

# **Versuch V204: Wärmeleitung von Metallen**

Martin Bieker  
Julian Surmann

Durchgeführt am 31.10.2013  
Tu Dortmund

## 1 Einleitung

In diesem Versuch sollen die Eigenschaften realer Spannungsquellen betrachtet werden. Von besonderer Bedeutung sind hier die Leerlaufspannung und der Innenwiderstand der Quellen.

## 2 Theorie

Als Spannungsquelle beschreibt man ein Element mit zwei Anschlüssen, das zwischen diesen Polen über einen Zeitraum eine gleichmäßige Spannung bereitstellt. Bei einer idealen Spannungsquelle hängt diese Spannung nicht von entnommenem Strom ab. Eine reale Spannungsquelle durch eine Ersatzschaltung aus einer idealen Spannungsquelle und einem Widerstand  $R_i$  dargestellt werden (siehe Abb. ??). Hierbei ist  $R_i$  der Innenwiderstand der Quelle und  $U_0$  die sogenannte Leerlaufspannung, dies ist die Spannung zwischen den Polen anliegt, wenn aus der Spannungsquelle kein Strom entnommen wird.  $U_k$  ist die Klemmenspannung, die zwischen den Polen der belasteten Quelle anliegt. Gemäß der Maschenregel (2. Kirchhoffsches Gesetz)

$$0 = -U_0 + U_k + U_{Ri} \quad (1)$$

und dem Ohm'schen Gesetz

$$U_{Ri} = R_i \cdot I \quad (2)$$

gilt für die Klemmenspannung.

$$U_k = U_0 - R_i \cdot I \quad (3)$$

Hieraus folgt, dass die Klemmenspannung einer realen Spannungsquelle bei Belastung kleiner ist als die Leerlaufspannung. Eine ideale Spannungsquelle dagegen hat keinen Innenwiderstand. Deshalb ist die Klemmenspannung in diesem Fall unabhängig von der Belastung der Quelle. Des Weiteren wird aus Gleichung (3) ersichtlich, dass man einer realen Spannungsquelle nur eine begrenzte Leistung  $P_{Max}$  entnehmen kann. Aus

$$P = U \cdot I = R_a \cdot I^2 = \frac{U_0^2 \cdot R_a}{R_a + R_i} \quad (4)$$

folgt für den Lastwiderstand  $R_a$

$$\frac{dP}{dt} = 0 \rightarrow R_a = R_i \quad (5)$$

mit einer der maximalen Leistung

$$P_{Max} = \frac{U_0^2}{4 \cdot R_i}. \quad (6)$$

### 3 Versuchsdurchführung

Im diesen Versuch werden  $U_0$  und  $R_i$  für folgende Sannungsquellen bestimmt.

- Monozelle
- RC-Generator (Rechteckspannung)
- RC-Generator (Sinusspannung)

#### 3.1 Messung der Leerlaufspannung

Die Klemmenspannung wird zunächst mit einem Voltmeter gemessen. Da dieses einen hohen Eingangswiderstand hat, fließt nur ein geringer Strom und in Formel (3) kann der Term  $R_i \cdot I$  vernachlässigt werden, sodass gilt:

$$U_0 \approx U_k. \quad (7)$$

#### 3.2 Messung an der belasteten Sannungsquelle

Um den Innenwiderstand  $R_i$  und nochmals die Leerlaufspannung zu messen wird die Spannungsquelle ein variabler Lastwiderstand  $R_a$  angeschlossen und die Klemmenspannung  $U_k$  sowie der entnommene Strom  $I$  gemessen. Abbildung 1 zeigt den verwendeten Aufbau. Die Größe des Lastwiderstandes wird gleichmäßig in den folgenden Bereichen variiert. Um eine übermässige Be-

Spannungsquelle	$R_{Min}[\Omega]$	$R_{Max}[\Omega]$
Monozelle	0	50
Rechteckspannung	20	250
Sinusspannung	100	5000

Tabelle 1: Wertebreiche das Lastwiderstands  $R_a$  für verschiedene Spannungsquellen

lastung der Spannungsquellen, vor allem bei niedrigen Lastwiderständen zu verhindern, wird der Stromkreis mit dem Taster nur während der Messung geschlossen.

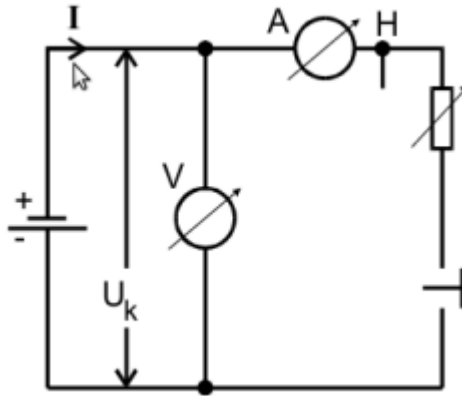


Abbildung 1: Versuchsaufbau ohne Gegenspannung

### 3.3 Messung mit Gegenspannung

Im letzten Versuchsteil wird zusätzlich eine Gegenspannung

$$U_g = 3.58V$$

an die Monozelle angelegt (siehe Abb. 2). Analog zu oben werden der für

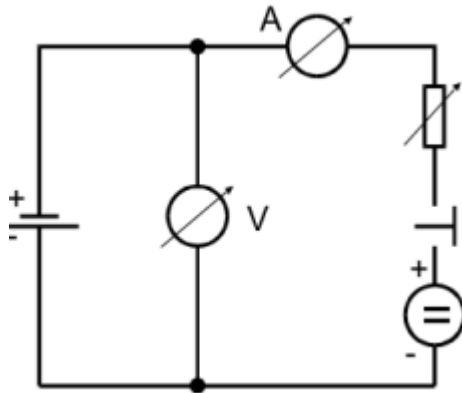


Abbildung 2: Versuchsaufbau mit Gegenspannung

11 verschiedene Lastwiderstände von  $0\Omega$  bis  $100\Omega$  die Klemmenspannung und der fließende Strom gemessen. Für die gemessene Spannung gilt nun nach der Maschenregel

$$U_k = U_0 - U_g - I_* R \quad (8)$$

**4 Auswertung**

**5 Diskussion**