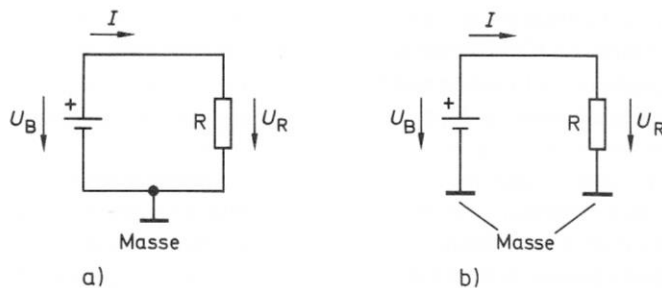


### 3.3.2 Zählpfeilsystem

Für Stromkreise ist häufig die meßtechnische oder rechnerische Bestimmung von Spannungen und Strömen erforderlich. Dabei sind sowohl der Wert als auch die Richtung der elektrischen Größen zu ermitteln. Hierbei erweist es sich als vorteilhaft oder auch als notwendig, neben den Zählpfeilen für Spannung und Strom auch einen eindeutigen Bezugspunkt festzulegen. Er wird meistens als *Masse* bezeichnet. In Gleichstromkreisen wird in der Regel als Masse der Minuspol der Gleichspannungsquelle gewählt. **Bild 3.4** zeigt zwei Beispiele der Schaltungsdarstellung mit Angabe der Masse als Bezugspunkt.

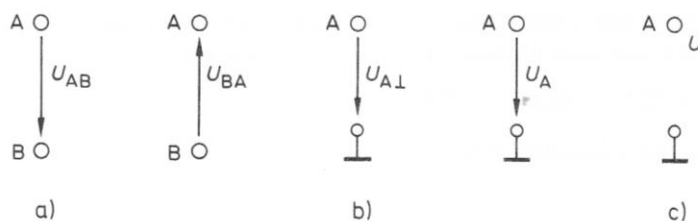


**Bild 3.4** Festlegung des Bezugspunktes durch Masse-Symbol

In Bild 3.4 a ist der Bezugspunkt durch Angabe der Masse am Minuspol der Batterie festgelegt. Bild 3.4 b zeigt eine weitere, in der Elektronik ebenfalls übliche Darstellungsform. Hierbei sind sowohl der Minuspol der Batterie als auch der Minuspol des Verbrauchers getrennt an Masse angeschlossen. Dies bedeutet, daß eine leitende Verbindung zwischen den beiden Punkten besteht, auch wenn sie bei dieser Schaltungsdarstellung nicht eingezeichnet ist.

Es ist aber keineswegs zwingend erforderlich, stets den Minuspol einer Spannungsquelle als Bezugspunkt, also als Masse, festzulegen. Gerade in elektronischen Schaltungen ist es für meßtechnische Untersuchungen oft zweckmäßig, andere Schaltungspunkte als Bezugspunkt zu wählen.

Eine elektrische Spannung ist die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten. Die Kennzeichnung einer Spannung erfolgt deshalb nicht nur durch einen Zählpfeil, sondern auch durch den Formelbuchstaben  $U$  mit Indizes. Mit diesen Indizes wird angegeben, zwischen welchen Punkten die Spannung auftritt. In **Bild 3.5** sind mehrere Beispiele einer derartigen Kennzeichnung dargestellt.

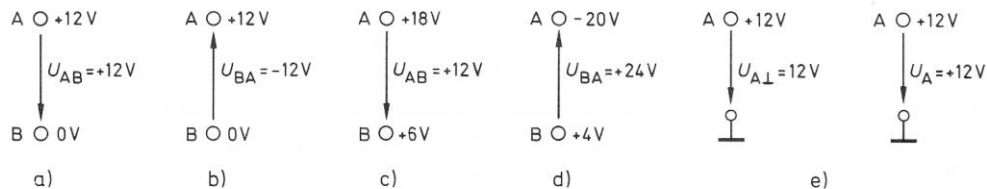


**Bild 3.5** Kennzeichnung von Spannungen durch Zählpfeile und Indizes

In Bild 3.5a erfolgt die Bezeichnung der Spannung entsprechend der Richtung der Zählpfeile. Aber auch aus der Reihenfolge der als Indizes angegebenen Buchstaben bei der Spannung  $U$  kann die Spannungsrichtung abgelesen werden. Hier gilt die Vereinbarung, daß der Bezugspunkt stets als zweiter Buchstabe angegeben wird. Ist in einer Schaltung eine eindeutige Masse gekennzeichnet und diese gemeinsamer Bezugspunkt für alle vorhandenen Spannungen, so wird im Index der Bezugspunkt der Spannung meistens nicht mehr mit angeführt. Bild 3.5b zeigt eine solche Darstellung. In

umfangreichen elektronischen Schaltplänen würde das Einzeichnen von Spannungspfeilen nur zu einer Unübersichtlichkeit führen. Daher werden in größeren Schaltungszeichnungen keine Spannungspfeile mehr eingezeichnet und bei der Spannungsbezeichnung auch die Indizes weggelassen, sofern die Masse Bezugspunkt ist. Diese vereinfachte Kennzeichnung einer Spannung ist in Bild 3.5c zu finden.

Durch die Kennzeichnung von Spannungen mit Zählpfeilen sowie Formelzeichen mit Indizes ist zwar die Richtung der Spannung, nicht aber ihre Größe angegeben. Die Angabe der Größe erfolgt daher durch zusätzliche Zahlenwerte, die sowohl positive als auch negative Vorzeichen haben können. In **Bild 3.6** werden einige Beispiele gebracht.



**Bild 3.6** Bezeichnung von Spannungswerten

In Bild 3.6a ist der Punkt A positiver als der Punkt B. Der Zählpfeil gibt die Spannungsrichtung vom positiveren zum negativeren Punkt richtig an. Der zugehörige Spannungswert ist positiv, also  $U_{AB} = +12\text{ V}$ . Dieses ist vereinbarungsgemäß die Basis für die Bezeichnung von Spannungen. Alle anderen Bezeichnungsmöglichkeiten von Spannungen lassen sich hierauf zurückführen.

Obwohl in Bild 3.6b der völlig gleiche elektrische Zusammenhang wie in Bild 3.6a besteht, muß der Spannungswert mit einem negativen Vorzeichen versehen werden. Dieses negative Vorzeichen besagt hier, daß die Richtung des Zählpfeiles nicht mit der Vereinbarung – Richtung des Zählpfeiles vom positiven zum negativen Pol – übereinstimmt. Mathematisch läßt sich daraus folgende Beziehung ableiten.

$$U_{AB} = +12\text{ V}; U_{BA} = -12\text{ V}; -U_{BA} = +12\text{ V}$$

Da beide Spannungen  $U_{AB}$  und  $-U_{BA}$  gleich 12 V betragen, gilt:

$$U_{AB} = -U_{BA}$$

Die Bilder 3.6c und d zeigen weitere Beispiele für die Kennzeichnung von Spannungen, wobei keiner der Punkte, zwischen denen die Spannung gemessen wird, auf Null- oder Massepotential liegt. In Bild 3.6e folgen noch zwei Darstellungen mit eindeutiger Masse.

<p>In Schaltbildern werden Spannungen und Ströme häufig durch Zählpfeile gekennzeichnet. Sie geben neben dem Betrag auch die Richtung der jeweiligen Größe an.</p> <p>In welcher der fünf Gleichungen ist die durch den Zählpfeil dargestellte Spannung richtig angegeben?</p> <div style="text-align: center;"> <p>A O -3V</p> <p>↓</p> <p>B O 0V</p> </div>		<p>I. 3 A 1</p>
<p>a) <math>U_{AB} = +3\text{ V}</math></p> <p>b) <math>U_{BA} = -3\text{ V}</math></p> <p>c) <math>U_{AB} = -3\text{ V}</math></p> <p>d) <math>U_{B\perp} = +3\text{ V}</math></p> <p>e) <math>U_{A\perp} = -3\text{ V}</math></p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> </div>	

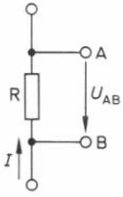
<p>In Schaltbildern werden Spannungen und Ströme häufig durch Zählpfeile gekennzeichnet. Sie geben neben dem Betrag auch die Richtung der jeweiligen Größe an.</p> <p>In welcher der fünf Gleichungen ist die durch den Zählpfeil dargestellte Spannung richtig angegeben?</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>a) <math>U_X = +10\text{ V}</math></p> <p>b) <math>U_{\perp X} = -10\text{ V}</math></p> <p>c) <math>U_{X\perp} = -10\text{ V}</math></p> <p>d) <math>U_{\perp X} = +10\text{ V}</math></p> <p>e) <math>U_{\perp X} = \pm 14\text{ V}</math></p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">I. 3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A 6</div>
---	--

<p>In welcher der fünf Zeichnungen ist die Spannung <math>U_{AB} = +3\text{ V}</math> als Zählpfeil richtig dargestellt?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↓</p> <p>B O +6V</p> <p>Ⓘ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O -3V</p> <p>↓</p> <p>B O -6V</p> <p>Ⓜ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↓</p> <p>B O -3V</p> <p>ⓂⓂ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↑</p> <p>B O -3V</p> <p>ⓂⓂ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↓</p> <p>B O -3V</p> <p>ⓂⓂ</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>a) In Zeichnung I</p> <p>b) In Zeichnung II</p> <p>c) In Zeichnung III</p> <p>d) In Zeichnung IV</p> <p>e) In Zeichnung V</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">I. 3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A 9</div>
---	--

<p>In welcher der fünf Zeichnungen ist die Spannung <math>U_{AB} = -6\text{ V}</math> als Zählpfeil richtig dargestellt?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↓</p> <p>B O +6V</p> <p>Ⓘ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↑</p> <p>B O +6V</p> <p>Ⓜ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↓</p> <p>B O -3V</p> <p>ⓂⓂ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O -3V</p> <p>↓</p> <p>B O +3V</p> <p>ⓂⓂ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>A O +3V</p> <p>↓</p> <p>B O -3V</p> <p>ⓂⓂ</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>a) In Zeichnung I</p> <p>b) In Zeichnung II</p> <p>c) In Zeichnung III</p> <p>d) In Zeichnung IV</p> <p>e) In Zeichnung V</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>  <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">I. 3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A 12</div>
---	---

<p>In einer elektronischen Schaltung wird mit einem Vielfachmeßinstrument zwischen den Punkten H und K eine Gleichspannung von <math>-9\text{ V}</math> gemessen.</p> <p>Wie wird diese Spannung richtig bezeichnet, wenn dabei die Plusklemme des Instrumentes mit Punkt K verbunden ist?</p>	I. 3 A 14	
	<p>a) <math>U_{HK} = -9\text{ V}</math></p> <p>b) <math>U_{KH} = -9\text{ V}</math></p> <p>c) <math>U_K = +9\text{ V}</math></p> <p>d) <math>U_K = -9\text{ V}</math></p> <p>e) <math>U_{KH} = \pm 9\text{ V}</math></p>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

<p>In einer elektronischen Schaltung wird mit einem Vielfachmeßinstrument zwischen den Punkten L und S eine Gleichspannung von <math>600\text{ mV}</math> gemessen.</p> <p>Wie wird diese Spannung richtig bezeichnet, wenn dabei die Minusklemme (<math>\perp</math>) des Instrumentes mit Punkt S verbunden ist?</p>	I. 3 A 15	
	<p>a) <math>U_{LS} = -600\text{ mV}</math></p> <p>b) <math>U_{LS} = \pm 600\text{ mV}</math></p> <p>c) <math>U_{SL} = +600\text{ mV}</math></p> <p>d) <math>U_{SL} = \pm 600\text{ mV}</math></p> <p>e) <math>U_{LS} = +600\text{ mV}</math></p>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

<p>In einem Stromkreis fließt ein Strom <math>I = -0,5\text{ A}</math> in der dargestellten Richtung durch den Widerstand <math>R = 10\ \Omega</math>.</p> <p>Wie groß ist die Spannung <math>U_{AB}</math> am Widerstand <math>R</math>?</p> <p>RECHNUNG</p>	I. 3 C 4	
		<p>a) <math>U_{AB} = +5\text{ V}</math></p> <p>b) <math>U_{AB} = +2,5\text{ V}</math></p> <p>c) <math>U_{AB} = -5\text{ V}</math></p> <p>d) <math>U_{AB} = -2,5\text{ V}</math></p> <p>e) <math>U_{AB} = +25\text{ mV}</math></p>