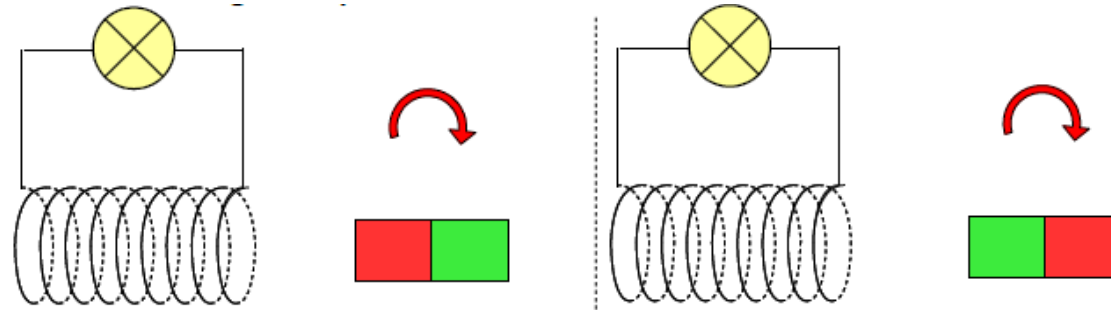


Die großtechnologische Nutzung der Induktion zur Stromerzeugung gelang durch die Anwendung auf rotierende Spulen (da diese Bewegung ohne Unterbrechung ablaufen kann). Auf diese Weise erzeugt Dein Dynamo am Fahrrad ebenso Strom, wie die Generatoren in Wärme-, Wind- und Wasserkraftwerken.

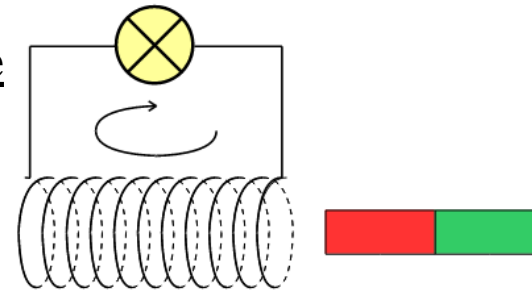
Der Grund für die Induktion liegt hier auch wieder in der Änderung des magnetischen Flusses, der den Spulenquerschnitt durchsetzt. Im Fall der Rotation ändert sich dabei nicht nur der Betrag des Flusses, sondern auch seine Richtung (= Richtung der Feldlinien) bezogen auf die Spule. Diese Begründung hast Du in der 10. Jgst. als "alternative Induktionsregel" kennengelernt. Diese ist lediglich eine anschauliche Formulierung des allgem. Induktionsgesetzes.

4.4 Induktion in rotierender Spule

Experiment: rotierender Magnet



Experiment: rotierende Spule



Beobachtung und Erklärung:

Rotiert eine Spule in einem Magnetfeld, so wird in ihr eine

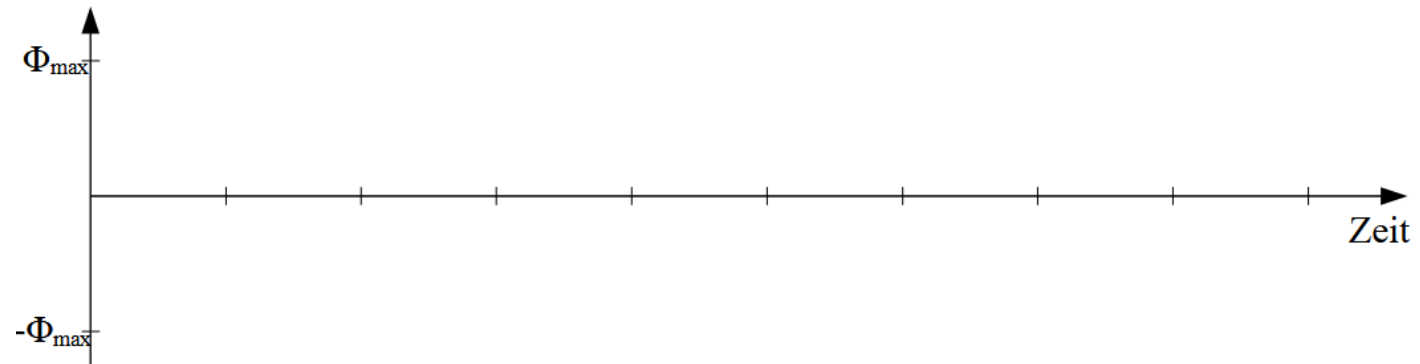
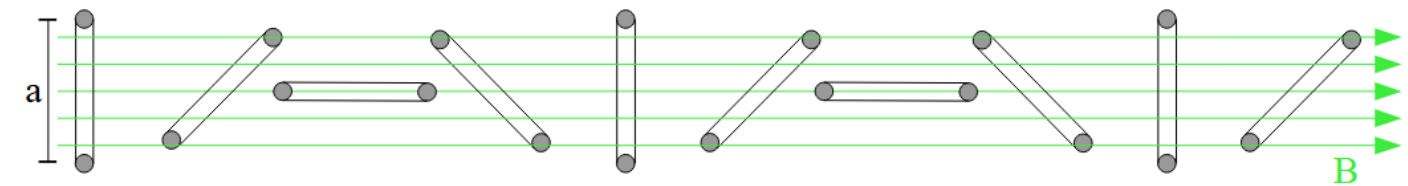
..... Der gleiche Effekt tritt auch auf, wenn die Spule ruht und der Magnet rotiert.

Grund: In einer Leiterschleife (Spule) tritt **Induktionsstrom** auf, wenn sich

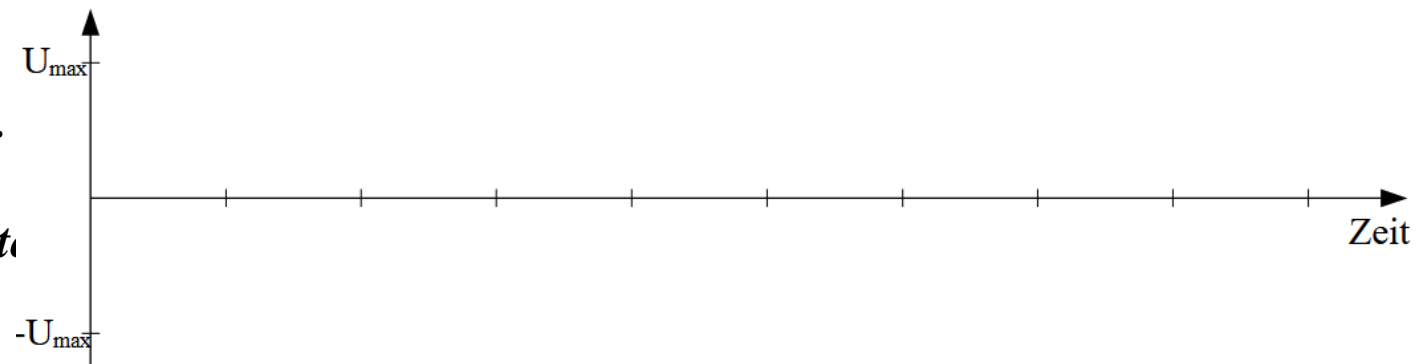
die durch sie hindurchgehen oder deren zur der Schleife **ändert (das bedeutet, der magn. Fluss ändert sich)**.

Für diese theoretische Herleitung betrachten wir nur eine einzige Windung. Deren Lage während der Rotation ist in der oberen Bildreihe nebeneinander (die Windung bleibt bei der Rotation natürlich an der gleichen Stelle) in Seitenansicht dargestellt. Jede Position korrespondiert dabei mit einem Zeitpunkt auf der Zeitachse der beiden Diagramme darunter.

Zeitlicher Verlauf des Flusses und der Induktionsspannung:



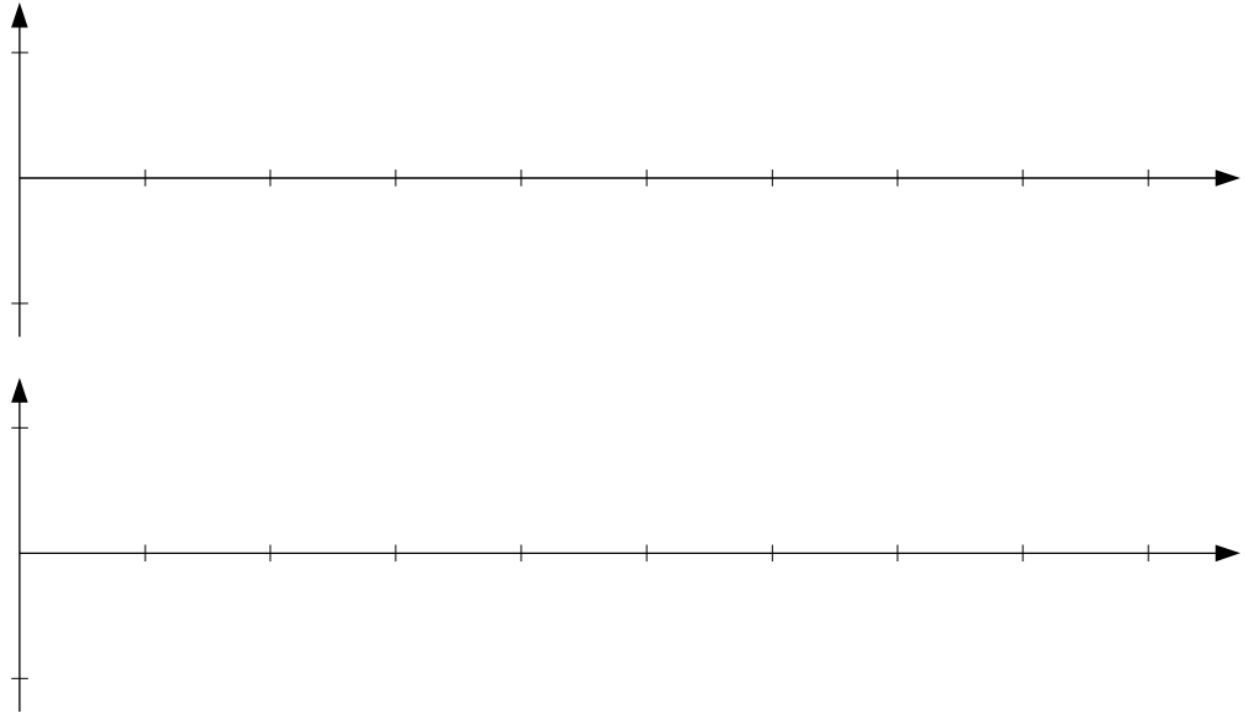
Entnimm erst für die 1., 3., 5., ... Position der Schleife den magnetischen Fluss (in Form der Anzahl der Feldlinien durch die Schleife) und trage ihn in das erste Diagramm ein (die Orientierung der Fläche lässt auch negative Werte zu). Für die schrägen Lagen (2., 4., ...) ist die Bestimmung des Flusses nicht so einfach. Du kannst die Anzahl der Feldlinien nehmen oder die Projektion der Fläche bestimmen. Die Spannung ergibt sich dann nach dem Induktionsgesetz als Differentialquotient (= Ableitung) der ersten Kurve.



Eine quadratische Spule mit 10 cm Kantenlänge und 20 Windungen rotiert in einem homogenen magnetischen Feld der Flussdichte $B = 80 \text{ mT}$ mit einer Drehzahl von 3000 Umdrehungen pro Minute.

- a) Berechne Frequenz, Periodendauer und Winkelgeschwindigkeit der Rotationsbewegung.*
- b) Berechne den maximalen magnetischen Fluss durch die Spule.*
- c) Stelle den Funktionsterm für die t - Φ -Funktion auf (mit konkreten Zahlenwerten). Dabei ist die Spulenachse zum Zeitpunkt 0 parallel zu den Feldlinien orientiert.*
- d) Leite davon die t - U_i -Funktion ab.*
- e) Stelle beide Funktionen mit Diagramm dar (auf der nächsten Folie).*

Training: Fortsetzung der Aufgabe



Anmerkung:

Da die Erzeugung unseres Stromes für Haushalt und Industrie mit rotierenden Spulen erfolgt, zeigt auch der Strom aus der Steckdose den typisch sinus-(cosinus-)förmigen zeitlichen Verlauf (Wechselstrom). Dadurch entstehen bei Transformatoren (Netzteilen), Induktionskochfeldern und beim kabellosen (induktiven) Laden Magnetfelder mit sinus-(cosinus-)förmigem Verlauf. Auch wenn hier bei der Nutzung vor Ort nichts mehr rotiert, werden damit wieder cosinus-(sinus-)förmige Spannungen induziert (siehe diverse Abi-Aufgaben).

Selbst-Check:

- **rotierender Magnet bzw. rotierende Spule**
- **zeitlicher Verlauf von magnetischem Fluss und induzierter Spannung**
- **Funktionsterme und Diagramme**

Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik finden sich mehrere Aufgaben zu rotierenden Spulen unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektromagnetische Induktion - Induktion durch Änderung der Winkelweite Aufgaben**. Zusätzlich gibt es bei **Induktion Änderung der magnetischen Flussdichte Aufgaben** auch Beispiele zum "Induktionskochfeld" und der "elektrischen Zahnbürste" (siehe Anmerkung).