S.165 Nr. 4

- Stab bewegt sich im hom. Magnetfeld => Spannung U zwischen den Enden
- Stab fällt frei => v nimmt zu
- Zunahme von v => Zunahme von U
- U berechnen: v = ?
- Freier Fall: v kann berechnet werden

Also:

- Berechne v nach 0,20 m und 1,05 m Fallstrecke
- Berechne daraus U nach 0,20 m und 1,05 m
- Untersuche, wie U von t abhängt (v(t) beim freien Fall bekannt)

Es folgen zwei Lösungsalternativen.

Weil sich der Stab senkrecht zu den Feldlinien immer schneller bewegt, wird zwischen seinen Enden eine Spannung gemäß $U = Blv$ induziert.

Um den Wert der Spannung beim Ein- und Austritt zu berechnen, verwenden wir die Beziehung zwischen Fallstrecke und Falltempo (S.32)

$$v = \sqrt{2gy} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}20m} = 1{,}98 \frac{m}{s}$$

Und analog $v = 4{,}54 \frac{m}{s}$ beim Austritt. Damit folgt

$$U = 2 \cdot 10^{-4} T \cdot 0{,}50\, m \cdot 1{,}98 \frac{m}{s} = 0{,}20\, mV$$

Bzw. $U = 0{,}45\, mV$.

Bis zum Eintritt benötigt der Stab $t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}20m}{9{,}81 \frac{m}{s^2}}} = 0{,}20s$, bis zum Austritt 0,46s. Wegen $v(t) = gt$ beim freien Fall ist auch der Spannungsverlauf linear.

Da der Leiter im homogenen Magnetfeld frei fällt, nimmt das Falltempo gemäß $v(t) = gt$ zu und es wird eine Spannung zwischen den Enden des Leiters induziert:

$$U(t) = Blv(t) = Blgt.$$

Diese Beziehung gilt allerdings erst, nachdem der Leiter bereits 20 cm gefallen ist. Wir berechnen also zusätzlich die Fallzeit für 0,2 m:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}20m}{9{,}81\frac{m}{s^2}}} = 0{,}20s.$$

Das Magnetfeld wird dementsprechend nach $0{,}46s$ wieder verlassen. Die Spannung wächst also linear von

$$U(0{,}20s) = 2 \cdot 10^{-4}T \cdot 0{,}50m \cdot 9{,}81\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}20s = 1{,}96 \cdot 10^{-4}V$$

auf $U(0{,}46s) = 4{,}51 \cdot 10^{-4}V$ an.