

Klass.-Nr.: 69606

Schlagwörter: Crimp, Crimpverbindung, elektrische Verbindung, lötfreie Verbindung, Kontakt, Stecker

Crimpverbindungen an Aluminiumleitungen

Lötfreie elektrische Verbindungen

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe und Definitionen	3
2.1 Offene Crimphülsen	4
2.2 Selbstschützende Crimphülsen	5
2.3 Frontschutzcrimp	5
2.4 Leitercrimp	5
2.5 Isolationscrimp	5
2.6 Additive	5
2.7 Einzelleiterabdichtungscrimp (ELA-Crimp)	5
3 Anforderungen	5
3.1 Allgemeine Anforderungen	5
3.2 Anforderungen an die Leitung	6
3.2.1 Leitung	6
3.2.2 Abisolieren	6
3.2.3 Leiterende	7
3.3 Anforderungen an das gecrimpte Kontaktelement	8
3.3.1 Kontaktelemente	8
3.3.2 Beschädigung	8
3.3.3 USS-Verträglichkeit	8
3.3.4 Verbiegen und Verdrehen	8
3.3.5 Verbiegen der Leitung	9
3.3.6 Materialabtrag und Spanbildung	9
3.3.7 Abtrennen von Einzeldrähten bei ELA-Kontakten	9
3.3.8 Schliffebenen	9
3.3.9 Anforderungen an das Schliffbild des Frontschutzcrimp	10
3.3.10 Maße des Leitercrimp	10
3.3.10.1 Crimphöhe	11
3.3.10.2 Crimpbreite	12

Norm vor Anwendung auf Aktualität prüfen.
Die elektronisch erzeugte Norm ist authentisch und gilt ohne Unterschrift.

Seite 1 von 28

Fachverantwortung	Normung
I/EE-24 Florian Ahr	I/EZ-3 Dr. Bernhard Angermaier
Tel.: +49 841 89-41946	Tel.: +49 841 89-30965

3.3.10.3	Abstützwinkel	12
3.3.10.4	Abstützhöhe	13
3.3.10.5	Flankenendenabstand	13
3.3.10.6	Abstand der CFE	14
3.3.10.7	Grathöhe	14
3.3.10.8	Gratbreite	14
3.3.10.9	Bodendicke	15
3.3.11	Gestalt des Leitercrimp	15
3.3.11.1	Crimplänge	15
3.3.11.2	Risse und Einkerbungen	16
3.3.11.3	Auslauf am ELA-Kontakt	16
3.3.12	Isolationscrimp	16
3.3.12.1	Biegetest für selbstschützende Kontakte	17
3.3.12.2	Isolationscrimp Form A (F-Crimp)	18
3.3.13	ELA-Crimp	18
3.3.13.1	Position der ELA	18
3.3.13.2	Symmetrischer O-förmiger ELA-Crimp (O-Crimp)	19
3.3.13.3	Asymmetrischer O-förmiger ELA-Crimp (Umschlingungscrimp)	19
3.4	Anforderungen an den Trennsteg	19
4	Herstellen der Crimpverbindung	20
4.1	Allgemeine Anforderungen	20
4.2	Werkzeuge	20
4.3	Crimpvorrichtungen	21
4.3.1	Crimphöhe	21
4.3.2	Leiterausreißkraft	21
4.4	Einrichtvorgang	21
4.4.1	Leistungsposition	21
4.4.2	Schliffbild	22
4.5	Produktionsbegleitende Überprüfung	22
4.5.1	Crimpkraftüberwachung	22
4.5.2	Überwachung der Abisolierqualität	22
4.5.3	Positionskontrolle	23
4.6	Zerstörungsfreies Prüfen	23
4.7	Zerstörendes Prüfen	23
4.7.1	Leiterauszugskraft	23
4.7.2	Schliffbild	23
4.7.3	Biegetest	24
5	Mitgeltende Unterlagen	24
Anhang A	Prüfungen	25

1 Anwendungsbereich

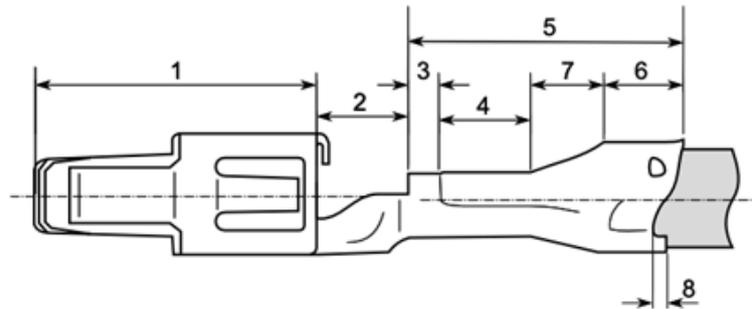
Diese Norm legt die Begriffe, Anforderungen und Prüfkriterien zur Beurteilung von lötfreien, elektrischen Crimpverbindungen fest, die mit offenen Crimphülsen und mehr-, fein- und feinstdrähtigen Litzenleitern aus Aluminium hergestellt werden.

Diese Norm legt weiterhin die Anforderungen hinsichtlich Herstellung, Prüfung und Beurteilung von Crimpverbindungen fest.

2 Begriffe und Definitionen

Die Begriffe und Definitionen sind in IEC 60050-581 festgelegt.

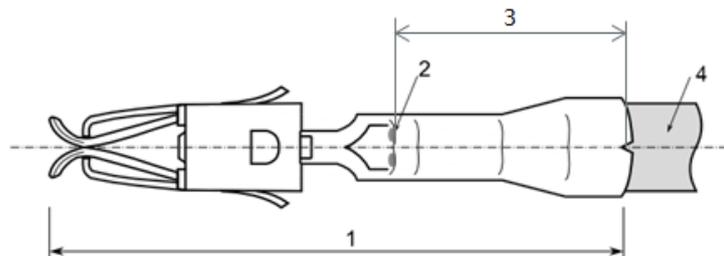
Kennzeichnung siehe Bild 1 bis Bild 4



Legende

- 1 Kontaktbereich
- 2 Anbindung A – Übergangsbereich Kontaktkasten zu Leitercrimp
- 3 Frontschutzcrimp
- 4 Leitercrimp
- 5 Crimpanschluss
- 6 Isolationscrimp
- 7 Anbindung B – Übergangsbereich Leiter- zu Isolationscrimp
- 8 Trennsteg

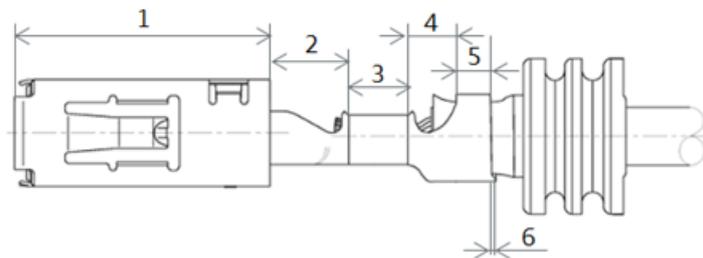
Bild 1 – Beispiel 1 für selbstschützende Kontakte



Legende

- 1 Kontaktelement
- 2 möglicher Sperrmittelüberstand
- 3 geschlossene Naht
- 4 Isolation

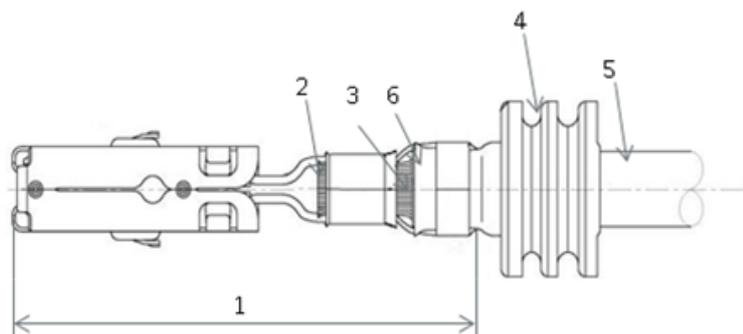
Bild 2 – Beispiel 2 für selbstschützende Kontakte



Legende

- 1 Kontaktbereich
- 2 Anbindung A – Übergangsbereich Kontaktkasten zu Leitercrimp
- 3 Leitercrimp
- 4 Anbindung B – Übergangsbereich Leiter- zu Isolationscrimp
- 5 ELA-Crimp
- 6 Trennsteg

Bild 3 – Beispiel 1 für ELA-Kontakte



Legende

- 1 Kontaktelement
- 2 Leiterende
- 3 Leiter
- 4 Einzeladerdichtung (ELA)
- 5 Isolation
- 6 Überstand Isolation

Bild 4 – Beispiel 2 für ELA-Kontakte

2.1 Offene Crimphülsen

Als offene Crimphülsen werden Leiter- oder Isolationscrimps mit U- oder V-Öffnung oder vorgeformter Öffnung bezeichnet. Offene Crimphülsen sind bei gestanzten Kontaktelementen üblich.

Mit dem Crimpvorgang wird zeitgleich die offene Crimphülse geschlossen und das Kontaktelement vom Transportstreifen getrennt.

2.2 Selbstschützende Crimphülsen

Als selbstschützende Crimphülsen werden Crimps bezeichnet, bei denen durch eine spezielle Crimpgeometrie und dem Einsatz von Additiven ein Korrosionsschutz erreicht wird. Besonders die Anbindung A und Anbindung B sind in den Korrosionsschutz einzubeziehen.

2.3 Frontschutzcrimp

Die Abdeckung des vorderen Crimpendes zum Schutz gegen das Eindringen von korrosiven Medien wird als Frontschutzcrimp bezeichnet. Die Abdeckfunktion wird durch Additive unterstützt. Eine funktionelle Einschränkung des Kontaktbereichs ist unzulässig. Der Kontaktteilhersteller hat das Design und die Ausführung verbindlich vorzugeben.

2.4 Leitercrimp

Die Verbindung des Kontaktelements mit dem Litzenleiter wird als Leitercrimp bezeichnet. Der Leitercrimp soll die dauerhafte elektrische Verbindung vom Kontaktelement mit dem Litzenleiter gewährleisten. Ein Auffedern nach Abschluss des Crimpvorgangs ist nicht zulässig.

2.5 Isolationscrimp

Die Verbindung des Kontaktelements mit der Leitung am äußeren Durchmesser der Isolation wird als Isolationscrimp bezeichnet. Der Isolationscrimp soll mechanische Belastungen und Vibrationen abfangen, damit diese nicht auf den Leitercrimp einwirken können. Der Isolationscrimp umfasst im eingerollten Zustand die allseitige Isolation, hält diese fest und schützt leitungsseitig vor dem Eindringen korrosiver Medien.

Für die Ausführungsform des Isolationscrimp siehe [Abschnitt 3.3.10](#)

2.6 Additive

Zur Verbesserung der Querleitfähigkeit und der Beständigkeit gegen korrosive Medien werden Additive verwendet. Eine 100-%-Prozesskontrolle bezüglich der Aufbringungsfläche, Gewicht und Positionierung ist notwendig. Die Maßnahmen sind mit der Fachabteilung abzustimmen. Die Additive sind gemäß der Spezifikationen des Kontaktteilherstellers zu verwenden. Die Verwendung von Additiven bedarf immer der Freigabe durch die Fachabteilung. Die zu verwendenden Additive, das Aufbringen und die Lagerung sind vom Kontaktteilhersteller verbindlich festzulegen.

2.7 Einzelleiterabdichtungscrimp (ELA-Crimp)

Der ELA-Crimp stellt die Verbindung des Kontaktelements mit der Einzelleiterabdichtung (ELA) mittels Druckverformung dar. Der ELA-Crimp soll den dauerhaften Sitz der ELA am Kontaktelement gewährleisten.

Für die Ausführungsformen des ELA-Crimp siehe [Abschnitt 3.3.13](#)

3 Anforderungen

3.1 Allgemeine Anforderungen

Crimpverbindungen sind entsprechend den jeweils gültigen Zeichnungsangaben auszuführen. Die bauteilspezifischen Crimpmaße (Crimphöhe und -breite usw.) sind vom Kontaktteilhersteller verbindlich festzulegen und in der Normteilzeichnung zu dokumentieren. Die vorgegebenen

Crimpmaße sind einzuhalten. Es dürfen keine mechanischen Beschädigungen und kein Verdrehen oder Verbiegen des Transportstreifens oder der Kontaktelemente vor der Verarbeitung vorliegen.

Übergreifende Anforderungen zur Leistungserbringung im Rahmen der Bauteilentwicklung nach [VW 99000](#)

3.2 Anforderungen an die Leitung

3.2.1 Leitung

Es dürfen nur von Volkswagen freigegebene Leitungen mit blanken Einzeldrähten verwendet werden (siehe [VW 60306-2](#)). Die Zeichnungsvorgaben sind bindend. Diese Norm gilt nicht für Massivleitungen oder für Flachleitungen. Der elektrische Leiter darf nicht tauchverzinnt oder verlötet sein.

Die Herstellerangaben zur Lagerzeit sind einzuhalten. Danach ist eine Verarbeitung nicht mehr zulässig. Leitungsmaterial, welches innerhalb des zulässigen Bearbeitungszeitraums in seinen Eigenschaften negativ beeinflusst wurde, darf nicht verwendet werden. Eine erteilte Baumustergenehmigung wird erst gültig, wenn ein mit der Fachabteilung abgestimmter Prozessfähigkeitsnachweis erbracht ist.

3.2.2 Abisolieren

Das Abisolieren hat mit geeigneten Werkzeugen nachweisbar prozesssicher zu erfolgen. Einzeldrähte des Leiters dürfen dabei weder abgeschnitten, abgerissen oder hervorgezogen werden. Einkerbungen beim Einschneiden durch die Abisoliermesser auf den Einzeldrähten sind nicht zulässig. Schabspuren auf Einzeldrähten, zum Beispiel bedingt durch die axiale Bewegung der Messer bei Abzug der Isolation, sind erlaubt. Eine entsprechende Überwachung ist zu installieren. Die Abisolierlängen sind vom Kontaktteilhersteller verbindlich vorzugeben. Für den Schrägschnitt am Leitungsende sind maximal 0,25 mm zulässig. Die Isolation muss glatt und senkrecht eingeschnitten und vom Leiter abgezogen werden.

Abstehende Einzeldrähte sind nicht zulässig (siehe Bild 5).

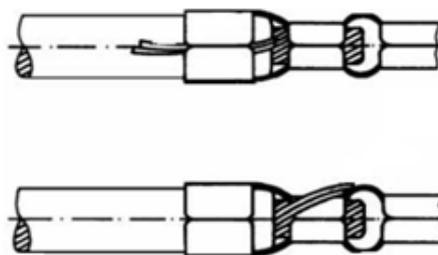


Bild 5 – Abstehende Einzeldrähte

Wird die abisolierte Leitung nicht sofort weiterverarbeitet, so sind die abisolierten Enden vor dem Aufspießen mit z. B. Isolationshülsen zu schützen. Ein Grund für eine verzögerte Weiterverarbeitung kann z. B. eine einseitige Kaskade oder Spliceanbindung sein.

Nach Abzug der Isolationshülse dürfen die Einzeldrähte des Leiters nicht mehr als 25 % (bezogen auf den Leiterdurchmesser an der Abisolierkante) auffächern (siehe [Bild 6](#)).

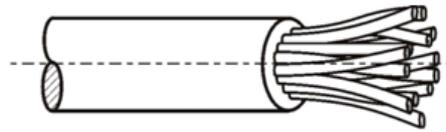


Bild 6 – Auffächern des Litzenleiters

Unsauberes Durchtrennen oder Beschädigen der Isolation, sowie Reste der Isolation auf dem abisolierten Teil des Leiters, sind beim Abisolieren nicht zulässig (siehe Bild 7).

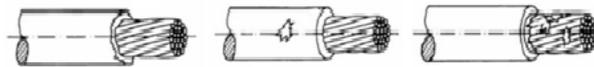


Bild 7 – Fehlerhafte Isolation

Einzeldrähte dürfen nicht überdrallt sein, um das Durchtrennen oder Schädigen der Einzeldrähte beim Crimpvorgang oder Ultraschallschweißen zu vermeiden (siehe Bild 8).

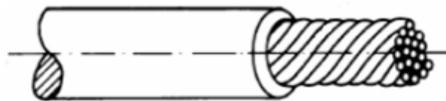


Bild 8 – Überdralltes Leitungsende

3.2.3 Leiterende

Das Leiterende (siehe Bild 9) ragt über das Ende des Leitercrimp heraus.

Leiterquerschnitt: (2,5-6,0) mm²

Leiterüberstand: (0,2-1,0) mm

Die Steck- oder Rastfunktionen des Kontaktelementes dürfen nicht durch das vorstehende Ende des Leiters beeinträchtigt werden. Generell dürfen hochstehende Einzeldrähte (siehe Bild 10) weder die Systemeigenschaften noch die Funktion der Gehäuse negativ beeinflussen.

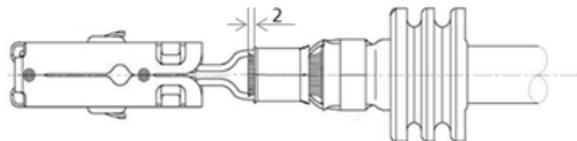


Bild 9 – Maximaler Überstand des Leitungsendes

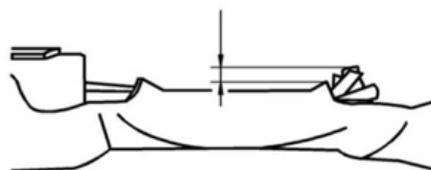


Bild 10 – Hochstehende Einzeldrähte

Bei selbstschützenden Crimps sind die bauteilspezifische Einlegeposition oder die Position des Leiterendes im Einrichtprozess zu dokumentieren und über Freigabemuster (Längsschliff) nachzuweisen. Die Schliffebenen sind vom Kontaktteilehersteller verbindlich festzulegen und in einer entsprechenden Verarbeitungsspezifikation vorgegeben. Das Einhalten der Vorgaben während der Konfektion ist prozesssicher nachzuweisen.

3.3 Anforderungen an das gecrimpte Kontaktelement

3.3.1 Kontaktelemente

Die verwendeten Kontaktelemente müssen den Anforderungen und Spezifikationen der Normteilzeichnung entsprechen. Kontaktmaterial, welches in seinen Eigenschaften negativ beeinflusst wurde, darf nicht verwendet werden.

Die maximale Lagerdauer der Kontakte vor der Verarbeitung ist vom Kontaktteilhersteller verbindlich vorzugeben. Die Überprüfbarkeit der Einhaltung der maximalen Lagerdauer muss gewährleistet werden. Das Kontaktmaterial muss der [VW 75174](#) und der betreffenden Normteilzeichnung entsprechen.

3.3.2 Beschädigung

Der Kontaktbereich (siehe Bild 1) und die Rastfeder dürfen nach dem Crimpvorgang weder beschädigt noch deformiert sein. Verformungen des Kontaktelements durch Crimpen in dessen Kontaktbereich sind nicht zulässig.

3.3.3 USS-Verträglichkeit

Da für die Verarbeitung der Kontaktteile, Leitungen oder der Konfektion US-Schweißen notwendig sein kann, ist die USS-Verträglichkeit vom Kontaktteilhersteller zu bestätigen oder ein entsprechender Mindestabstand vorzugeben.

3.3.4 Verbiegen und Verdrehen

Werden in der Normteilzeichnung keine Angaben gemacht, gelten folgende Anforderungen: Die seitliche Verbiegung der Längsachse darf im Crimpbereich nicht größer als 3° nach jeder Seite sein (siehe Bild 11).

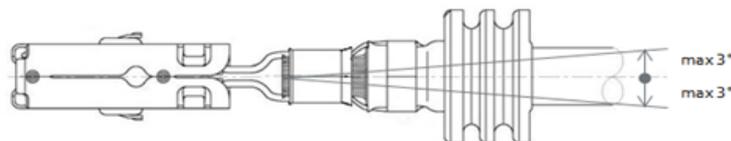


Bild 11 – Seitliche Verbiegung

Die Verbiegung der Längsachse darf im Crimpbereich nicht größer als 5° nach oben oder nach unten sein. Eine Verdrehung des Crimpbereichs zum Kontaktkörper darf maximal 5° betragen (siehe Bild 12).

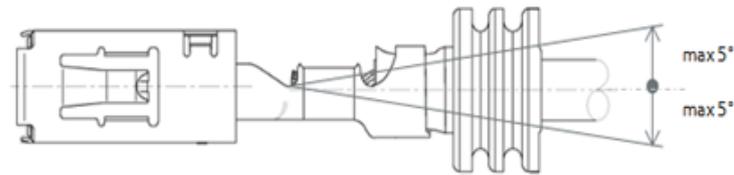


Bild 12 – Verbiegung der Längsachse des Kontaktelements

3.3.5 Verbiegen der Leitung

Die Leitung kann direkt nach dem Crimpen eine Kröpfung in beliebige Richtung aufweisen. Auf Grund des Crimpdesigns, des hohen Verpressungsgrades und der damit verbundenen extremen Längung der Leitung im Crimp, ist diese Kröpfung nicht vermeidbar. Es sind geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Kröpfung zu treffen. Das zulässige Ausmaß ist mit der Fachabteilung abzustimmen.

3.3.6 Materialabtrag und Spanbildung

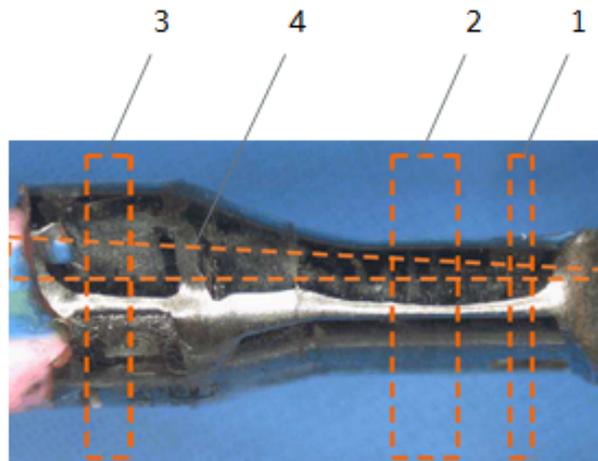
Für die selbstschützenden Kontakte sind ein systembedingtes, von außen auf die Crimphülse aufgecrimptes Isolationsmaterial sowie ein aufliegendes oder abstehendes Isolationsmaterial zulässig.

3.3.7 Abtrennen von Einzeldrähten bei ELA-Kontakten

Im Anbindungsbereich B dürfen deformierte Einzeldrähte sichtbar sein. Das Abtrennen von Einzeldrähten im Anbindungsbereich B ist nicht zulässig.

3.3.8 Schliffebenen

Bei selbstschützenden Crimphülsen sind Schliffe durch alle Bereiche des Kontaktes erforderlich (siehe Bild 13). Diese sind nach den Vorgaben der Fachabteilung bzw. der Kontaktteilhersteller anzufertigen. Die Bewertungs- und Akzeptanzkriterien sind vom Kontaktteilhersteller verbindlich festzulegen.



Legende

- 1 Querschliff (entgegen der Öffnung des Crimp): Frontschutzcrimp
- 2 Querschliff (entgegen der Öffnung des Crimp): Leitercrimp
- 3 Querschliff (entgegen der Öffnung des Crimp): Isolationscrimp
- 4 Längsschliff (näherungsweise parallel zum Crimpboden)

Bild 13 – Schliffebenen des selbstschützenden Crimp

3.3.9 Anforderungen an das Schliffbild des Frontschutzcrimp

Die Frontschutzlaschen müssen eingerollt sein (siehe Bild 14). Eine Rissbildung am Crimpboden ist nicht zulässig.

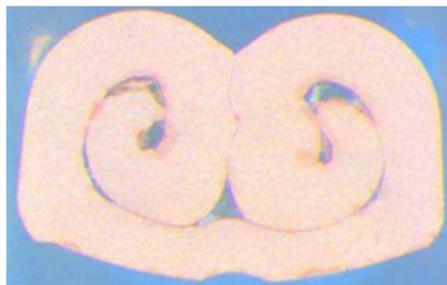
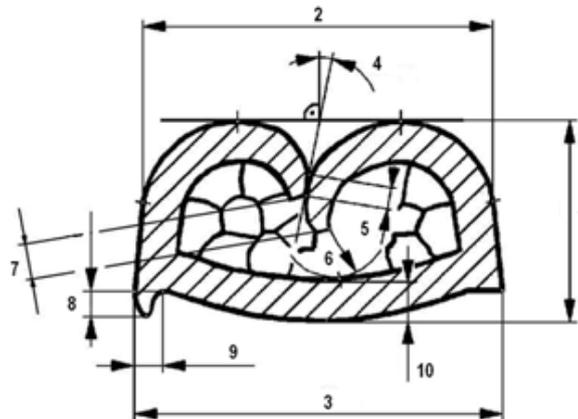


Bild 14 – Exemplarisches Schliffbild des Frontschutzcrimp

3.3.10 Maße des Leitercrimp

Siehe Bild 15

Die entsprechenden Maßangaben sind der Einzelteilzeichnungen den Kontakte zu entnehmen.



Legende

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 1 | Crimphöhe C_h |
| 2 | Crimpbreite C_b |
| 3 | Messbare Crimpbreite C_{bm} |
| 4 | Abstützwinkel α_w |
| 5 | Abstützhöhe L_a |
| 6 | Flankenendenabstand F_a |
| 7 | Abstand der Crimpflankenenden (CFE) |
| 8 | Grathöhe G_h |
| 9 | Gratbreite G_b |
| 10 | Bodendicke S_b |

Bild 15 – Maße des Leitercrimp

Die Dicke des Kontaktmaterials im Crimpbereich (S) ist der Normteilzeichnung zu entnehmen. Für die genannten Crimpmaße sind Grenzwerte vorgegeben. Sofern in Normteilzeichnungen abweichende Werte angegeben werden, sind diese bindend.

Ein ungleiches Einrollen der beiden Crimpflanken ist zulässig, soweit Abstützhöhe, Abstützwinkel und der Abstand der CFE eingehalten werden.

Die vorgegebenen Crimpmaße sind entsprechend den Vorgaben der [Tabelle A.1](#) zu prüfen und vom Leitungssatzhersteller zu dokumentieren.

3.3.10.1 Crimphöhe

Die Crimphöhe ist zerstörungsfrei messbar.

Die Crimphöhe ist ein nicht werkzeuggebundenes, d. h. einstellbares Maß der Crimpverbindung (Leiter- und Isolationscrimp).

Die Crimphöhe ist eine Vorgabe des Kontaktelementherstellers, welche auf der Normteilzeichnung des entsprechenden Kontaktelements zu dokumentieren ist.

Leitercrimp:

Die Crimphöhe ist ein primär durch den Crimpprozess beeinflussbares Maß, welches für die Crimpwiderstandswerte und die Stabilität der Widerstandswerte entscheidend ist.

Die Crimphöhenmessung erfolgt mittig im Drahtcrimp mit geeigneten Messmitteln.

Beispiel: Crimphöhenmessuhr (siehe Bild 16)

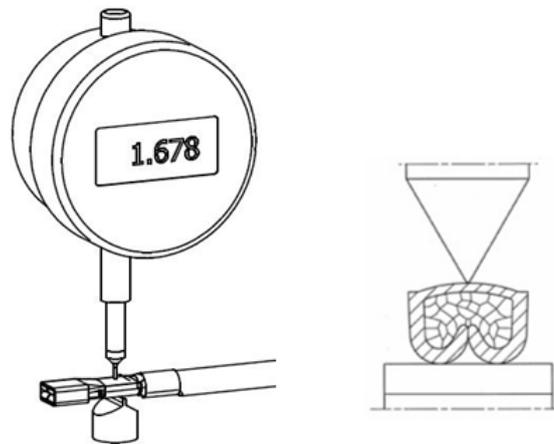


Bild 16 – Messen der Crimphöhe mittels einer speziellen Messuhr

Isolationscrimp:

Die Crimphöhe ist ein primär durch den Crimpprozess beeinflussbares Maß, welches für den leitungsseitigen Schutz des Crimp vor dem Eindringen korrosiver Medien entscheidend ist. Die Messung der Isolationscrimphöhe erfolgt senkrecht zum Ambossabdruck möglichst nahe am Trennsteg.

Der Crimp ist so auszurichten, dass eine 3-Punkt-Auflage entsteht. Ein Verkippen des Crimp ist zu vermeiden.

3.3.10.2 Crimpbreite

Die Crimpbreite ist ein werkzeuggebundenes, d. h. nicht einstellbares Maß der Crimpverbindung (Leiter- und Isolationscrimp).

Die Crimpbreite ist eine Vorgabe des Kontaktelementherstellers, die auf der Normteilzeichnung des entsprechenden Kontaktelements dokumentiert wird. Die Breite des Crimp am Crimpboden kann z. B. mit einer Messuhr ermittelt werden.

3.3.10.3 Abstützwinkel

Der Abstützwinkel kann nur an Hand eines Schliffbilds (Querschliff im Leitercrimp) ermittelt werden. Der Abstützwinkel darf maximal 30° von der Senkrechten abweichen ($\alpha_w \leq 30^\circ$), siehe Bild 17.

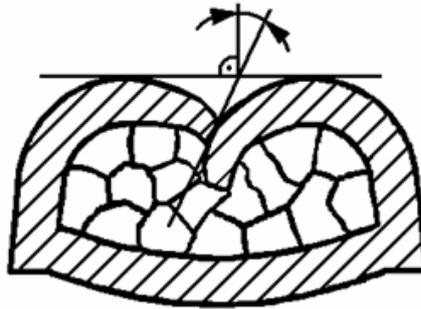


Bild 17 – Abstützwinkel

3.3.10.4 Abstützhöhe

Die Abstützhöhe kann nur an Hand eines Schliffbilds (Querschliff im Leitercrimp) ermittelt werden.

Als Mindestanforderung muss die Abstützhöhe der CFE, abhängig vom Leitungsquerschnitt, folgenden Anteil der Kontaktmaterialstärke entsprechen (siehe Bild 18):

Leitungsquerschnitte 2,5 mm², 4,0 mm², 6,0 mm²: $L_a \geq 0,1$ mm

Bindend sind stets die Vorgaben der Freigabebezeichnung (siehe Abschnitt 4.1).

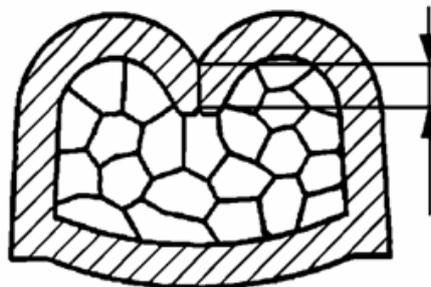


Bild 18 – Abstützhöhe

3.3.10.5 Flankenendenabstand

Der Flankenendenabstand kann nur an Hand eines Schliffbilds (Querschliff im Leitercrimp) ermittelt werden. Keines der CFE darf an der Innenwand der Crimphülse anstoßen (siehe Bild 19).

$F_a \geq 0,1$ S



Bild 19 – Symmetrie und Einrolltiefe

3.3.10.6 Abstand der CFE

Der Abstand der CFE kann nur an Hand eines Schliffbilds (Querschliff im Leitercrimp) ermittelt werden.

Abstand der gegenseitig eingerollten CFE (siehe Bild 20).

$$CFE = |x_1 - x_2|$$

$$CFE \leq S$$

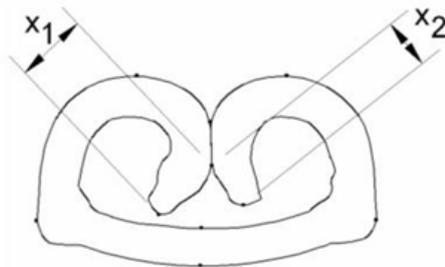


Bild 20 – CFE

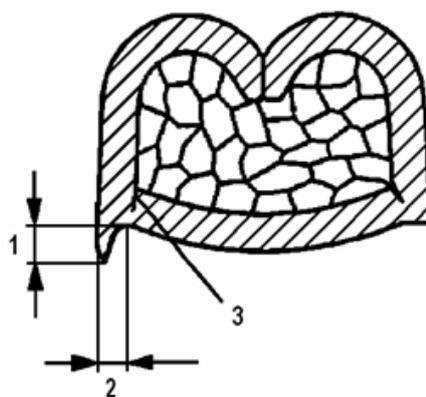
3.3.10.7 Grathöhe

Die Höhe des Grates wird durch den Verschleißgrad des Crimpwerkzeugs und die Vorschubeinstellungen beeinflusst (siehe Bild 21).

$$G_h \leq 1 \times S$$

3.3.10.8 Grathöhe

$$G_b \leq 0,5 \times S, \text{ (siehe Bild 21)}$$



Legende

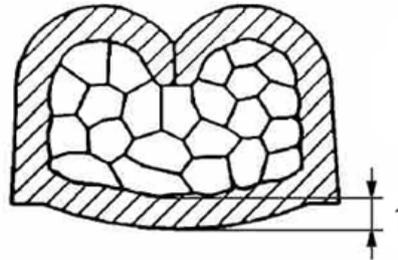
- 1 Grathöhe G_h
- 2 Grathöhe G_b
- 3 Riss

Bild 21 – Grat am Crimpboden

3.3.10.9 Bodendicke

Die Bodendicke kann nur an Hand eines Schliffbilds ermittelt werden (siehe Bild 22).

$$S_b \geq 0,75 S$$



Legende

1 Bodendicke S_b

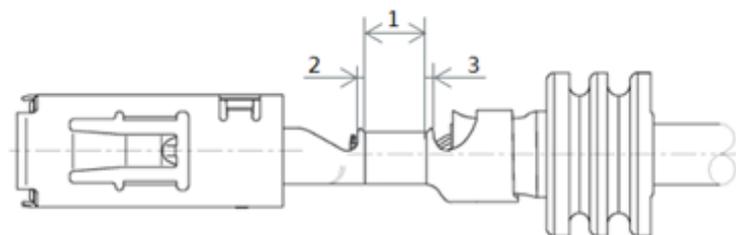
Bild 22 – Bodendicke

3.3.11 Gestalt des Leitercrimp

3.3.11.1 Crimplänge

Beim selbstschützenden Crimp ist die Crimphülse im Übergangsbereich zwischen Leiter- und Isolationscrimp nach der Verarbeitung über die ganze Länge geschlossen und läuft trichterartig zu. Es dürfen keine offenen Stellen oder Leitermaterial sichtbar sein. Es darf weder Isolationsmaterial aus der Naht herausstehen, welches deren Schließen verhindert, noch darf ein Aufstoßen der Crimpflanken gegeneinander (Stoßwarze) auftreten. Das Auftreten außen aufliegender Isolationsspäne ist zulässig.

Auf Grund der Kontaktgeometrie kann beim ELA-Kontakt Aluminium im Leitercrimpbereich sichtbar werden (siehe Bild 23). Dieser Materialauftrag ist vom Anbindungsbereich B (siehe Bild 3) bis maximal zur Mitte des Leitercrimpbereichs zulässig. Die eingerollten Flanken stützen sich gegenseitig ab.



Legende

1 Crimplänge
2 Auslauf vorn
3 Auslauf hinten

Bild 23 – Crimplänge und Auslauf am ELA-Kontakt

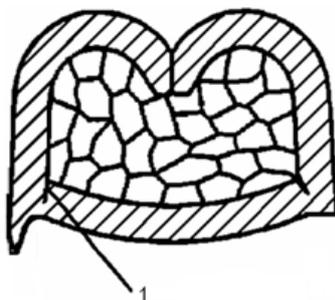
Die Naht der Crimpflanken bei selbstschützenden Kontakten muss geschlossen sein (siehe Bild 2). Es dürfen keine offenen Stellen sichtbar sein und es darf kein Isolations- oder Leitermaterial aus der Naht herausstehen. Im Übergangsbereich zwischen Leiter- und Isolationscrimp ist die Crimp-hülse nach der Verarbeitung über die ganze Länge geschlossen und läuft trichterartig zu.

3.3.11.2 Risse und Einkerbungen

Risse und Einkerbungen können durch z. B. ungünstige Beschaffenheit des Crimpwerkzeugs oder der Stanzqualität primär am Crimpboden entstehen. Hiervon nicht betroffen sind:

- Falten, die im Bereich der Innenseite der Einrollungen entstehen können,
- Für die Funktion der Crimpverbindung notwendige Einprägungen;

Risse und Einkerbungen sind nicht zulässig (siehe Bild 24).



Legende

1 Riss

Bild 24 – Riss im Crimpboden

3.3.11.3 Auslauf am ELA-Kontakt

An der Hinterkante des Leitercrimp zur Leitung (siehe Bild 18) ist ein glockenförmiger Auslauf (Bellmouth) erforderlich. Dieser Auslauf muss ein Einkerbungen oder Abtrennen der Einzeldrähte verhindern.

Eine durch die hohe Verpressung auftretende, nicht funktionsrelevante Verformung der Einzeldrähte ist zulässig.

An der Vorderkante des Leitercrimp zum Kontakt ist kein Auslauf vorgeschrieben. Ein vorderer Auslauf in maximal derselben Größe wie der hintere Auslauf ist zulässig.

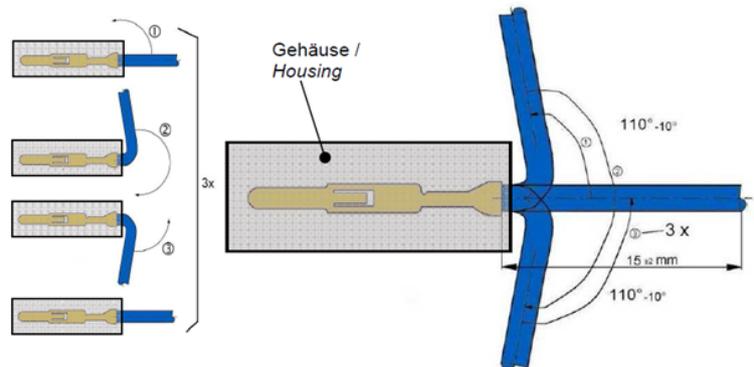
3.3.12 Isolationscrimp

Der Isolationscrimp des Kontaktelements ist entsprechend der Normteilzeichnung für eine Leitung nach VW 60306-2 auszulegen. Das Isolationsende wird in den Übergang zwischen Leiter- und Isolationscrimp eingecrimpt und ist nach der Verarbeitung nicht sichtbar. Die Crimpkrallen müssen in die Isolation eintauchen. Die Isolation kann von den Crimpkrallen durchstoßen sein, die Einzeldrähte dürfen dabei nicht abgetrennt werden. Das Isolationsende darf nicht im Leitercrimp eingecrimpt sein. Eine korrekte Lage ist sicher zu stellen. Die Isolation darf am Einlauf zur Crimp-hülse nicht durchtrennt sein.

3.3.12.1 Biegetest für selbstschützende Kontakte

Der Biegetest (siehe Bild 25) ist eine zerstörende Prüfung, die Prüfkörper dürfen nicht weiter verwendet werden.

Das korrekte Halten der Isolation im Isolationscrimp ist mittels eines Biegetests nachzuweisen.



Legende

- 1 Biegung 90° nach oben
- 2 Biegung 180° nach unten
- 3 Biegung 90° nach oben

Bild 25 – Biegetest

Der Biegetest muss gemäß Bild 25 an 5 Prüfkörpern durchgeführt werden.

Die Kontaktelemente müssen mit Aluminiumleitungen nach VW 60306-2 angeschlagen werden.

Die Leitungslänge beträgt mindestens 150 mm, bei Leitungslängen unter 300 mm ist beidseitig zu crimpen.

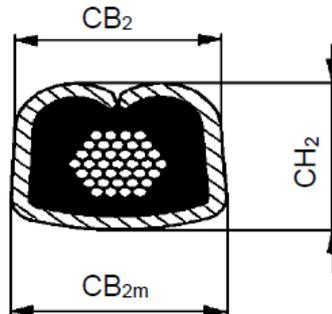
Ein Durchlauf des Biegetests beinhaltet je drei Biegungen in Richtung auf, ab, rechts und links. Der Kontakt muss dabei gemäß den Vorschriften der Montagerichtlinie für die Kontaktteil- bzw. Gehäusehersteller in einem geeigneten Gehäuse oder in einer vergleichbaren Aufnahme gehalten werden. Das zu verwendende Gehäuse ist mit der betreffenden Fachabteilung abzustimmen.

Eine positive Beeinflussung (z. B. ein geringer Biegeradius oder ein tieferes Eintauchen in das Gehäuse) durch das Gehäuse ist nicht zulässig. Nach dem Biegetest darf die Isolation nicht aus dem Isolationscrimp gerutscht oder durchgerissen sein.

Es darf kein Leitermaterial sichtbar sein (Sichtprüfung mit Mikroskop oder Lupe unter 5-facher Vergrößerung).

3.3.12.2 Isolationscrimp Form A (F-Crimp)

Siehe [Bild 2](#) und [Bild 26](#)



Legende

CB_2	Isolationscrimpbreite
CB_{2m}	Messbare Isolationscrimpbreite
CH_2	Isolationscrimphöhe

Bild 26 – Maße des Isolationscrimp Form A

Die in der Normteilzeichnung angegebenen Maße von Crimpbreite und Crimphöhe müssen eingehalten werden.

Die Isolationscrimpflaschen müssen eingerollt sein, deren Flanken müssen sich gegenseitig berühren. Die Flankenenden dürfen in die Isolation eindringen oder diese durchstechen und den Leiter berühren, jedoch keinen Einzeldraht abtrennen. Die Isolation wird am vollen Umfang spaltfrei gefasst, die Halteösen dringen in die Isolation ein. Sie dürfen diese durchstechen und den Leiter berühren. Am leitungsseitigen Ende des Isolationscrimp muss am gesamten Umfang die Isolation eingecrimpt sein. Ein sichtbarer Leiter am leitungsseitigen Ende des Isolationscrimp, z. B. aufgrund falscher Lage des Isolationsendes oder durchtrennter Isolation, ist nicht zulässig.

Der Biegetest nach [Abschnitt 3.3.12.1](#) muss erfüllt sein.

3.3.13 ELA-Crimp

Die Crimpflanken müssen so weit eingerollt sein, dass die ELA sicher beim Bestücken des Kontakts im Steckgehäuse gehalten wird.

3.3.13.1 Position der ELA

Die Isolationscrimpflaschen müssen über die gesamte Länge an der ELA anliegen. Die ELA darf nicht beschädigt oder von den Crimpflanken durchdrungen werden.

Die Position der ELA erfolgt entsprechend [Bild 27](#).

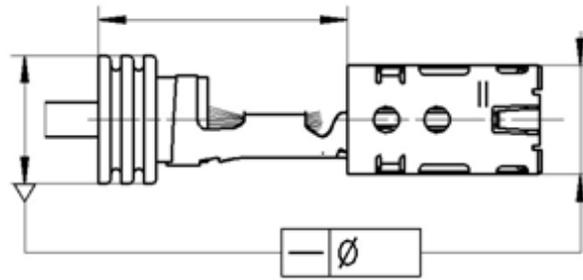


Bild 27 – Position der ELA im Anschlagbild der Normteilzeichnung

3.3.13.2 Symmetrischer O-förmiger ELA-Crimp (O-Crimp)

Die Isolationscrimplaschen umschlingen die ELA um maximal 360°. Ein Überlappen der Crimpkralen ist nicht zulässig (siehe Bild 28).

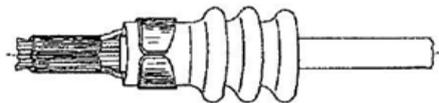


Bild 28 – Symmetrischer O-förmiger ELA-Crimp

3.3.13.3 Asymmetrischer O-förmiger ELA-Crimp (Umschlingungscrimp)

Die Isolationscrimplaschen umschlingen die ELA um mehr als 360° (siehe Bild 29).

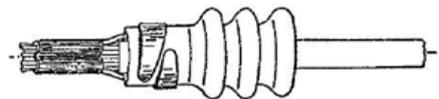


Bild 29 – Asymmetrischer O-förmiger ELA-Crimp

3.4 Anforderungen an den Trennsteg

Der Trennsteg (siehe Bild 30) muss mindestens im Ansatz sichtbar sein und darf nicht mehr als 0,3 mm für den selbstschützenden Crimp bzw. 0,5 mm für den ELA-Crimp über die Messkante (siehe Bild 31) überstehen.

An der Messkante darf ein Grat vorhanden sein.



Bild 30 – Trennsteg

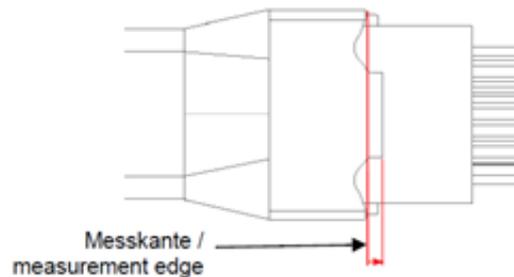


Bild 31 – Messkante am Trennsteg

Unabhängig von der Ausführungsform (Isolationscrimp oder ELA-Crimp) dürfen Trennsteg und Grat in keiner Weise die Bestückbarkeit ins Gehäuse und die Steckfunktion des Kontaktes negativ beeinträchtigen.

Trennsteg und Trenngrat dürfen die ELA nicht verletzen.

Die Anforderungen gelten auch für den Fall einer nachträglichen Demontage und bei erneuter Bestückung des Kontaktelementes, z. B. bei der Nacharbeit.

4 Herstellen der Crimpverbindung

4.1 Allgemeine Anforderungen

Die Qualität einer Crimpverbindung ist nur begrenzt zerstörungsfrei messbar. So kann die erforderliche Qualität der Crimpverbindung und damit ihre Funktionstüchtigkeit nur erreicht werden, wenn

- Original-Werkzeuge und Verschleißteile des Herstellers;
- geeignete und passende Maschinen mit nachgewiesener Wiederholgenauigkeit;
- vorbeugende Instandhaltung der genannten Maschinen und Werkzeuge und Verschleißteile;
- fachkundige Bedienung;
- eine wirkungsvolle und sicher angewendete 100-%-Prozessabsicherung durch geeignete Mittel (z. B. Einrichtvorrichtung, Einschneidkontrolle, Positionskontrolle, Crimpkraftüberwachung, Messung der Auszugskraft)

vorhanden sind.

Die zu verwendenden Absicherungsmaßnahmen sind mit dem Kontaktteilhersteller und der freigebenden Fachabteilung abzustimmen.

4.2 Werkzeuge

Aus Gründen der Systemverantwortung des Kontaktteilherstellers wird der Einsatz der Original-Anschlagwerkzeuge und -Einsätze (Verschleißteile) vorgeschrieben. Die Grundlage dafür sind die jeweiligen Normteilzeichnungen des Kontaktteilherstellers, die dem Konfektionär über das Audi BusinessNet zur Verfügung gestellt werden.

Die Systemverantwortung für das Kontaktteil liegt beim Kontaktteilhersteller.

Die Verantwortung für den gesamten Crimpprozess liegt beim Konfektionär.

Begründete Abweichungen von diesen Vorgaben bedürfen der Zustimmung der Fachabteilungen der Kontaktentwicklung und der Qualitätssicherung des Fahrzeugherstellers.

Anschlagwerkzeuge und Verschleißteile, deren Eignung zur Verarbeitung vom Kontakthersteller für den betreffenden Kontakt bestätigt wurde, gelten als Original-Anschlagwerkzeug und Original-Verschleißteil. In jedem Fall sind die Crimpmaßvorgaben der Kontaktzeichnung bzw. dieser Norm einzuhalten.

4.3 Crimpvorrichtungen

Als Crimpvorrichtungen sind nur Kabelverarbeitungsvollautomaten zulässig, welche über eine Positionswiederholgenauigkeit des Leitergreifers von $\leq \pm 0,1$ mm verfügen. Des Weiteren muss die Crimpvorrichtung eine definierte, während Einrichtvorgang und laufendem Prozess gleichbleibende Position des Applikators gewährleisten. Eine Einrichtung zur permanenten automatischen 100%-Überwachung der Crimpkraft ist erforderlich.

Folgende Merkmale müssen im laufenden Prozess eingehalten werden und sind durch Fähigkeitsnachweise der Crimpvorrichtung sicherzustellen:

- Einhaltung axialer Positionstoleranzen,
- Keine abgetrennten Einzeldrähte beim Abisoliervorgang durch die Abisoliermesser,
- Einhaltung der Abisolierlänge und Abisolierqualität;

Crimpvorrichtungen müssen so ausgestattet sein, dass eine gleichbleibend hohe Crimpqualität gegeben ist und fehlerhafte Teile zuverlässig aussortiert werden.

Die Verarbeitungsqualität und die Wiederholgenauigkeit ist anhand der Q-Martix (siehe [Tabelle A.1](#) und [Tabelle A.2](#)) nachzuweisen und zu dokumentieren.

Die Q-Marix legt die zu prüfenden Umfänge für Freigabeprüfungen und produktionsbegleitende Überprüfungen je nach Art der Freigabe fest.

4.3.1 Crimphöhe

50 Crimpverbindungen werden mit der Nennkrimphöhe entsprechend der Freigabebezeichnung (alle Querschnittsvarianten) gecrimpt und die Crimphöhe gemessen.

Anforderung an die Crimphöhe: $C_{mk} \geq 2,0$

4.3.2 Leiterausreißkraft

Je 20 Crimpverbindungen werden mit jedem möglichen Querschnitt jeweils mit minimaler und maximaler Crimphöhe entsprechend der Freigabebezeichnung in allen Querschnittsvarianten gecrimpt.

Anforderung an die minimale Leiterausreißkraft F_{min} : $(\bar{x}_{arithm.} - 3\sigma) > F_{min}$

4.4 Einrichtvorgang

4.4.1 Leitungsposition

Die Leitungsposition im Einrichtprozess ist ausschlaggebend für die Einhaltung der Prozesstoleranzen. Die Leitungsspitze (Vorderkante) ist bündig an der Referenzlinie zu positionieren. Der Kontaktteilhersteller hat die Position der Referenzlinie verbindlich vorzugeben. Im Einrichtvorgang liegt die Leitung parallel zu und aufliegend auf dem Trennmesser. Der Kontakt liegt ohne äußere Kräfteinflüsse über dem Amboss. Ist zum Einrichtzeitpunkt der Kontakt offensichtlich schräggehend, ist der nächste Kontakt am Trägerstreifen zu verwenden oder dieser Kontakt während des Einrichtens zum Amboss auszurichten. Die eingerichtete Position ist zu dokumentieren.

4.4.2 Schliffbild

Die Leiter- und Isolationspositionierung in der geschlossenen Crimphülse ist über den Längsschliff in der Leiterachse in Richtung Leiterende nachzuweisen und zu dokumentieren. Das Leiterende steht an den Frontschutzlaschen an. Ein Spalt zu den Frontschutzlaschen ist zulässig, so lange alle Serrations beim Einrichtvorgang vom Leitermaterial überdeckt sind.

Das Isolationsende liegt beidseitig maximal eine Kontaktmaterialstärke vor dem Isolationscrimpseitigen Beginn der Schräge oder ragt bis in die Mitte der Schräge. Isolationsmaterial darf nicht bis zu den Serrations im Leitercrimp heranreichen (siehe Bild 32).

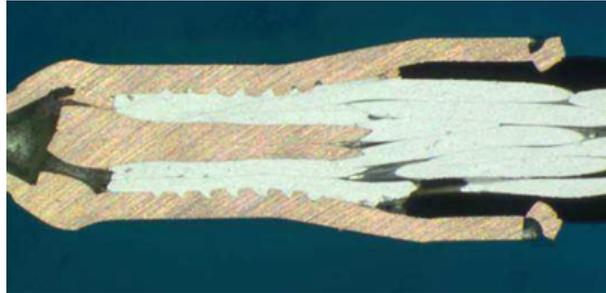


Bild 32 – Längsschliffbild

4.5 Produktionsbegleitende Überprüfung

4.5.1 Crimpkraftüberwachung

Die Crimpkraftüberwachung ist eine Kraft-Weg-Messung beim Arbeitshub des Crimpwerkzeugs. Die Kraft-Weg-Kurve eines i.O.-Crimp bewegt sich innerhalb des Soll-Verlaufs. Diese Sollkurve wird mittels Anlernen nach

- jedem Ändern der Werkzeugeinstellung;
- jeder Werkzeugaufspannung, Werkzeugwechsel;
- jedem Wechsel der Kontaktrolle

ermittelt.

Über die Crimpkraftüberwachung ist bei der Aluminiumverarbeitung lediglich eine ergänzende Absicherung der Einlegeposition möglich. Fehlende und beschädigte Kontaktteile oder Werkzeuge werden weiterhin überwacht.

4.5.2 Überwachung der Abisolierqualität

Nur einwandfrei abisolierte Leitungen dürfen im Crimpprozess verarbeitet werden. Es ist prozesssicher nachzuweisen, dass

- eine fehlerhafte Abisolierlänge,
- das Aufspießen von Einzeldrähten,
- vorgezogene Einzeldrähte,
- Isolationsreste auf der Litze

detektiert werden und fehlerhafte Teile automatisch entsorgt werden.

4.5.3 Positionskontrolle

Während der Verarbeitung der Kontakte ist prozessbegleitend sicherzustellen, dass die Position der Leitung eingehalten wird. Die axialen Positionstoleranzen der Leiterspitze im Leitungsgreifarm (Fixpunkt der Maschine $\pm 0,25$ mm) sind im Prozess zu überwachen.

4.6 Zerstörungsfreies Prüfen

Crimpmaße siehe Abschnitt 3.3.10

4.7 Zerstörendes Prüfen

4.7.1 Leiterauszugskraft

Die Messung der Leiterauszugskraft aus dem Leitercrimp wird als begleitende Fertigungskontrolle durchgeführt (siehe Tabelle 1). Sie wird für selbstschützende Crimphülsen mit wirksamer Isolationsfassung durchgeführt. Folgende Mindestwerte der Leiterauszugskraft werden gefordert:

Tabelle 1 – Geforderte Mindestwerte für die Leiterauszugskraft

Leitungsquerschnitt in mm ²	Kontaktgröße			
	1,2 / 1,5	2,8	4,8	9,5
2,5	70 N (105 N)	70 N (105 N)	70 N (105 N)	-
4,0	-	110 N (125 N)	110 N (125 N)	110 N (125 N)
6,0	-	-	160 N (175 N)	160 N (175 N)

ANMERKUNG 1 Wenn aus systemrelevanten Gründen die Leiterauszugskraft mit Isolations-Crimp/ELA gemessen wird, gelten die Werte in den Klammern.

4.7.2 Schliffbild

Zur Beurteilung der mit dem Crimpwerkzeug erreichten Crimpqualität sind Schliffbilder zu erstellen.

Zu beachten ist, dass die Bearbeitungsrichtung entgegen der Öffnung des Crimp liegt, so dass beim Schleifen keine Kräfte wirksam werden, die den Crimp öffnen können.

Um bei der Erstellung des Schliffs Veränderungen am Crimp zu vermeiden, ist das Teil für nicht produktionsbegleitende Prüfungen in Kunstharz einzugießen.

Um eine gute Beurteilbarkeit zu erreichen kann nach dem Trennen des Crimp ein Polieren oder Ätzen der Oberfläche erfolgen. Die Qualität der Probenoberfläche muss eine eindeutige Bewertung der Merkmale ermöglichen.

Schliffbilderstellung

Bei der Serienüberwachung kann auf ein Einbetten der Proben in Kunstharz verzichtet werden. Schliffbilder werden mittels geeigneter Vorrichtungen unter Beachtung der entsprechenden Anforderungen hergestellt.

Wenn nicht anders gefordert gilt die Q-Matrix (siehe [Tabelle A.1](#) und [Tabelle A.2](#)).

Dabei sind folgende Angaben zu dokumentieren:

- Kontaktteil-Nummer,
- Kontaktteillieferant,
- Teilenummer und Hersteller der Meterware Leitung,
- Schliffbilder und Messwerte für Crimphöhen und -breiten für Frontschutz-, Leiter- und Isolationscrimp,
- Längsschliffbild,
- Vergrößerungsfaktor der Bilder,
- Identifikation des Schneidloses incl. Schneidauftrag (Nummer der Produktionscharge);

4.7.3 Biegetest

Anforderungen siehe [Abschnitt 3.3.12.1](#)

5 Mitgeltende Unterlagen

Die folgenden in der Norm zitierten Dokumente sind zur Anwendung dieser Norm erforderlich:

VW 60306-2	Elektrische Leitungen für Kraftfahrzeuge - Teil 2: Aluminiumleitungen; einadrig, ungeschirmt
VW 75147	Leitungssätze in Kraftfahrzeugen; Qualitätsanforderungen an Produkte und Prozesse
VW 75174	Kfz-Steckverbinder; Prüfvorschrift
VW 99000	Übergreifende Anforderungen zur Leistungserbringung im Rahmen der Bauteilentwicklung
IEC 60050-581	International Electrotechnical Vocabulary - Part 581: Electromechanical components for electronic equipment

Anhang A (normativ) Prüfungen

Tabelle A.1 – Q-Matrix: Freigabeprüfungen

Abschnitt	Maß / Eigenschaft / Merkmal	BMG Kontakt	Konfektionsfreigabe	Maschinenfähigkeit (Werkzeugfreigabe, C_{mk})	Prozessfähigkeit (Serienfreigabe, C_{pk}, P_{pk})
		VW / Audi / Kontaktteilhersteller	Konfektionär	Konfektionär	Konfektionär
Abschnitt 2	Anbindung A	b	b	b	b
Abschnitt 2	Anbindung B	b	b	b	b
Abschnitt 2.6	Additive im Kontakt ^{a)}	b/m	b/m	b/m	b/m
Abschnitt 3.2.2	Abisolieren	b	b	b	b
Abschnitt 3.2.3	Leiterüberstand ^{a)}	b/m	b/m	b/m	b/m
Abschnitt 3.3.2	Kontaktbereich/Rastfeder-Beschädigung	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.3	USS-Verträglichkeit	b	b	-	-
Abschnitt 3.3.4	Kontakt Verbiegen / Verdrehen	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.5	Verbiegen der Leitung	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.6	Materialabtrag Spanbildung	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.7	Abtrennen von Einzeldrähten	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.10.1	Crimphöhe ^{b)}	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.2	Messbare Crimpbreite	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.3	Abstützwinkel	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.4	Abstützhöhe	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.5	Flankenendenabstand	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.6	Abstand Crimpflankenenden	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.7	Grathöhe	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.8	Gratbreite	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.10.9	Bodendicke	m	m	m	m
Abschnitt 4.4.2	Verpressung (Schliff)	b	b	b	b

Abschnitt	Maß / Eigenschaft / Merkmal	BMG Kontakt	Konfektionsfreigabe	Maschinenfähigkeit (Werkzeugfreigabe, C _{mk})	Prozessfähigkeit (Serienfreigabe, C _{pk} , P _{pk})
		VW / Audi / Kontaktteilhersteller	Konfektionär	Konfektionär	Konfektionär
Abschnitt 3.3.11.1	Crimplänge	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.11.2	Risse / Einkerbungen ^{c)}	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.11.3	Crimpeinlauf / -auslauf	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.12	Ausführung Isolationscrimp	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.12.2	Isolationscrimphöhe	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.12.2	Isolationscrimpbreite	m	m	m	m
Abschnitt 3.3.12.2	Lageabweichung der Isolationscrimpflanken	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.12.1	Biegetest	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.13	Einzeladerdichtung	b	b	b	b
Abschnitt 3.3.13.1	Position Einzeladerdichtung	b	b	b	b
Abschnitt 3.4	Trennsteg / Stanzgrat	m	m	m	m
Abschnitt 4.4.2	Schliffbild ^{d)}	10 Stück	10 Stück	10 Stück	10 Stück
Abschnitt 4.7.1	Auszugskraft	m ^{b)}	m ^{e)}	m ^{b)e)}	m ^{e)}
-	Zusätzliche Merkmale nach Herstellerspezifikation	b/m	b/m	b/m	b/m
Abschnitt 4.4	Einrichtvorgang ^{f)}	b	b	b	b

- a) Abhängig vom verwendeten Kontaktsystem
- b) Statistische Auswertung zum Nachweis der Prozesssicherheit
- c) Mittels Lupe (5x), Kontakt und Isolation
- d) Jede relevante Achse und Position messen und beurteilen
- e) Anzahl siehe Abschnitt 4.3.1
- f) Das Ergebnis ist bildlich zu dokumentieren

ANMERKUNG A.1 Abkürzungen: b = beurteilen; m = messen

Tabelle A.2 – Q-Matrix: Produktionsbegleitende Prüfungen

Abschnitt	Maß / Eigenschaft / Merkmal	EMPB (VW 75147)	Eingriff in die Werkzeugkonfi- guration (z. B. Verschleiß- teilwechsel)	Beginn Produkti- onscharge, Veränderungen am Equipment ^{a)}
		Konfektionär	Konfektionär	Konfektionär
Abschnitt 2	Anbindung A	b	b	b
Abschnitt 2	Anbindung B	b	b	b
Abschnitt 2.6	Additive im Kontakt ^{b)}	b/m	b/m	-
Abschnitt 3.2.2	Abisolieren	b	b	b
Abschnitt 3.2.3	Leiterüberstand	b/m	b/m	b
Abschnitt 3.3.2	Kontaktbereich / Rastfeder- Beschädigung	b	b	b
Abschnitt 3.3.3	USS- Verträglichkeit	-	-	-
Abschnitt 3.3.4	Kontakt Verbiegen / Verdrehen	b	b	b
Abschnitt 3.3.5	Verbiegen der Leitung	m	m	b
Abschnitt 3.3.6	Materialabtrag Spanbildung	b	b	b
Abschnitt 3.3.7	Abtrennen von Einzeldrähten	b	b	b
Abschnitt 3.3.10.1	Crimphöhe	m ^{c)}	m	m
Abschnitt 3.3.10.2	Messbare Crimpbreite	m	m	-
Abschnitt 3.3.10.3	Abstützwinkel	m	m	-
Abschnitt 3.3.10.4	Abstützhöhe	m	m	-
Abschnitt 3.3.10.5	Flankenenden- abstand	m	m	-
Abschnitt 3.3.10.6	Abstand Crimp- flankenenden	m	m	-
Abschnitt 3.3.10.7	Grathöhe	m	m	b
Abschnitt 3.3.10.8	Gratbreite	m	m	b
Abschnitt 3.3.10.9	Bodendicke	m	m	-
Abschnitt 4.4.2	Verpressung	b	b	-
Abschnitt 3.3.11.1	Crimplänge	b	b	b
Abschnitt 3.3.11.2	Risse / Einkerbungen	b ^{d)}	b ^{d)}	b

Abschnitt	Maß / Eigenschaft / Merkmal	EMPB (VW 75147)	Eingriff in die Werkzeugkonfiguration (z. B. Verschleißteilwechsel)	Beginn Produktionscharge, Veränderungen am Equipment ^{a)}
		Konfektionär	Konfektionär	Konfektionär
Abschnitt 3.3.11.3	Crimpeinlauf / -auslauf	b	b	b
Abschnitt 3.3.12	Ausführung Isolationscrimp	b	b	b
Abschnitt 3.3.12.2	Isolationscrimphöhe	m	m	m
Abschnitt 3.3.12.2	Isolationscrimpbreite	m	m	
Abschnitt 3.3.12.2	Lageabweichung der Isolationscrimpflanken	b	b	b
Abschnitt 3.3.12.1	Biegetest	b	b	b
Abschnitt 3.3.13	Einzeladerdichtung	b	b	b
Abschnitt 3.3.13.1	Position Einzeladerdichtung	b	b	b
Abschnitt 3.4	Trennsteg / Stanzgrat	b/m	b/m	b
Abschnitt 4.4.2	Längsschliffbild	b	b	b ^{e)}
Abschnitt 4.7.1	Auszugskraft	m ^{f)}	m	m
-	Zusätzliche Merkmale nach Herstellerspezifikation	b/m	b/m	-
Abschnitt 4.4	Einrichtvorgang ^{g)}	b	b	b

- a) Werkzeugwechsel, Leitungswechsel, Kontaktteilwechsel, Änderung Werkzeugeinstellungen
- b) Abhängig vom verwendeten Additiv
- c) Statistische Auswertung zum Nachweis der Prozesssicherheit
- d) Mittels Lupe (5x), Kontakt und Isolation
- e) Zusätzlich am Ende jeder Produktionscharge
- f) Anzahl siehe Abschnitt 4.3.1
- g) Das Ergebnis ist bildlich zu dokumentieren

ANMERKUNG A.2 Abkürzungen: b = beurteilen; m = messen