

**Diss. Nr. 3744**

**Über die elektrolytische Abscheidung  
von Kupfer an rotierenden Elektroden  
im Grenzstrombereich**

ABHANDLUNG

zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften

der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

**KURT SCHADEGG**

dipl. Ing.-Chem. ETH

geboren am 2. Juli 1938

von Amriswil (Kt. Thurgau)

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. N. Ibl, Referent  
Prof. Dr. A. Guyer, Korreferent

Juris Druck + Verlag Zürich  
1966

#### IV. ZUSAMMENFASSUNG

1. Zur Untersuchung der elektrolytischen Abscheidung von Kupfer im Grenzstrombereich wurde eine rotierende Scheibenelektrode gebaut, welche gestattet, unter genau definierten hydrodynamischen Bedingungen bei Rotationsgeschwindigkeiten bis zu 6000 U/min zu arbeiten. Ferner wurde eine rotierende Ring-Scheiben-Elektrode konstruiert, mit der die Stromdichteverteilung gemessen werden konnte.
2. Die Rauigkeit der Oberfläche des abgeschiedenen Metalls wurde durch Impedanzmessungen charakterisiert. Hierzu wurde eine Wechselstrombrücke gebaut, welche gestattet, den Blindwiderstand bei kleinen Amplituden des Wechselstromes und kleinen Phasenwinkeln zu messen. Wenn das abgeschiedene Metall pulverförmig oder sehr aufgeraut wird, tritt eine starke Abnahme des Blindwiderstandes ein.
3. Die Impedanzen wurden bei verschiedenen Konzentrationen, Stromdichten und Rotationsgeschwindigkeiten gemessen. Durch quantitativen Vergleich mit der bekannten Theorie des Stofftransports an rotierenden Scheiben wurde gezeigt, dass bis zu den höchsten verwendeten Tourenzahlen der Uebergang von einer eingeebneten zu einer stark zerklüfteten Abscheidung im Gebiet des Grenzstromes der Diffusion erfolgt.
4. Für die praktische Anwendung sowie vom Standpunkt der Theorie ist das Ergebnis von Bedeutung, dass die Ausbildung eines zerklüfteten, mehr oder weniger pulverförmigen Niederschlags nicht von der Geschwindigkeit der Abscheidung (Stromdichte), sondern lediglich vom Erreichen des Grenzstromes abhängt. Durch Verstärkung der Rührung kann der Stromdichtebereich, in dem ein kompaktes, eingeebnetes Metall erhalten wird, sehr stark erweitert werden. Die Stromdichtegrenze des Beginns der Pulverbildung liegt bei 6000 U/min um 3 Zehnerpotenzen höher als bei Abwesenheit von Konvektion.
5. Es wurden ferner bei konstantem Strom Potential-Zeit-Kurven und bei konstantem Potential Strom-Zeit-Kurven aufgenommen. Sie bestätigen das Aufhören einer eingeebneten Abscheidung beim Grenzstrom. Die Zerklüftung der Oberfläche im Grenzstromgebiet tritt allerdings erst einige Zeit nach Strom einschalten ein. Diese Zeit wurde mit der aus den Gesetzen des Stofftransports berechneten Transitionszeit verglichen. Daraus konnten bestimmte Schlussfolgerungen betreffend den Mechanismus der Pulverbildung beim Grenzstrom gezogen werden.

6. Es wurde gefunden, dass der Blindwiderstand nach Stromunterbruch während längerer Zeit zunimmt. Dies deutet auf eine nachträgliche Einebnung und Umkristallisation hin, die für die Elektrometallurgie von Bedeutung ist.
7. An Hand der erhaltenen Ergebnisse wird die Benützung der elektrolytischen Kupferabscheidung als Indikator bei der elektrochemischen Bestimmung von Stoffübergangszahlen diskutiert.