

Teil 3 Berechnung von Feldern

1 Stationäres elektrisches Strömungsfeld

1.1 Elektrischer Widerstand eines Quaders

Der elektrische Widerstand eines Quaders mit den Abmessungen Länge $l = 100$ mm, Breite $b = 20$ mm und Höhe $h = 10$ mm in Längsrichtung kann durch die Bemessungsgleichung

$$R = \frac{l}{\gamma bh}$$

ermittelt werden. Dabei ist γ die spezifische elektrische Leitfähigkeit des verwendeten Werkstoffs. Für Kupfer beträgt sie $\gamma_{\text{Cu}} = 56 \text{ m}/(\Omega \text{ mm}^2)$. Damit ergibt sich für die angenommenen Werte ein Widerstand von $R = 8,9285 \mu\Omega$.

Dieser Wert soll mit ANSYS nachgerechnet werden. Dazu wird ein Quader modelliert und an einer Seite das Potenzial 0 erzwungen und an der anderen Seite das Potenzial gekoppelt und ein Strom eingespeist. Der Widerstand ergibt sich dann aus dem Quotienten der entstehenden Spannung und dem eingespeisten Strom.

```
!Ermittlung der el. Widerstandes eines Quaders
!-----Parameter-----
lang=100e-3           !Länge des Quaders
hoch=10e-3           !Höhe des Quaders
breit=20e-3          !Breite des Quaders
strom=1000           !eingepägter Strom
!-----
/prep7
```

Hier wird ein räumliches Modell der gesamten Anordnung (ohne Ausnutzung von Symmetrien) erstellt. Als Elementtyp eignet sich `solid69`.

```
et,1,solid69
mp,rsvx,1,1/57e6      !Kupfer
!-----Geometrie-----
block,0,breit,0,hoch,0,lang
!-----Vernetzung-----
esize,,1             !nur ein Element
vmesh,1
```

Abb. 1.1-1 zeigt das vernetzte Volumen.

Alle Knoten bei $z = \text{lang}$ werden bezüglich des `volt`-Freiheitsgrades gekoppelt und in einen dieser Knoten der Strom eingespeist.

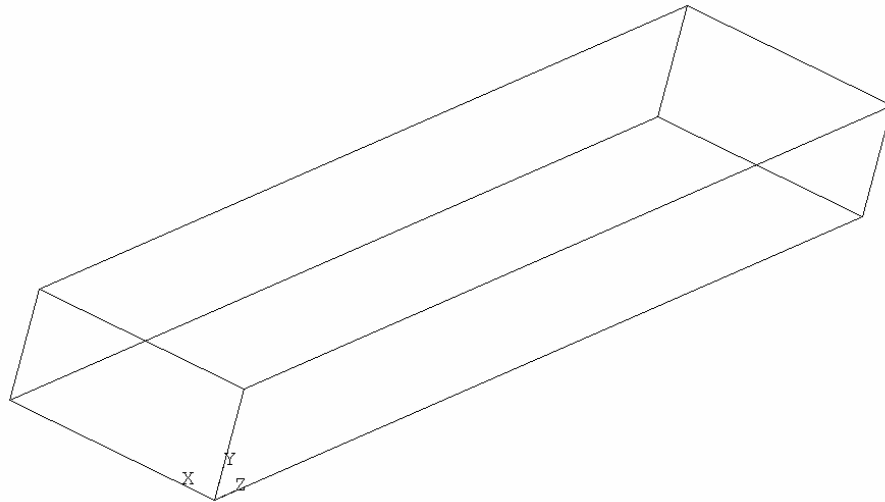


Abb. 1.1-1 Generiertes Volumen

```
!-----Lasten-----  
nselect,s,loc,z,lang  
cp,1,volt,all  
*get,nodel,node,,num,min  
f,nodel,amps,strom
```

Auf der anderen Seite werden alle Knoten auf das Potenzial 0 gelegt.

```
nselect,s,loc,z,0  
d,all,volt,0  
allsel
```

Damit kann die Lösung angefordert werden.

```
!-----Lösung-----  
/solu  
solve  
!-----Auswertung-----  
/post1
```

Zur Kontrolle wird die Potenzialverteilung betrachtet. (Dazu muss die Geometrie etwas gedreht werden.)

```
plns,volt
```

Die Potenzialverteilung in Abb. 1.1-2 entspricht den Erwartungen.

An dem vorher ermittelten Knoten (an dem der Strom eingespeist wurde), wird das Potenzial abgefragt und für folgende Berechnung verwendet.

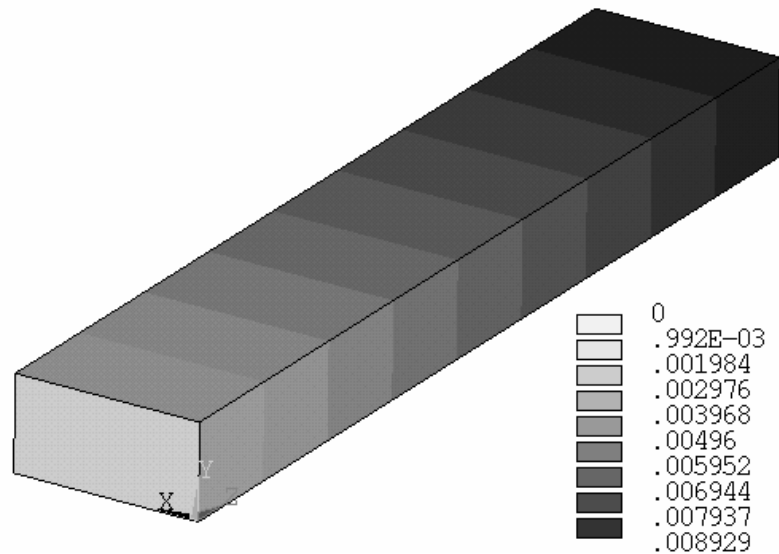


Abb. 1.1-2 Potenzialverteilung

```
*get ,spannung,node,nodel,volt
widerst=spannung/strom
```

Im ANSYS-Output lässt sich der Wert

```
PARAMETER WIDERST .89285E-5
```

ablesen.

1.2 Erwärmung eines Leiters bei Stromfluss

Ein sehr langer rechteckiger Leiter aus Stahl mit den Abmessungen Breite $b = 20$ mm und Höhe $h = 10$ mm wird in Längsrichtung von einem Strom von 5000 A durchflossen. Von diesem Leiter wird ein Stück der Länge $l = 1$ mm betrachtet. Durch die Enden wird keine Wärmeleitung angenommen.

Der Leiter erwärmt sich durch den Stromfluss. Der Erwärmungsvorgang soll als Funktion des Ortes und der Zeit untersucht werden. Dabei ist die Wärmeabgabe an der Oberfläche durch Konvektion zu berücksichtigen.

Wegen der Symmetrie braucht nur ein Viertel untersucht zu werden.

Programm

```
!Elektrisches Strömungsfeld
!transient thermisch

!-----Parameter-----
lang=1e-3           !Länge des Quaders
hoch=10e-3         !Höhe des Quaders
breit=20e-3        !Breite des Quaders
strom=2000         !eingepprägter Strom
zeitende=60        !1 Minute
```