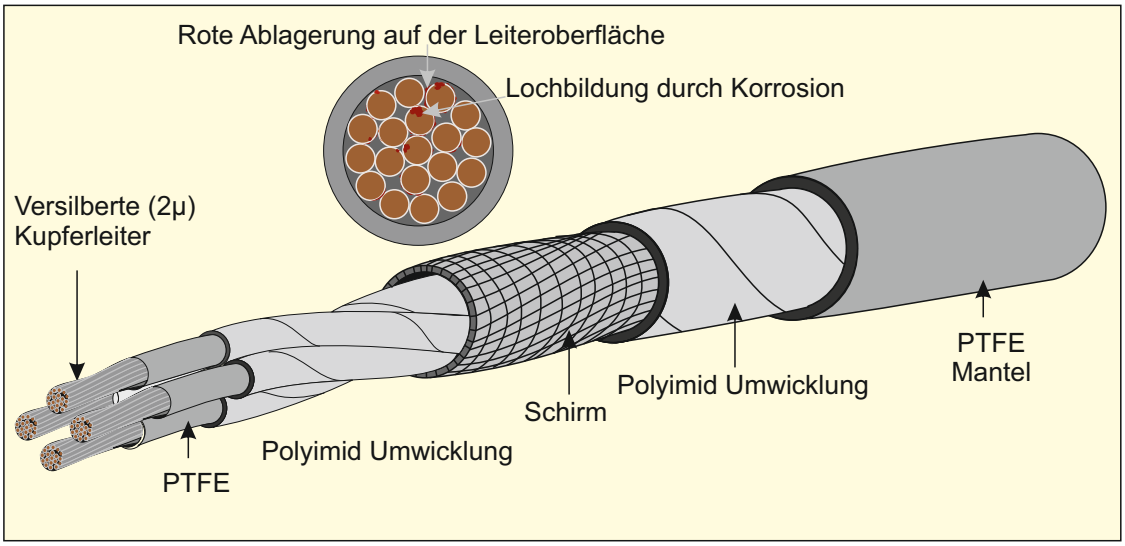
# INFORMATION:

## Mögliche Probleme mit “low-outgassing” Kabeln in Weltraumumgebungen




**Red Plague**

Kupferdrähte werden oft versilbert, um die Leitfähigkeit zu erhöhen oder aufgrund des Widerstands der Beschichtung gegen die Bildung von dünnen Filamenten, den sogenannten “Metallwhiskern”, die bei hohen Temperaturen wachsen könnten. Die Versilberung wird in Raumfahrtanwendungen verwendet, die geringe Ausgasungs Eigenschaften erfordern oder wenn Beständigkeit gegen hohe Temperaturen erforderlich ist. Wenn die Beschichtung jedoch beschädigt wird, z. B. weil sie zu dünn (z. B. 0,5 Mikrometer) oder verbogen ist, kann sie korrodieren und die typischen roten Kupferoxidflecken auf der Beschichtung verursachen, die auch als “Red Plague” bekannt sind. “Red Plague” ist die Folge von Feuchtigkeit und Sauerstoff und ist bei hohen Temperaturen problematischer. Der Kupfergehalt verringert sich im Laufe der Zeit, wodurch die elektrische Leitfähigkeit sinkt. Die Korrosion verringert die Lebenserwartung des Kabels deutlich. Starke Korrosion kann das Kabel sogar funktionsunfähig machen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dies zu verhindern:

- Beschichtungen von 1 Mikron (unter kontrollierten Umgebungsbedingungen) oder noch besser bis 2 Mikron für eine bessere Beständigkeit gegen Beschädigungen.
- Umgebungsbedingungen mit niedriger Luftfeuchtigkeit und Temperatur.
- Handhabung und Verlegung der Kabel so, dass eine mechanische Beschädigung verhindert wird, also beschädigte Teile nicht der Feuchtigkeit und dem Sauerstoff aussetzen.

**Kurzform:**

Das Problem ist, dass bei einer zu dünnen Versilberung (z. B. 0,5 Mikron) diese z. B. durch Biegen beschädigt werden kann.Die beschädigten Bereiche könnten dann korrodieren, da diese Bereiche Kupfer der Feuchtigkeit und dem Sauerstoff ausgesetzt sind, was die typischen kupferoxidroten Flecken auf der Versilberung verursacht, die auch als “Rote Pest” bekannt sind. Schwere Beschädigungen können sogar zur Funktionsunfähigkeit des Kabels führen.

**“Cold Flow”:**

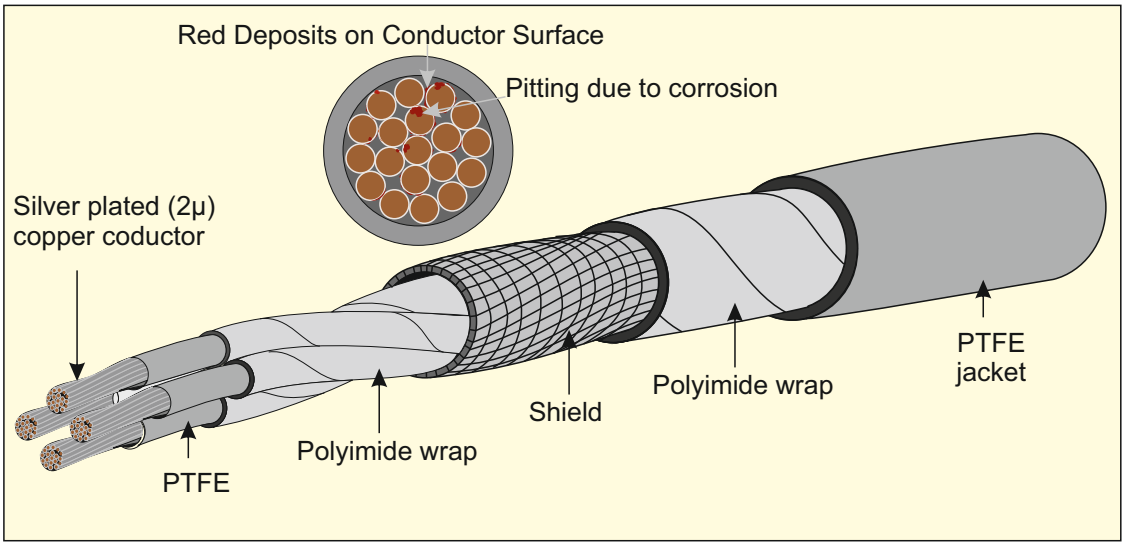
Ist ein Material einer ständigen Belastung und Temperaturschwankungen ausgesetzt, kann dies zu einer Verformung mit der Zeit führen (Kriechen). Bei Materialien wie Teflon FEP und einigen anderen Kunststoffen kann dies auch bei Raumtemperatur oder darunter auftreten, daher der Name “Cold-Flow”. Dies kann vermieden werden, indem eine weitere Schutzschicht, wie z. B. ein Polyimidband unter dem Teflonmantel, angebracht wird. Dadurch kann sich das Polyimid chemisch mit dem Teflon verbinden und es fixieren. Es kann auch minimiert werden, indem kontrollierte Biegeradien verwendet werden, der Kontakt mit scharfen Gegenständen vermieden wird, Regeln zur Drahtfixierung usw.

**Kurzform:**

Teflon kann sich bei Dauerbelastung und Temperaturschwankungen auch bei niedriger Temperatur verformen (daher *cold* flow). Um dies zu vermeiden, kann eine weitere Schutzschicht mit einer Polyimid-Bandumwicklung unter dem Teflonmantel hinzugefügt werden, so dass sich das Polyimid chemisch mit dem Teflon verbinden kann.

# INFORMATION:

## Possible issues with low-outgassing cables in space environments




**Red Plague**

Copper wires often have a silver-plating to enhance conductivity or due to the resistance of the plating to the building of thin filaments called "metal whiskers" that could grow at high temperatures.
Silver plating is used in space applications requiring low-outgassing properties or when resistance to high temperatures is required.
However, if the plating is damaged, e.g. because it is too thin (e.g. 0.5 microns) or bent, then it can corrode, causing the typical cuprous oxide red spots on the plating also known as “Red Plague”.
It is the result of exposure to moisture and oxygen, and is more problematic at high temperatures. The copper content reduces eventually, reducing the wire‘s electrical conductivity. The corrosion reduces it‘s life expectancy significantly. Heavy corrosion can even leave the cable non-functional.
There are various ways of preventing this:

- Platings of 1 micron (under controlled environmental conditions) or even better to 2 microns for better resistance to damage.
- Environmental conditions with low humidity and temperature.
- Handling and laying out the cables such that mechanical damage is prevented, therefore not exposing damaged parts to humidity and oxygen.

**Short form:**

The problem is that if silver plating is too thin (e.g. 0.5 microns), it could be damaged e.g. due to bending. The damaged areas could then corrode, since these areas would expose copper to humidity and oxygen, causing the typical cuprous oxide red spots on the silver plating also known as "Red Plague". Severe damage could even result in non-functionality of the cable.

**Cold Flow**

If a material is subjected to continuous load and temperature fluctuations, this can result in a deformation with time (creep). With materials like Teflon FEP, and some other polymers this can also occur at at room temperature or below, thus the name “cold flow.”

This can be avoided by providing another layer of protection, such as a polyimide tape wrap under the Teflon jacket. This allows the polyimide to chemically bond to the Teflon and hold it in place.
It can also be minimized by using controlled bend radii, avoiding contact with sharp object, wire fixation rules, etc.

Short form:

Teflon can deform when subject to continuous load and temperature fluctuations even at low temperature (thus *cold* flow). To avoid this another layer of protection can be added using a polyimide tape wrap under the Teflon jacket, allowing the polyimide to chemically bond to the Teflon.