

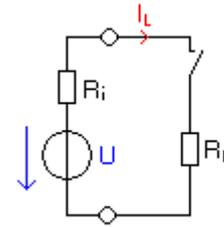
Beispiele von Berechnungen mit Innenwiderstand von Spannungsquellen.

Bei einer Batterie wird eine Leerlaufspannung (ohne Belastung, $I_L = 0$) von 9V gemessen. Wird eine Belastung von 0,2A zugeschaltet, sinkt die Klemmenspannung auf 8,7V ab.

Wie groß ist der Innenwiderstand der Batterie?

Die Klemmenspannung ist die Quellenspannung der Batterie vermindert um den Spannungsabfall über den Innenwiderstand.

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i \quad \text{daraus} \quad R_i = (U_Q - U_K) / I_L = (9V - 8,7V) / 0,2A = 1,5\Omega$$



Ein LKW-Akku hat eine Leerlaufspannung von 26V und einen Innenwiderstand im geladenen Zustand von 1Ω . Für die Belastungsströme von 0,4A, 8 A und 12A ist die jeweilige Klemmenspannung zu berechnen.

Bei dem teilweise entladenen Akku ist die Leerlaufspannung nur mehr 24V und der Innenwiderstand beträgt 2Ω . Berechne für die Belastung von 0,2A, 4A, 6A und 8A die Klemmenspannung.

Zeichne die Belastungskennlinie beider Ladungszustände in ein Diagramm und verlängere diese bis zum Kurzschlussstrom.

U_0	R_i	I_L	U_{Ri}	U_K
V	Ω	A	V	V
26	1	0,4	0,4	25,6
26	1	8	8	18
26	1	12	12	14
24	2	0,8	1,6	22,4
24	2	4	8	16
24	2	6	12	12
24	2	8	16	8

Zunächst wird für jeden Belastungsfall die Klemmenspannung berechnet.

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i = 26V - 0,4A \cdot 1\Omega = 25,6V$$

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i = 26V - 8A \cdot 1\Omega = 18V$$

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i = 26V - 12A \cdot 1\Omega = 14V$$

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i = 24V - 0,8A \cdot 2\Omega = 22,4V$$

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i = 24V - 4A \cdot 2\Omega = 16V$$

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i = 24V - 6A \cdot 2\Omega = 12V$$

$$U_K = U_Q - I_L \cdot R_i = 24V - 8A \cdot 2\Omega = 8V$$

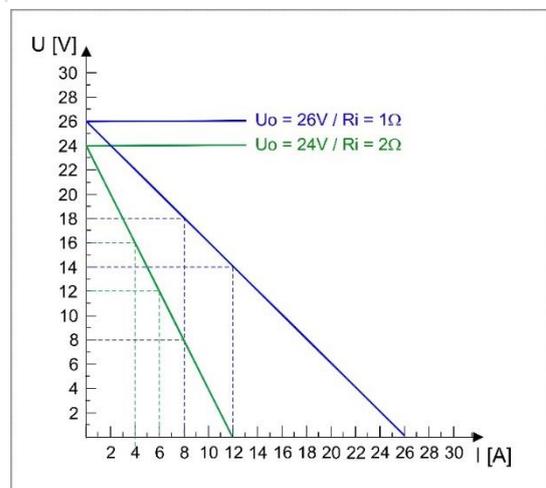
Die Tabelle ist eine rechnende [Excel-Datei](#), mit der auch andere Werte berechnet werden können.

Als Nächstes werden die die Tabellenwerte in das rechte Diagramm eingetragen.

Die Kurzschlussströme ergeben sich aus:

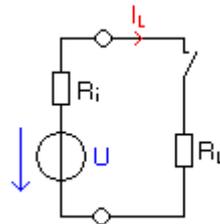
$$I_K = U_Q / R_i = 26V / 1\Omega = 26A$$

$$I_K = U_Q / R_i = 24V / 2\Omega = 12A$$



Eine Batterie hat eine Quellspeisung von 1,5V und einen Innenwiderstand von 0,3Ω. Nach Erschöpfung der Batterie beträgt der Innenwiderstand 3Ω.

Wie groß ist die Klemmenspannung der vollen und der erschöpften Batterie bei einem Belastungswiderstand von 6Ω? Berechne den Kurzschlussstrom bei voller und erschöpfter Batterie.



U_0	R_i	R_L	I_L	U_{Ri}	U_{kl}
V	Ω	Ω	A	V	V
1,5	0,3	6	0,24	0,07	1,43
1,5	3	6	0,17	0,50	1,00

Berechnung des Kurzschlussstromes:

U_0	R_i	I_{ku}
V	Ω	A
1,5	0,3	5,00
1,5	3	0,50

Volle Batterie $I_{ku} = U_0 / R_i = 1,5V / 0,3\Omega = 5A$
 Erschöpfte Batterie $I_{ku} = U_0 / R_i = 1,5V / 3\Omega = 0,5A$

Die Tabellen sind aus einer rechnende [Excel-Datei](#), mit der auch andere Werte berechnet werden können.

Ergänzung zum Beispiel mit dem 24V LKW-Akku. Die Akkus in KFZ dienen hauptsächlich zur Zündung und zum Starten der Verbrennungskraftmotoren. Für den kurzzeitigen Startvorgang können bei LKW mit Dieselantrieb Ströme von einigen 100A fließen. Dass bedeutet, dass der Innenwiderstand von solchen Starterbatterien, wie sie auch bezeichnet werden, unter 0,01Ω liegen muss, um die hohen Starterströme liefern zu können.

Hier Links zum Thema Innenwiderstand Akku <http://www.fahrzeug-elektrik.de/Eabi.htm> und
 Fahrzeugelektrik allgemein <http://www.fahrzeug-elektrik.de/E.htm>

