# Grundlagen der Crimptechnik

# Kabel & Leitungen Handling – Schneiden - Abisolieren



http://www.kabelforum.com email@kabelforum.de



Version/Auflage: 2023-10-12 © KabelForum - Volker Kratt

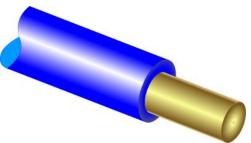
# 1. INHALTSVERZEICHNIS

1.	Inhal	Inhaltsverzeichnis			
2.	Wichtige Hinweise zu dieser Dokumentation				
	2.1	Die Crimppedia	5		
	2.2	Update	5		
	2.3	Service rund um die Kabelbearbeitung	5		
	2.4	Partner und Quellen	6		
3.	Grun	dsätzlicher Aufbau des Leiters			
	3.1	Die Leiterklassen	8		
	3.2	Hinweise zur Verarbeitung von Leitermaterialien	8		
	3.3	Querschnitt – Nennquerschnitt	9		
	3.4	Die Isolation des Leiters	. 12		
	3.5	Leitungen mit reduzierter Isolation	. 13		
	3.6	Kupferzahl – Kupferpreis	. 14		
	3.7	Die AWG Nummer – Was bedeutet AWG	. 15		
4.	Berei	Bereitstellung / Zuführung von Kabel und Leitungen			
	4.1	Lagerung			
	4.2	Beschädigung der Isolation	. 18		
	4.3	Zugfreie Zuführung	. 19		
	4.4	Der Kabelspeicher	. 20		
	4.5	Durchhangsteuerung	. 22		
	4.6	Die Kabelrichtstrecke	. 23		
	4.7	Führung von Kabel und Leitungen	. 25		
	4.8	Zuführung von Kabel und Leitungen	. 25		
	4.9	Rollenantrieb	. 27		
	4.10	Bandantrieb	. 27		
5.	Greif	en von Kabel und Leitungen			
	5.1	Allgemeines			
	5.2	Ausführung der Greiffläche			
	5.3	Greifertypen	. 30		
	5.4	Flache Greifer	. 30		
	5.5	Prismenform-Greifer	. 30		
	5.6	Formgreifer	. 32		
6.		eiden von Kabel und Leitungen			
	6.1	Allgemeines			
	6.2	Schneidemesser mit gerader Schneide			
	6.3	V – Schneidemesser			
	6.4	Die Kabelschere			
	6.5	Der Direkte Vergleich: Kabelschere vs. Seitenschneider			
7.		olieren von Leitungen			
	7.1	Grundregeln beim Abisolieren	37		

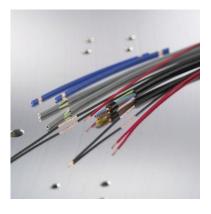
	7.2	Anfo	orderungen an das Abisolierergebnis (Norm)	39
	7.3	Abis	solieraufgaben	40
	7.4	Teila	abzug des Isolationsrestes	41
	7.5	Abis	soliermesser - typen	41
	7.6	Das	gerade Abisoliermesser	43
	7.7	V - /	Abisolier- und Schneidemesser	44
	7.8	Mat	rizenform Abisolier- Schneidemesser	46
	7.9	Mat	rizenform Abisoliermesser	46
	7.10	Son	dermesser - Messerkombinationen in Vollautomaten	48
	7.11	Rota	atives Abisolieren	49
	7.12	Rota	atives, stufenförmiges Abisolieren (Koax)	50
	7.13	Abis	solierverhalten der Isolation	51
	7.	13.1	Die Anordnung der Messerschneide zur Abzugsrichtung	51
	7.	13.2	Der Anpressdruck der Greifer	52
	7.	13.3	Der Anpressdruck der Vorschubrollen	53
	7.	13.4	Die Schneidqualität (Schärfe) der Abisoliermesser	56
	7.14	Sch	neiden und Abisolieren – Systeme	57
	7.	14.1	Freiprogrammierbares Abisolieren auf Automaten	57
	7.	14.2	Abisolieren und Verdrillen	61
	7.	14.3	Der Messerblock	62
	7.	14.4	Der Messerblock (Komax)	65
	7.	14.5	Abläufe im Messerblock	65
	7.15	Feh	lerbeschreibungen beim Abisolieren	69
	7.	15.1	Übersicht	69
	7.	15.2	Einzeladern beschädigt und/oder abgeschnitten	70
	7.	15.3	Einzelader gezogen	71
	7.	15.4	Oberfläche der Einzeldrähte beschädigt – Stripper-Crimper	72
	7.	15.5	Isolation unsauber geschnitten	73
	7.	15.6	Isolationsfäden an der Schnittkante der Isolation	74
	7.	15.7	Isolation beschädigt	75
	7.	15.8	Isolationsreste auf den Einzeladern	76
	7.	15.9	Verdrallung der Einzeladern aufgehoben	77
	7.	15.10	Besenförmiges Leiterende	77
	7.	15.11	Abgeknickter Einzeldraht	77
	7.15.12 Li		Litzenverbund überdrallt	78
	7.	15.13	Schwankungen in der Abisolierlänge	79
	7.	15.14	Einzeladern stark oxidiert	79
8.		_	ge Mantelleitungen	
	8.1	·	emeines	
	8.2		pau von mehradrigen Mantelleitungen	
	8.3	Sch	neiden von Mantelleitungen	81

	8.4	Mes	ssertypen für Mantelleitungen	. 81
	8	8.4.1	V-Schneide und Abisoliermesser	. 81
	8	8.4.2	Matritzenform Messer	. 81
	8	8.4.3	Sondermesser	. 82
	8.5	Inne	enleiterbearbeitung	. 82
	8.6	Dim	nensionierung von Abisoliermesser	. 83
	8.7	Abn	nanteln – Schematischer Ablauf	. 85
	8.8	Rot	atives Abmanteln	. 86
	8.9	Feh	llerbeschreibungen	. 87
	8	3.9.1	Unsauber geschnittener Mantel	. 87
	8	3.9.2	Deformiertes Kabelende – Deformierte Innenleiter	. 87
	8	3.9.3	Beschädigter Innenleiter	. 87
	8	3.9.4	Beschädigung des Aussenmantels	. 88
	8.10	) Abr	nantelgeräte und Maschinen	. 89
	8	3.10.1	Abmanteln per Hand	. 89
	8	3.10.2	Manuelle Tischgeräte	. 89
	8	3.10.3	Halbautomatisches Abmanteln	. 90
	8	8.10.4	Vollautomatisches Schneiden und Abmanteln	. 90
9.	The	ermisc	hes Abisolieren	. 91
10	).Las		nnik – Abisolieren: Eine Einführung	
	10.1		s ist Laserabisolieren?	
	10.2	2 Die	Aufgabenstellung	. 92
			funktioniert die Technik? Eine einfache Erklärung:	
	•	10.3.1	Der Laser	. 93
	•	10.3.2	Maschinenparameter	. 94
	•	10.3.3	Sicherheit	. 94
	•	10.3.4	Die wichtigsten Anwendungen:	. 94
	•	10.3.5	Wie funktioniert das Abisolieren? (Vereinfachte Darstellung)	. 94
	10.4	4 Die	grundsätzlichen Arbeitsabläufe (Vereinfachte Darstellung)	. 95
	•	10.4.1	Abisolieren des Leitungsendes	. 95
	•	10.4.2	Abisolieren des Leitungsendes mit Längstrennung	. 95
	,	10.4.3	Fensterausisolieren	. 96
	,	10.4.4	Lackdraht – Isolierender Schutzlack entfernen	. 96
	10.5	5 Gru	ndsätzliche Arbeitsmethoden beim Laserabisolieren	. 96
	•	10.5.1	Methode: Die Leitung wird unter dem Laserstrahl gedreht	. 96
	•	10.5.2	Methode: Bewegliche Laser über einen Kreuztisch bei fixiertem Leitungsmaterial	. 97
		10.5.3	Methode: Steuerung des Laserstrahles durch Galvanometerscanner	. 99

## 3. GRUNDSÄTZLICHER AUFBAU DES LEITERS



**Leitung aus einem Massivdraht** (Hauptsächliche Verwendung in Elektroinstallationen in Gebäuden.)

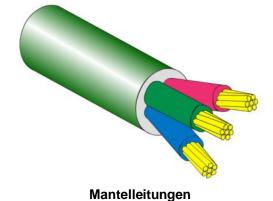


Litzenleiter

Je mehr Einzeldrähte in einer Leitung sind, umso flexibler ist die Leitung! Die Summe der Querschnitte aller Einzeldrähte ergeben den Querschnitt der Leitung!







Mehrere Leitungen aus Einzeldrähten werden als mehr- oder vieladrige Mantelleitungen bezeichnet.



Geschirmte Leitungen (Koax – Triax)

### 4.2 BESCHÄDIGUNG DER ISOLATION

Beschädigungen der Isolation müssen beim Auspacken einer Lieferung und der Lagerung unbedingt vermieden werden. Dies gilt auch für den Umgang mit der Leitung während des gesamten Fertigungsprozesses, wie auch bei der Endmontage des fertigen Kabelsatzes.

Die Isolation darf Druckstellen aufweisen. Beschädigungen der Oberfläche sind nicht erlaubt!

Wird die Oberfläche der Isolation beschädigt, so ist diese Beschädigung nicht unbedingt auf den ersten Blick erkennbar! (Bild 1)

Wird die Leitung, z.B. beim Verlegen des Kabelbaumes (und/oder bei der Montage in das Gerät oder Fahrzeug) gebogen, platzt die Isolation an der beschädigten Stelle auf. (Bild 2)

Dies führt dazu, dass sich die Durchschlagsfestigkeit an dieser Stelle verringert bzw. aufgehoben wird. (Bild 3 und 4)

Die Isolation umgibt den Litzenverbund und isoliert die Leitungen untereinander und gegen alle leitenden Materialien (Gehäusewand/Karosserie) in der näheren Umgebung.



Vorwiegend bei Leitungen in denen starke Ströme fließen ist eine unbeschädigte Isolation wichtig.

Ist die Oberfläche der Isolation beschädigt besteht die Gefahr, dass es bei hohen Strömen zu einem "Spannungsdurchschlag" (Lichtbogen) kommt.

Info: Die Durchschlagsfestigkeit wird in der Regel in kV/mm angegeben. Sie definiert die elektrische Feldstärke die maximal in der Isolation herrschen darf, ohne dass es zu einem "Spannungsdurchschlag" (Lichtbogen) kommt. Je nach Einsatz der Leitung wird die erforderliche Durchschlagsfestigkeit der Isolation bestimmt.



Bild 1

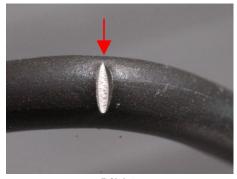


Bild 2

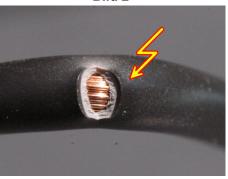


Bild 3

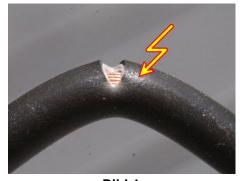
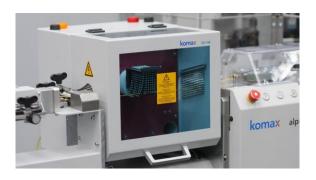


Bild 4



### Prüfsystem: Spark Tester von Komax

Dieses Prüfsystem kann in vollautomatische Schneidelinien integriert werden und findet feinste Verletzungen der Isolation. Dabei werden beschädigte Bereiche der Leitung automatisch herausgeschnitten.

### 6.5 DER DIREKTE VERGLEICH: KABELSCHERE VS. SEITENSCHNEIDER



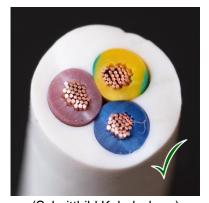


(Schnittbild Kabelschere)

Der Schnitt links wurde mit einem "fabrikneuen" Seitenschneider durchgeführt. Für das Trennen der Leitung musste erheblich mehr Kraft aufgewendet werden.

Die stumpf aufeinandertreffenden Schneiden deformieren die Mantelleitung und die Innenleiter. Auch die Einzeldrähte sind durch das Abquetschen deformiert.





(Schnittbild Kabelschere)

Der Schnitt links wurde mit einem "gebrauchten" Seitenschneider durchgeführt.

Durch den Verschleiß der Schneiden erhöht sich der Kraftaufwand enorm, um die Mantelleitung zu trennen.

- Die Geometrie der Mantelleitung und der Innenleiter werden nachhaltig verformt.
- Die Einzeldrähte sind deformiert und nicht mehr im ursprünglichen Litzenverbund.
- Durch das Quetschen werden die Einzeldrähte undefiniert in die Länge gedrückt worden.
- Abgequetschte Isolationsfäden zeigen die schlechten Schneideigenschaften des Seitenschneiders.

### 7. ABISOLIEREN VON LEITUNGEN

### 7.1 GRUNDREGELN BEIM ABISOLIEREN



Die Herstellung einer guten, funktionierenden Crimpverbindung beginnt mit dem richtigen Abisolieren der Leitung! Beim Abisoliervorgang schneiden die Abisoliermesser die Isolation ein! Dürfen aber dabei die Litzen nicht beschädigen oder abschneiden.

Wichtig: Entsprechend der offiziellen Normen gilt: Alle Einzeldrähte müssen unbeschädigt und vollzählig vorhanden sein!

In der Praxis gibt es Leitungen, die sehr viele Einzeldrähte, bezogen auf den Nennquerschnitt, haben (Feinstdrähtige Leiter). Diese Leiter können oftmals NICHT verlustfrei abisoliert werden. Hier gelten, abweichend von der Norm, die in den Verarbeitungshinweisen, bzw. Liefervorschriften des Kunden definierte Werte.

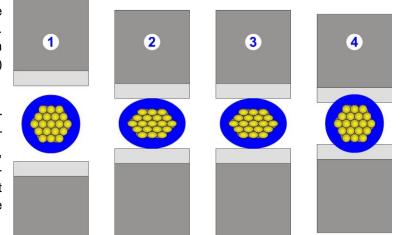
**Beispiel:** Angabe in % je nach Querschnitt wobei das Ergebnis abgerundet wird: Bis  $0.5 \text{ mm}^2 = 5\%$ ; bis  $0.75 \text{ mm}^2 = 8\%$ ; über  $0.75 \text{ mm}^2 = 8\%$ 



Effektive Kontrolle in der Fertigung: Einzeldrähte auf dem Arbeitsplatz und Auffangbehältern!

Trifft die Schneide des Abisoliermessers auf die Isolation (1), wird die Leitung deformiert (2). D.h. die Isolation wird auf die Seite gedrückt. Danach "fließt" die Isolation um die Schneide herum (3) und wird geschnitten (4).

Das bedeutet, dass je nachdem wie hart oder weich eine Isolation ist, der Druck der Messer für eine gewisse Zeit auf die Isolation einwirken muss, bis diese geschnitten ist. Je weicher das Isolationsmaterial ist, umso länger ist diese Verweilzeit des Messers. Ist die Verweilzeit zu kurz, wird die Isolation nur teilweise eingeschnitten.

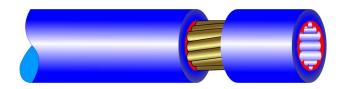


Eine wichtige Rolle spielt natürlich auch die Schärfe des Messers. Verschleißt ein Messer und wird immer stumpfer, werden die Schneideeigenschaften schlechter und in der Folge davon die Verweilzeiten länger.



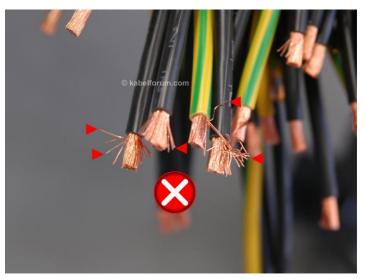
**Wichtig:** Das Optimieren der Verweilzeiten erhöht die Produktionsgeschwindigkeit. Regelmäßige Kontrollen der Abisolierergebnisse geben Rückschlüsse auf die Schärfe der Abisoliermesser!

### 7.4 TEILABZUG DES ISOLATIONSRESTES



Werden abisolierte Leitungen vor der Weiterverarbeitung zwischengelagert, ist es unbedingt erforderlich, dass der Abisolierrest als Schutz für den Litzenverbund auf der Leitung verbleibt.

Dieses "Teilabisolieren" verhindert, dass Einzeldrähte aus dem Litzenverbund abgeknickt werden und abstehen.



### 7.5 ABISOLIERMESSER - TYPEN

Die Abisoliermessertypen in der Übersicht:

Gerade Form	V - Abisolier- Schneidemesser		Matrizenform	
	Ohne Radius	Mit Radius	Abisolier-	Abisoliermesser
			Schneidemesser	

### 7.15 FEHLERBESCHREIBUNGEN BEIM ABISOLIEREN

### 7.15.1 ÜBERSICHT

### Gut-Schlecht beim Abisolieren eines Leiters in der Übersicht

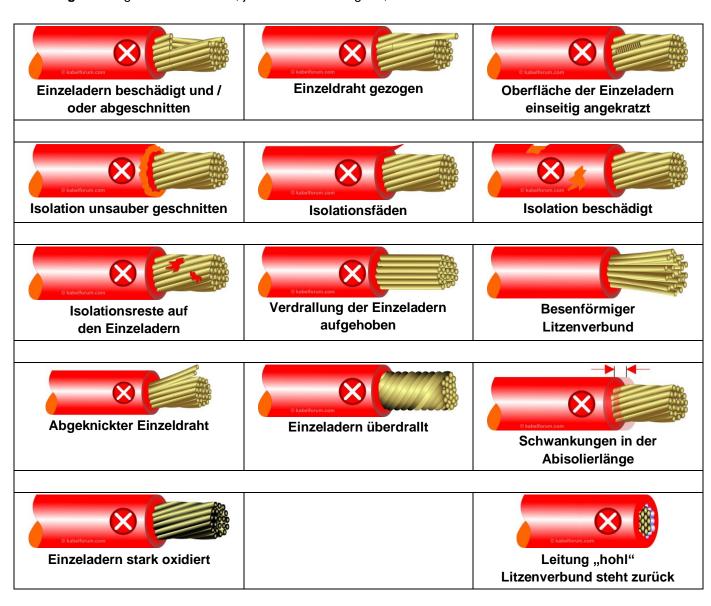


Abisolierung OK Alle Einzeldrähte sind vorhanden und unbeschädigt Die Isolation ist sauber geschnitten

Angabe in % je nach Querschnitt, wobei das Ergebnis abgerundet wird. Bis  $0.5 \text{ mm}^2 = 5\%^* \mid \text{bis } 0.75 \text{ mm}^2 = 8\%^* \mid \text{über } 0.75 \text{ mm}^2 = 8\%^*$ 

Ab einem Leiterquerschnittsbereich von 25 mm² dürfen nicht mehr als 30 Einzellitzen\* abgetrennt werden. (Feinstdrähtige Leiter)

\*Achtung: Die Angaben können sich, je nach Kundenvorgabe, ändern!

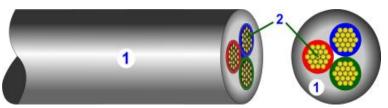


### 8. Mehradrige Mantelleitungen

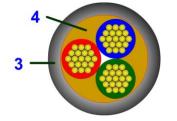
### 8.1 ALLGEMEINES

Grundsätzlich gilt: Von der Isolation des Aussenmantels muss so viel wie möglich mit den Abisolier-/Abmantelmessern eingeschnitten werden, ohne dabei die Isolation der Innenleiter zu beschädigen. Der nicht geschnittene Teil wird beim Abzug abgerissen. Dabei darf auch die Isolation des Aussenmantels nicht beschädigt sein. Druckstellen sind dabei zulässig!

### 8.2 AUFBAU VON MEHRADRIGEN MANTELLEITUNGEN

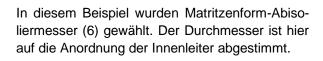


- (1) Aussenmantel
- (2) Innenleiter

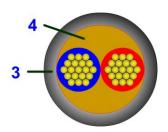


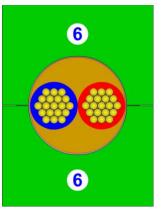
- (3) Innenleiter
- (4) Nicht schneidbarer Mantel
- (6) Abisoliermesser (geschlossen)

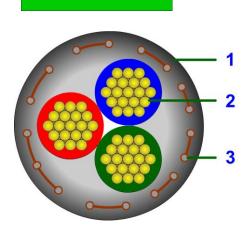
Die Dimensionierung der Abisoliermesser richtet sich nach der Anordnung der Innenleiter in der Mantelleitung. Ziel ist es, so viel wie möglich von der Isolation des Mantels einzuschneiden.



Nachteil: Diese Abisoliermesser sind nur für diese Geometrie einsetzbar und nur zum Abisolieren des Aussenmantels geeignet.







- (1) Aussenmantel
- (2) Innenleiter
- (3) Verstärkung des Aussenmantels z.B. durch Gewebe

Ist der Aussenmantel eines Kabels zusätzlich noch mit Gewebe verstärkt, ist es mit herkömmlichen Abisoliermessern oftmals nicht mehr möglich, dieses Gewebe durchzutrennen. Der Grund dafür ist, dass das Gewebe durch die Abisoliermesser zur Seite gedrückt wird. Das ist möglich, weil das Isolationsmaterial, welches das Gewebe umgibt, keinen oder einen zu geringen Widerstand bietet. Eine Erhöhung der Verweilzeit, in der die Messer geschlossen sind, kann hier ein verbessertes Schneideergebnis bringen.

Eine Abisoliereinheit mit rotierenden Abisoliermessern bringt bei solchen Mantelleitungen in jedem Fall ein verbessertes Schneideergebnis. (Siehe auch Kapitel: Rotatives Abmanteln)

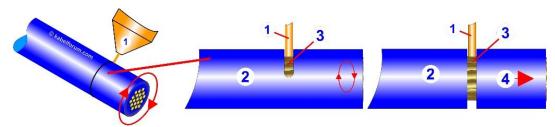
### 10. LASERTECHNIK – ABISOLIEREN: EINE EINFÜHRUNG

Wichtig: In dieser vereinfachten Darstellung geht es um die prinzipiellen Möglichkeiten des Abisolierens mit einem Laser, die grundsätzliche Funktionsweise des Lasers und der Lasersteuerung.

Diese allgemeine Beschreibung ersetzt in keinem Fall die Bedienungsanleitung des Maschinenherstellers und dient nur als vereinfachte Beschreibung der grundsätzlichen Technik "Laserabisolieren".

Diese Einführung wurde mit Unterstützung der Firma AAC Kabelbearbeitungssysteme GmbH (<a href="https://www.aac-kabel-bearbeitung.de/">https://www.aac-kabel-bearbeitung.de/</a>) und Laser Wire Solutions (<a href="https://www.laserwiresolutions.com">https://www.laserwiresolutions.com</a>) erstellt.

### 10.1 Was ist Laserabisolieren?



Laserabisolieren ist, im Vergleich zu herkömmlicheren Abisoliertechniken, ein nicht mechanischer Vorgang zum Entfernen der Isolation von einem Litzenleiter, einer geschirmten Mantelleitung, Lackdrähten, etc.

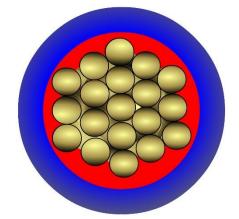
Da, wo der Laserstrahl (1) auf das absorbierende Material (Isolation (2)) trifft, wird dieses "verdampft". Diesen physikalischen Vorgang nennt man auch **Laserablation**. Den Laserstrahl reflektierende Oberflächen (Kupfer (3)) werden nicht beschädigt. Es findet also kein Schneideprozess, wie beim Einschneiden der Isolation durch Abisoliermesser, statt. Die Isolation (2) wird im Bereich des Laserstrahles verdampft, die Isolation der Leitung aufgetrennt.

Der Einsatz von Laser ergibt ein Abisolierergebnis mit einer sauberen Kante der Isolation. Es gibt keine Beschädigungen von Einzeldrähten im Litzenverbund, wie sie bei mechanischen Abisolierprozessen durch die Abisoliermesser auftreten können. Natürlich können mit der Lasertechnik auch Metalle (z.B. Abschirmungen, Drahtgeflechte) getrennt werden.

### 10.2 DIE AUFGABENSTELLUNG

Wir kennen in der Kabelbearbeitung viele Leitungstypen, die mit den herkömmlichen Abisoliertechniken nicht oder nur mit teilweise erheblichen Qualitätseinbußen abisoliert werden können. Neben der Dicke der Isolation entscheidet die Geometrie der Leitung darüber, wie gut ein mechanischer Abisolierprozess tatsächlich funktioniert. Vor allem geschirmte Mantelleitung mit verdrillten Innenleiter und einer asymmetrischen Aussengeometrie stellen hier ein großes Problem dar.

Nur wenn das Abisoliermesser die Isolation tief genug einschneiden kann, lässt sich der Abisolierrest abziehen. Außerdem können wir, bei Litzenleitern, mit den Abisoliermessern die Isolation nicht zu 100% einschneiden, das verhindert die Geometrie der verseilten Einzeldrähte eines Litzenverbundes. Schneiden wir zu tief ein, beschädigen wir Einzeldrähte und das ist nicht zulässig. Wie in der Grafik rechts dargestellt, kann der blaue Bereich problemlos eingeschnitten werden. Der rote Bereich ist Isolationsmaterial, das nicht eingeschnitten werden kann und beim Abzug der des Abisolierrestes abgerissen werden muss.



Ist die Isolation zu dünn, bietet der Abisolierrest zu wenig Widerstand, um ein Abreißen der nicht eingeschnittenen Isolation zu ermöglichen. Die Folge: Die Isolation rutscht ganz oder teilweise durch die geschlossenen Abisoliermesser und wird dabei undefiniert abgerissen.

Diese grundsätzlichen Probleme kennen wir natürlich auch bei geschirmten Leitungen mit einem sehr dünnen Aussenmantel.