standard Wickeleinsatz Leiterende einschieben bis die Isolation anstößt.
Beim K.A.A. Wickeleinsatz Leiterende voll durchschieben.

Bei den vereinfachten Führungshülsen der Hand-Wickelwerkzeuge entfallen die Aussparungen. Der Leiter wird nur festgehalten.

3. Werkzeug mit der Mittelbohrung über den Wickelstift schieben.



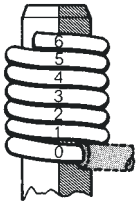
4. Wickeln



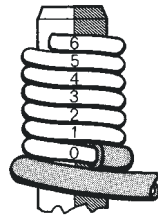
- Während des Wickelns das Werkzeug leicht andrücken.
- Die Windungen müssen dicht nebeneinander liegen.
- Nicht wegziehen.

Wire-Wrap Verdrahtungstechnik

Arten von Wickelverbindungen



Der **Standard Wickel-einsatz** wickelt nur den blanken Leiter um den Wickelstift.



Der **Modifizierte Wickel-einsatz** wickelt zusätzlich zum blanken Leiter etwa eine Windung mit der Isolierung um den Wickelstift. (Die Isolierung der Verbindung der Verdrahtungsebene 2 darf die letzte Leiter-

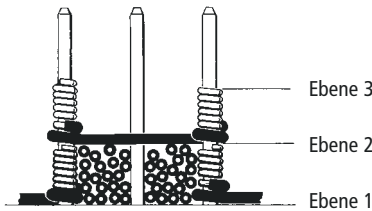
windung der Verbindung in der Ebene 1 überlappen).

Bei einem **Modifizierten K.A.A. Wickel-einsatz** wird das Drahtende in einem Arbeitsgang abgeschnitten, abisoliert und gewickelt.

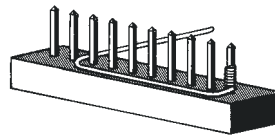
Windungen des Leiters	bei Durchmesser des Leiters
8	0,25 mm (30 AWG*)
7	0,32 mm (28 AWG)
6	0,4 mm (32 AWG)
5	0,5 mm (24 AWG)
4	0,65 mm (22 AWG)
4	0,8 mm (20 AWG)
4	1,2 mm (18 AWG)

* AWG = American Wire Gauge ist eine international verwendete Verhältniszahl für die Leiterabmessungen

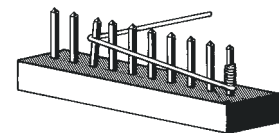
Grundregeln der Drahtverlegung



1. Nur zwei Wicklungen auf einen Wickelstift (Ebene 3 ist Reserve).
2. Beide Wicklungen eines Leiters in der gleichen Verdrahtungsebene anbringen.
3. Lange Leiter zuerst verdrahten.
4. Für den Fall, dass Verbindungen gelöst werden müssen, den Leiter einfach abwickeln. Das abgewickelte Leiterende nicht mehr verwenden!

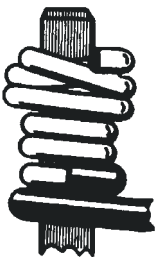


Richtige Leiterverlegung um den Umlenkpunkt.



Falsche Leiterverlegung. Der Draht ist gespannt.

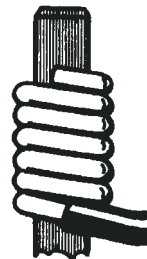
Fehlerhafte Wickelverbindungen



Überwicklung:
Zu stark gedrückt oder schlecht angepasster Wickel-einsatz.



Auseinandergezogene Wicklung:
Werkzeug beim Wickeln weggezogen.



Ungenügende Isolation für eine Modifizierte Wickelverbindung:
Der Leiter wurde nicht weit genug in den Wickel-einsatz hineingeschoben.



Zu großes „Schweinschwänzchen“ am Ende der Wicklung:
Beschädigter Wickel-einsatz oder ungünstiges Verhältnis zwischen Breite und Länge des Stiftquerschnittes.

Ist der Kontaktdruck hoch, wenn der Leiter unter mechanischer Spannung um die Kanten eines Wickelanschlusstiftes gewickelt wird?

Der Kontaktwiderstand setzt sich aus der Summe des Engwiderstandes und des Fremdschichtwiderstandes zusammen. Ein kleiner Kontaktwiderstand wird erreicht, indem mittels hohem Kontaktdruck der Engwiderstand durch viele, großflächige Kontaktzonen und der Fremdschichtwiderstand durch metallisch blanke Kontaktzonen gesenkt wird.

Wenn der Leiter mit hoher Zugspannung um den scharfkantigen Stift gewickelt wird, drücken sich die Kanten des Wickelstiftes in den weichen Kupferdraht. Durch die Zugspannung wird der Leiter sowohl elastisch als auch plastisch gedehnt und dabei um die Kanten des Wickelstiftes gezogen.

Etwa vorhandene Oxydschichten an den Oberflächen – sowohl auf dem Leiter als auch auf den Kanten des Stiftes – reißen dadurch zunächst auf und werden beim Eindringen der Wickelstiftkanten weggeschabt und durchgedrückt. Eine neue Oxydschicht kann in der kurzen Zeit des Wickelvorganges nicht entstehen, da bei Raumtemperatur gearbeitet wird. Deshalb benötigt man auch kein Flussmittel.

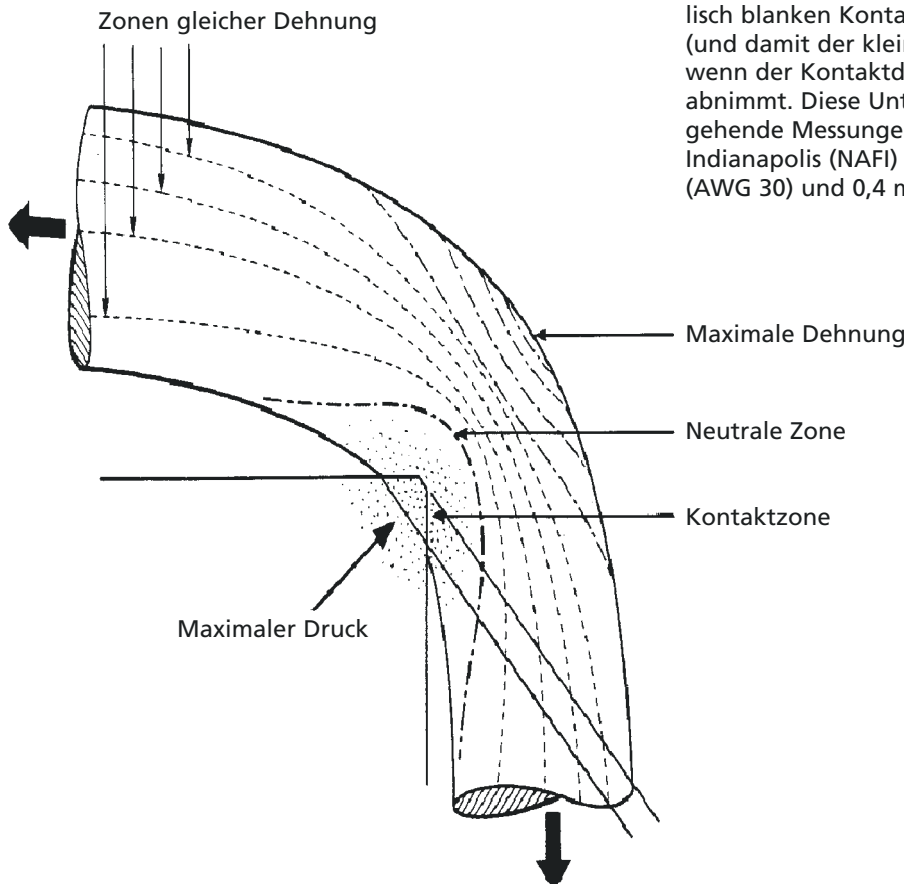
So bilden sich großflächige, festgefügte, gasdichte, metallisch blanke Kontaktzonen hohen Druckes aus. Eine Drahtwickelverbindung besteht aus einer großen Zahl solcher

Kontaktzonen, die durch ihre Parallelschaltung einen nur sehr kleinen Widerstand ergeben. Bei einem vierkantigen Wickelstift und 5 Windungen des blanken Leiters entstehen 20 parallelgeschaltete Kontaktzonen. Dabei ist die gesamte Kontaktfläche größer als der Drahtquerschnitt.

Jeder einzelne Leiterabschnitt (Bereich einer Windung zwischen zwei Wickelstiftkanten) presst sich mit beiden Enden gegen die Kanten des Wickelstiftes. Der ganze Wickel wirkt so wie eine Schlingfeder. Der Leiter wird beim Wickeln nicht überdehnt und hat immer noch eine Elastizitätsreserve. Auch der Wickelstift selbst wird etwas zusammen gedrückt und steht unter elastischer Drehspannung. So bleibt auch nach einer gewissen Entspannung des Leiters, die nach dem Wickelvorgang auftritt, genügend Elastizität im Wickel gespeichert, um völlige Zuverlässigkeit zu sichern.

Intensive Alterungsuntersuchungen zeigten für die geforderte Lebensdauer von 40 Jahren bei 57° C ein Nachlassen der Spannung im Leiter und damit des Kontaktdruckes auf knapp 50% der Werte, die eine Woche nach dem Wickelvorgang vorhanden waren.

Der Kontaktwiderstand erhöht sich aber nur unwesentlich, weil zur Aufrechterhaltung des einmal erreichten niedrigen Wertes die Kontaktfläche weitgehend gleichbleibend sein muss, nicht aber unbedingt der Kontaktdruck. Die metallisch blanken Kontaktzonen bleiben auch dann erhalten (und damit der kleine Enge- und Fremdschichtwiderstand), wenn der Kontaktdruck in relativ weiten Grenzen abnimmt. Diese Untersuchungen wurden durch weitergehende Messungen in den U.S. Naval Avionics Facility Indianapolis (NAFI) an Leitern mit 0,25 mm Durchmesser (AWG 30) und 0,4 mm Durchmesser (AWG 26) bestätigt.



Wire-Wrap Verdrahtungstechnik

Auswahlkriterien für Wire-Wrap Werkzeuge

Achten Sie bei der Auswahl und beim Einsatz Ihres Werkzeuges auf:

- 1) das **Kopfstück**
- 2) die **Indexierung**
- 3) die **Wartungsfreundlichkeit**

1) Kopfstück

„A“-Kopfstück

Der Wickeleinsatz ist in seiner Längsrichtung fest in das Werkzeug eingespannt. Deshalb wird das Werkzeug während des Wickelns zurückgeschoben und man drückt es – je nach verwendetem Leiterdurchmesser – leicht an.

Vorteil: Werkzeuge mit „A“-Kopfstücken können beliebig mit Wickeleinsätzen für verschiedene Leiterdurchmesser bestückt werden.

„C“-Kopfstück

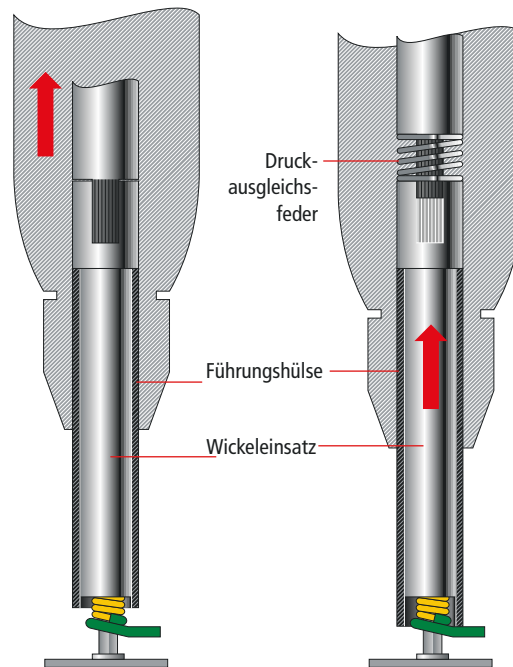
Der Wickeleinsatz wird während des Wickelns gegen die Druckausgleichsfeder zurückgeschoben. Das Werkzeug wird nur noch gegengehalten.

Vorteil: Werkzeuge mit „C“-Kopfstücken können dort eingesetzt werden, wo dünne Drähte von völlig ungeübten Arbeitskräften angeschlossen werden sollen.

Achtung: In Werkzeugen mit „C“-Kopfstück können keine K.A.A. Wickeleinsätze verwendet werden.

„A“-Kopfstück

„C“-Kopfstück

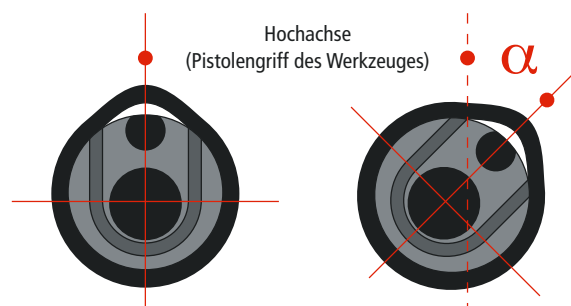


2) Indexierung

Die Kopfstücke der Wire-Wrap Werkzeuge sind mit einer Indexeinrichtung für den Wickeleinsatz und die Führungshülse versehen. Dadurch rastet der Wickeleinsatz nach jedem Wickelvorgang in seiner Ausgangsstellung ein.

Ab Fabrik ist die Leiterrille auf „12-Uhr-Position“ eingestellt. Die Fertigungswerkzeuge der Elektroserien 14YB3, 14R3G und der Druckluftserie 14YP1 können auf einen beliebigen Winkel (über 360°) verändert werden. Dadurch kann das Werkzeug der Handhaltung und der Abgangsrichtung der Drähte entsprechend griffgünstig angepasst werden.

Die Indexierung



3) Wartungsfreundlichkeit

Wire-Wrap Werkzeuge sind auch nach jahrelangem Einsatz nicht am Ende ihrer Lebensdauer. Wartung und Instandsetzung der Werkzeuge können anhand der Wartungsanleitung selbst vorgenommen werden oder Sie schicken das Werkzeug an die nächste Cooper Hand Tools Niederlassung.

Wir empfehlen, eine Anzahl von Ersatzteilen in Ihrem Betrieb zu halten. Ersatzteile sind von unserem Werk oder Ihrer zuständigen Vertretung erhältlich. Ersatzteillisten liegen allen Werkzeugen bei, fordern Sie bei Bedarf weitere an.

Bitte die Ersatzteillisten (Explo-Zeichnungen) aufbewahren!