

„AlSa – Alu Harness for Satellite“

A. Boyer¹, K. Helms¹, P. Plagemann²

¹ AES Aircraft Elektro/Elektronik System GmbH, Hanna-Kunath-Str. 33, 28199 Bremen (D), Kersten.Helms@aes-aero.com
² Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Straße 12, 28277 Bremen (D), peter.plagemann@ifam.fraunhofer.de

Motivation:

Bei der Verwendung von Aluminium sind für stromversorgende Leitungen Gewichtseinsparungen von bis zu 50% gegenüber den herkömmlichen Leitermaterialien aus Kupfer möglich, da Aluminium im Vergleich zu Kupfer ein deutlich günstigeres Verhältnis von elektrischer Leitfähigkeit zur Dichte aufweist. Im Rahmen des F&E-Projektes wurde untersucht, ob aluminiumbasierte Leitertechnologie auch für den Satellitenbau eingesetzt werden kann. Hierzu wurde an kommerziell erhältlichen Systemen aus dem Flugzeugbau evaluiert, inwieweit diese spezifische Anforderungen aus dem Satellitenbau erfüllen (Tab. 1).

Experimentelles:

Die Untersuchungen wurden in Anlehnung an die in Tab. 1 aufgeführten Standards an drei verschiedenen Kabelgrößen (AWG 10, AWG 20 und AWG 22) und entsprechenden gecrimpten Kabelverbindern (Abb. 1) durchgeführt. Exemplarisch werden im Folgenden einige Ergebnisse der Größe AWG 20 dargestellt.

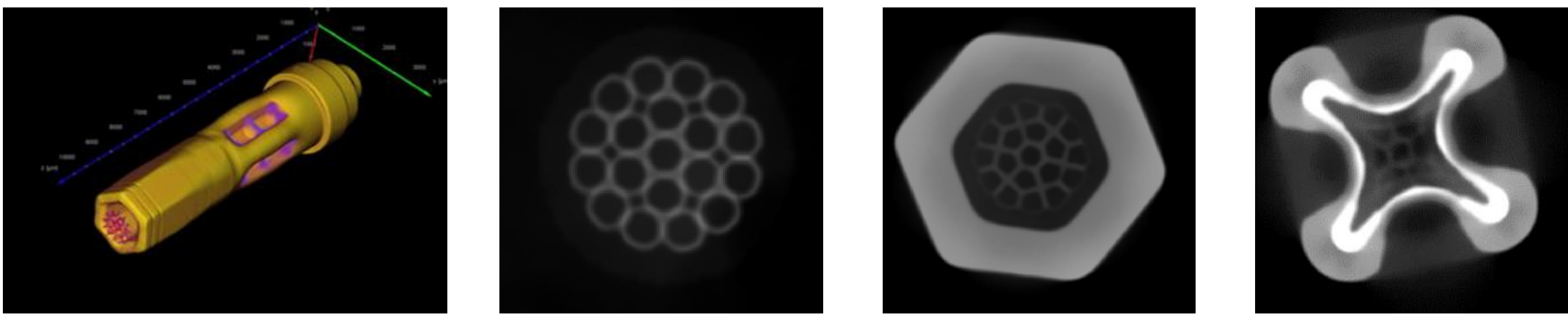


Abb. 1: Computertomogramm eines gecrimpten Kabelverbinders AWG 20

Übergangswiderstände gecrimpter Verbindungen

Die gecrimpten Al-Steckverbinder zeigten gegenüber den gemäß ECSS Q-ST-70-26C für Cu-Systeme geltenden Sollwerten wie zu erwarten höhere Übergangswiderstände (Abb. 2).

Selbst wenn man einen vergrößerten Leitungsquerschnitt zu Grunde legt, um die gleiche Leitfähigkeit zu erreichen, können Al-Leiter

bis zu 60% leichter sein als entsprechende Kupferleitungen. Betrachtet man den massespezifischen Widerstand, bedeutet das auf ein Kilogramm Masse gesehen, dass Aluminium ein doppelt so guter Leiter wie Kupfer ist.

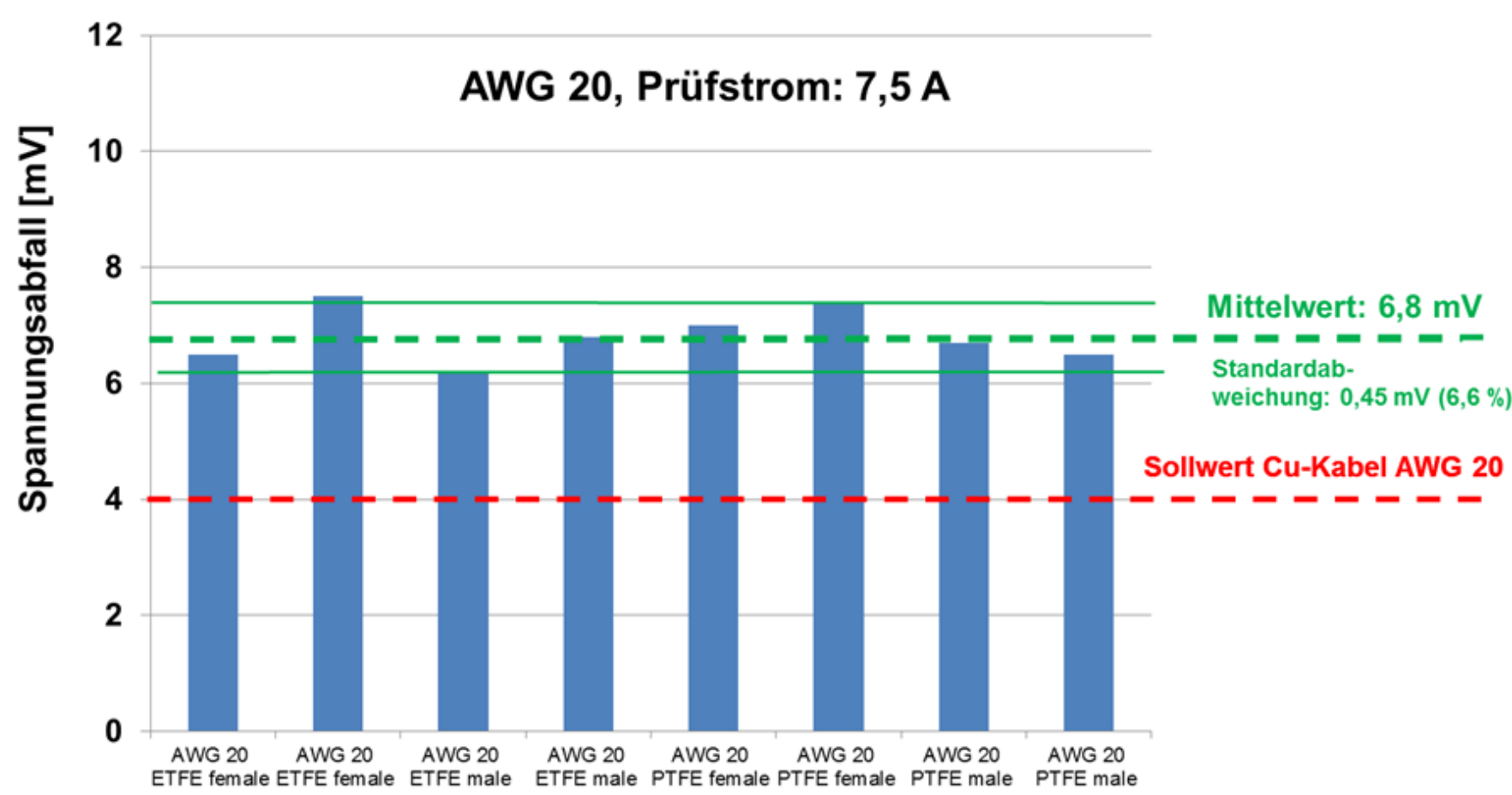


Abb. 2: Prüfung Übergangs-Widerstände gemäß ECSS Q-ST-70-26C, AWG 20-Steckverbinder

Korrosion

Durch die Abdichtung des Steckverbinders gegenüber der Kabelisolierung (Abb. 3a) werden effektiv Korrosionsvorgänge am Al-Leitermaterial des Kabels verhindert. Oberflächliche Korrosionserscheinungen (Abb. 3b) treten nach 168 h Salzsprühnebelprüfung zwar auf, der Übergangswiderstand nimmt hier jedoch nur geringfügig zu (hier 6%).

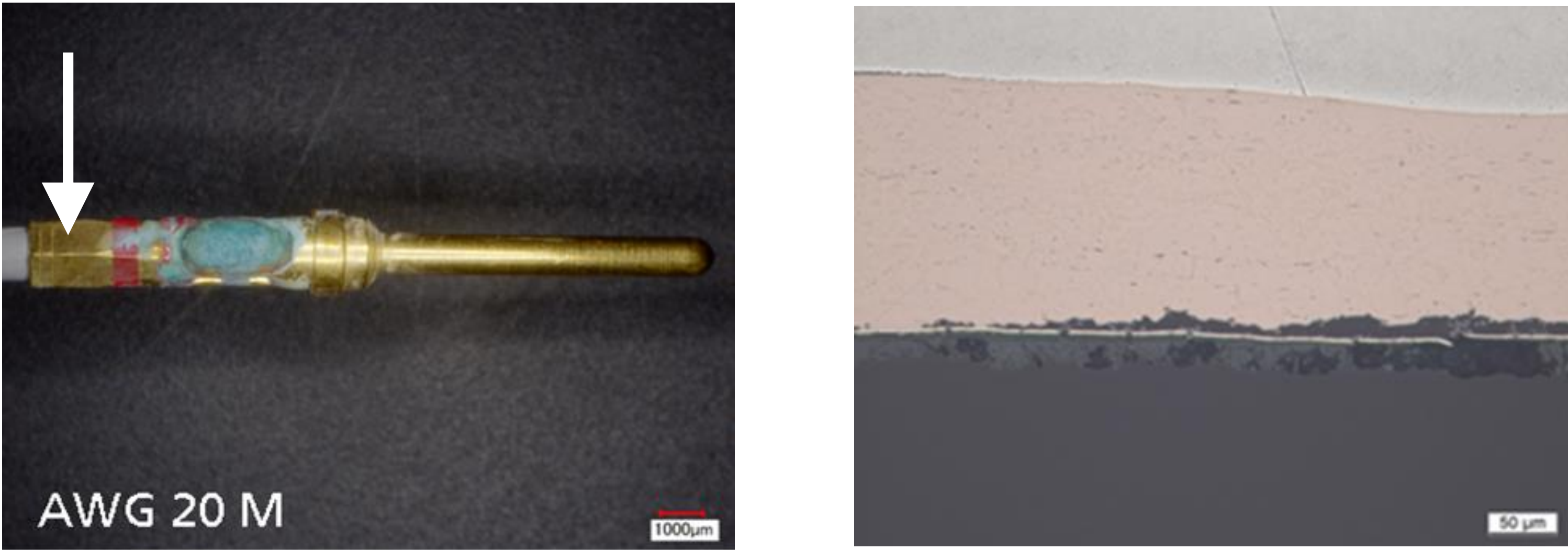


Abb. 3: a) Steckverbinder nach 168 h Salzsprühnebelprüfung (Pfeil: Abdichtung Konnektor gegenüber Kabel), b) Schlibfbild

Tab. 1: Spezifische Anforderungen für Leitermaterialien im Satellitenbau

Thema	Auszug der zugrunde liegenden Standards:
Ausgasung	ECSS Q-ST-70-02C, ESA PSS-01-702
Thermisches Verhalten	ECSS Q-ST-70-04C
Beschleunigte Alterung	EN 3475-401, MIL STD-202(108), ESCC 3901 9.12
Biegen (bei Raumtemperatur)	EN 3475—405, ESCC 3901 9.13, ECSS Q-ST-70-30C
Crimpen	ECSS Q-ST-70-26C, ESA PSS-01-726, ESCC 3401 9.10.2/9.15.3/5.2.4
Übergangswiderstand	ESCC 3401 9.1.1.3
Korrosion	ESCC 3401 9.22, Q-ST-70-14C,
Röntgenologische Untersuchung	MIL-STD-202(-209)
Zugfestigkeit	EN 3475-505, ESCC 3901 9.11, ECSS Q-ST-70-26C

Thermisches Verhalten

Im Vakuum (Abb. 4a, 4b) zeigen die Kabel eine höhere Temperaturentwicklung (62,7 °C bei 6 A, AWG 20) als unter Atmosphärendruck (35,7 °C bei 6 A, AWG 20). Bei der Bündelung von Kabeln ist dies durch die richtige Querschnittswahl der Kabel zu berücksichtigen, damit Grenztemperaturen nicht überschritten werden (Abb. 4c).

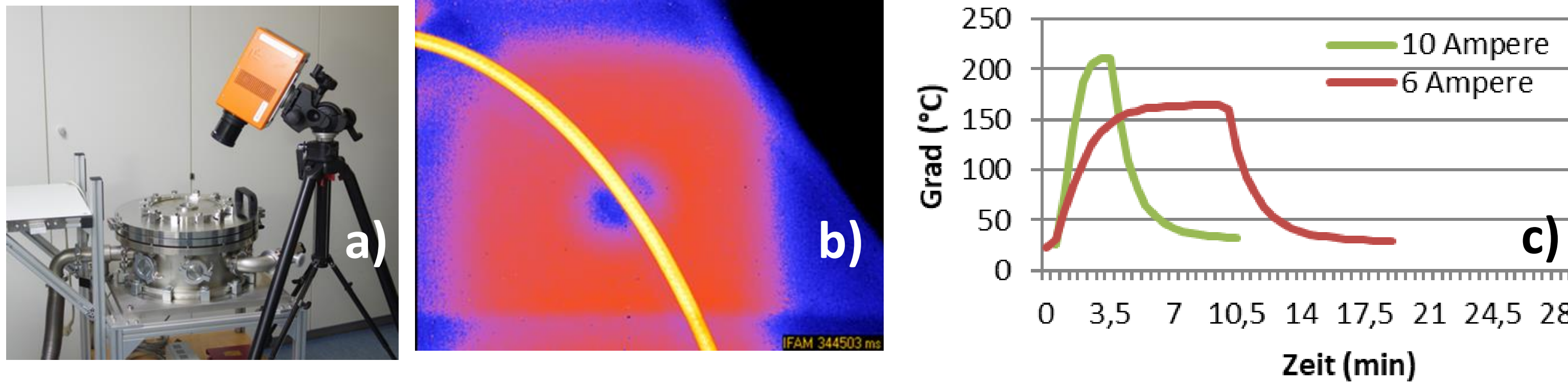


Abb. 4: a) Vakuumkammer und Thermographie-Kamera
b) Thermografisches Bild eines stromdurchflossenen Kabels
c) Temperatur-Zeit-Verläufe eines 8-Kabelbündels AWG 22

Ausgasung

Während der Strombeaufschlagung in der Vakuumkammer wurde mit einem Al-Target ausgegaste Substanzen aufgefangen und mittels ToF-SIMS analysiert (Abb. 5). Nachgewiesen wurden meist sehr geringe Mengen an Bestandteilen aus Fertigungshilfsmitteln wie Silikonöle (Abb. 5). Diese waren auf dem Al-Target visuell nicht erkennbar.

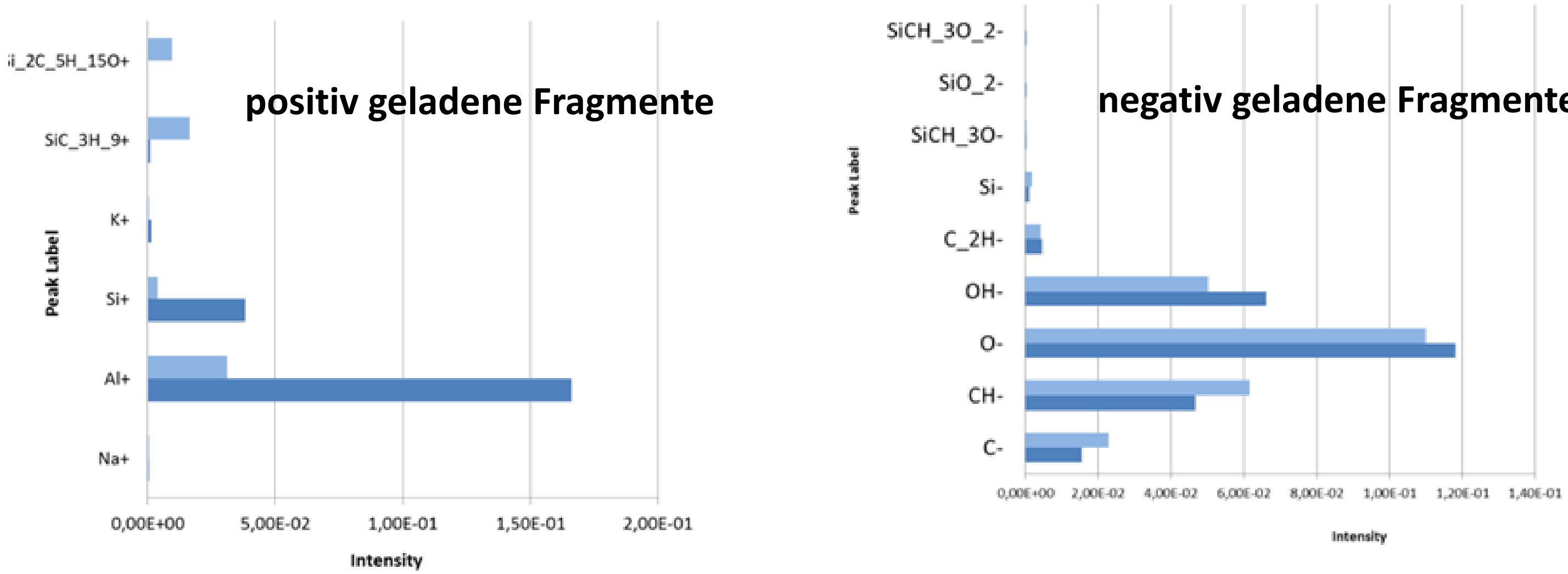


Abb. 5: AWG 20, 24 h bei 10 A im Vakuum: ToF-SIMS-Analysen der auf dem Al-Target gefundenen chemischen Fragmente

Wichtige Schlussfolgerungen:

- Die untersuchten Anforderungen (Tab. 1) werden meist auch durch Al-Leiter und Konnektoren erfüllt. In manchen Fällen sollte auf einen etwas größeren Querschnitt zurückgegriffen werden.
- Bisher finden in den zu erfüllenden Anforderungen nur Leitersysteme auf Cu-Basis Berücksichtigung. Al-Systeme sollten in die geltenden Standards implementiert werden, um dieser innovativen Technologie Vorschub zu leisten.