

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	19
1.1 Wichtige Hinweise zu dieser Dokumentation.....	20
1.2 Partner und Quellen.....	21
2. Aufgabenstellung & Verbindungsvarianten	22
2.1 Die Aufgabenstellung in der Konfektion.....	22
2.2 Die Aufgabenstellung in der Crimptechnik.....	23
2.3 Der Übergang – Flexibler zu massivem Litzenverbund.....	24
2.4 Auswirkung von mechanischen Belastungen	25
2.5 Verbindungsvarianten und der Übergang.....	26
2.5.1 Übersicht	26
2.5.2 Lötverbindungen	27
2.5.2.1 Löten in Schraubverbindungen.....	27
2.5.2.2 Löten in Steckergehäusen.....	28
2.5.2.3 Direktes Verlöten mit Bauteilen	28
2.5.2.4 Nachträgliches Verlöten von Crimpverbindungen.....	29
2.5.2.5 Direktes Verlöten eines Litzenverbundes in einen Crimpkontakt.....	29
2.5.3 Schraubverbindungen	30
2.5.3.1 Aderendhülsen und Schraubverbindungen	30
2.5.4 Vorisolierter Quetschkabelschuh	31
2.5.5 Gedrehte Kontakte (Vierdornpressung)	32
2.5.6 Offene Crimphülse	32
2.6 Entlastung des Überganges	33
2.7 Crimpkontakte, Kabelschuhe, Pressverbinder.....	34
2.7.1 Offene und geschlossene Crimphülsen.	34
2.7.2 Die offene Crimphülse.....	34
2.7.3 Geschlossene Crimphülse	34
2.8 Crimp- und Pressformen in der Übersicht	35
2.8.1 Die offene Crimphülse.....	35
2.8.2 Die geschlossene Crimphülse.....	36
3. Der Leiter	38
3.1 Grundsätzlicher Aufbau des Leiters.....	38
3.2 Die Leiterklassen	39
3.3 Hinweise zur Verarbeitung von Leitermaterialien	40
3.4 Querschnitt – Nennquerschnitt	40
3.5 Die Isolation des Leiters.....	41
3.6 Leitungen mit reduzierter Isolation.....	42
3.7 Kupferzahl – Kupferpreis	43
3.8 Die AWG Nummer – Was bedeutet AWG	44
3.9 Bereitstellung / Zuführung von Kabel und Leitungen.....	45
3.9.1 Lagerung	45

3.9.2	Beschädigung der Isolation	46
3.9.3	Zugfreie Zuführung.....	47
3.9.4	Der Kabelspeicher.....	48
3.9.5	Durchhangsteuerung.....	50
3.9.6	Die Kabelrichtstrecke	51
3.9.7	Führung von Kabel und Leitungen	52
3.9.8	Zuführung von Kabel und Leitungen	52
3.9.9	Rollenantrieb	54
3.9.10	Bandantrieb	54
3.10	Greifen von Kabel und Leitungen	55
3.10.1	Allgemeines.....	55
3.10.2	Ausführung der Greiffläche	55
3.10.3	Greifertypen.....	56
3.10.4	Flache Greifer.....	56
3.10.5	Prismenform-Greifer.....	56
3.10.6	Fromgreifer	57
3.11	Schneiden von Kabel und Leitungen	58
3.11.1	Allgemeines.....	58
3.11.2	Schneidmesser mit gerader Schneide	59
3.11.3	V – Schneidmesser	59
3.11.4	Die Kabelschere	60
3.12	Abisolieren von Leitungen.....	61
3.12.1	Grundregeln beim Abisolieren.....	61
3.12.1	Anforderungen an das Abisolierergebnis (Norm).....	63
3.12.2	Abisolieraufgaben	63
3.12.3	Teilabzug des Isolationsrestes.....	64
3.12.4	Abisoliermesser - typen.....	64
3.12.5	Das gerade Abisoliermesser	65
3.12.6	V - Abisolier- und Schneidmesser.....	66
3.12.7	Matrizenform Abisolier- Schneidmesser	67
3.12.8	Matrizenform Abisoliermesser.....	67
3.12.9	Sondermesser - Messerkombinationen in Vollautomaten	68
3.12.10	Rotatives Abisolieren	69
3.12.11	Rotatives, stufenförmiges Abisolieren von geschirmten Leitungen	70
3.12.12	Abisolierverhalten der Isolation	71
3.12.12.1	Die Anordnung der Messerschneide zur Abzugsrichtung	71
3.12.12.2	Der Anpressdruck der Greifer.....	72
3.12.12.3	Der Anpressdruck der Vorschubrollen	73
3.12.12.4	Die Schneidqualität (Schärfe) der Abisoliermesser.....	76
3.12.13	Schneiden und Abisolieren – Systeme	77
3.12.13.1	Freiprogrammierbares Abisolieren auf Automaten.....	77
3.12.13.2	Abisolieren und Verdrillen.....	81

3.12.13.3 Der Messerblock.....	82
3.12.13.4 Der Messerblock (Komax).....	85
3.12.13.5 Abläufe im Messerblock	85
3.12.14 Fehlerbeschreibungen beim Abisolieren.....	89
3.12.14.1 Übersicht.....	89
3.12.14.2 Einzeladern beschädigt und/oder abgeschnitten	90
3.12.14.3 Einzelader gezogen	90
3.12.14.4 Oberfläche der Einzeldrähte angekratzt.....	91
3.12.14.5 Isolation unsauber geschnitten.....	92
3.12.14.6 Isolationsfäden an der Schnittkante der Isolation.....	93
3.12.14.7 Isolation beschädigt.....	94
3.12.14.8 Isolationsreste auf den Einzeladern	95
3.12.14.9 Verdrallung der Einzeladern aufgehoben.....	96
3.12.14.10 Besenförmiges Leiterende.....	96
3.12.14.11 Litzerverbund überdrallt	97
3.12.14.12 Schwankungen in der Abisolierlänge	98
3.12.14.13 Einzeladern stark oxidiert	98
3.13 Abmanteln von mehradrigen Mantelleitungen	99
3.13.1 Allgemeines.....	99
3.13.2 Aufbau von mehradrigen Mantelleitungen	99
3.13.3 Schneiden von Mantelleitungen	100
3.13.4 Messertypen für Mantelleitungen	100
3.13.4.1 V-Schneide und Abisoliermesser	100
3.13.4.2 Matritzenform Messer.....	100
3.13.4.3 Sondermesser	101
3.13.5 Innenleiterbearbeitung	101
3.13.6 Dimensionierung von Abisoliermesser.....	102
3.13.7 Abmanteln – Schematischer Ablauf.....	103
3.13.8 Rotatives Abmanteln	104
3.13.9 Fehlerbeschreibungen	105
3.13.9.1 Unsauber geschnittener Mantel.....	105
3.13.9.2 Deformiertes Kabelende – Deformierte Innenleiter.....	105
3.13.9.3 Beschädigter Innenleiter.....	105
3.13.9.4 Beschädigung des Aussenmantels	107
3.13.10 Abmantelgeräte und Maschinen	108
3.13.10.1 Abmanteln per Hand.....	108
3.13.10.2 Manuelle Tischgeräte	108
3.13.10.3 Halbautomatisches Abmanteln.....	109
3.13.10.4 Vollautomatisches Schneiden und Abmanteln	109
3.14 Thermisches Abisolieren.....	110
4. Crimpen – Offenen Crimphülsen	111
4.1 Grundsätzliches	111

4.1.1	Warum ein Crimp so aussieht	112
4.1.2	Entwicklung von Crimpkontakten	113
4.2	Begriffsdefinitionen	114
4.3	Die Funktionen im Crimpkontakt.....	114
4.3.1	Der Kontaktbereich	115
4.3.2	Das Kammerspiel.....	117
4.3.2.1	Auswirkungen von fehlendem Kammerspiel	118
4.3.3	Rastfunktion – Rastnasen	119
4.3.4	Die Steckdicke.....	120
4.3.5	Steckkraft – Zugkraft	120
4.4	Verarbeitungsformen von offenen Crimphülsen	121
4.4.1	Prägungen im Drahtcrimpbereich	121
4.4.2	Der gegurtete Crimpkontakt	121
4.4.3	Einzelkontakte	122
4.4.4	Crimpformen.....	123
4.5	Grundlagen beim Verarbeiten von offenen Crimphülsen	124
4.5.1	Zuordnung Kontakt – Querschnitt – Werkzeug.....	124
4.5.2	Zuordnung: Nennquerschnitt des Leiters zum Crimpkontakt.....	125
4.5.3	Zuordnung: Isolationsdurchmesser des Leiters zum Crimpkontakt.....	126
4.5.4	Der Crimpvorgang im Schema B/F Crimp	127
4.5.5	Der Rollcrimp.....	128
4.5.6	Einlegen und Positionieren der abisolierten Leitung im Crimpkontakt (Halbautomat).....	130
4.5.6.1	Direktes Einlegen der Leitung in den Crimpkontakt	130
4.5.6.2	Die Leitung über den Anschlag positionieren	130
4.5.6.3	Fehlerhaftes Einlegen von Leitungen	131
4.5.7	Einlegen und Positionieren der abisolierten Leitung im Crimpkontakt (Crimp-Vollautomat).....	131
4.6	Die Drahtcrimphöhe	132
4.6.1	Die Crimphöhe: mechanischen Eigenschaften der Crimpverbindung	132
4.6.2	Die Crimphöhe: elektrischen Eigenschaften der Crimpverbindung	132
4.6.3	Die Crimphöhe - ein Kompromiss	133
4.6.4	Crimphöhen im Schliffbild	133
4.7	Der Füllquerschnitt – Auswirkung fehlender Einzeldrähte.....	134
4.8	Verlöten von Crimpverbindungen	135
4.9	Was bedeutet "Gasdichtheit"?	136
4.10	Qualitätsanforderungen an die Crimpverbindung	136
4.10.1	Der Auslauf hinten (Trompete, Bellmouth).....	136
4.10.1.1	Aufgabe und Entstehung	137
4.10.1.2	Größe des Auslaufes hinten	138
4.10.1.3	Einstellen der Ausläufe - MQC Sidefeed.....	139
4.10.1.4	Einstellen der Ausläufe - MQC Endfeed.....	140
4.10.1.5	Schwankungen bei der Größe und Ausführung der Ausläufe	141

4.10.1.5.1	Crimpwerkzeug MQC Sidefeed.....	141
4.10.1.5.2	Crimpwerkzeug MQC Endfeed	141
4.10.1.5.3	Handcrimpwerkzeuge:.....	142
4.10.1.6	Auswirkungen bei fehlendem hinteren Auslauf	143
4.10.1.7	Ursachen für das Fehlen eines Auslaufes.....	144
4.10.1.8	Auswirkungen bei zu großem hinteren Auslauf.....	145
4.10.2	Der Auslauf vorne	147
4.10.3	Abisolierlänge.....	148
4.10.4	Leiterende/Leiterüberstand	149
4.10.5	Position Leiter und Seal im Crimpkontakt.....	149
4.10.6	Position der Einzelleiterabdichtung (Seal)	150
4.10.7	Lageabweichung (Abkippen) der Isolationscrimpflanken	150
4.10.8	Lageabweichung (Verbiegen) DC/IC	151
4.10.9	Lageabweichung Kontaktbereich zum Crimpbereich.....	153
4.10.10	Verdrehung von DC/IC Bereich zum Kontaktbereich	154
4.10.11	Anbindung DC – Kontaktteil (Transition).....	156
4.10.12	Kontaktbereich	157
4.10.13	Der Trennsteg – Die Länge.....	158
4.10.13.1	Trennsteglänge im Crimpwerkzeug MQC Endfeed.....	158
4.10.13.2	Trennsteglänge im Crimpwerkzeug MQC Sidefeed.....	160
4.10.14	Trennsteglänge: Fehlerbeschreibungen	161
4.10.14.1	Sidefeed – Trennsteg hinten zu lang.....	161
4.10.14.2	Endfeed – Trennsteg hinten zu lang	162
4.10.14.3	Sidefeed – Trennsteg hinten zu kurz.....	163
4.10.14.4	Endfeed - Trennsteg hinten zu kurz	164
4.10.14.5	Schwankungen in der Länge der Trennstege	165
4.10.15	Der Trennsteg – Der Grat	166
4.10.16	Trennsteg Grat – Fehlerbeschreibung	166
4.10.16.1	Crimpwerkzeug MQC Sidefeed	166
4.10.16.2	Crimpwerkzeug MQC Endfeed.....	166
4.10.16.3	Vereinzelung für Handcrimpzangen	167
4.10.17	Die Crimphöhe Draht- oder Leitercrimp	167
4.10.18	Die Crimpbreite: Drahtcrimp.....	168
4.10.19	Grathöhe und Gratbreite am Crimpboden	169
4.10.20	Verpressung – Verpressungsgrad	170
4.10.21	Anzahl der Erfassten Litzen und Abisolierergebnis	171
4.10.22	Ausführung der Crimpflanken	171
4.10.22.1	Symmetrie der Crimpflanken.....	173
4.10.22.2	Position und Lage der Spitzen der Crimpflanken.....	173
4.10.22.3	Bodendicke Crimpkontakt.....	173
4.10.22.4	Abstützhöhe.....	173
4.10.22.5	Abstützwinkel.....	173

4.10.23 Fehlerbeschreibung - Einrollen der Crimpflanken.....	174
4.10.23.1 Crimpkontakt ist vorgeschädigt	174
4.10.23.2 Einlegefehler Handcrimpzange	175
4.10.23.3 Sidefeed – Falsch eingestellter Vorschub	175
4.10.23.4 Sidefeed – Falsch eingestellte Kontaktbremse	176
4.10.23.5 Endfeed – Kontaktführung falsch eingestellt	177
4.10.23.6 Fehlerbeispiele im Schliffbild	178
4.10.24 Isolationscrimpformen und Anforderungen	180
4.10.24.1 Isolationscrimpformen in der Übersicht	180
4.10.24.2 Festlegen der Isolationscrimpmaße	181
4.10.24.3 Biegeprüfung	181
4.10.24.4 Wickelprüfung	182
4.10.24.5 Die Isolationscrimpform B/F	183
4.10.24.6 Fehler: Isolationscrimp B/F	183
4.10.24.7 Isolationscrimp B/F Sonderform	184
4.10.24.8 Überlappungscrimp	184
4.10.24.9 Entstehung eines Überlappungscrimp	184
4.10.24.10 Fehler: Überlappungscrimp	185
4.10.24.11 Asymmetrischer Umfassungscrimp	186
4.10.24.12 Fehler: Asymmetrischer Umfassungscrimp	186
4.10.24.13 Asymmetrischer Umfassungscrimp (mit Seal).....	187
4.10.24.14 Fehler Asymmetrischer Umfassungscrimp (mit Seal)	187
4.10.24.15 Symmetrischer Umfassungscrimp mit Seal	187
4.10.24.16 Fehler: Symmetrischer Umfassungscrimp mit Seal.....	187
4.10.24.17 Isolationscrimp: Lageabweichung und Kontaktgeometrie	188
4.11 Sealbestückung – Einzeladerabdichtung.....	189
4.11.1 Der Seal	189
4.11.2 Zuordnung Seal zu Crimpkontakt.....	190
4.11.3 Vereinzelung - Zuführen von Seals.....	190
4.11.4 Absetzen von Seals auf der Leitung	192
4.11.5 Automatische Kontrolle der Sealposition	193
4.11.6 Isolationscrimpformen für die Verarbeitung von Seals	194
4.11.7 Montage von Crimpkontakten mit Seals	194
4.12 Die „Haifischkralle“	195
4.13 Der mehrgliedrige Clip	195
4.13.1 Der mehrgliedrige Clip – Verschleißteile.....	196
4.14 Der Clip mit und ohne Isolationscrimp	197
5. Prüfverfahren und Anwendung	198
5.1 Grundlagen und allgemeine Informationen.....	198
5.2 Sichtprüfung als Fehlerquelle	200
5.3 Crimpkraftüberwachung.....	201
5.3.1 Die Philosophie	201

5.3.2	Schematischer Aufbau	202
5.3.3	Der "Piezo-Effekt"	202
5.3.4	Der Kraftverlauf	203
5.3.5	Kräfte in Abhängigkeit vom Leiterquerschnitt	203
5.3.6	Störkräfte	204
5.3.6.1	Die Crimpmaschine	204
5.3.6.2	Werkzeugaufnahme – Werkzeuggrundplatte	204
5.3.6.3	Das Crimpwerkzeug	206
5.3.6.4	Der Crimpkontakt	207
5.3.6.5	Die abisolierte Leitung	207
5.3.7	Der Lern- oder Kalibriervorgang (Teach In)	208
5.3.8	Der Headroom	210
5.3.9	Der Drift der Kraftverlaufskurve	211
5.3.10	Die Driftkompensation	211
5.4	Messen der Crimpmaße	212
5.4.1	Die Drahtcrimphöhe	212
5.4.2	Messwerkzeuge	212
5.4.3	Das Messverfahren	214
5.4.4	Die Drahtcrimpbreite	215
5.5	Auszugstest	216
5.5.1	Allgemeines	216
5.5.2	Anforderungen an den Auszugstester	216
5.5.3	Der Prüfablauf	218
5.5.4	Optische Bewertung beim Auszugstest	218
5.5.5	Die Auszugskraft in Abhängigkeit mit der Drahtcrimphöhe	219
5.5.6	Auszugswerte offene Crimphülse	220
5.5.7	Auszugswerte Pressverbindung	220
5.6	Schliffbilderstellung	221
5.6.1	Grundsätzliches	221
5.6.2	Position der Schliffebene	223
5.6.3	Trennen und Polieren des Crimpkontaktes	223
5.6.4	Reinigung der Schliffebene	224
5.6.5	Ausmessen der Crimpgeometrie	224
5.6.6	Fehler bei der Schliffbildbeurteilung	224
5.6.7	Beispiel einer Schliffbilddokumentation	225
5.7	Slow-Motion-Test	226
5.7.1	Grundlagen	226
5.7.2	Prüfung	227
5.7.3	Erforderliche Veränderungen	228
5.7.4	Fehlerquelle: Drahtcrimper	229
5.7.5	Alternative Verarbeitung	231
6.	Maschinentechnik	232

6.1	Grundsätzliches	232
6.2	Maschinentypen	233
6.3	Aufbau einer Crimpmaschine	234
6.3.1	Die Werkzeugaufnahme.....	235
6.3.2	Der Maschinenhub	236
6.3.3	Standards Crimpmaschinen– Der untere Totpunkt.....	236
6.3.4	Die Einstellung des unteren Totpunktes	237
6.3.5	Alternative Einstellung der Crimphöhe.....	238
6.3.6	Einsetzen von Crimpwerkzeugen	239
6.3.7	Maschinenfähigkeit	240
6.4	Der Stripper-Crimper (Offene Crimphülse)	241
6.4.1	Grundlagen und Philosophie.....	241
6.4.2	Stripper-Crimper: Funktionseinheiten	241
6.4.3	Stripper-Crimper: Funktionsvarianten	242
6.4.3.1	Variante 1: Abisoliereinheit in der Arbeitslinie	243
6.4.3.2	Variante 2: Die Abisoliereinheit ist außerhalb des Crimpwerkzeuges.....	244
6.4.3.3	Variante 2 - Fehler	246
6.4.4	Stripper-Crimper: Die Greifereinheit	247
6.4.4.1	Fehler in der Greifereinheit.....	248
6.4.5	Die Abisoliereinheit	249
6.4.5.1	Funktionsweise des Sensors im Stripper-Crimper.	249
6.4.5.2	Abisoliermesser: Anforderungen	250
6.4.5.3	Einstellen der Abisoliereinheit	250
6.4.5.4	Abisoliermesser: Einstellung OK	252
6.4.5.5	Fehler - Oberfläche der Einzeldrähte ist angekratzt.....	253
6.4.5.6	Wegbegrenzung – Der Anschlag für die Leitung.....	254
6.4.5.7	Einstellfehler - Abzugskraft Abisolierrest zu groß.....	257
6.4.6	Einlegen der Leitung	258
6.4.6.1	Das richtige Einlegen der Leitung	258
6.4.6.2	Fehler – Leitung beim Einlegen gebogen.....	259
6.5	Das Crimpwerkzeug.....	260
6.6	Der Stripper-Crimper: Funktionsablauf	261
6.6.1.1	Fehler - Leitung schräg eingeführt.....	264
6.7	Fehler: Leitung ist „Hohl“	265
6.8	Der Nullschnitt.....	266
6.8.1	Nullschnitt: Halb- oder Vollautomatisch	266
6.8.2	Nullschnitt: Manuell	268
7.	Crimpwerkzeugtechnik (MQC) – Offene Crimphülse.....	269
7.1	Übersichten.....	269
7.1.1	Werkzeugtypen	269
7.1.2	Definitionen im Crimpwerkzeug MQC	270
7.2	Grundsätzlicher Aufbau von Crimpwerkzeugen MQC	271

7.2.1	Referenzen im Crimpwerkzeug MQC Sidefeed	272
7.2.2	Referenzen im Crimpwerkzeug MQC Endfeed	273
7.3	Crimper, Amboss, Schneideeinheit	274
7.3.1	Zuordnung der Verschleißteile	274
7.3.1	Drahtcrimper und Isolationscrimper	274
7.3.1.1	Der „gekröpfte“ Crimper.....	275
7.3.2	Der Amboss.....	276
7.3.4	Die Schneideinheiten	277
7.3.4.1	Schneideeinheit für Crimpwerkzeuge MQC Sidefeed	277
7.3.4.1.1	Unterschiede in der Schneideinheit	277
7.3.4.2	Schneideeinheit für Endfeed Werkzeug	279
7.4	Einstellen der Crimphöhen.....	280
7.4.1	Werkzeugköpfe in der Übersicht.....	280
7.4.2	Schieberkopf	280
7.4.3	Drehscheibe mit mehreren fest eingestellten Crimphöhen.....	281
7.4.4	Drehscheibe mit stufenloser Einstellung.....	281
7.4.5	Der Anpressblock in seinen wichtigsten Bestandteilen	282
7.4.6	Einstellen der Crimphöhen – Das Prinzip	283
7.5	Der Vorschub des Crimpkontaktes	284
7.5.1	Vorschubvarianten - Vorschubkurve	284
7.5.2	Das Prinzip des mechanischen Vorschubes.....	285
7.5.3	Der pneumatische Vorschub.....	291
7.6	Anschlag - Abstreifer als Positionierhilfe	293
7.7	Sensorauslösung als Positionierhilfe	294
7.8	Der Abstreifer	295
7.9	Niederhaltersysteme	297
7.9.1	Funktion und Einsatzbereich.....	297
7.9.2	Niederhaltersysteme für Sidefeed und Endfeed Crimpwerkzeuge.....	298
7.9.3	Niederhalter für Sidefeed-Crimpwerkzeuge.....	299
7.10	Crimpwerkzeug MQC Endfeed: Einstellungen	300
7.10.1	Der Vorschub – Positionieren des Crimpkontaktes	300
7.10.2	Vorschub: Einstellen der Ausläufe hinten und vorne	301
7.10.3	Vorschub: Einstellen der Trennstege vorn und hinten	302
7.10.4	Vorschub: Fehlerhafte Kontaktposition	305
7.10.4.1	Crimpkontakt wird nicht weit genug transportiert	305
7.10.4.2	Crimpkontakt wird zu weit transportiert	306
7.10.4.3	Lageabweichung (Abkippen) der Isolationscrimpflanken	306
7.10.5	Der Vorschub – Die Hubgröße.....	307
7.10.6	Die Kontaktbremse.....	309
7.10.7	Kontaktführung im Endfeed Werkzeug	310
7.10.1	Schneideeinheit zum Trennen der Crimpkontakte.....	312
7.10.1.1	Zusammenstellung der Schneideeinheit	312

7.10.1.2	Einstellfehler - Schneideeinheit	313
7.10.1.3	Die Gratbildung am Trennsteg	313
7.10.2	Vorschubfinger	314
7.11	Crimpwerkzeug MQC Sidefeed: Einstellungen	315
7.11.1	Der Vorschub: Positionieren des Crimpkontaktes	316
7.11.2	Der Vorschub: Fehlerhafte Kontaktposition	317
7.11.3	Der Vorschub – Die Hubgröße.....	318
7.11.4	Die Kontaktbremse.....	318
7.11.5	Kontaktführung & Werkzeuggestrich.....	319
7.11.5.1	Das Kontaktspiel in der Kontaktführung:	319
7.11.5.2	Kontaktspiel: Fehlerhafte Einstellung:	319
7.11.5.3	Einstellen der Kontaktposition	320
7.11.6	Der Vorschubfinger	322
7.11.7	Die Schneideeinheit	323
7.11.7.1	Aufbau und Funktion der Schneideeinheit	324
7.11.7.2	Fehlerhafte Einstellungen.....	324
7.12	Die Wartung von Crimpwerkzeugen	325
7.12.1	Abnutzung & Verschleiß im Crimpwerkzeug.....	325
7.12.1.1	Die Funktionsflächen im Drahtcrimper	325
7.12.1.1.1	Normale Abnutzung.....	326
7.12.1.1.2	Ausführung der Crimpkontakte	326
7.12.1.1.3	Beschichtung von Crimpkontakten.....	326
7.12.1.2	Mechanische Beanspruchung des Drahtcrimpers.....	327
7.12.1.2.1	Crimpkontaktmaterial	327
7.12.1.2.2	Material des Litzerverbundes	327
7.12.1.2.3	Crimphöhe / Verpressungsgrad	327
7.12.1.3	Verschleiß beim Isolationscrimper.....	327
7.12.1.4	Verschleiß beim Amboss.....	328
7.12.1.5	Verschleiß in den Schneideeinheiten	329
7.12.1.6	Verschleißteilwechsel	330
7.12.1.6.1	Wann wird der Verschleißteilwechsel durchgeführt?	330
7.12.1.6.2	Die „Einricht-Crimpmaschine“	331
7.12.1.6.3	Der Verschleißteilwechsel: Schritt für Schritt	331
7.12.1.6.4	Verschleißteilwechsel - Drahtcrimp & Isolationscrimp	332
7.12.1.6.5	Verschleißteilwechsel - Schneideeinheit Sidefeed	333
7.12.1.6.6	Verschleißteilwechsel - Schneideeinheit Endfeed	335
7.12.2	Beispiel für einen Wartungsplan	336
7.12.3	Sichtprüfung von Verschleißteilen.....	337
7.12.3.1	Draht- und Isolationscrimp.....	337
7.12.3.2	Der Amboss	338
7.12.3.3	Schneideeinheit	338
7.12.4	Sichtprüfung im Crimpwerkzeug	339

7.12.5 Lagerung von Crimpwerkzeugen	339
8. Handwerkzeuge in der Kabelbearbeitung	340
8.1 Schneiden von Kabel und Leitungen	340
8.1.1 Die Kabelschere	341
8.2 Abmanteln mit Handwerkszeugen	342
8.2.1 Abmanteln von Mantelleitungen.....	342
8.2.1.1 Allgemeines	342
8.2.2 Aufbau von mehradrigen Mantelleitungen	342
8.2.3 Fehlerbeschreibungen	343
8.2.4 Handwerkzeuge zum Abmanteln	344
8.3 Abisolieren mit Handwerkzeugen	345
8.3.1 Grundregeln beim Abisolieren.....	345
8.3.2 Anforderungen an das Abisolierergebnis	346
8.3.3 Abisoliermesser – Typen für Abisolierzangen.....	346
8.3.4 Abisolierzange mit geraden Abisoliermesser	347
8.3.5 Abisolierzange mit V-Abisoliermesser	348
8.3.6 Abisolierzange mit Matrizenformmesser	348
8.3.7 Fehlerbeschreibungen beim Abisolieren mit Handwerkzeugen.....	350
8.3.7.1 Übersicht.....	350
8.3.7.2 Einzeladern beschädigt und/oder abgeschnitten	351
8.3.7.3 Einzelader gezogen	351
8.3.7.4 Oberfläche der Einzeldrähte angekratzt	352
8.3.7.5 Isolation unsauber geschnitten.....	352
8.3.7.6 Isolationsfäden an der Schnittkante der Isolation.....	353
8.3.7.7 Isolation beschädigt.....	353
8.3.7.8 Isolationsreste auf den Einzeladern	354
8.3.7.9 Verdrallung der Einzeladern aufgehoben.....	355
8.3.7.10 Besenförmiges Leiterende.....	355
8.3.7.11 Litzerverbund überdrallt	356
8.4 Handcrimpzange: Verarbeitung von offenen Crimphülsen.....	357
8.4.1 Vorwort und Grundsätzliches	357
8.4.2 Checkliste für eine gute Crimpverbindung	360
8.4.3 Die Handcrimpzange – Typen.....	361
8.4.4 Die Tischhalterung	362
8.4.5 Den Crimpkontakt vorbereiten	362
8.4.5.1 Die Trennstege	364
8.4.5.2 Crimpkontakte vereinzeln - Werkzeuge	364
8.4.6 Arbeiten mit der Handcrimpzange – Offene Crimphülse	365
8.4.6.1 Bereiche der Handcrimpzange in der Übersicht.....	365
8.4.6.2 Notentriegelung – Öffnen der Handcrimpzange	366
8.4.6.3 Crimphöhe einstellen – Die Presskraft – Das Einstellrad.....	366
8.4.6.4 Das Gesenk	367

8.4.6.5	Die Positionierhilfe (Locator)	370
8.4.6.6	Crimpkontakt positionieren – Einlegetiefe	370
8.4.6.7	Crimpkontakt positionieren - Lage im Gesenk	374
8.4.6.8	Einlegen der abisolierten Leitung	376
8.4.6.9	Die abisolierte Leitung im Crimpkontakt positionieren	378
8.4.7	Crimpergebnis bewerten	379
8.4.8	Die häufigsten Fehler in der Übersicht.....	379
8.4.9	Schlechtes Crimpergebnis – Was tun?	381
8.4.10	Abschneiden und auf ein Neues!	383
8.4.11	Kalibrieren - Überprüfen – Wartung	383
8.4.11.1	Kalibrieren von Handcrimpzangen	383
8.4.11.2	Wartung von Handcrimpzangen	384
8.4.11.3	Überprüfen von Handcrimpzangen	384
8.4.11.4	Positionierhilfe (Locator) (1) überprüfen	385
9.	Splicetechnik	386
9.1	Die Splicemaschine	386
9.2	Der schematische Arbeitsablauf	387
9.3	Das Spliceband	387
9.4	Anwendungsbeispiele	388
9.5	Alternative Anwendungen	388
10.	Montage – Demontage von Crimpkontakten	390
10.1	Verlegen von Leitungen	390
10.2	Das Steckergehäuse.....	391
10.3	Rastfunktion – Rastnasen.....	393
10.4	Kammerspiel	395
10.5	Der Crimpkontakt im Steckergehäuse	396
10.6	Crimpkontakt montieren.....	397
10.7	Prüfen der Montage	402
10.8	Steckermontage auf Vollautomaten.....	403
10.9	Demontage von Crimpkontakten	404
11.	Die geschlossene Crimphülse	408
11.1	Kontaktvarianten und Pressformen	408
11.2	Presskabelschuh – Rohrkabelschuh – Quetschkabelschuh.....	410
11.2.1	Rohrkabelschuhe für Sonderanwendungen.....	411
11.2.2	Kontaktmaterial für Kabelschuhe	411
11.2.3	Die Leiterklassen.....	411
12.	Sechskantpressung	412
12.1	Kontakttypen	413
12.2	Sechskantpressung von CU & AL - Verbindern (Rohrkabelschuh/Pressverbinder).....	414
12.3	Anzahl der Pressungen.....	415
12.4	Die Pressfolge.....	415
12.5	Sichttafel: Fehlerhafte Pressungen.....	416

12.6	Herstellung einer Pressverbindung.....	417
12.7	Messen einer Sechskantpressung.....	419
13.	Die Dornpressung	420
13.1	Der Quetschkabeschuh	420
13.2	Erstellung einer Dornpressung	422
14.	Tiefdrornpressung – AL-Verbinder	423
14.1	Allgemeine Informationen	423
14.2	Schematischer Aufbau.....	423
14.3	Einfach- und Doppelpressung	424
15.	Weitere Pressformen	425
15.1	Das Duale System	425
15.2	Kerbpressung – Kerbung.....	427
16.	Isolierte Crimphülsen (Quetschkabelschuh).....	428
16.1	Allgemeines	428
16.2	Verpressung über die Isolationshülle.....	429
16.3	Fehler: Der Weißbruch.....	429
16.4	Kontaktzuordnung – Farbcode	430
16.5	Aufbau von vorisolierten Crimpkontakten	430
16.5.1	Normale Ausführung – Ohne Isolationsfixierung	431
16.5.2	Vorisolierte Crimphülsen mit Isolationsfixierung	432
16.6	Positionen im Crimpkontakt	433
16.7	Lage im Crimpwerkzeug	435
16.8	Mehrfachcrimp	435
16.9	Querschnittsdifferenzen ausgleichen.....	436
16.10	Prüfen von vorisolierten Crimphülsen.....	437
16.10.1	Isolationsfixierung	437
16.10.2	Auszugstest.....	437
16.10.3	Die Sichtprüfung.....	438
16.10.4	Das Schliffbild.....	438
16.10.5	Sichttafel: Fehler beim Verarbeiten von vorisolierten Quetschkabelschuhen	439
16.11	Vorisolierter Stoßverbinder	440
17.	Aderendhülsen	441
17.1	Verarbeitung von Aderendhülsen	441
17.2	Abisolierlänge und Leiterüberstand	442
17.3	Aderendhülsentypen	443
17.4	Pressformen.....	444
17.5	Qualitätsmerkmale	444
17.6	Farbcode für Aderendhülsen	445
18.	Gedrehte Kontakte – Vierdorn Pressung.....	446
18.1	Allgemeines	446
18.2	Kontaktform.....	446
18.3	Aufbau und Geometrie.....	447

18.4	Anforderungen an das Kontaktmaterial	447
18.5	Die Vierdorn Crimpzange.....	448
18.6	Verschleißverhalten von Crimpdornen im Vergleich	448
18.7	Positionierhilfe - Locator	450
18.8	Die Pressdorne	450
18.9	Positionieren und Crimpen.....	451
18.10	Der Crimpvorgang im Schliffbild	452
18.11	Fehlerbeschreibungen	453
18.11.1	Deformierter Crimpkontakt.....	453
18.11.2	Deformierter Crimpkontakt NACH dem Verpressen!	453
18.11.3	Verdeckte Fehler.....	454
18.11.4	Abgebrochene Einzeldrähte.....	454
18.11.5	Schliffbilder.....	455
19.	Die Crimp-Qualität in den "Griff" bekommen – Nur wie anfangen?	456
19.1	Vorwort.....	456
19.2	Grundsätzliches	457
19.3	Die Crimpspezifikation:	457
19.4	Das Datenblatt	458
19.5	Datenerfassung.....	458
19.5.1	Crimpkontakt	458
19.5.2	Datenerfassung Leitung	459
19.6	Das Crimpwerkzeug.....	459
19.6.1	Das Crimpwerkzeug: Ein erster Check	459
19.7	Der Mustercrimp und die Sichtprüfung	460
19.8	Mustercrimp Messergebnisse ermitteln	461
19.9	Zwischenergebnis und Korrektur	462
19.10	Das Schliffbild	462
19.11	Auswertung und Archivierung.....	463
19.12	Crimpverbindung ist Nicht in Ordnung! Und nun?	463
20.	Messprotokoll	465
20.1.1	Kontakt und Querschnitt.....	465
20.1.2	Abisolierergebnis.....	465
20.1.3	Maße für den Drahtcrimp	466
20.1.4	Schliffbild + Messprotokoll	466
20.1.5	Maße im Schliffbild: Position der Crimpflanken	467
20.1.6	Maße im Schliffbild: Symmetrie.....	468
20.1.7	Maße im Schliffbild: Grat.....	468
20.1.8	Der Auslauf hinten – Trompete	469
20.1.9	Auszugstest.....	469
20.1.10	Isolationscrimp B/F.....	470
20.1.11	Isolationscrimp: OV	470
20.1.12	Isolationscrimp: Asymmetrischer Umfassungscrimp ohne Seal	471

20.1.13 Isolationscrimp: Asymmetrischer Umfassungscrimp mit Seal	472
20.1.14 Isolationscrimp: Symmetrischer Umfassungscrimp	473
20.1.15 Abisolierlänge.....	473
20.1.16 Leiterüberstand	474
20.1.17 Leiterposition	474
20.1.18 Trennsteg & Trennsteggrat	475
20.1.19 Lageabweichung in der Crimpverbindung	475
20.1.20 Lageabweichung Crimpkontakt.....	476
20.1.21 Verdrehung im Crimpkontakt	476
21. Elektrische Grundlagen der Crimp- und Presstechnik	477
21.1 Elektrischer Widerstand	477
21.2 Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit.....	477
21.3 Leiterwiderstand.....	477
21.4 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	478
21.5 Temperaturbeiwerte von Werkstoffen bei 20 °C.....	478
21.6 Der Kontaktwiderstand – Übergangswiderstand	479
22. Alternative Verarbeitungstechniken	480
22.1 Verzinnen – Spitzenverzinnung	480
22.1.1 Grundsätzliches	480
22.1.2 Abisolieren und Verdrillen	481
22.1.2.1 Manuelles Verdrillen	481
22.1.2.2 Verdrillen auf Automaten.....	481
22.1.3 Die Flux-Station – Flussmittel	482
22.1.4 Verzinnstationen	482
22.1.5 Vollverzinnung – Spitzenverzinnung	484
22.1.5.1 Vollverzinnung	484
22.1.5.2 Spitzenverzinnung	484
22.1.6 Fehler beim Verzinnen	485
22.2 Ultraschall in der Kabelverarbeitung.....	486
22.2.1 Allgemeines.....	486
22.2.2 Anwendungsbeispiele	487
22.2.3 Der Schall.....	488
22.2.4 Schallwellen	489
22.2.5 Schallgeschwindigkeit	490
22.2.6 Der Piezo Effekt	491
22.2.7 Definitionen Ultraschallschweißen	492
22.2.7.1 Die Schweißeinheit.....	492
22.2.7.2 Generator.....	493
22.2.7.3 Der Konverter	493
22.2.7.4 Der Booster.....	494
22.2.7.5 Die Sonotrode.....	494
22.2.8 Qualitätsmerkmale	494

22.2.8.1	Litzenqualität.....	494
22.2.8.2	Drahtdurchmesser	494
22.2.8.3	Materialhärte.....	495
22.2.8.4	Die Oberfläche.....	495
22.2.8.5	Die Legierung	495
22.2.9	Schweißbare Materialien.....	496
22.2.10	Werkzeuge	497
22.2.11	Konstruktive Gestaltung der Werkzeugoberfläche.....	497
22.2.12	Einfluss auf die Energiedurchdringung	498
22.2.13	Werkzeugmaterialien	498
22.2.14	Einflussgrößen auf die Werkzeugstandzeiten.....	498
22.2.15	Einfluss auf die Frequenz.....	499
22.2.16	Das Spaltmass	500
22.2.17	Das Prinzip – Der Litzenknoten.....	500
22.2.18	Abisolieren.....	501
22.2.19	Die Abisolierlänge der Litzen	502
22.2.20	Der Arbeitsablauf Ultraschallschweißen Litzenknoten.....	502
22.2.21	Qualitätsanforderungen.....	503
22.2.21.1	Anforderung an eine gute Schweißverbindung:	503
22.2.21.2	Elektrische Eigenschaften	504
22.2.21.3	Mechanische Belastung	504
22.2.21.4	Die Gasdichte Verbindung: Chemische Resistenz.....	504
22.2.21.5	Gratfreiheit.....	504
22.2.21.6	Isolierbarkeit	505
22.2.22	Prüfen.....	505
22.2.22.1	Sichtprüfung.....	505
22.2.22.2	Zugtest.....	506
22.2.22.3	Schältest	506
22.2.22.4	Schliffbild	507
22.2.22.5	Labortest.....	507
22.2.23	Automatische Qualitätskontrolle.....	508
22.2.24	Fehlschweißungen erkennen	509
22.2.25	Verdichtungsgrad	511
23.	Fehlerindex & Stichwortverzeichnisse	512
23.1	Fehlerindex – Leitung: Handling, Schneiden, Abisolieren, Abmanteln.....	512
23.2	Fehlerindex - Offene Crimphülse	513
23.3	Stichwortverzeichnis – Handwerkzeuge	515
23.4	Stichwortverzeichnis Crimpwerkzeuge MQC.....	517
23.5	Stichwortverzeichnis	519