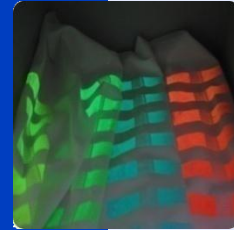


Das Institut für Spezialtextilien
und flexible Materialien



Entwicklung textil verarbeitbarer Strukturen mit entsprechenden Schirmeigenschaften in anwendungsbezogenen Varianten

Kurztitel: Textile Schirmkabel

Reg.-Nr.: MF110174

Laufzeit: 01.04.2012 – 31.03.2014

Aufgabenstellung

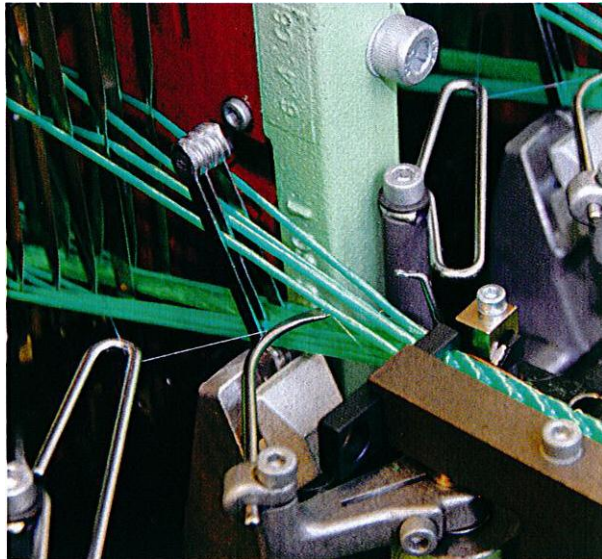
- Die Leitungen sollen möglichst durch textile Prozesse hergestellt werden (Umwinden, Zwirnen, Flechten).
- Desweiteren sollen Möglichkeiten gefunden und entwickelt werden, diese Leitungen idealerweise gleich bei der Herstellung der textilen Strukturen mit herzustellen oder einzubringen.
- In die Entwicklung integriert werden dabei besonders auch leitfähige textile Fadensysteme neben herkömmlichen metallischen Litzen. Es sollen verschiedenartige textile Technologien zur Anwendung gelangen.
- Neben den oben erwähnten und eingeführten textilen Technologien soll hier eine neue Methode für die Leitungsherstellung neu eingeführt und besonders untersucht werden: die Seilweberei nach dem Multisphere-Webverfahren. Das Multisphere- Webverfahren basiert auf dem Prinzip des Nadel-Bandwebverfahrens, setzt aber speziell gestaltete Grundelemente voraus (s. nä. Folie).

Projektziele

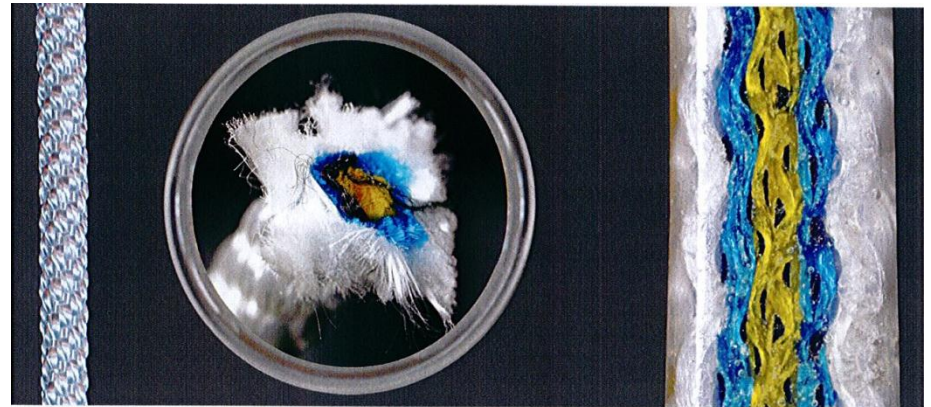
Anwend. neuartiger Technologie „MultiSphere“ Fa. Jakob Müller AG:
-entwickelt um seilartige Strukturen mit spezifischen Kraft-Dehnungs-
Eigenschaften herzustellen

- Grundlage zur Entwicklung neuartiger Kern-Mantel-Strukturen
 - Einsatz einer Nadelbandwebmaschine
- Vorteile:
 - Eine Verschiebung der einzelnen Seil-Fadenlagen gegeneinander kann ausgeschaltet werden.
 - Im Vergleich zu Geflechten ist bei gewebten Seilen durch die Anordnung der Kettfäden in Längsrichtung und ihre Verbindung mit dem Schuss die Dimensionsstabilität unter Zugbelastung oder Stauchung höher und der Seildurchmesser bleibt damit konstant, was besonders bei textiler Umgebung und den damit vorkommenden Bewegungsarten im Gebrauch bedeutsam ist.
 - Durch Variation der Gewebbindung können Seile mit spezifischem Kraft- / Dehnungs-, und Oberflächeneigenschaften hergestellt werden. Aufgrund der gewebten Kern-Mantel-Struktur der Seile kann ein Verschieben der einzelnen Schichten des Mehrlagengewebes beim Ziehen über eine Kante verhindert werden.

Das Multisphere- Seilwebverfahren



Seilwebmaschine NG2M/NG3M der Fa. Jakob Müller, eine Webstelle



Seilstruktur gewebt



Verbindung der Seillängsfäden durch den Eintrag von Schussfäden in Querrichtung

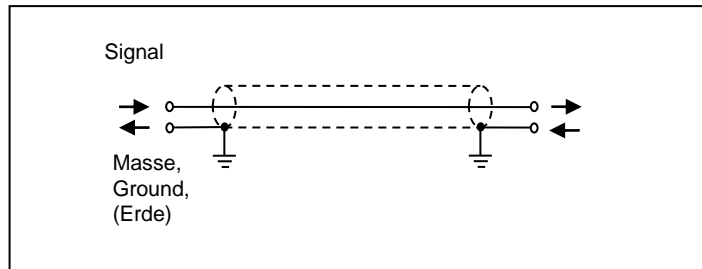
Lösungsweg

Entwicklung anwendungstypischer Grundformen:

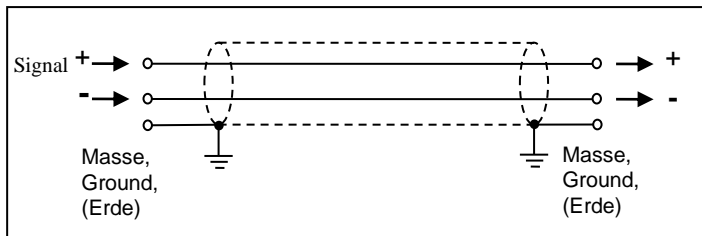
1. - abgeschirmte Einzelleitung für unsymmetrische Signalübertragung (meist koaxialer Aufbau, Querschnitt kreisförmig).
2. - abgeschirmte Zwillingsleitung (Symmetrische Leitung für symmetrische Signalübertragung, Querschnitt meist oval bzw. elliptisch) – Unterart: Doppel- Koax
3. - Bandleitung oder Flachbandleitung (signalführende und geerdete Adern im Wechsel flach nebeneinander)
 - Unterart: symmetrische Zwillingsleitung (ungeschirmt, verdrillt)
 - Unterart: symmetrische Mehrfachleitung, sog. Sternvierer (ungeschirmt)

Typenbestimmung

Grobaufbau (Bauarten, Varianten)

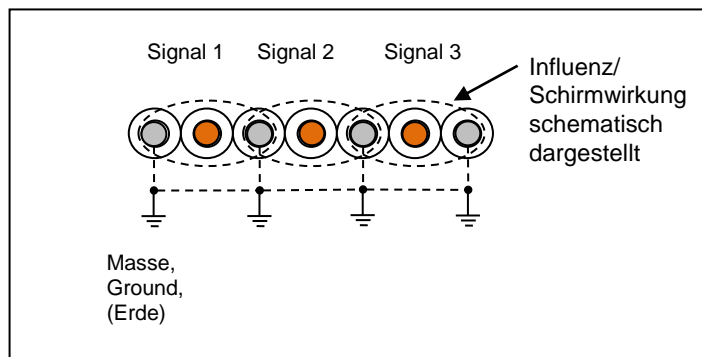


Bauart „Koaxial“



Bauart
„Symmetrisch“

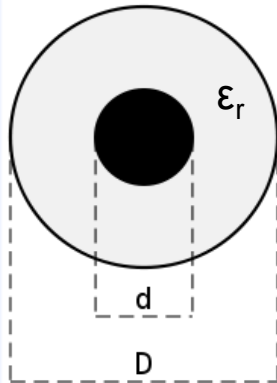
-au. verdreht ohne Schirm: Twisted- Pair (TP bzw. UTP)
verdreht mit Schirm: Shielded- Twisted- Pair (STP)



Bauart
„Flachleitung“

Der „Wellenwiderstand“ (Impedanz d. Leitung)

Eigentümliche Größe - Charakteristische Ableitung bzw. Formel



Freiraum- Wellenwiderstand ($\geq \text{const.}$):

$$Z_{w0} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \approx 120 \pi \Omega \approx 376,73 \Omega$$

Werte unter Vakuumbedingungen gültig, ersatzweise annähernd für Luft.

Epsilon ist allgem. die **Permittivität** eines **Isolierstoffes** und von der **Polaritätsneigung** abhängig = **Komplexe** Größe (Mathem.)

Freiraum-Wellenwiderstand Z_{w0}

Natürlicher Logarithm. zur Basis „e“

Leitungs- Wellenwiderstand: $Z_0 = \frac{Z_{w0}}{2\pi \cdot \sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right)$

„Nur“ Durchmesser Verhältnis !

ϵ_r Luft ~ 1 , Polyester ca. 3,3

Epsilon r : Dielektrikum „dazwischen“

Die Formel ist für jede Bauart v. Strukturen anders aufgebaut, diese hier ist für koaxiale Geometrie entwickelt bzw. „abgeleitet“.

„Übliche“ Werte: 50,60,75,120*,240*,300*,600** Ω -oder z.B. auch 93 Ω für Spezialzwecke.

Abhängig „nur“ vom Durchmesserverhältnis(!) und dazwischenliegendem Dielektrikum. Übliche Leitungen sind meist in Anlehnung an übliche Festwerte gefertigt. Der Wellenwiderstand ist für den Vergleich d. Leitungen maßgeblich bzw. die Basis.

* Werte für symm. Leitungen

** früher für Telefon(Frei)leitungen üblich

Wellenwiderstand Koaxial: Beispiele



- Größenverhältnis Erde-Mond:
12.765 Km zu 3.476 Km, gedacht als „Koaxialstruktur“

Epsilon r Weltraum = 1

Der Wellenwiderstand Erde- Mond wäre damit ca. 78 Ohm.

- Reales „Kabel“: Type RG 58 A/U (Mantelfarbe: schwarz) Z_L 50 Ω

	Material	Durchmesser
Innenleiter	Kupfer- Litze (verzinnt)	0,935 mm
Dielektrikum	Polyethylen	2,95 mm
Schirmung	Kupfergeflecht	↓
Kabelmantel	PVC	4,95 mm



Epsilon r PE = ca. 2,4

- der Wellenwiderstand dieses Kabels beträgt *nachgerechnet* etwa 45 Ohm

„Gehandelt“ wird das Kabel für 50 Ohm (-und das stimmt sicherlich auch).

- Alle Faktoren können nicht ausreichend genau ermittelt werden (z.B. Durchmesser nur idealisiert)
- die Genauigkeitsanforderungen sind in der Praxis meist nicht sehr hoch
- der Wellenwiderstand kann auch messtechnisch ermittelt werden

Die im Projekt verwendete Seilwebmaschine

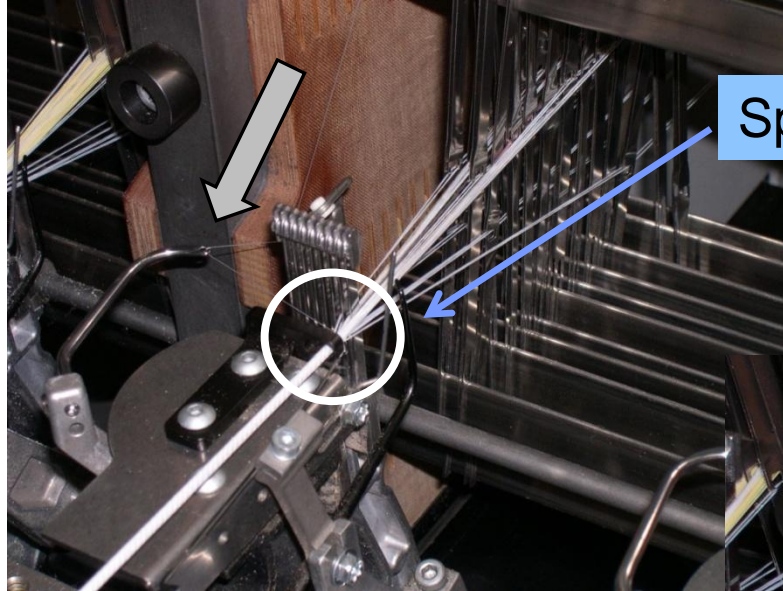


Ganz rechts bzw. im Vordergrund teilweise zu sehen sind Teile der Maschinenauslage und des Warenspeichers.

Im Multi- Gatter links bzw. im hinteren Bereich werden die verschiedenen Materialien für die Einarbeitung in ein Produkt bereitgehalten.

Die Kapazität und der Aufbau des Gatters ist dabei so gestaltet, dass die Nutzung für unterschiedliche Aufbau- Arten bzw. Fertigungsaufträge möglich ist.

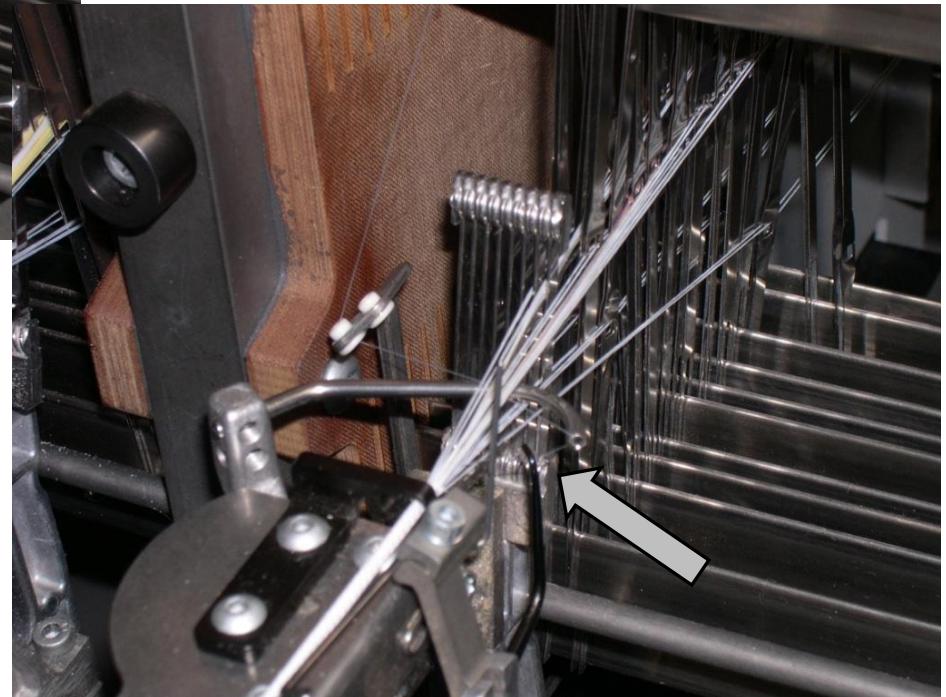
Arbeitsphasen Seilweb



Spezielles Führungselement

Schuss ist „durch“, Faden in Schließnadel eingelegt

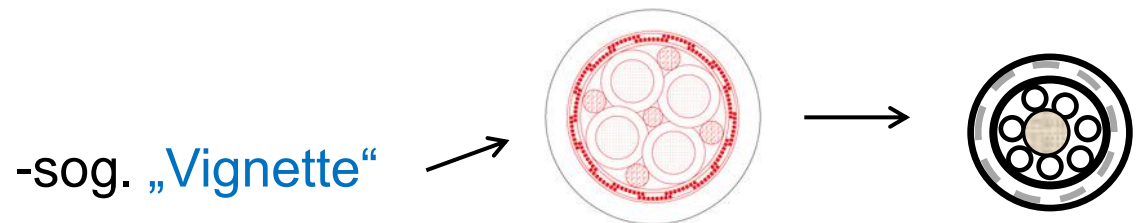
Schussnadel
ausserhalb



Schlussfolgerungen für optimalen Leitungsaufbau von hochflexiblen Leitungen

1. Allseitig „offene“ Bindungen, im Verbund hohe axiale und radiale Verschiebbarkeit
2. Hohe Anzahl von Füllstrukturen und „bauschigen“ und nachgiebigen Füllmitteln - hoher Fülleranteil

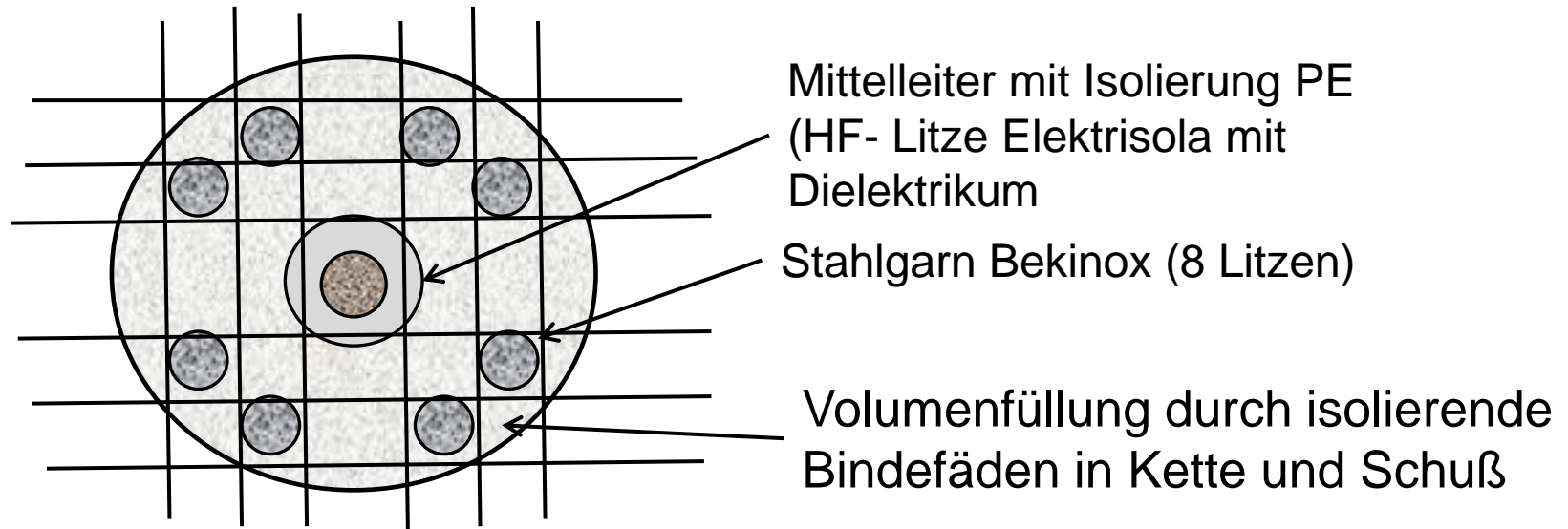
Das „Abbild“ des Querschnittes nennt man Vignette.



Bei der Seilweberei sind bei der Bildung der Vignette bestimmte Besonderheiten zu beachten, die sich aus den Eigenschaften der einzelnen Materialien ergeben.

Beispiel für Leitungsaufbauten Bauart Koax mit Seilwebtechnik - Bildung der Vignette

Schirm- Kabel in Koaxial- Bauart mit elektrischer **und** magnetischer Abschirmung



Die resultierend entstehende Form (Vignette) ist prinzipbedingt leicht oval. Durch die Elastizität der Elemente im Querschnitt wird das (strenger) vorgegebene geometrische Raster am Ende in der Summe teilweise wieder ausgeglichen („verwischt“).

Patrone Seilweb (Beispiel)

Datum: 12.11.12		Litzeneinzug - rechts									
Schäfte											
12	FULLER										
11	FULLER										
10					2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)				2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)		
9					2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)				2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)		
8	FULLER				1 Elitex 235 f 34				1 Elitex 235 f 34		1. + 4. Litz
7	FULLER				1 Elitex 235 f 34				1 Elitex 235 f 34		1. + 4. Litz
6					2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)				2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)		
5					2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)				2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)		
4	FULLER				1 Elitex 235 f 34				1 Elitex 235 f 34		1. + 4. Litz
3	FULLER								1 Elektroisola ummantelt	erster Faden neben Webblatt	
2					2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)				2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)		
1					2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)				2 weiß (PES 167 f 36 x 2 dtex)		
Bandbreite: 2,8											
Schussdichte: 30											
Geschwindigkeit: 600 U/min											

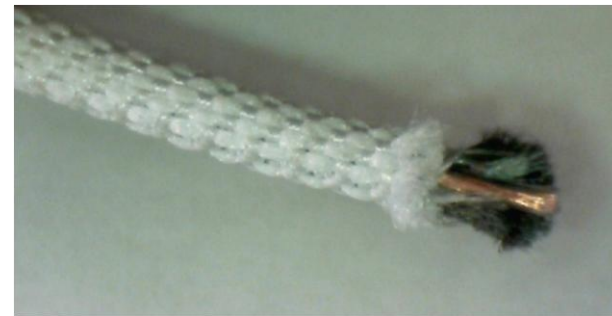
Körperbindung, Innenleiter u. Schirmung liegen in Kette als „Füller“ (ohne Bindung)

Verschiedene Mustertypen

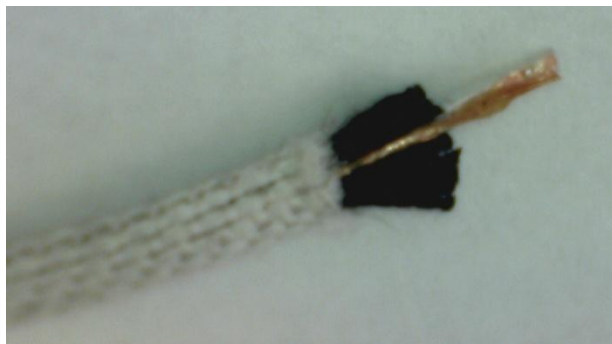
Zwillingsleitung Aufsicht



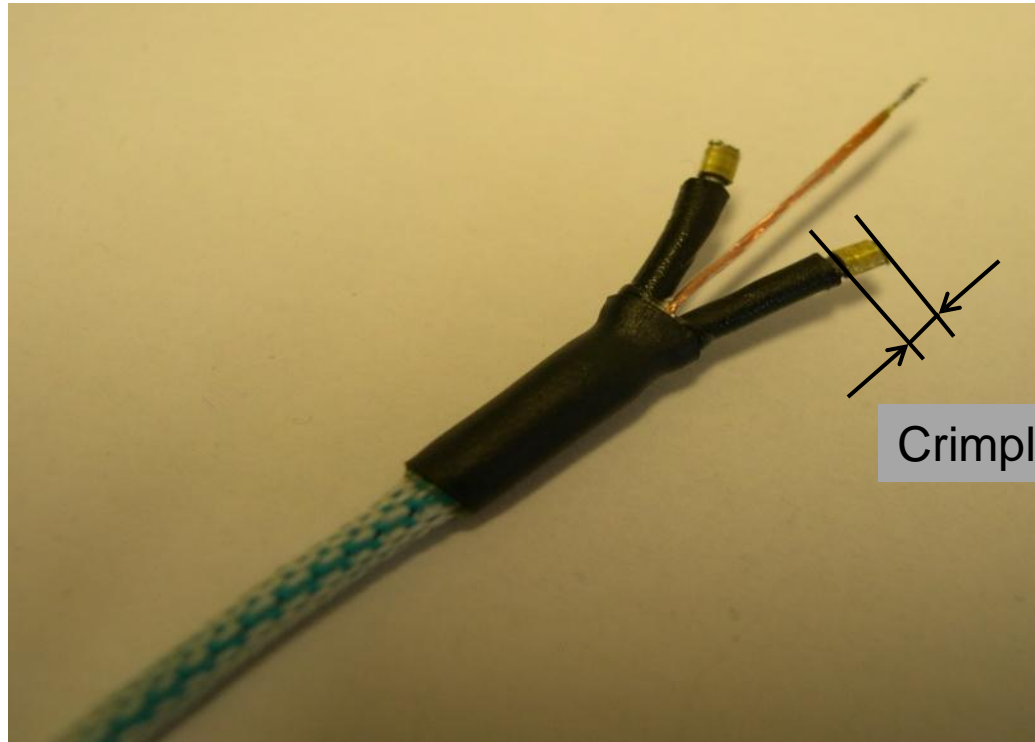
Koaxialleitung m. Bekinox-Schirm Seitenansicht



Zwillingsleitung Seitenansicht



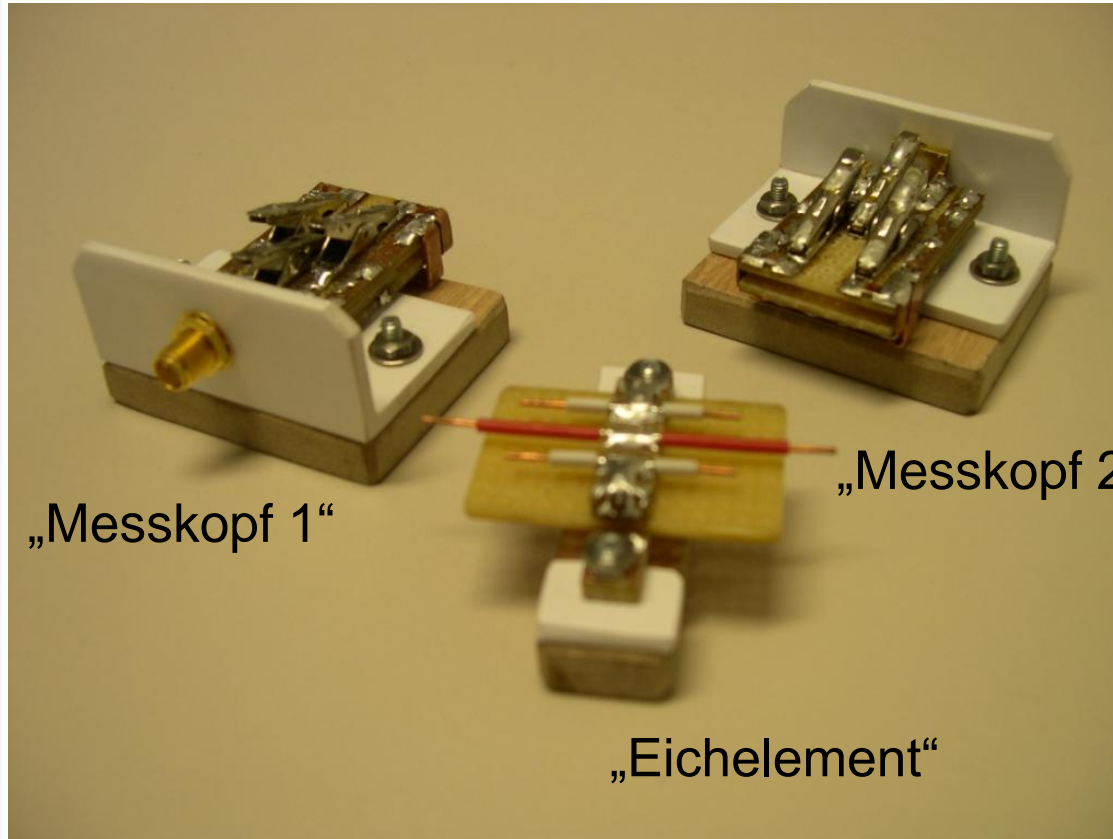
Zurichten d. Leitungsenden f. Applikationen



Crimplänge 2 mm (!)

Die Crimps bilden die Kontaktelemente der Abschirmung für nicht lötfähige Materialien z.B. Bekinox (Filamente Stahl- Inox)

Prüfadapter für Messungen an textilen Schirmkabeln

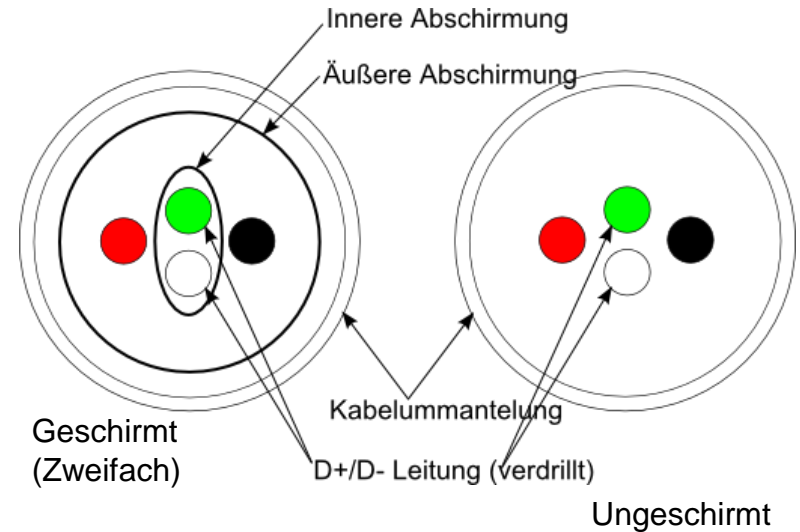
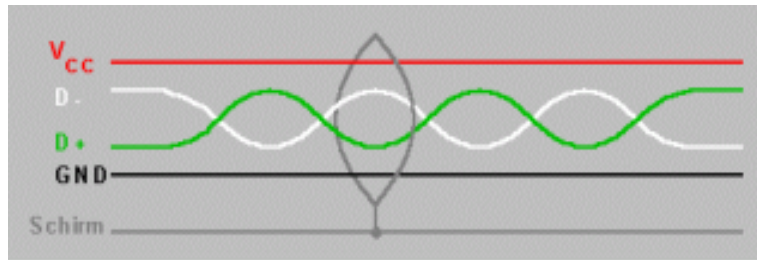


Bei der Konzipierung des Prüfadapters wurde auf HF-technische Anforderungen bzw. -Prinzipien Wert gelegt.

Gezeigt ist der Prüfadapter getrennt. Der rote Leiter ist der Signalführende, die 2 weißen sind die Erd- oder Schirmleiter. Der Aufbau ist mechanisch weitestgehend symmetrisch, die 2 Meßköpfe sind gleich bzw. spiegelbildlich aufgebaut. Der Eichadapter wird praktisch nur 1x vor der Messung gebraucht.

Leitungsaufbauten Buskabel - Beispiel USB- Kabel

USB - Kabel

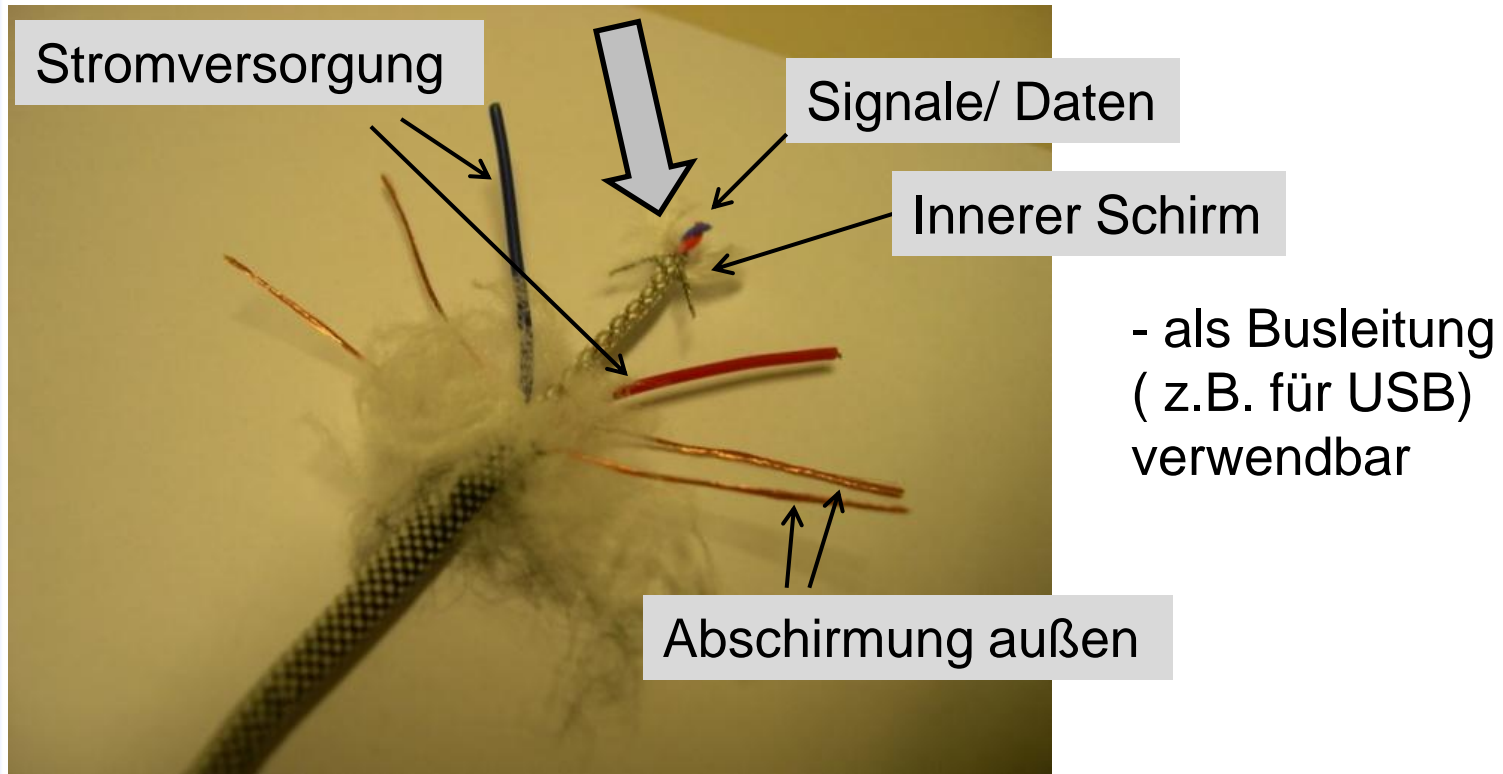


Pinzuordnung

Anschluss	Adernfarbe	Funktion
1	rot	VCC(+5V)
4	schwarz	GND
3	grün	+ Data
2	weiss	- Data

Für USB- Data ist die Verwendung von verdrehter Zweifach-Leitung zwingend vorgeschrieben bzw. notwendig. - Ansonsten immer günstig – z.B. Ethernet 100/ 1000 usw. Cat.5/ 6 usw. Darüber ein innerer Schirm.

Demonstratoren - Komplexleitung



Die für die Datenübertragung verdrehten Adern Blau u. Rot mit Schirm (grauer Pfeil) wurden vorher extern erzeugt und mittels Seilwebtechnik zentral in den Gesamtverbund eingearbeitet.

Industrielle Umsetzung

Nutzung der Projektergebnisse für die Industrie:

- Projektdokumentation
- Beschreibung der Technologien und Verfahren
- Herstellung von Mustern und Demonstratoren, Modelle
- Fertigungsangaben, Fertigungsdaten
- Beratungsleistungen
- Entwicklungsaufträge

Musterkatalog

Für die zeitsparende Beratung zur Industriellen Umsetzung wurde ein Musterkatalog erstellt.

- **Inhalt:**
 - Bezeichnung (Typenkodierung für Schnellerkennung)
 - Artikel- Nr.
 - Materialtabelle: Materialarten und spezifische Eigenschaften
 - Maschinen- Einstellungen: z.B. Bindung, Schussdichte
 - Eigenschaften: z.B. spezifisches Gewicht (g/m), Leitfähigkeiten, Zugfestigkeit, Dehnung, Durchmesser
 - und physische Abbildung bzw. reales Musterstück

Spezielle Daten können entsprechend dem Angebot an Prüfleistungen des TITV ermittelt und eingearbeitet werden.

Industrielle Umsetzung - Vorteile für die Industrie

- Die Seilwebtechnik hat ein großes Potential für neue textilbasierte technische Produkte:
 - LED- bestückte Leitungen
 - frei verlegbare Heizleitungen
 - **Komplexleitungen**
 - **Sensor- u. Fühlerleitungen** f. busfähige Sensoren
 - **Hybridleitungen** (verschiedene Medien)
- Textilkompatible („textilfreundliche“) Strukturen
- Gewichtseinsparung
- Umfangreiches Typen- Sortiment / zahlreiche Möglichkeiten vorhanden
- Neuartige Konstruktionen möglich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Textilforschungsinstitut Thüringen – Vogtland e. V.

Zeulenrodaer Straße 42

07973 Greiz

Tel.: +49 (0) 3661 – 611 0

Fax: +49 (0) 3661 – 611 222

mail@titv-greiz.de

www.titv-greiz.de

Ansprechpartner:

Ferry Siegl

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Gruppe smart
textiles

Tel.: +49 3661 611 320

Fax: +49 3661 611 222

f.siegl@titv-greiz.de

Das Institut für Spezialtextilien und flexible Materialien