

## Applikationsbericht 19

### Bestimmung der Oberflächenspannung von Weichlot und Lötdraht

#### Fragestellung

Unter einem Lot versteht man eine Metalllegierung mit metallischen Bestandteilen, insbesondere Blei, Kupfer, Silber oder Zinn. Die Verwendung von Loten zielt darauf ab, Legierungen und Metalle wie Aluminium, Bronze, Gold, Messing oder Zink durch Schmelze oberflächlich miteinander zu verbinden, ohne die Einzelstücke bis zu ihrem Schmelzpunkt hin zu erhitzen. Es gibt Hart- und Weichlote. Letztere weisen eine geringere Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Einwirkung auf und haben eine Erweichungstemperaturen von unter 450°C.

Der vorliegende Applikationsbericht beschäftigt sich mit der Bestimmung der Oberflächenspannung des Wood'schen Metalls  $\text{Bi}_{50}\text{Pb}_{25}\text{Cd}_{12.5}\text{Sn}_{12.5}$ , eines Weichlotes. Wie bei Wasser, dehnt es sich bei Erkalten aus. Außerdem wird der Lötendraht  $\text{Sn}_{40}\text{Pb}_{60}$  bei verschiedenen Temperaturstufen und mit unterschiedlichen Prüfkörpern untersucht. Für den experimentellen Ablauf wurde mit Hilfe des DCAT und der Temperaturkammer TEC250, beides Firma DataPhysics Instruments, gemessen.

#### Methode

Die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten kann mit der Wilhelmy-Methode bestimmt werden, indem eine Platin-Iridium-Platte mit bestimmter Geometrie und Geschwindigkeit in eine Flüssigkeit eintaucht. Daraufhin wird die Kraft der erzeugten Lamelle mit der Feinwaage ermittelt. Bei vollständiger Benetzung wird der Kontaktwinkel gleich 0°. Damit kann die Oberflächenspannung ermittelt werden. Weichlote können nicht mit der Platin-Iridium-Platte gemessen werden können, da der Kontaktwinkel größer 0° wird. Folglich müssen Prüfplatten aus anderem Material verwendet werden. Für die Messung von Wood'schem Metall wurden Platten aus Borosilikatglas (Borofloat 33 whiate, Fa. Schott) und Quarzglas (Fa. Roth, Art. Nr. H86g) eingesetzt. Um eine Schmelztemperatur von

120°C zu erreichen, wurde die Temperaturkammer TEC250 verwendet. Zuerst wurde die Kammer mit Stickstoff ausgespült. Auftretende Oxidationsschichten konnten mit einem integrierten Schlackeschieber vor der Messung entfernt werden. Die Glasplatten wurden mit Aceton gereinigt.

#### Ergebnisse

Die Wilhelmy-Methode zur Berechnung der Oberflächenspannung ergab für die Platte aus Borosilikatglas 399 mN/m und für Quarz 418 mN/m (Abb. 1).

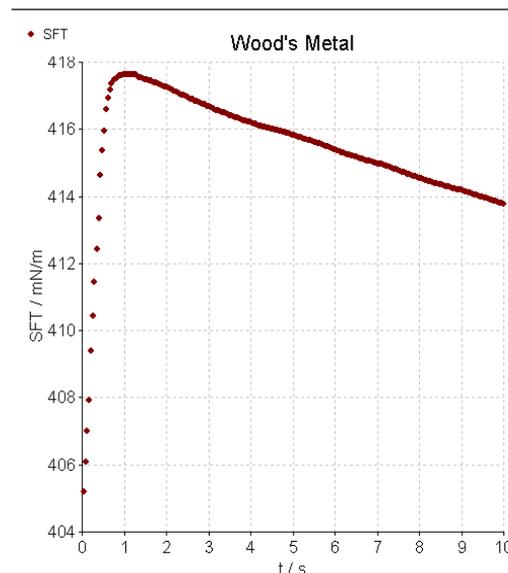


Abbildung 1: Messkurve von Wood'schem Metall

Zusätzlich wurden Messungen mit der Platte aus Quarzglas durchgeführt, nachdem diese zuvor mit Schwefelsäure (30%) gereinigt worden war. Es konnte gezeigt werden, dass sich daraufhin die gemessene Oberflächenspannung deutlich verringerte (Tab. 1).

Tabelle 1: Oberflächenspannung von Wood'schem Metall mit zwei Glasplatten bei 120°C.

Prüfmaterial	Surface tension Woodian metal (Bi <sub>50</sub> Pb <sub>25</sub> Cd <sub>12.5</sub> Sn <sub>12.5</sub> )
Borosilicatglas	399 mN/m
Quartzglas	418 mN/m
Quartzglas (gereinigt)	386 mN/m

Bezogen auf Literaturwerte<sup>1</sup>, die einen Ergebnisbereich 417-444 mN/m bei 120°C angeben, fielen die Ergebnisse niedriger aus.

In einem zweiten Experiment wurde die Oberflächenspannung von Lötendraht Sn<sub>40</sub>Pb<sub>60</sub> und einer Kupferplatte bei 250°C gemessen (Tab. 2).

Tabelle 2: Oberflächenspannung von Lötendraht Sn<sub>40</sub>Pb<sub>60</sub>

Prüfmaterial	Surface tension solder wire Sn <sub>40</sub> Pb <sub>60</sub>
Kupferplatte	183 mN/m
Quartzglas	96 mN/m
Quartz crystal (purified)	386 mN/m

Die Messungen an der Kupferplatte ergaben 183 mN/m. Die Messungen an der Platte aus Quarzglas ergaben nur 96 mN/m. Die Reinigung der Quarzplatte mit 30% Salpetersäure konnte die Oberflächenspannung auf 301 mN/m erhöhen. Dennoch konnten die Ergebnisse nicht die Literaturwerte<sup>2</sup> bestätigen (475-510 mN/m).

Ein weiteres Experiment wurde mit einer Kupferplatte und weiteren Prüfmaterialien durchgeführt (Tab.3). Die Ergebnisse reichten von 393 mN/m bis 490 mN/m. Die Messungen mit der Kupferplatte und Lötpaste ergaben 393 mN/m. Danach wurde die Kupferplatte verzinkt. Dies erhöhte die Oberflächenspannung auf 463 mN/m. Dieser Wert konnte auch mit doppelt so breiter Platte bestätigt wer-

den. Danach erfolgte die Verzinnung in einem Bad mit Lötendraht Sn<sub>40</sub>Pb<sub>60</sub>.

Tabelle 3: Oberflächenspannung von unterschiedlichen Prüfmaterialien

Test specimen + solder	Surface tension
Kupferplatte + Lötpaste	393 mN/m
Kupferplatte (verzinkt) + Lot	463 mN/m
Kupferplatte (verzinkt) + Lötendraht Sn <sub>40</sub> Pb <sub>60</sub>	490 mN/m
Wiederholung: Kupferplatte (verzinkt) + Lötendraht Sn <sub>40</sub> Pb <sub>60</sub>	402 mN/m

Die Messungen ergaben mit unterschiedlicher Plattengeometrie einen Durchschnittswert von 490 mN/m. Bei Wiederholung der Messungen konnte der Wert mit derselben Platte allerdings nicht mehr erreicht werden (402 mN/m).

## Zusammenfassung

Die Bestimmung der Oberflächenspannung von dem Weichlot Bi<sub>50</sub>Pb<sub>25</sub>Cd<sub>12.5</sub>Sn<sub>12.5</sub> und Lötendraht Sn<sub>40</sub>Pb<sub>60</sub> wurde mittels der Wilhelmy-Methode und dem DCAT von DataPhysics Instruments durchgeführt.

Alle Messungen zeigten nach einiger Zeit ein Abfallen der Oberflächenspannung. Dies kann mit oxidativen Prozessen erklärt werden, da es mit andauerndem Luftkontakt zur Hautbildung kommt. Jedoch ist es auch auf einen anwachsenden Kontaktwinkel zurückzuführen, wenn das verzinkte Lot mit der Zeit schmilzt. Für die Auswertungen wurden deshalb nur die Spitzenwerte innerhalb der ersten Messsekunden berücksichtigt.

<sup>1</sup> Darot, M. & Reuschlé, T. (1999): Direct Assessment of Wood's Metal Wettability on Quartz – Pure appl. geophys. 155; p. 119-129.

<sup>2</sup> Keene, B. J. (1993): The Surface Tension of Tin and its Alloys with Particular Reference to Solders – National Physical Laboratory.