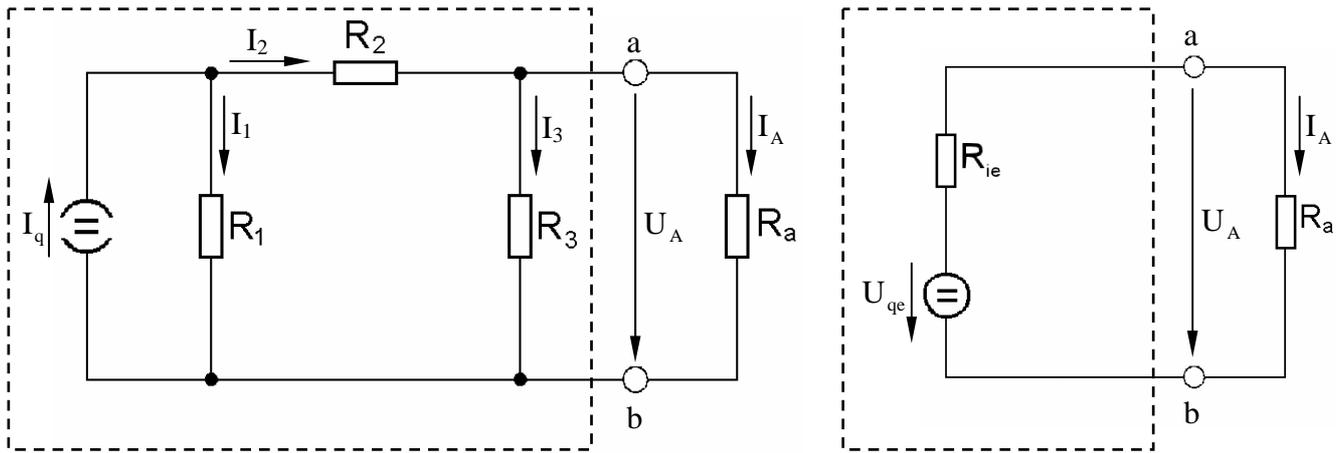
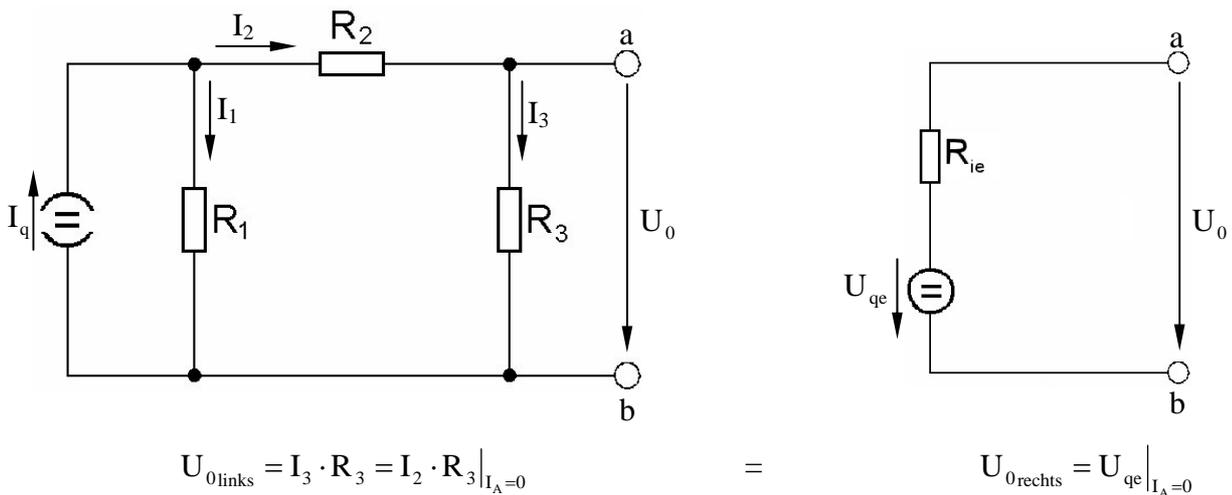


Jede Quelle wird durch zwei Punkte definiert: die Leerlaufspannung U_0 (oder U_L) und der Kurzschlussstrom I_0 (oder I_K). Die Ersatzspannungsquelle hat also bezüglich der Klemmen a und b dieselben Eigenschaften wie das ursprüngliche Netzwerk. In der unten abgebildeten Schaltung wird das umrandete Netzwerk durch die Spannungsquelle mit Innenwiderstand ersetzt; also Ersatzspannungsquelle mit Ersatzinnenwiderstand.



Die Leerlaufspannung wird ermittelt, indem man sie bei offenen Klemmen zwischen a und b berechnet. Offene Klemmen bedeutet, dass der Widerstand R_a aus der Schaltung herausgenommen wird. Hier muss man beachten, dass diese Spannung jetzt nicht mehr die Ausgangsspannung U_A ist; sie heißt und entspricht jetzt U_0 . Die Leerlaufspannung muss auf beiden Seiten gleich sein:



Auf der linken Seite sind die Ströme I_2 und I_3 gleich, weil durch die offenen Klemmen der Strom I_A gleich Null ist. Damit liegen die Widerstände R_2 und R_3 in Reihe und parallel zu R_1 . Wegen der Parallelschaltung wendet man die Stromteilerregel auf I_2 an.

| | | |
|--|--|---|
| University of Applied Sciences Cologne Campus Gummersbach Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirt. Ing. (FH) G. Danielak | <h1>Gleichspannung</h1> <h2>Ersatzspannungsquelle</h2> | <h1>Tutorium</h1> <h2>ESpQ-02</h2> <p>Stand: 19.03.2006; R0</p> |
|--|--|---|

Damit lautet die Formel: $I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot I_q$. Setzt man diesen Term für I_2 in die Gleichung für U_{0links}

ein, so erhält man: $U_{0links} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot I_q \cdot R_3$

$$\Leftrightarrow U_{0links} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot I_q$$

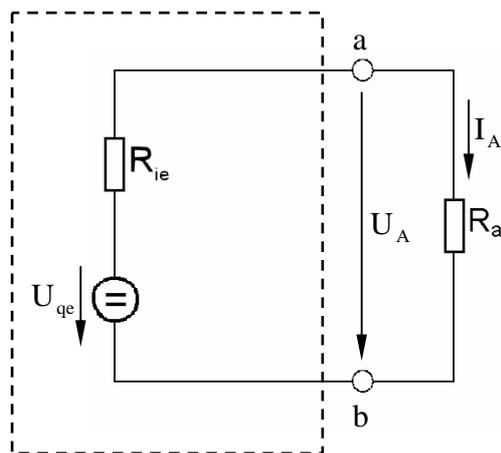
Die Leerlaufspannung auf der rechten Seite ergibt sich, weil kein Strom in dieser Reihenschaltung fließt und damit auch keine Spannung am Ersatzinnenwiderstand R_{ie} abfällt. Dadurch, dass U_{0links} gleich

$U_{0rechts}$ ist, folgt: $U_{qe} = U_0 = I_2 \cdot R_3 = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot I_q$

Der Ersatzinnenwiderstand wird ermittelt, indem man auf der linken Seite die Spannungsquelle (bzw. Stromquelle) kurzschließt (bzw. auftrennt), und dann alle Widerstände zu einem zusammenfasst. Die Stromquelle auf der linken Seite wird aufgetrennt. Damit liegen auf der linken Seite R_1 und R_2 in Reihe

und parallel zu R_3 . Daraus folgt: $R_{ie} = R_3 \parallel (R_1 + R_2) = \frac{R_3 \cdot (R_1 + R_2)}{R_3 + (R_1 + R_2)}$.

Der Grund, Ersatzquellenverfahren anzuwenden liegt darin, dass man auf diese Art und Weise sehr einfach den Laststrom I_A sowie die Spannung U_A ermitteln kann.



Die Widerstände R_{ie} und R_a liegen für die Ersatzquelle in Reihe, weil sie vom gleichen Strom I_A durchflossen werden. Legt man eine Masche von U_{qe} über R_{ie} und R_a , so erhält man durch Auflösen nach dem Strom I_A folgende Gleichung:

$$I_A = \frac{U_{qe}}{R_{ie} + R_a}$$

Die Spannung U_A wird über nach ohmsche Gesetz ermittelt:

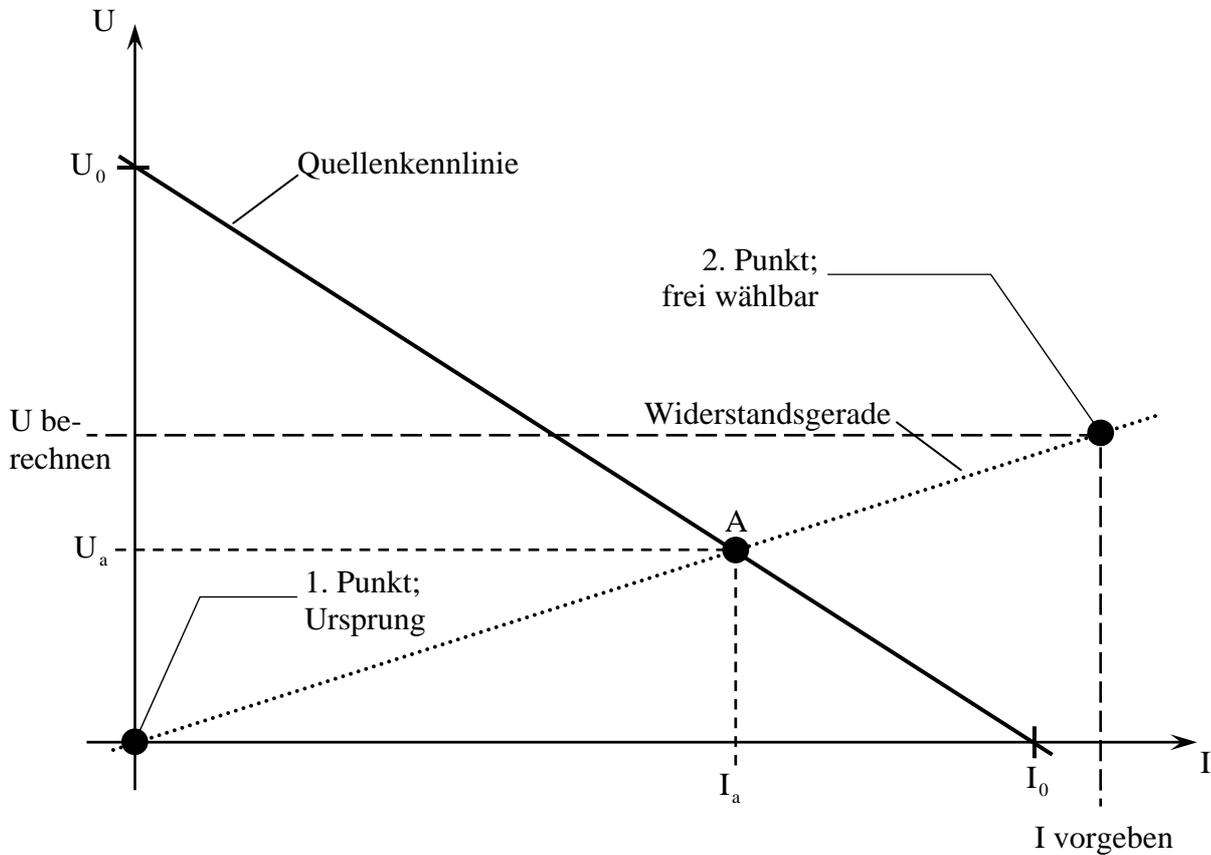
$$U_A = I_A \cdot R_a$$

Neben dieser rechnerischen existiert auch eine zeichnerische Lösung. Sie geht über das Rechnen der Leerlaufspannung und des Ersatzinnenwiderstands hinaus.

Wie eingangs beschrieben, wird eine Quelle durch zwei Punkte definiert. Für die zeichnerische Lösung muss man zusätzlich den Kurzschlussstrom berechnen, welcher der Quotient aus Leerlaufspannung und

Ersatzinnenwiderstand ist: $I_0 = \frac{U_{qe}}{R_{ie}} = \frac{U_0}{R_{ie}}$. Mit diesen beiden Punkten zeichnet man die Quellenkennlinie

ein.



Der Abschluss- oder Lastwiderstand R_a wird ebenfalls in dieses Diagramm eingezeichnet. Die Widerstandsgerade wird ebenfalls mit zwei Punkten bestimmt; und zwar über das ohmsche Gesetz. Man gibt einen Strom (Variable) vor und rechnet die dazugehörige Spannung (Abhängige) am Widerstand aus. Einer dieser Punkte ist der Ursprung, denn wenn $I_a = 0$ dann gilt auch $U_a = 0$. Der andere Punkt (Strom) ist frei wählbar. An der Stelle, wo sich beide Geraden schneiden, ist der Arbeitspunkt mit I_a und U_a .