

**QUALITÄTS-CRIMPING-  
HANDBUCH  
Bestellnr. 63800-0029**

## Inhaltsverzeichnis

### ABSCHNITT

- 1 Einführung in die Crimp-Technologie
- 2 Zweck
- 3 Anwendungsbereich
- 4 Definitionen
- 5 Zugehörige Materialien
- 6 Verfahren
- 7 Maßeinheiten
- 8 Steuerung des Crimp-Verfahrens
- 9 Fehlerbehebung
- 10 Drahtstärkentabelle

## ABSCHNITT 1

### EINFÜHRUNG IN DIE CRIMP-TECHNOLOGIE

Die Crimp-Technologie wurde entwickelt, um Lötverbindungen zu ersetzen, und bietet eine Verbindung hoher Qualität zwischen Kontakt und Draht zu relativ niedrigen Kosten. Die Methoden für die Verwendung von Crimp-Verbindungen sind von Einsatzgebiet und Volumen abhängig und reichen von Handgeräten bis zu vollautomatischen Systemen.

Die Verwendungsmethoden umfassen ein einfaches Handwerkzeug, eine Presse mit Werkzeugsätzen, einen Abtrenner-Crimper und ein vollautomatisches Drahtverarbeitungssystem. Unabhängig von der verwendeten Methode ist die Einrichtung der einzelnen Werkzeuge entscheidend für die Crimp-Verbindung.

Heutzutage verwenden viele OEM-Firmen Statistical Process Control (SPC) zur ständigen Verbesserung der Crimp-Verbindungen. Die Crimp-Verbindung ist ein komplexes Verfahren, und zur Gewährleistung einer einheitlichen Qualität ist es erforderlich, die Abweichungen und die voneinander abhängigen Interaktionen zu verstehen, die mit dieser Technologie verbunden sind.

Ohne umfassendes Verständnis des Crimp-Verfahrens und die darauf einwirkenden Faktoren erfüllt das Ergebnis möglicherweise nicht die Erwartungen. Die drei wichtigsten Elemente beim Crimp-Verfahren sind Kontakt, Draht und Werkzeug.

#### Kontakt

Bei den meisten Anwendungen ist für die Verbinderhersteller nicht wirtschaftlich, einen Kontakt für nur eine Drahtstärke, eine Litze oder einen Isolationsdurchmesser zu produzieren (UL-Typ). Die meisten Kontakte sind für viele Drahtstärken, Litzen und Isolationsdurchmesser geeignet und können alle Arten in diesen Bereichen aufnehmen.

#### Draht

Die Arten von Litzen und Isolationen können für eine Drahtstärke beträchtliche Unterschiede aufweisen. Zum Beispiel enthält ein Draht 18 AWG mit 19 Litzen 18 % mehr Material als ein Draht 18 AWG mit 16 Litzen. Der Isolationsdurchmesser eines Drahtes 18 AWG kann von 1,78 mm bis über 4,57 mm reichen. Drahtlitzen können aus Kupfer bestehen, verzinkt, beschichtet oder mit Topcoat versehen sein. Material, Stärke und Festigkeit der Drahtisolation können von Anwendung zu Anwendung unterschiedlich sein.

#### Werkzeuge

Welche Werkzeuge werden für die Anwendung benötigt? Kann die Abisolierung per Hand durchgeführt werden oder muss wegen der Menge eine automatische Drahtabisolierungsmaschine benutzt werden? Erfordert die Anwendung Handwerkzeuge, eine Presse mit Werkzeugsätzen oder eine vollautomatische Drahtverarbeitungsmaschine? Bei Handwerkzeugen, Pressen mit Werkzeugsätzen und vollautomatischen Drahtverarbeitungsmaschinen gibt es unterschiedliche Stufen der Variabilität. Kontakt, Draht und Art des Anwendungswerkzeugs wirken sich auf die Qualität des fertigen Kontaktes aus.

## ABSCHNITT 2

### ZWECK

Dieses Handbuch bietet allgemeine Richtlinien und Verfahren zum Verständnis und zum Erstellen akzeptabler Crimp-Kontakte. Im Glossar in Abschnitt 4 werden Begriffe und Definitionen aufgelistet. In Abschnitt 5 werden die Werkzeuge aufgeführt, die zum genauen Messen und Prüfen für die Crimp-Akzeptanz erforderlich sind.

Die Werkzeugeinrichtung ist entscheidend für die Qualität der fertigen Crimps. Die zu berücksichtigenden Merkmale umfassen Crimp-Höhe, Kontaktbürste, glockenförmige Öffnung, Abschnitt, Abisolierlänge und Isolationsposition. Variabilität bei einem oder mehreren dieser Merkmale kann die gemessene Auszugskraft reduzieren. Es kann schwierig sein, die akzeptablen Variabilitätsgrenzen festzulegen, da sich die Merkmale gegenseitig beeinflussen.

Z.B. wirkt sich eine Spuranpassung für eine glockenförmige Öffnung auch auf die Abschnittlänge und die Isolationsdrahtlänge aus, während sich Abisolierlänge und Drahtpositionen auf die Kontaktbürste und die Isolationsposition auswirken. Das Anpassen der Isolations-Crimp-Höhe kann zu leichten Veränderungen bei den Höhenabmessungen der Leiter-Crimps führen. Möglicherweise muss die einrichtende Person mehrere Anpassungen vornehmen, um die optimale Einrichtung zu ermitteln.

Die Reihenfolge bei der Einrichtung kann wichtig sein, um die Anzahl der Wiederholungen bis zur optimalen Einrichtung zu reduzieren. In Abschnitt 6 finden Sie ein Flussdiagramm für die Einrichtung des Verfahrens, während Abschnitt 9 Richtlinien für die Fehlerbehebung bei häufigen Problemen enthält. Der Einsatz von statistischer Verfahrenssteuerung (SPC, Statistical Process Control) für das Crimp-Verfahren kann bei der Minimierung von Fehlern behilflich sein. Abschnitt 8 enthält eine allgemeine Erklärung der Vorteile von SPC.

Dieses Handbuch ist so strukturiert, dass der Inhalt ganz oder teilweise als schrittweise Anleitung gemäß ISO-Anforderungen verwendet werden kann.

## ABSCHNITT 3

### UMFANG

**Dieses Handbuch ist für Molex-Kunden gedacht, die Kontakte von Molex mit offenen Hülsen crimpen und die Molex-Werkzeuge benutzen**, hauptsächlich mit halbautomatischen oder automatischen Drahtverarbeitungsmethoden.

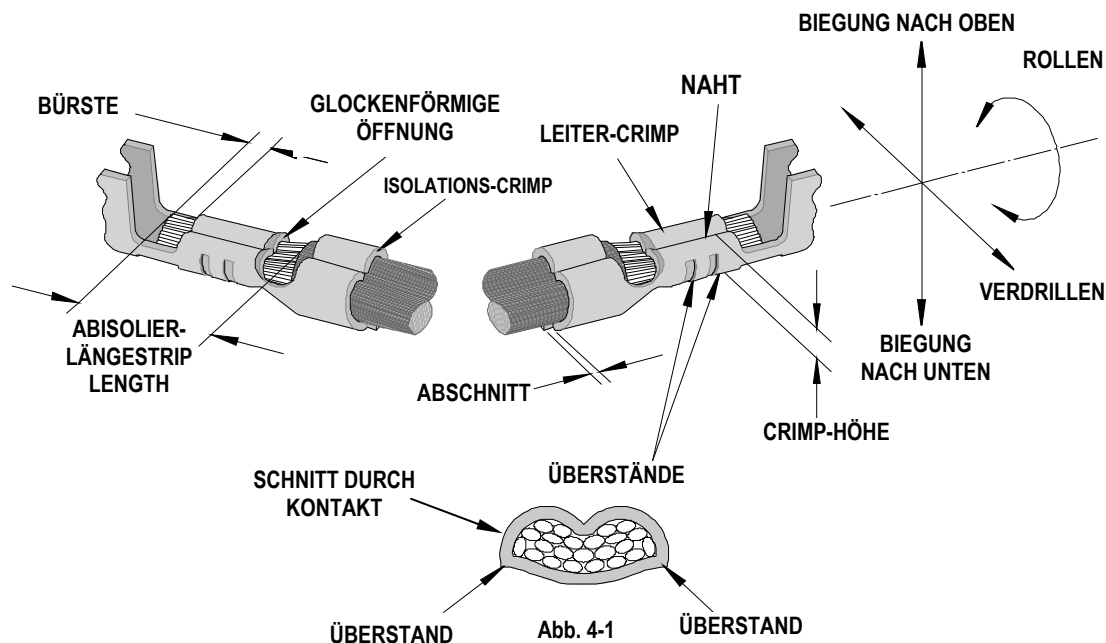
Der Inhalt dieses Handbuches kann sich geringfügig von den Richtlinien anderer Verbinderhersteller oder den Verfahren einzelner Unternehmen unterscheiden.

Dieses Handbuch bietet eine grundlegende Übersicht dessen, was für einen akzeptablen Crimp erforderlich ist. Das Handbuch ist nicht dazu gedacht, individuelle Spezifikationen für Produkte und/oder Werkzeuge zu ersetzen.

Individuelle Kontakte oder Anwendungen haben möglicherweise spezielle Anforderungen. Durch Einschränkungen bei Werkzeugen ist es möglicherweise nicht möglich, ein Merkmal optimal an die Anforderungen anzupassen.

## ABSCHNITT 4

### DEFINITIONEN



### Anatomie eines Crimp-Kontaktes (Abbildung 4-1)

- **Glockenförmige Öffnung**

Die glockenförmige Öffnung, die am Rand des Leiter-Crimps geformt wird, dient als Trichter für die Drahtlitzen. Dieser Trichter senkt die Gefahr, dass eine scharfe Kante am Leiter-Crimp die Drahtlitzen durchschneidet oder knickt. Generell sollte die glockenförmige Öffnung ungefähr ein- bis zweimal so groß sein wie die Stärke des Kontaktmaterials. (Informieren Sie sich über die individuellen Anforderungen für die Kontaktspezifikation.)

- **Biegetest**

Eine der besten Methoden zum Testen eines Isolations-Crimps besteht darin, den Draht mehrmals zu biegen und dann die Bewegung der Isolation und der Litzen zu prüfen. Ein Isolations-Crimp sollte ein mehrmaliges Biegen des Drahtes um 60 bis 90 Grad in allen Richtungen überstehen. Seien Sie vorsichtig mit dünnen Drähten, damit die Adern an der Rückseite des Isolations-Crimps nicht abgesichert werden.

- **Kontaktbürste**

Die Kontaktbürste besteht aus Litzen, die auf der Kontaktseite über die Leiterhülse hinausragen. Damit wird gewährleistet, dass der mechanische Druck über die volle Länge des Leiter-Crimps ausgeübt wird. Die Kontaktbürste sollte nicht bis in den Kontaktbereich reichen.

- **Leiter-Crimp**

Dies ist die metallurgische Komprimierung des Kontakts rund um den Leiter. Diese Verbindung bietet einen elektrischen Pfad mit niedrigem Widerstand und hoher Stromleitung.

- **Leiter-Crimp-Höhe**

Die Leiter-Crimp-Höhe wird von der Oberfläche des geformten Crimps bis zum Boden der radialen Fläche gemessen. Ziehen Sie die Extrusionpunkte nicht in diese Messung ein (siehe Abbildung 4-1). Das Messen der Crimp-Höhe ist eine schnelle, zerstörungsfreie Methode, um sicherzustellen, dass die metallurgische Komprimierung rund um den Leiter eines Kontaktes einwandfrei ist. Es ist ein hervorragendes Mittel für die Verfahrenskontrolle. Die Crimp-Höhen-Spezifikation ist normalerweise eine Balance zwischen elektrischer und mechanischer Leistung im gesamten Bereich von Litzen und Beschichtungen sowie Kontaktmaterial und Beschichtungen. Obwohl es möglich ist, eine Crimp-Höhe auf die einzelnen Drahtlitzen und die Kontaktbeschichtung zu optimieren, wird normalerweise eine einzige Spezifikation für die Crimp-Höhe erstellt.

- **Abschnittlänge**

Dieses Material ragt aus dem Isolations-Crimp, nachdem der Kontakt vom Trägerstreifen getrennt wurde. Der Abschnitt sollte ungefähr 1,0 bis 1,5 mal so lang sein wie die Materialstärke. (Informieren Sie sich über die individuellen Anforderungen für die Kontaktspezifikation.) Wenn der Abschnitt zu lang ist, kann der Kontakt aus dem Gehäuse ragen oder die elektrischen Abstandanforderungen nicht erfüllen. In den meisten Situationen wird das Werkzeug so

eingrichtet, dass der Abschnitt bei einer bestimmten Materialstärke bündig ist.

■ **Überstände**

Diese kleinen Überstände unten am Leiter-Crimp ergeben sich aus dem Abstand zwischen Stempel und Amboss. Wenn der Amboss abgenutzt oder der Kontakt übermäßig gecrimpt wurde, ergeben sich zu große Überstände. Es kann auch zu einem ungleichmäßigen Überstand kommen, wenn Stempel und Amboss nicht richtig ausgerichtet sind, wenn die Zuführungseinrichtung ausgeschaltet ist oder wenn der Zug am Kontakt zu gering oder zu groß ist.

■ **Isolations-Crimp (Zugentlastung)**

Dies ist der Teil des Kontaktes, der die Führung des Drahtes für das Einfügen in die Umhüllung übernimmt. Er hilft dem Kontakt außerdem, Schlägen und Vibrationen zu widerstehen. Der Kontakt muss den Draht so fest wie möglich halten, ohne die Leiterlitzen zu durchschneiden. Die Akzeptanz eines Isolations-Crimps ist subjektiv und hängt von der Anwendung ab. Es wird ein Biegetest empfohlen, um zu ermitteln, ob die Zugentlastung für eine bestimmte Anwendung akzeptabel ist.

■ **Crimp-Höhe der Isolation**

Auf Grund der großen Vielfalt bei Stärke, Material und Härte der Isolation gibt Molex keine Höhe für Isolations-Crimps an. Die meisten Kontakte sind für mehrere Drahtgrößen ausgelegt. Innerhalb des Kontaktbereichs kann die Zugentlastung den Durchmesser des Drahtes komplett oder weniger umfassen. Für die meisten Anwendungen bildet dies trotzdem noch einen akzeptablen Isolations-Crimp.

1. Eine große Zugentlastung sollte mindestens 88 % des Drahtes fest umfassen.
2. Eine kleinere Zugentlastung sollte mindestens 50 % des Drahtes fest umfassen.

Um die Isolations-Crimp-Fläche zu ermitteln, wird der Draht bündig mit der Rückseite gekürzt. Wenn die optimale Einstellung für die Anwendung ermittelt wurde, ist es wichtig, die Höhe des Isolations-Crimps zu dokumentieren. Der Bediener kann dann bei der Einrichtung die Höhe des Crimps prüfen.

■ **Isolationsposition**

Dies ist die Position der Isolation in Relation zum Übergangsbereich zwischen Leiter und Isolations-Crimps. Im Übergangsbereich muss gleich viel von den Leiterlitzen und von der Isolation zu sehen sein. Die Isolationsposition gewährleistet, dass die Isolation auf der

vollen Länge des Isolations-Crimps gecrimpt wird und dass keine Isolation unter dem Leiter-Crimp gecrimpt wird. Die Isolationsposition wird bei Werkbankanwendungen durch den Drahtstopper und die Abisolierlänge festgelegt. Bei automatischen Drahtverarbeitungsanwendungen wird die Isolationsposition durch die Ein-/Aus-Einrichtung der Presse festgelegt.

■ **Abisolierlänge**

Die Abisolierlänge wird durch Messen der freigelegten Leiterlitzen ermittelt, nachdem die Isolation entfernt wurde. Aus der Abisolierlänge ergibt sich die Länge der Leiterbürste, wenn die Isolationsposition zentriert wird.

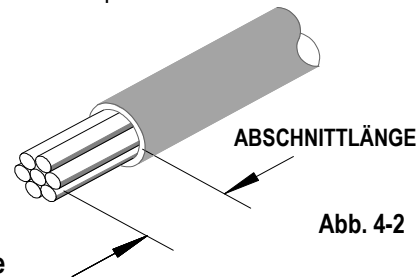


Abb. 4-2

■ **Prozesse**

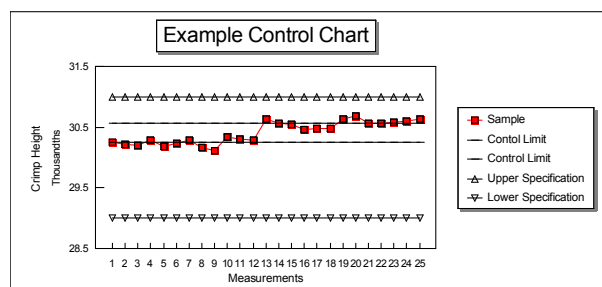


Abb. 4-3

Dies ist die Kombination von Personen, Ausrüstung, Werkzeugen, Material, Methoden und Verfahren zum Herstellen eines Crimp-Kontaktes. Die Prozesssteuerung wird benutzt, um die Attribute im Zeitablauf zu verfolgen und Änderungen beim Prozess zu entdecken. Das zeitnahe Entdecken einer Prozessänderung kann dabei helfen, Tausende schlechter Crimps zu verhindern.

■ **Zugkraftprüfung**

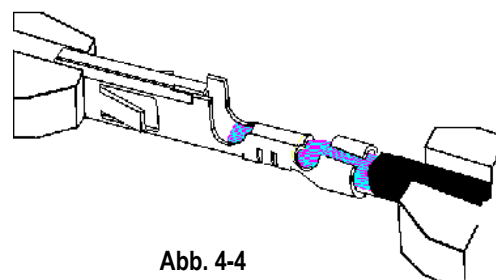


Abb. 4-4

Die Zugkraftprüfung ist eine schnelle, zerstörende Methode zum Ermitteln der mechanischen Eigenschaften eines Crimp-Kontaktes. Ergebnisse einer Zugkraftprüfung außerhalb des erlaubten Bereichs sind Hinweise auf Probleme im Verfahren.

Abgetrennte oder geknickte Litzen durch die Abisolierung, Fehlen einer glockenförmigen Öffnung oder einer Leiterbürste, falsche Crimp-Höhe oder Werkzeuge senken die Ergebnisse der Auszugkraftprüfung. Eigenschaften von Draht und Litzen und das Kontaktdesign (Materialstärke und Verzahnung) können ebenfalls die Ergebnisse eines Zugkrafttests erhöhen oder verringern.

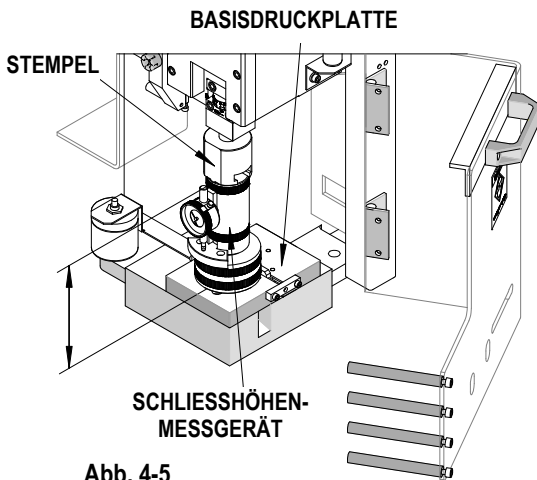


Abb. 4-5

Wenn die Ergebnisse eines Zugkrafttests innerhalb eines erlaubten Bereichs liegen, wird bewiesen, dass beim Crimpen die richtige Crimp-Kraft verwendet wurden. Beim Crimpen ist es entscheidend, so viel Kraft anzuwenden, dass die Schicht der nicht leitenden Oxide entfernt wird, die sich auf dem abisolierten Leiter und auf der Zinnbeschichtung innen auf der Kontaktfläche ablagern können. Dies ist erforderlich, um einen guten Kontakt zwischen den Metallflächen zu schaffen. Andernfalls kann

der Widerstand zunehmen. Wenn ein Crimp-Kontakt übermäßig gecrimpt wird, reduziert dies die kreisförmige Fläche des Leiters und erhöht den Widerstand.

- **Schließhöhe**

Dies ist der Abstand (unten in der Mitte einer Presse) von der Werkzeugmontagegrundplatte zum Werkzeuganbringungspunkt am Stempel der Presse.

- **Kontaktposition**

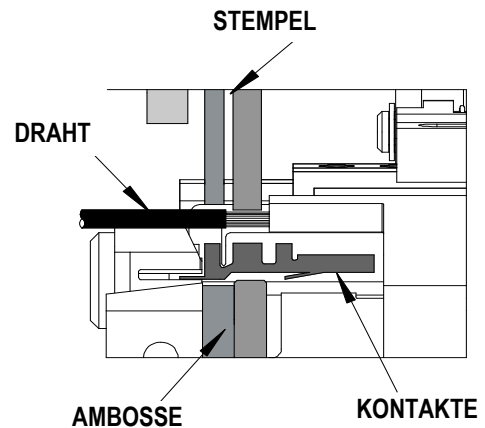


Abb. 4-5

Die Kontaktposition wird durch die Ausrichtung des Kontakts an den formgebenden Stempeln und Ambossen sowie durch das Werkzeug zum Abschneiden vom Trägerstreifen festgelegt. Die Werkzeugeinrichtung bestimmt die glockenförmige Öffnung des Leiters, die Abschnittlänge und die Kontaktüberstände.

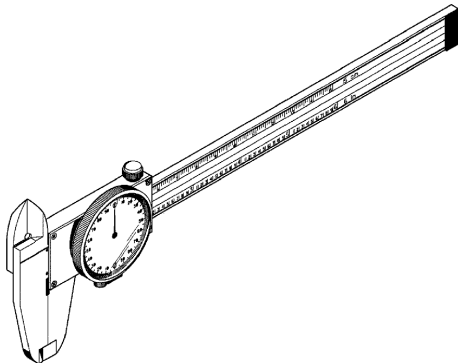


## ABSCHNITT 5

### ZUGEHÖRIGE MATERIALIEN

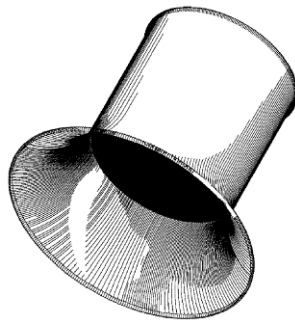
- **Messschieber**

Ein Messgerät mit zwei gegenüberliegenden Klingen. Es wird für das Messen linearer Dimensionen verwendet.



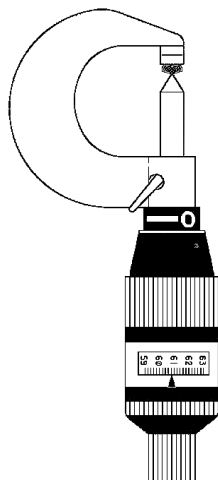
- **Lupe**

Eine Vergrößerungslupe mit zehnfacher oder mehrfacher Vergrößerung zur visuellen Prüfung eines Crimp-Kontaktes.



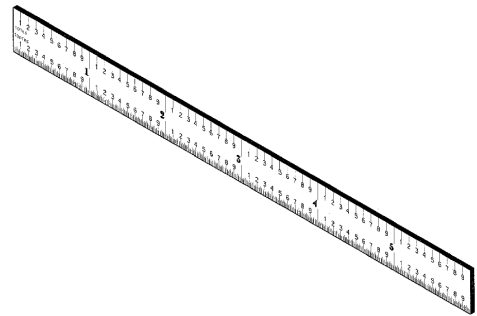
- **Crimp-Mikrometer**

Ein Mikrometer, das speziell zum Messen der Crimp-Höhe entwickelt wurde. Das Maß wird in der Mitte des Crimps genommen, so dass die glockenförmige Öffnung des Leiters keinen Einfluss auf die Messung hat. Das Mikrometer hat eine dünne Klinge, die oben am Crimp anliegt, während eine Spitze unten an der runden Fläche anliegt.



- **Lineal (Taschenmaß)**

Zum Messen der Länge von glockenförmiger Öffnung, Abschnitt, Leiterbürste und Abisolierlänge sowie zum Prüfen der Drahtposition. Die empfohlene Mindestauflösung beträgt 0,5 mm.

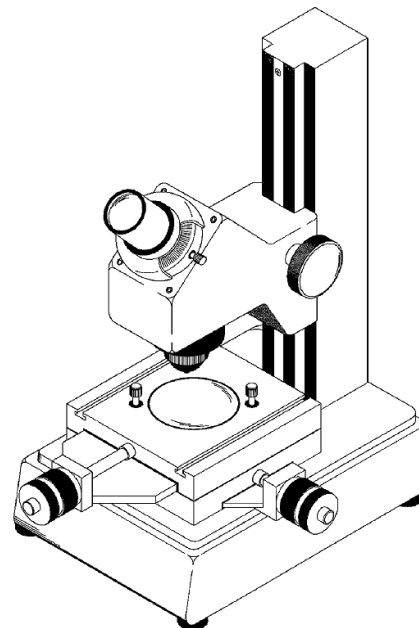


- **Zugkrafttester**

Ein Gerät zum Ermitteln der mechanischen Stärke eines Crimp-Kontaktes. Die meisten Zugkraftprüfungen werden mit einem Gerät durchgeführt, das den Draht festklemmt, mit einer festen Geschwindigkeit zieht und die Kraft durch eine Lastzelle misst. Ein Zugkrafttester kann auch eine einfache Vorrichtung sein, bei der Gewichte für mindestens eine Minute an den Draht gehängt werden.

- **Werkzeuigmikroskop**

Wird für Prüfung und statistische Messung von glockenförmiger Öffnung, Abschnitt, Leiterbürste, Drahtposition und Abisolierlänge benutzt.



## ABSCHNITT 6

### VERFAHREN

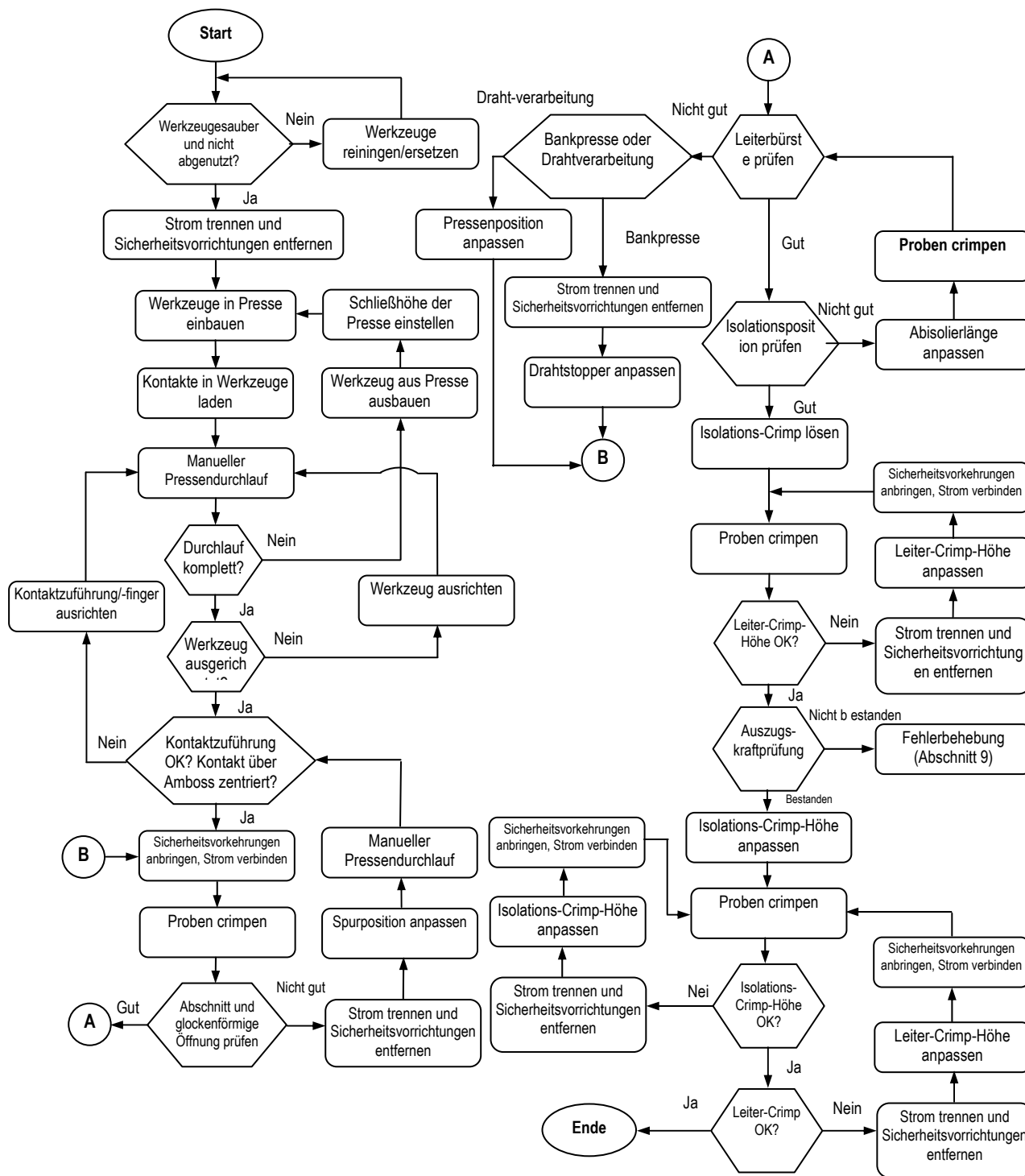
#### Werkzeugeinrichtung

(siehe Flussdiagramm für Verfahren)

1. Prüfen Sie, ob das Werkzeug sauber und nicht abgenutzt ist. Falls erforderlich, reinigen und ersetzen Sie abgenutzte Werkzeuge.
2. Trennen Sie die Presse von der Stromversorgung und entfernen Sie die Schutzvorrichtung.
3. Bringen Sie die benötigten Werkzeuge in der Presse an.
4. Laden Sie die Kontakte in das Werkzeug, so dass sich der erste Kontakt über dem Amboss befindet.
5. Führen Sie einen manuellen Durchlauf der Presse durch, um sicherzustellen, dass es keine Beeinträchtigungen gibt. Falls es Beeinträchtigungen gibt, entfernen Sie die Werkzeuge und prüfen Sie die Schließhöhe der Presse. Gehen Sie zu Schritt 3.
6. Prüfen Sie, ob die Werkzeuge ausgerichtet sind. Prüfen Sie den Pressabdruck auf der Unterseite des Crimps, der vom Amboss stammt. Prüfen Sie, ob die Überstände und die Crimp-Form zentriert sind. Falls nicht, richten Sie das Werkzeug aus und gehen Sie zu Schritt 5.
7. Prüfen Sie, ob die Kontaktzuführung den nächsten Kontakt über der Mitte des Ambosses positioniert. Falls nicht, passen Sie die Kontaktzuführung und den Zuführungsfinger an und gehen Sie zu Schritt 5.
8. Bringen Sie die Sicherheitsvorkehrungen wieder an, die während der Einrichtung entfernt wurden. **(Befolgen Sie alle Sicherheitshinweise in den jeweiligen Handbüchern für Pressen und/oder Werkzeuge.)**
9. Lassen Sie Musterkontakte vom Gerät crimpen.
10. Prüfen Sie die Abschnittlänge und die glockenförmige Öffnung des Leiters. Falls Anpassungen erforderlich sind, unterbrechen Sie die Stromversorgung der Presse und entfernen Sie die Sicherheitsvorkehrungen. Passen Sie die Spurposition an. Führen Sie einen manuellen Durchlauf der Presse durch und prüfen Sie die Position des Zuführungsfingers. Gehen Sie dann zu Schritt 7.
11. Prüfen Sie die Leiterbürste. Falls Anpassungen erforderlich sind, unterbrechen Sie die Stromversorgung der Presse und entfernen Sie die Sicherheitsvorkehrungen. Prüfen Sie den Drahtstopper für Werkbankanwendungen oder die Pressenposition bei automatischen Drahtverarbeitungsgeräten. Gehen Sie zu Schritt 8.
12. Prüfen Sie die Isolationsposition. Falls erforderlich, passen Sie die Abschnittlänge an, crimpen Sie neue Muster und gehen Sie zu Schritt 11.
13. Lösen Sie die Isolations-Crimp-Höhe.
14. Crimpen Sie Probekontakte.
15. Messen Sie die Leiter-Crimp-Höhe und vergleichen Sie sie mit der Spezifikation. Falls erforderlich, trennen Sie die Stromversorgung und entfernen Sie die Sicherheitsvorkehrungen. Passen Sie die Leiter-Crimp-Höhe an, installieren Sie die Sicherheitsvorkehrungen, schließen Sie die Stromversorgung an und gehen Sie zu Schritt 14.
16. Führen Sie einen Zugkrafttest durch. Falls diese Prüfung fehlschlägt, lesen Sie Abschnitt 9 über die Fehlerbehebung.
17. Passen Sie den Isolations-Crimp an.
18. Crimpen Sie Probekontakte.
19. Prüfen Sie den Isolations-Crimp. Falls erforderlich, trennen Sie die Stromversorgung und entfernen Sie die Sicherheitsvorkehrungen. Passen Sie die Isolations-Crimp-Höhe an, installieren Sie die Sicherheitsvorkehrungen, schließen Sie die Stromversorgung an und gehen Sie zu Schritt 18.
20. Messen Sie die Crimp-Höhe und vergleichen Sie sie mit der Spezifikation. Falls erforderlich, trennen Sie die Stromversorgung und entfernen Sie die Sicherheitsvorkehrungen. Passen Sie die Leiter-Crimp-Höhe an, installieren Sie die Sicherheitsvorkehrungen, schließen Sie die Stromversorgung an und gehen Sie zu Schritt 18.
21. Dokumentieren Sie die Messungen.

**Halten Sie jederzeit alle  
Sicherheitsvorkehrungen ein.**

# FLUSSDIAGRAMM FÜR VERFAHREN



## ABSCHNITT 7

### MESSUNGEN

#### Zugkraftprüfung

- Schneiden Sie den Draht auf ca. 150 mm Länge.
- Isolieren Sie ein Ende auf 13 mm ab, oder auf eine Länge, so dass keine Drahtisolation unter der Isolationshaltefläche ist, oder lösen Sie den Isolations-Crimp, so dass er keinen Halt auf dem Draht hat.
- Passen Sie den geeigneten Kontakt mit der Nenn-Crimp-Höhe an den Draht an.
- Prüfen Sie das Ende auf glockenförmige Öffnung, Drahtbürste und durchschnittliche Litzen.
- Stellen Sie den Zugkrafttester auf 25,4 mm pro Minute ein. Bei den meisten Anwendungen hat eine höhere Einstellung keine bedeutenden Auswirkungen auf die Daten. Die niedrigere Geschwindigkeit verhindert eine plötzliche Kraftanwendung oder ein Zerren, das Litzen durchreißt. Prüfen Sie höhere Zuggeschwindigkeiten mit aufgezeichneten Daten bei 25,4 mm pro Minute.
- Falls nötig, verknoten Sie das nicht abgeschlossene Ende des Drahtes (falls die Isolation auf dem Draht rutscht).
- Unabhängig von der Art des Zugkrafttesters müssen sowohl der Draht als auch das abgeschlossene Ende sicher festgeklemmt sein. (Hinweis: Klemmen Sie die Kontaktfläche des Kontaktes fest, nicht den Leiter-Crimp)
- Schalten Sie den Zugtest ein.
- Zeichnen Sie die Messwerte beim Zug mit voller Kraft auf. Sie sollten mindestens Zugkraftmessungen durchführen, um die Einrichtung zu prüfen. Um die Prozessfähigkeit zu ermitteln, sollten Sie mindestens 25 Messungen vornehmen.
- Vergleichen Sie den niedrigsten Messwert mit der Mindestzugkraft in der Spezifikation.

Hinweis: Eine höhere Variabilität und ein niedrigerer Wert von  $C_{pk}$  (siehe Abschnitt 8 für eine Erklärung von  $C_{pk}$ ) sind normal, wenn zwei Drähte zusammengecrimpert werden. Die Variabilität wird von erhöhter Variation bei Leiterbürste, glockenförmiger Öffnung des Leiters und weniger Litzen eines Leiters in Kontakt mit den Verzahnungen der Kontakthülse verursacht. Ein Doppeldraht-Crimp wird als nicht besser als der kleinste gecrimpte Draht betrachtet. Höhere Messwerte bei der Zugkraft werden erreicht, wenn beide Drähte gegriffen und exakt zusammen gezogen werden. Wenn jeder Draht einzeln gezogen wird, ergibt sich ein wesentlich niedrigerer Zugkraftwert. Wenn beide Drähte den

gleichen Durchmesser haben, liefert der obere Draht auf Grund der Kontaktverzahnungen normalerweise einen niedrigeren Wert als der untere Draht.

#### Drahttabelle

Hinweis: Für die Zugkraft gibt es nur eine Minimumspezifikation. Für Berechnungen von  $C_{pk}$  wird der Durchschnittswert als Nennwert angenommen und die obere Spezifikation wird so gesetzt, dass  $C_p$  und  $C_{pk}$  gleich sind. Hohe Zugkraftwerte, die die Standardabweichung erhöhen, können  $C_{pk}$  senken, sogar wenn der mittlere und der niedrigste Wert erhöht werden.

Testwerte für den Zugkrafttest			
UL486A			
Leitergröße		Zugkraft*	
AWG	mm <sup>2</sup>	Lbf	N
30	0.05	1.5	6.7
28	0.08	2	8.9
26	0.13	3	13.4
24	0.20	5	22.3
22	0.324	8	35.6
20	0.519	13	57.9
18	0.823	20	89.0
16	1.31	30	133.5
14	2.08	50	222.6
12	3.31	70	311.5
10	5.261	80	356.0
8	8.367	90	400.5

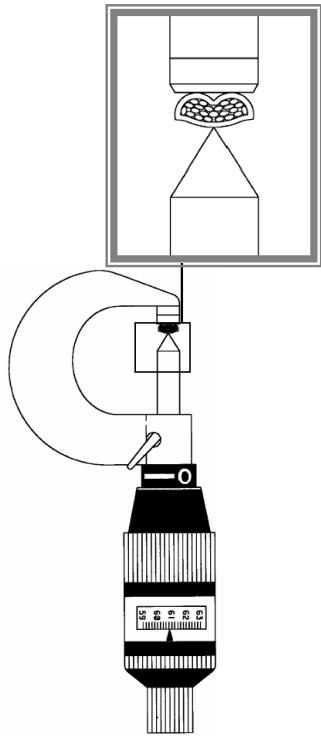
\*Prüfen Sie die individuellen Spezifikationen.

#### Crimp-Höhenprüfung

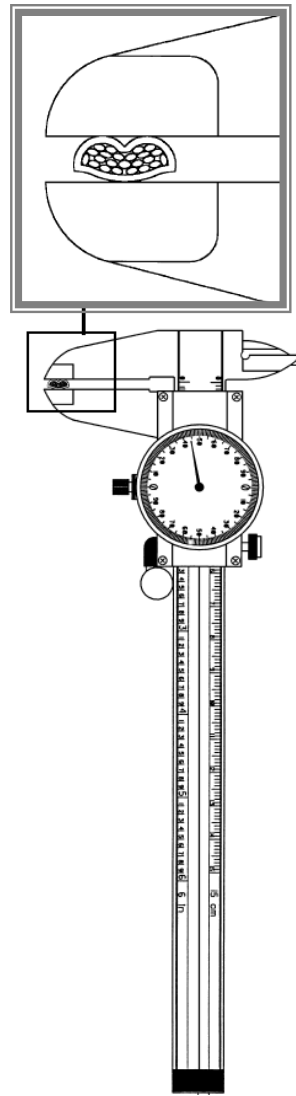
- Führen Sie die Werkzeugeinrichtung durch.
- Crimpen Sie mindestens fünf Proben.
- Setzen Sie die flache Klinge des Crimp-Mikrometers über die Mitte der dualen Radien des Leiter-Crimps. Führen Sie keine Messung in der Nähe der glockenförmigen Öffnung des Leiters durch.
- Drehen Sie die Mikrometereinstellung, bis der Punkt die untere runde Fläche berührt. Wenn Sie einen Messschieber benutzen, achten Sie darauf, nicht die Extrusionspunkte des Crimps zu messen.
- Notieren Sie die Messungen der Crimp-Höhe. Sie sollten mindestens fünf Crimp-Höhenmessungen durchführen, um die Einrichtung zu prüfen. Um die Prozessfähigkeit zu ermitteln, sollten Sie mindestens 25 Messungen vornehmen.
- Prüfen Sie die Crimp-Höhe während der Verarbeitung nach jeweils 250 bis 500 Exemplaren.

Hinweis: Die Crimp-Höhe wird normalerweise zur Kontrolle aufgezeichnet, weil es sich um eine schnelle, zerstörungsfreie Messmethode handelt, und weil sie entscheidend für die elektrische und mechanische Zuverlässigkeit der Verbindung ist. Es gibt drei Hauptzwecke

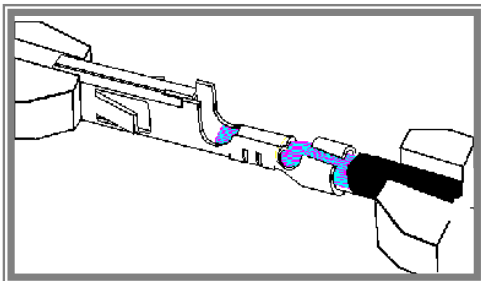
für Kontrollaufzeichnungen. Die Probenzahl bei der Einrichtung ist normalerweise klein und der statistische Wert ist begrenzt. Die speziellen Ursachen und Effekte bei einem Prozess sind unregelmäßig und nicht vorhersehbar. Es ist erforderlich, Änderungen während des Prozesses bereits beim Auftauchen zu erkennen. Damit wird vermieden, nach einem Durchlauf Tausende von Kontakten in den Abfall werfen zu müssen. Am wichtigsten ist es jedoch, dass die Daten erforderlich sind, um das Crimp-Verfahren zu beurteilen und zu verbessern.



**Abb. 7-2**  
Crimp-Höhenprüfung mit einem Crimp-Mikrometers



**Abb. 7-3**  
Crimp-Höhenprüfung mit einem Messschieber



**Abb. 7-1**  
ZUGKRAFTPRÜFUNG

## ABSCHNITT 8

### CRIMP-PROZESSSTEUERUNG

Der Crimp-Prozess ist das Zusammenwirken von Kontakt, Draht, Werkzeug, Personen, Methoden und Verfahren sowie von Umgebungsmerkmalen. Wenn dieser Prozess gesteuert wird, wird eine Qualitätsverbindung erstellt. Die Qualitätskontrolle ist ein wichtiger Teil der Qualität beim Crimpen. Einrichtung und Prüfung benötigen nicht übermäßig viel Zeit, und es kann dem Produzenten Tausende für vermiedene Nacharbeiten einsparen.

Die Variabilität ist die leichte Veränderung, die von Crimp zu Crimp vorkommt. Man unterscheidet zwischen allgemeiner und spezieller Variabilität. Allgemeine Gründe für Variationen wirken sich gleichmäßig auf den Prozess aus und sind das Ergebnis vieler kleiner Ursachen. Die allgemeine Variabilität wird durch tolerierbare Abweichungen innerhalb einer Rolle mit Draht oder Kontakten verursacht. Weiterhin wird allgemeine Variabilität durch natürliche Schwankungen bei Abisolier- und Crimp-Maschinen verursacht.

Eine Reduzierung der allgemeinen Variabilität wird normalerweise durch Änderungen bei Draht, Kontakten und Werkzeughersteller bewirkt.

Spezielle Variationen treten unregelmäßig und unvorhersehbar auf. Wenn nicht während des gesamten Durchlaufs Prüfungen durchgeführt werden, kann die Lockerung eines Werkzeugs nach ein paar Hundert Crimps oder ein Produktstau durch ein beschädigtes Werkzeug unentdeckt bleiben, bis Tausende von Crimps hergestellt wurden.

#### Prozessfähigkeit

Molex empfiehlt, vor dem Einsatz eines neuen Crimp-Werkzeugs eine Fähigkeitsstudie durchzuführen und dabei den Draht zu verwenden, der in der Herstellung benutzt werden soll. Eine Fähigkeitsstudie, die auf der Annahme einer normalen glockenförmigen Verteilung beruht, schätzt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Messwert außerhalb der Spezifikation liegt.

Fähigkeit			
C <sub>pk</sub>	+/- Sigma	% Erfolg	PPM*
0.67	2	95.45	45,500
1	3	99.73	2,699
1.33	4	99.99	63
1.67	5	99.99+	0.57
2	6	99.99++	0

\* PPM - Parts Per Million (defekte Teile pro Million).

Eine Probe mit mindestens 25 Stück muss dem Crimp-Prozess entnommen werden. Berechnen Sie den Mittelwert und die Standardabweichung der Probe. Mit der unten stehenden Formel wird ein Fähigkeitsindex berechnet. C<sub>p</sub> kann Werte von Null bis Unendlich annehmen, wobei ein größerer Wert eine höhere Prozessfähigkeit anzeigt. Ein Wert von über 1,33 wird als akzeptabel für die meisten Anwendungen betrachtet. C<sub>p</sub> wird nach der folgenden Formel berechnet.

$$C_p = \frac{\text{Toleranz}}{6 * \text{Standardabweichung}}$$

Der Index C<sub>pk</sub> gibt an, ob der Prozess Einheiten innerhalb der Toleranzgrenzen produzieren wird. C<sub>pk</sub> hat einen Wert gleich C<sub>p</sub>, wenn der Prozess am Mittelwert der Spezifikation zentriert ist. Wenn C<sub>pk</sub> negativ ist, liegt der Prozessmittelwert außerhalb der Spezifikationsgrenzen. Wenn C<sub>pk</sub> zwischen 0 und 1 liegt, fallen einige der 6 Sigma-Spreads außerhalb der Toleranzgrenzen. Wenn C<sub>pk</sub> größer als eins ist, liegt der 6-Sigma-Spread vollständig innerhalb der Toleranzgrenzen. C<sub>pk</sub> wird mit der kleineren der folgenden Formeln berechnet:

$$C_{pk} = \min\left(\frac{\text{OSG} - \text{Mittelwert}}{3 * \text{Standardabweichung}}, \frac{\text{Mean} - \text{USG}}{3 * \text{Standardabweichung}}\right)$$

OSG = Obere Spezifikationsgrenze, USG = Untere Spezifikationsgrenze

Six Sigma ist ein Ziel vieler Unternehmen, da es praktisch Fehlerfreiheit bedeutet. Die Fähigkeit eines Unternehmen, eine Six-Sigma-Stufe zu erreichen, hängt vom Umfang der allgemeinen Variabilität im Prozess ab. Die Abisolierung eines Drahtes per Hand führt z.B. für mehr Variabilität als die Verwendung einer Abisoliermaschine. Handwerkzeuge für das Crimpen verursachen eine höhere Variabilität als eine Presse, und Werkbank-Verbindungen führen zu mehr Variabilität als eine Drahtverarbeitungsmaschine.

Ein Teil der Variabilität beim Crimpen ergibt sich aus der Art der Instrumente, die zum Messen der Teile benutzt werden sowie der Fähigkeit des Bedieners, die Messung zu wiederholen. Ein Crimp-Mikrometer misst genauer als ein Messschieber. Ein automatisches Zugkraftsystem misst besser als eine Waage mit Haken. Es ist wichtig, dass das Messgerät eine ausreichend hohe Auflösung hat.

Bei zwei Bedienern können die Messungen desselben Teils unterschiedliche Ergebnisse liefern, und derselbe Bediener kann unterschiedliche Ergebnisse erhalten, wenn er verschiedene Messgeräte benutzt. Molex empfiehlt eine Fähigkeitsstudie für Messgeräte, um zu ermitteln, welcher Teil der Variabilität von Messfehlern stammt. Mikro-Kontakte, die mit dünnen Drähten vercrimpt werden, benötigen einen engen Bereich für die Crimp-Höhe, um die



Auszugskraft zu bewahren. Die Variabilität aus Messfehlern kann die Werte für  $C_{pk}$  niedrig halten.

Die Fähigkeit der Crimp-Werkzeuge muss erneut bestätigt werden, wenn sich die Produktdaten beträchtlich von der Fähigkeitsstudie unterscheiden.

### Produktion

Bevor das Werkzeuge einsatzbereit ist, muss die Fähigkeitsstufe ermittelt werden. Viele Kabelbaumhersteller verarbeiten nur ein paar Hundert oder ein paar Tausend Drähte bei einem Durchlauf. In einem solchen Fall ist es weder praktikabel noch wirtschaftlich, nach jeder Einrichtung einen Fähigkeitsstest mit 25 Probeexemplaren durchzuführen.

### Sichtprüfung

Für den Bediener muss es ein Standardbetriebsverfahren sein, jedes Bündel von gecrimpten Drähten manuell aufzufächern und eine Sichtprüfung für glockenförmige Öffnung, Leiterbürste, Isolationsposition, Abschnitlänge und Isolations-Crimp durchzuführen.

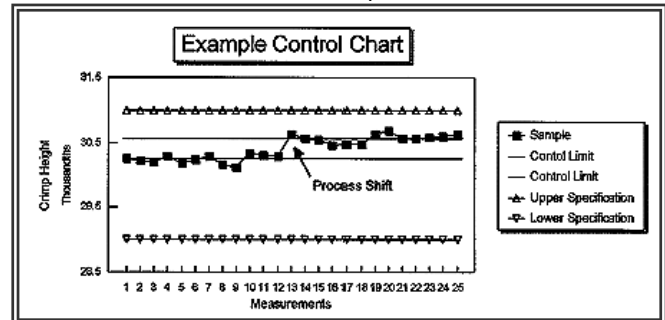
### Kontrollaufzeichnungen

Die Crimp-Höhe wird normalerweise zur Kontrolle aufgezeichnet, weil es sich um eine schnelle, zerstörungsfreie Messmethode handelt, und weil sie entscheidend für die elektrische und mechanische Zuverlässigkeit der Verbindung ist. Es gibt drei Hauptzwecke für Kontrollaufzeichnungen. Die Probenzahl bei der Einrichtung ist normalerweise klein und der statistische Wert ist begrenzt. Die speziellen Ursachen und Effekte bei einem Prozess sind unregelmäßig und nicht vorhersehbar. Es ist erforderlich, Änderungen während des Prozesses bereits beim Auftauchen zu erkennen. Damit wird verhindert, dass Tausende von Kontakten in den Abfall geworfen werden müssen, wenn der Durchlauf beendet ist. Am wichtigsten ist es jedoch, dass die Daten erforderlich sind, um das Crimp-Verfahren zu beurteilen und zu verbessern.

Wenn das Werkzeugverfahren eingerichtet wurde und die Drahtgröße nicht verändert wird, bewahren Sie eine Kontrolltabelle für Farbänderungen der Drähte, Drahtlängenänderungen, Kontaktmaterialänderungen oder Einrichtungsanpassungen auf. Zeichnen Sie den Datenpunkt in der Tabelle auf, bevor Sie Anpassungen der Crimp-Höhe durchführen. Wenn nach jeder Anpassung Daten aufgezeichnet werden, bieten die Daten nur wenig Nutzen

für das Verbessern des Prozesses. Der Bediener muss so viele Aufzeichnungen wie möglich in der Tabelle machen. Die einzige wirklich effektive und wirtschaftlich sinnvolle Methode zum Verwalten eines Herstellungsprozesses besteht darin, die Gründe der Variabilität, die im Prozess selbst liegen, zu verstehen, zu überwachen und zu reduzieren. Jede Minute für die Einrichtung oder für Anpassungen ist unproduktiv.

Was können wir aus dieser Beispieltabelle entnehmen?



### X- und R-Tabelle

Kontrollgrenze für eine Probe von 5 = Durchschnitt  
(Durchschnitt von 5 Messungen) + .577 x Durchschnitt (Bereiche)

Es ist erkennbar, dass zwischen den Messungen 12 und 13 eine Veränderung des Prozesses auftrat. Diese Art von Veränderung könnte durch Änderungen beim Draht, bei den Kontakten, durch einen Stau in der Maschine mit Werkzeugbeschädigung, einen Bedienerwechsel oder eine Anpassung des Isolations-Crimps hervorgerufen worden sein. Die Messungen liegen immer noch innerhalb der Spezifikation. Würden Sie die Produkt anhalten, um die Crimp-Höhe anzupassen?

Die Prozessänderung auf Grund einer Materialänderung könnte eine Anpassung der Crimp-Höhe rechtfertigen. Eine Änderung nach einem Stau würde keine Anpassung bedingen, aber eine eingehende Prüfung des Werkzeuges. Eine Änderung des Prozesses durch Bedienerwechsel würde keine Anpassung bedingen, aber eine Prüfung der Fähigkeit zum Durchführen von Messungen. Der Zweck einer Kontrolltabelle besteht darin, den Grund für die Prozessänderung zu ermitteln, um festzustellen, ob eine Anpassung des Prozesses erforderlich ist.

# ABSCHNITT 9

## FEHLERBEHEBUNG

### Drahtvorbereitung

Symptom	Ursache	Lösung
Unregelmäßiger Isolationsschnitt (Abbildung 9-1)	Abgenutztes Werkzeug	Werkzeug ersetzen
	Drahtschnitt zu flach	Schnitttiefe anpassen
Durchgeschnittene oder geknickte Litzen (Abbildung 9-2)	Beschädigtes Werkzeug	Werkzeug ersetzen
	Schnitt zu tief	Schnitttiefe anpassen
	Leiter nicht in Drahtmitte	An Drahthersteller wenden
Unregelmäßige Litzenabschnitte (Abbildung 9-3)	Abgenutztes Werkzeug	Werkzeug ersetzen
	Drahtschnitt zu flach	Schnitttiefe anpassen
Variabilität der Drahtlänge zu hoch (Abbildung 9-4)	Drahtantriebsrollen/-riemen abgenutzt	Riemen/Roller ersetzen
	Isolation zu hart	Antriebsdruck erhöhen
	Drahtstrecke zu lose oder zu fest	Drahtstrecke anpassen
Abisolierlänge falsch (Abbildung 9-4)	Falsche Einrichtung	Werkzeuge neu einrichten

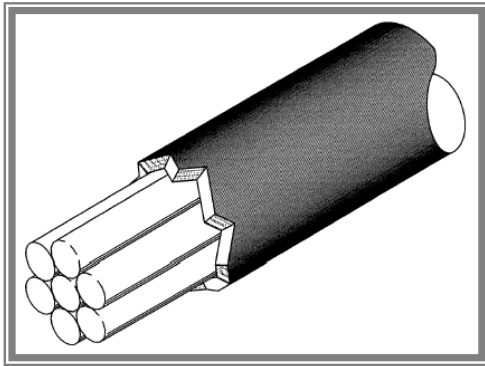


Abb. 9-1  
UNREGELMÄSSIGER ISOLATIONSSCHNITT

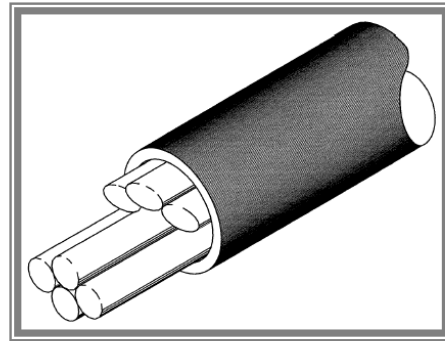


Abb. 9-2  
ABGESCHNITTENE LITZEN

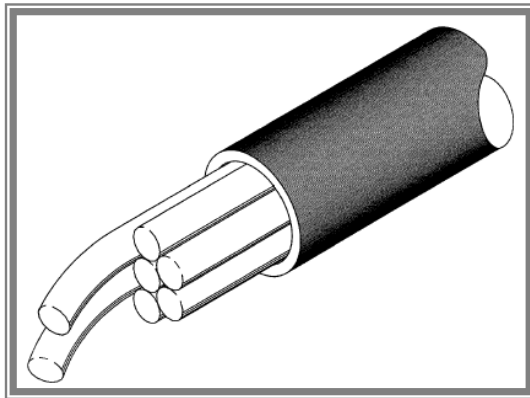


Abb. 9-3  
HERAUSGEZOGENE LITZEN

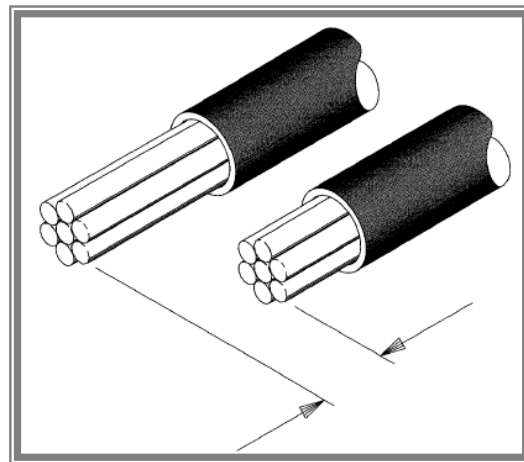
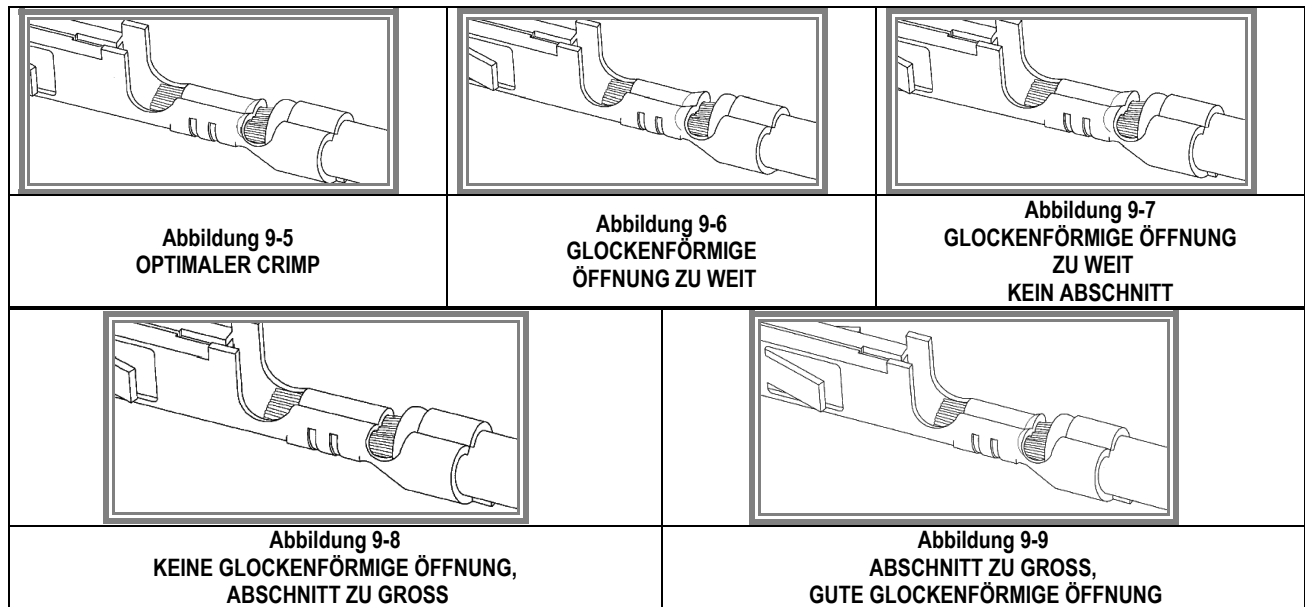


Abb. 9-4  
DRAHTLÄNGE VARIABEL ODER FALSCHER ABISOLIERLÄNGE



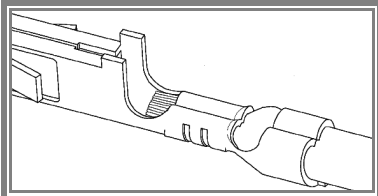
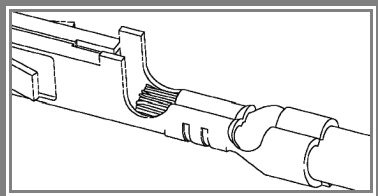
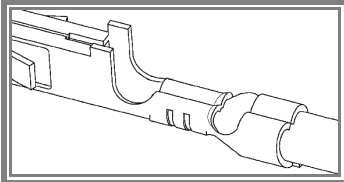
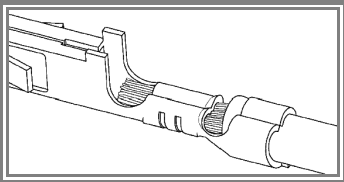
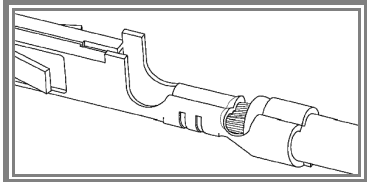
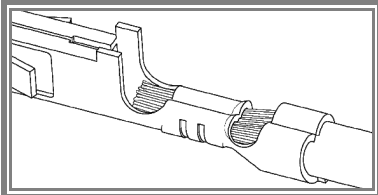
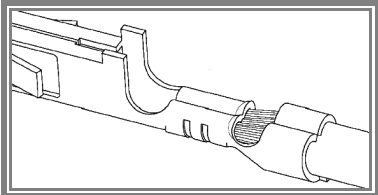
**Glockenförmige Öffnung und Abschnittlänge**

Symptom	Ursache	Lösung
Niedrige Auszugskraft (Abbildungen 9-6 und 9-7)	Glockenförmige Öffnung zu weit, kein Abschnitt	Spurposition für kleinen Abschnitt anpassen
	Glockenförmige Öffnung zu weit, Abschnitt richtig	Auf abgenutzten oder falschen Stempel prüfen und ersetzen Spurposition anpassen.
Durchgeschnittene oder geknickte Litzen (Abbildung 9-8)	Keine glockenförmige Öffnung und/oder zu großer Abschnitt	Prüfen auf Wölbung im Kontaktstreifen
Langer Abschnitt (Abbildung 9-9)	Gte glockenförmige Öffnung und zu großer Abschnitt	Prüfen auf abgenutzten Abscheider und ersetzen, falls nötig
		Prüfen auf abgenutzten Stempel, ersetzen und Spur neu einstellen



**Leiterbürste und Isolationsposition**

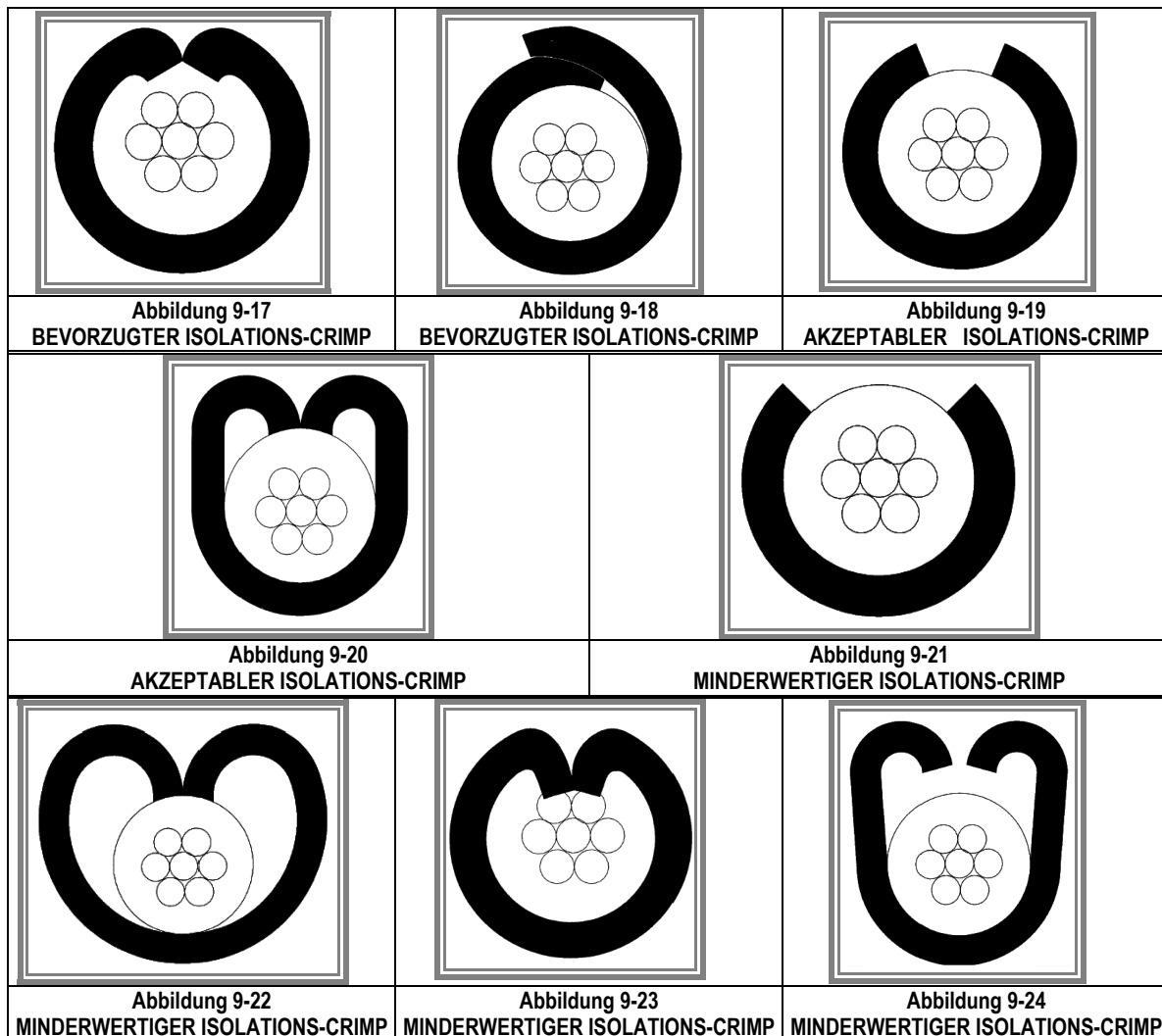
Symptom	Ursache	Lösung
Isolation unter Leiter-Crimp, gute Leiterbürste (Abbildung 9-10)	Abisolierlänge zu kurz	Spezifikation prüfen, Abisolierlänge vergrößern
Isolation unter Leiter-Crimp, lange Leiterbürste (Abbildung 9-11)	Werkbank-Crimp - Drahtstopperposition falsch	Drahtstopper auf Übergangsbereich justieren
	Drahtverarbeitung – Pressenposition falsch	Pressenposition vom Draht weg ausrichten
Isolation unter Leiter-Crimp, kurze oder keine Leiterbürste (Abbildung 9-12)	Abisolierlänge zu kurz	Spezifikation prüfen, Abisolierlänge vergrößern
		Drahtstopperposition für Werkbankanwendungen neu anpassen ODER Pressenposition für Drahtverarbeitungsanwendungen neu anpassen
Isolationsrand im Übergangsbereich zentriert, Leiterbürste zu lang (Abbildung 9-13)	Abisolierlänge zu lang	Spezifikation prüfen, Abisolierlänge verkleinern
		Drahtstopperposition für Werkbankanwendungen neu anpassen ODER Pressenposition für Drahtverarbeitungsanwendungen neu anpassen
	Unregelmäßige Drahtabschnitte oder Litzen herausgezogen aus dem Isolationsbündel	Prüfen auf abgenutztes Abisolierwerkzeug
Isolationsrand im Übergangsbereich zentriert, Leiterbürste zu kurz (Abbildung 9-14)	Abisolierlänge zu kurz	Spezifikation prüfen, Abisolierlänge vergrößern
		Drahtstopperposition für Werkbankanwendungen neu anpassen ODER Pressenposition für Drahtverarbeitungsanwendungen neu anpassen
Isolationsrand unter Isolations-Crimp, gute oder lange Leiterbürste (Abbildung 9-15)	Abisolierlänge zu lang	Spezifikation prüfen, Abisolierlänge verkleinern
		Drahtstopperposition für Werkbankanwendungen neu anpassen ODER Pressenposition für Drahtverarbeitungsanwendungen neu anpassen
Isolationsrand unter Isolations-Crimp, oder keine Leiterbürste (Abbildung 9-16)	Werkbank-Crimp - Drahtstopperposition falsch	Drahtstopper auf Übergangsbereich justieren
	Drahtverarbeitung – Pressenposition falsch	Pressenposition vom Draht weg ausrichten
	Fähigkeit des Bedieners zur Drahtpositionierung prüfen	Bedienerschulung, Crimp-Geschwindigkeit verringern

		
<p align="center"><b>Abbildung 9-10</b> ISOLATION UNTER LEITER-CRIMP, GUTE LEITERBÜRSTE</p>	<p align="center"><b>Abbildung 9-11</b> ISOLATION UNTER LEITER-CRIMP, LEITERBÜRSTE ZU LANG</p>	
		
<p align="center"><b>Abbildung 9-12</b> ISOLATION UNTER LEITER-CRIMP, KURZE ODER KEINE LEITERBÜRSTE</p>	<p align="center"><b>Abbildung 9-13</b> LEITERBÜRSTE ZU LANG</p>	<p align="center"><b>Abbildung 9-14</b> LEITERBÜRSTE ZU KURZ</p>
		
<p align="center"><b>Abbildung 9-15</b> ISOLATION UNTER ISOLATOINS-CRIMP, LEITERBÜRSTE ZU LANG</p>	<p align="center"><b>Abbildung 9-16</b> ISOLATION UNTER ISOLATOINS-CRIMP, LEITERBÜRSTE ZU KURZ</p>	

**Isolations-Crimp**

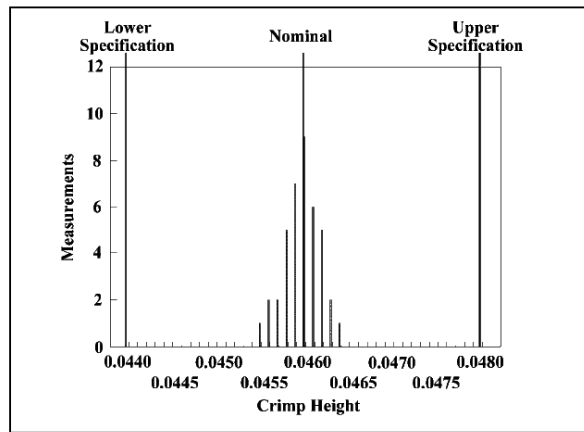
Symptom	Ursache	Lösung
Kontakt umfasst weniger als 88 % eines Drahtes mit großem Durchmesser (Abbildung 9-21)	Crimp zu lose, Kontaktisolationshülse zu klein	Isolations-Crimp-Höhe verringern. Kontakt prüfen
Kontakt umfasst weniger als 50 % eines Drahtes mit kleinem Durchmesser (Abbildung 9-22)	Kontaktisolationshülse zu groß	Kontakt prüfen
Isolations-Crimp-Hülsen schneiden durch Isolation in Leiterlitzen (Abbildung)	Crimp zu eng	Isolations-Crimp-Höhe anpassen
Isolation greift nicht fest, Biegetest fehlgeschlagen (Abbildung 9-24)	Crimp zu lose	Isolations-Crimp-Höhe enger einstellen

\* Preisgünstige Handwerkzeuge bieten keine Anpassungsmöglichkeit für den Isolations-Crimp. Ein Handwerkzeug ist für Anwendungen mit niedrigem Volumen gedacht. Obwohl Sie den Isolations-Crimp an einem Handwerkzeug nicht anpassen können, ist ein Isolations-Crimp, der die Isolation durchsticht, möglicherweise für viele Anwendungen akzeptabel. Dieses Kriterium gilt nur für Handwerkzeuge wegen ihrer niedrigen Crimp-Geschwindigkeit. Wenn der Isolations-Crimp die Isolation durchsticht, weichen die Drahtlitzen meist zur Seite aus.

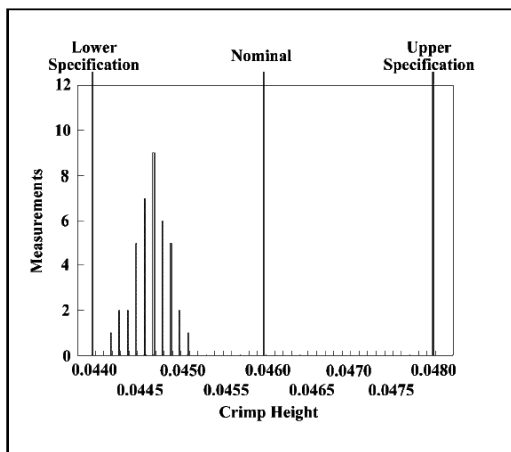


**Crimp-Höhe**

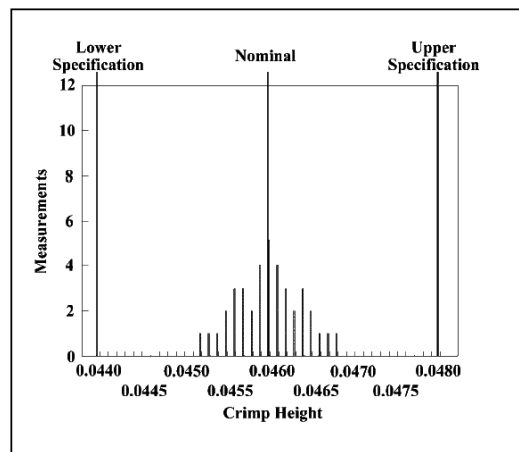
Symptom	Ursache	Lösung
Crimp-Höhe außerhalb erlaubtem Bereich (Abbildung 9-26)	Änderung bei Drahttyplieferanten oder Litzen	Werkzeug auf erlaubten Bereich ausrichten
	Geänderte Isolationsfarbe oder -härte	
	Geändertes Crimp-Werkzeug	
	Änderung bei Crimp-Presse (Schließhöhe)	
	Änderung bei Pressentyp (Hersteller)	
	Änderung bei Kontaktrolle (Chargencode)	
	Änderung bei Werkzeugeinrichtung	
Crimp-Höhenvariabilität zu hoch (Abbildung 9-27)	Beschädigtes oder abgenutztes Werkzeug	Werkzeug ersetzen
	Drahtvariabilität	Eingehendes Produkt prüfen
	Kontaktvariabilität	
	Beschädigtes, loses oder abgenutztes Werkzeug	Werkzeug ersetzen oder befestigen
	Messfehler	Messfähigkeitsanalyse
	Kontaktrückfederung zu groß, übermäßiges Crimpen	Crimp-Höhe anpassen
Durchschnittene oder fehlende Drahtlitzen	Abisolierprozess anpassen	



**Abb: 9-25**  
TABELLE DER OPTIMALEN CRIMP-HÖHEN



**Abb. 9-26**  
CRIMP-HÖHE AUSSERHALB ZIEL



**Abb. 9-27**  
CRIMP-HÖHEN-VARIABILITÄT ZU HOCH

**Zugkraft**

Symptom	Ursache	Lösung
Draht bricht vor Leiter-Crimp niedrige Zugkraft (Abbildung 9-29)	Durchgeschnittene oder geknickte Litzen	Abisolierprozess prüfen
	Crimp-Höhe zu niedrig	Crimp-Höhe anpassen
	Kleine oder keine glockenförmige Öffnung	Werkzeugspur anpassen
	Isolations-Crimp geht durch Isolation	Isolations-Crimp-Höhe erhöhen
Draht wird aus Leiter gezogen niedrige Zugkraft (Abbildung 9-29)	Crimp-Höhe zu hoch	Crimp-Höhe anpassen
	Kleine oder keine Leiterbürste	Abisolierlänge erhöhen
	Glockenförmige Öffnung des Leiters zu groß	Werkzeugspur anpassen
	Goldkontaktanwendung	Kontaktanwendung prüfen
	Kontaktmaterialstärke zu gering	
	Leichte Verzahnung auf Kontakt	An lokalen Vertriebsmitarbeiter wenden

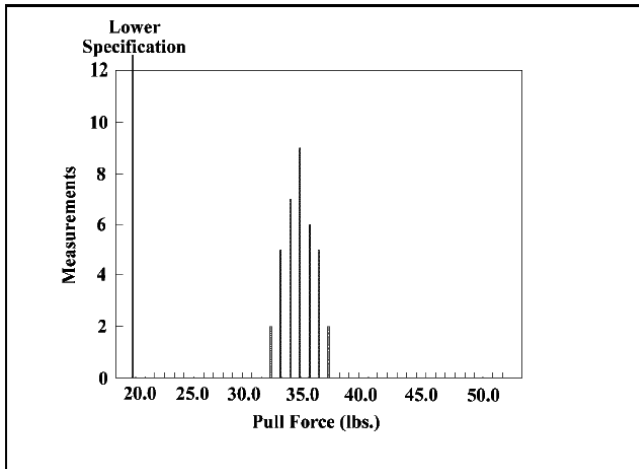


Abb. 9-28  
OPTIMALE AUSZUGSKRAFT

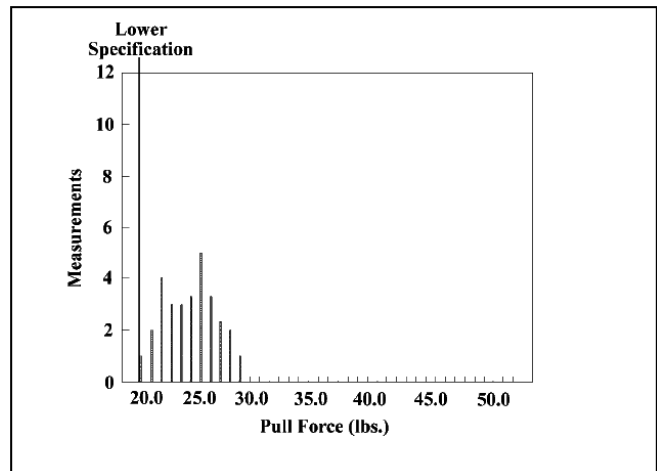


Abb. 9-29  
NIEDRIGE AUSZUGSKRAFT

## ABSCHNITT 10

## DRAHTSTÄRKENTABELLE

AWG	Drahtfläche		Litzen		Drahtdurchmesser		Zirkular	Drahtbruch	
	mm <sup>2</sup>	Zoll <sup>2</sup>	Anz.	Durchm.	mm	Zoll	Mills	N	Lbf
8	8,302	,01287	1	,1280	3,25	,128	16384	2175,00	489,0
8	7,820	,01212	19	,0285	3,68	,145	15433	2048,72	460,6
8	7,955	,01233	49	,0179	3,73	,147	15700	2084,21	468,6
8	8,605	,01334	133	,0113	3,73	,147	16983	2254,49	506,9
8	8,513	,01319	168	,0100	3,73	,147	16800	2230,22	501,4
8	8,424	,01306	665	,0020	3,73	,147	16625	2206,99	496,2
10	5,261	,00816	1	,1019	2,59	,102	10384	1378,44	309,9
10	4,740	,00735	37	,0159	2,92	,115	9354	1241,75	279,2
10	5,006	,00776	49	,0142	2,95	,116	9880	1311,63	294,9
10	5,320	,00825	105	,0100	2,95	,116	10500	1393,89	313,4
12	3,308	,00513	1	,080	2,05	,081	6529	866,69	194,8
12	3,632	,00563	7	,0320	2,44	,096	7168	951,56	213,9
12	3,085	,00478	19	,0179	2,36	,093	6088	808,16	181,7
12	3,294	,00511	65	,0100	2,41	,095	6500	862,88	194,0
12	3,3118	,00514	165	,0063	2,41	,095	6549	869,37	195,5
14	2,082	,00323	1	,0641	1,63	,064	4109	545,45	122,6
14	2,270	,00352	7	,0253	1,85	,073	4481	594,81	133,7
14	1,941	,00301	19	,0142	1,85	,073	3831	508,59	114,3
14	2,078	,00322	41	,0100	1,85	,073	4100	544,28	122,4
14	2,112	,00327	105	,0063	1,85	,073	4167	553,24	124,4
16	1,308	,00203	1	,0508	1,30	,051	2581	342,58	77,0
16	1,433	,00222	7	,0201	1,52	,060	2828	375,43	84,4
16	1,229	,00191	19	,0113	1,47	,058	2426	322,07	72,4
16	1,317	,00204	26	,0100	1,50	,059	2600	345,15	77,6
16	1,307	,00203	65	,0063	1,50	,059	2580	342,48	77,0
16	1,330	,00206	105	,0050	1,47	,058	2625	348,47	78,3
18	,823	,00128	1	,0403	1,02	,040	1624	215,60	48,5
18	,897	,00139	7	,0159	1,22	,048	1770	234,93	52,8
18	,811	,00126	16	,0100	1,19	,047	1600	212,40	47,8
18	,963	,00149	19	,0100	1,24	,049	1900	252,23	56,7
18	,825	,00128	41	,0063	1,19	,047	1627	216,03	48,6
18	,823	,00128	65	,0050	1,19	,047	1625	215,72	48,5
20	,519	,00080	1	,0320	,81	,032	1024	135,94	30,6
20	,563	,00087	7	,0126	,97	,038	1111	147,53	33,2
20	,507	,00079	10	,0100	,89	,035	1000	132,75	29,8
20	,616	,00096	19	,0080	,94	,037	1216	161,43	36,3
20	,523	,00081	26	,0063	,91	,036	1032	136,99	30,8
20	,519	,00081	41	,0050	,91	,036	1025	136,07	30,6
22	,324	,00050	1	,0253	,64	,025	640	84,97	19,1
22	,355	,00055	7	,0100	,76	,030	700	92,93	20,9
22	,382	,00059	19	,0063	,79	,031	754	100,11	22,5
22	,329	,00051	26	,0050	,76	,030	650	86,29	19,4
24	,205	,00032	1	,0201	,61	,024	404	53,63	12,1
24	,227	,00035	7	,0080	,58	,023	448	59,47	13,4

AWG	Drahtfläche		Litzen		Drahtdurchmesser		Zirkular	Drahtbruch	
	mm <sup>2</sup>	Zoll <sup>2</sup>	Anz.	Durchm.	mm	Zoll	Mills	N	Lbf
24	,201	,00031	10	,0063	,61	,024	397	52,69	11,8
24	,241	,00037	19	,0050	,58	,023	475	63,06	14,2
24	,200	,00031	41	,0031	,58	,023	394	52,31	11,8
26	,128	,00020	1	,0159	,40	,016	253	33,56	7,5
26	,141	,00022	7	,0063	,53	,021	278	36,88	8,3
26	,127	,00020	10	,0050	,51	,020	250	33,19	7,5
26	,154	,00024	19	,0040	,48	,019	304	40,36	9,1
28	,080	,00012	1	,0126	,32	,013	159	21,08	4,7
28	,089	,00014	7	,0050	,38	,015	175	23,23	5,2
28	,093	,00014	19	,0031	,41	,016	183	24,24	5,4
30	,051	,00008	1	,0100	,25	,010	100	13,28	3,0
30	,057	,00009	7	,0040	,30	,012	112	14,87	3,3
30	,060	,00009	19	,0025	,30	,012	118	15,64	3,5
32	,032	,00005	1	,0080	,20	,008	64	8,50	1,9
32	,034	,00005	7	,0031	,20	,008	67	8,93	2,0
32	,039	,00006	19	,0020	,23	,009	76	10,09	2,3

**Zentrale Amerika**  
Lisle, Illinois 60532, USA  
1-800-78MOLEX  
amerinfo@molex.com

**Zentrale Fernost Nord**  
Yamato, Kanagawa, Japan  
81-462-65-2324  
fesinfo@molex.com

**Zentrale Fernost Süd**  
Jurong, Singapur  
65-6-268-6868  
fesinfo@molex.com

**Zentrale Europa**  
München, Deutschland  
49-89-413092-0  
eurinfo@molex.com

**Firmenzentrale**  
2222 Wellington Ct.  
Lisle, IL 60532, USA  
630-969-4550  
Fax: 630-969-1352

Besuchen Sie unsere Website unter <http://www.molex.com>