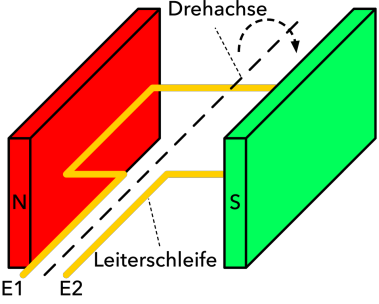
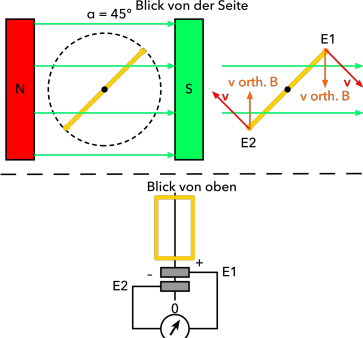
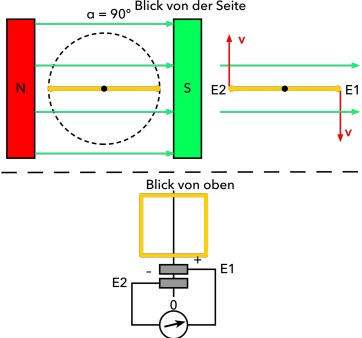
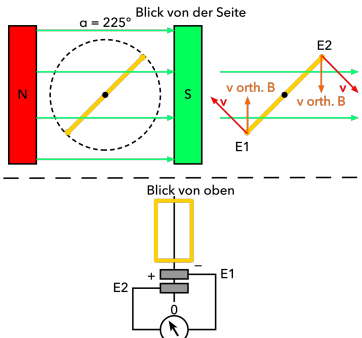
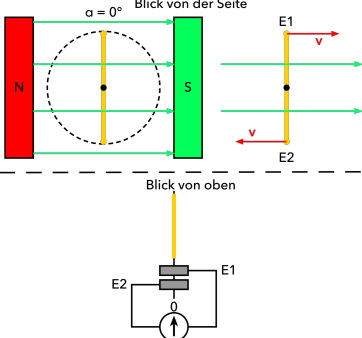


## Erklärung „Entstehung einer Wechselspannung“ mit der Lorentzkraft (schwierig)

| Bild                                                                                | Beschreibung/Erklärung                                                                                                                                                                                        | Mathematik                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>In einem metallischen Leiter befinden sich frei bewegliche, elektrisch negativ geladene Elektronen.</p> <p>Mit der sich drehenden Leiterschleifen werden diese Elektronen im magnetischen Feld bewegt.</p> | <p>Auf bewegte Ladungen im magnetischen Feld wirkt die Lorentzkraft:</p> $F_L = e \cdot B \cdot v \cdot \sin \alpha$ <p>Dabei ist <math>\alpha</math> der Winkel zwischen <math>B</math> und <math>v</math>.</p> |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |
|  |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |

# Puzzleteile:

| Bild                                                                                | Beschreibung/Erklärung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Mathematik                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Der Winkel zwischen den Komponenten <math>v</math> und <math>B</math> ist verschieden von <math>0^\circ</math> bzw. <math>180^\circ</math>. Es tritt eine Komponente <math>v \perp B</math> auf. Damit existiert eine Lorentzkraft auf die Elektronen. In <math>E1</math> wirkt <math>F_L</math> in die Blattebene hinein, in <math>E2</math> heraus. Die Elektronen werden verschoben. Dadurch entsteht ein Ladungsunterschied und es ist</p> | $F_L \neq 0,$ $\text{da } \sin \alpha \neq 0 \text{ f\"ur } 0^\circ < \alpha < 180^\circ$ $\Rightarrow U_{ind} \neq 0$        |
|    | <p>Der Winkel zwischen den Komponenten von <math>v</math> und <math>B</math> liegt zwischen <math>180^\circ</math> und <math>360^\circ</math>. Es wiederholen sich die Situation für die Winkel zwischen <math>0^\circ</math> und <math>180^\circ</math>, nur mit einem umgekehrten Vorzeichen.</p>                                                                                                                                               | $F_L =  F_{L,max} ,$ $\text{da } \sin 90^\circ = 1 \text{ bzw. } \sin 270^\circ = -1$ $\Rightarrow  U_{ind}  =  U_{ind,max} $ |
|  | <p>Der Winkel zwischen <math>v</math> und <math>B</math> ist <math>0^\circ</math> bzw. <math>180^\circ</math>. Die Lorentzkraft ist Null, weshalb es zu keiner Ladungstrennung kommt. Somit ist die Spannung an den Leiterenden ebenfalls Null.</p>                                                                                                                                                                                               | $F_L = 0,$ $\text{da } \sin 0^\circ = \sin 180^\circ = 0$ $\Rightarrow U_{ind} = 0$                                           |
|                                                                                     | <p>Der Winkel zwischen den Komponenten <math>v</math> und <math>B</math> ist <math>90^\circ</math> bzw. <math>270^\circ</math>. Der Betrag von <math>v</math> ist gleich der Komponente <math>v \perp B</math>. Die Lorentzkraft erreicht ihr Maximum. In <math>E1</math> wirkt <math>F_L</math> in die Blattebene hinein, in <math>E2</math> heraus. Die Elektronen werden verschoben. Dadurch entsteht ein maximaler Ladungsunterschied</p>     | $F_L \neq 0,$ $\text{da } \sin \alpha \neq 0 \text{ f\"ur } 180^\circ < \alpha < 360^\circ$ $\Rightarrow U_{ind} \neq 0$      |