Linearer Induktions/–Synchronmotor

Gruppenmitglieder:
Thorben Holländer, Julian Brüggemann, Benedict Hagenkötter, Martin Menzen, Olaf van den Bosch

Versuchsziel und physikalische Grundlagen

Ziel unseres Versuches ist die Untersuchung des Elektromagnetismus als Antriebsmöglichkeit.
Dies soll durch die Erzeugung eines magnetischen Wanderfeldes, in dem ein Induktionsschwert beschleunigt wird, erreicht werden.
Das Wanderfeld entsteht durch Superposition von Magnetfeldern einzelner mit Wechselstrom betriebener Spulen, deren Strom um jeweils 120° Phasenverschoben ist. (vgl. Abb.1)

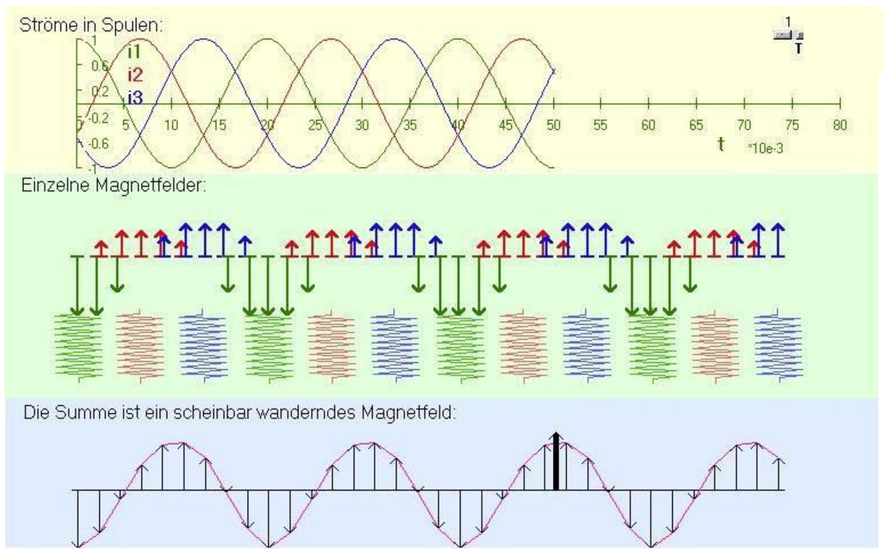
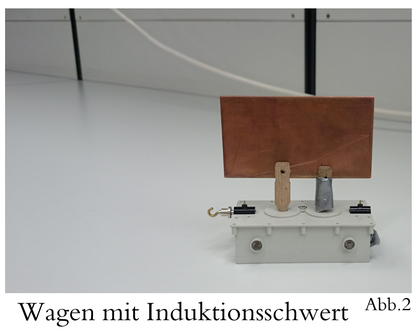


Abb.1

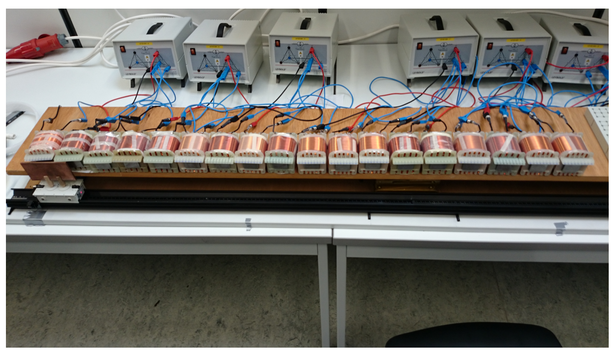
Durch das Wanderfeld wird im Induktionsschwert ein Strom induziert, sodass dieses über die Lorentzkraft in die Wanderrichtung beschleunigt wird.
Im Falle des linearen Synchronmotors werden Magnete mit alternierender Polarität auf dem zu beschleunigenden Objekt in das Wanderfeld, im Abstand der Polung des bewegten Feldes, angebracht.
Die Beschleunigung kommt hier durch die Wechselwirkung aus Wander- und stationärem Feld zustande.

Versuchsaufbau und Durchführung

Im Versuch beschleunigen wir einen Wagen auf einer Schiene, an dem wir sowohl unsere Induktionsschwerter, als auch unsere Magnete befestigen können (Abb.2).
Für unser Wanderfeld benutzen wir 18 Spulen die in Tripeln an insgesammt 6 Drehstromtrafos angeschlossen sind (Abb.3), wobei der Strom wie beschrieben um jeweils 120° verschoben ist.



Wagen mit Induktionsschwert Kupfer Abb.2



Beschleunigungsschiene mit Spulen und Wagen Abb.3

Zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung wird ein Laserabstandsmesser (Cassy lab) verwendet, während die Strom- und Spannungswerte über eine Messkarte und Labview aufgenommen werden.
Zunächst wird jedoch die auf unseren Wagen wirkende Reibungskraft bestimmt.
Hierfür beschleunigen wir den Wagen indem wir ein Gewicht bekannter Masse über eine Umlenkrolle fallen lassen, sodass wir aus der Differenz von Gewichtskraft und effektiver Kraft die Reibung bestimmen können.
Eine Beispielmesseng ist Abb.4.

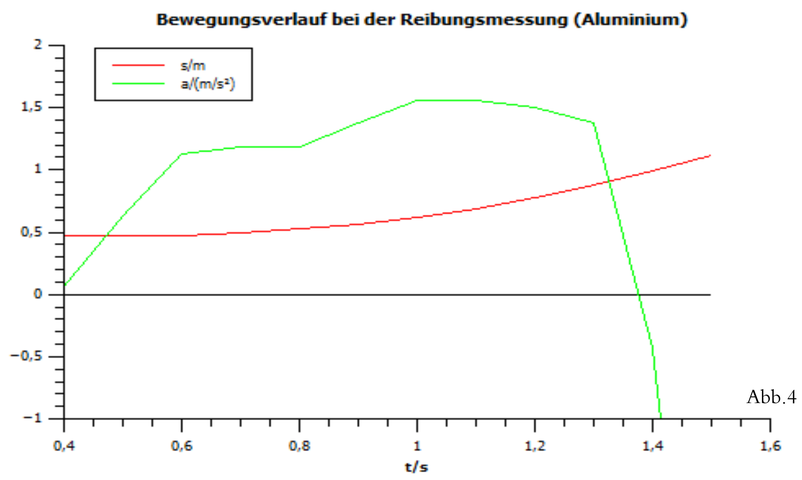


Abb.4

Im Anschluss werden die Messreihen für unsere Induktionsschwerter aus Kupfer und Aluminium aufgenommen.
Zum Schluss soll der lineare Synchronmotor auf Realisierbarkeit getestet und auf die selbe Weise vermessen werden.

Ergebnisse und Auswertung

Linearer Induktionsmotor

Von den drei getesteten Induktionsschwertern (Edelstahl, Kupfer, Aluminium) ließ sich nur mit Edelstahl, wie erwartet, keine Beschleunigung erwirken.

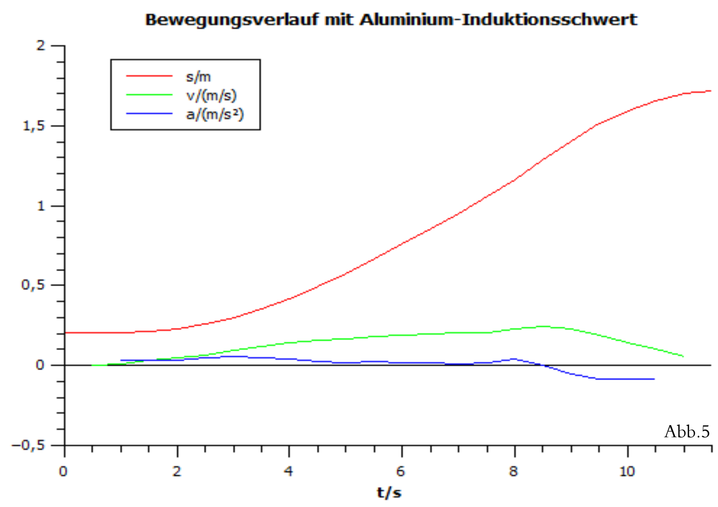


Abb.5

Die beiden anderen Induktionsschwerter konnten jedoch beschleunigt werden, wobei Kupfer trotz des höheren Gewichts eine ähnliche Geschwindigkeit erreichte. Dies erkären wir uns mit der höheren Leitfähigkeit des Kupfers (siehe Abb.7). Dies wird auch an den Besispielmessreihen deutlich (Abb. 5+6).

Sowohl die erreichten Geschwindigkeiten, als auch der Wirkungsgrad blieben unter unseren Erwartungen.
Gründe hierfür waren unter Anderem die unerwartet hohe Reibung und der schwer minimierbare Abstand des Wagens zu den Spulen, sowie die suboptimale Drehstromfrequenz und der zu geringe Strom.

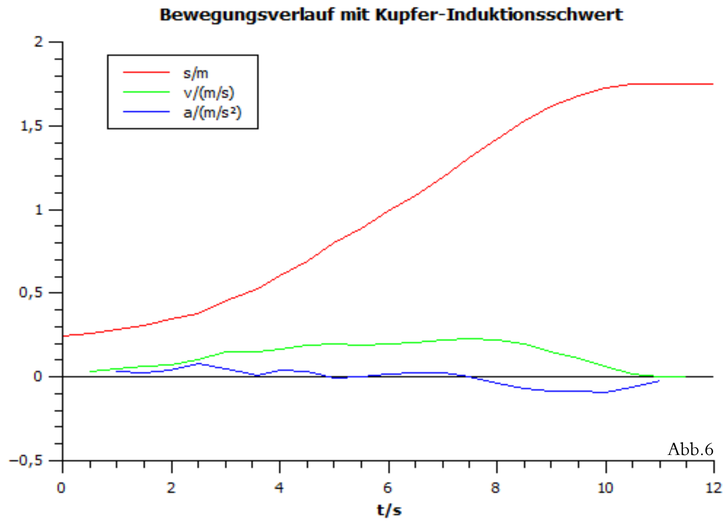


Abb.6

	Kupfer	Aluminium
v/ m/s	0,207 +/- 0,022	0,219 +/-0,018
F_r/ N	0,184 +/- 0,015	0,183 +/- 0,012
η / %	(1.5*10 +/- 0,3)^-6	(0,89 +/-0,2)*10^-6
η bereinigt / %	(3.3*10 +/- 0,3)^-5	(3,06 +/-0,25)*10^-5

Abb.7

v - durchschnittlich erreichte Geschwindigkeit
Fr - Rollreibung
η - Wirkungsgrad, bereinigt bedeutet hier das Hereinrechnen der Reibung

Linearer Synchronmotor

Trotz der Erprobung verschiedener Aufbauvarianten ließ sich ein Synchronmotor mit den von uns verwendeten Permanentmagneten nicht realisieren.
Die nicht regelbare Drehstromfrequenz ist auch hier ein Problem, da sich das magnetische Wanderfeld mit einer zu hohen Gechwindigkeit bewegte. Die Permanentmagnete konntenb so die Frequenz der wandernden Pole nicht aufnehmen , da die wirkende Kraft zu stark fluktuierte um die Trägheit und Reibung zu überwinden.

Optimierungen und Vergleich technischer Anwendungen

Die wichtigsten Punkte zur Optimierung des Versuchaufbaus sind
-Regulierbare Drehstromfrequenz
-Größere Stromstärke und höhere Spannung
-Minimierung der Reibung
-Einzelne Ansteuerung von Spulen/Wagen über Computer
-Stabilerer Spulenaufbau

Bei modernen technischen Anwendugen des Elektromagnetismus als Antrieb (z.B. Transrapid) werden in der Regel statt der von uns verwendeten gewöhnlichen Spulen Einzelwindungen verwendet, die mit ca. 1300A betrieben werden.
Solche Aufbauten sind für uns nicht realisierbar.

Wegen des unerwarteten Ergebnisses haben wir noch Überlegungen zu alternativen Aufbau/Nutzungsgsmöglichkeiten angestellt.

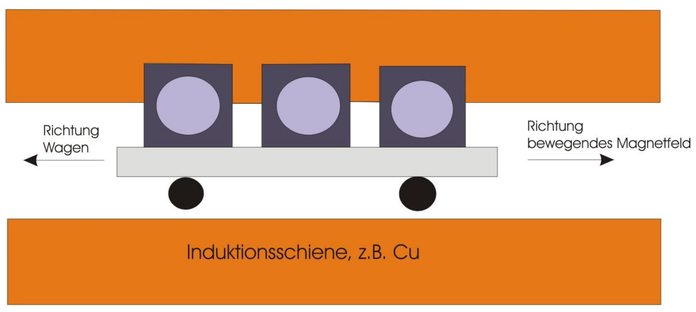


Abb.8

Invertierter Aufbau: eine alternative Aufbauvariante ist ein bewegliches Spulentripel zwischen 2 Induktionsschienen aus Kupfer (Abb. 8).
Der Wagen bewegt sich hier in entgegengesetzter Richtung zum Wanderfeld.