

Magneten erzeugen Bewegung

Es wird gezeigt wie aus Magnetkräften mechanische Arbeit erzeugt werden kann.

In den vergangenen Jahren wurde eine wesentliche Eigenschaft von (Permanent-) Magneten weiterentwickelt: die Kräfte, die von den ihnen ausgehen, haben eine bisher nicht gekannte Stärke erreicht. So kann mit dem Legierungsbestandteil Neodym (ein Element der sogenannten seltenen Erden) ein vielfaches der üblichen magnetischen Feldstärke erreicht werden. Als Folge davon lassen sich grosse Induktionen in den Eisenkreisen erzeugen.

Dadurch wurde mein Experimentiergeist von neuem angeregt, sich mit den Eigenschaften des Magnetismus zu beschäftigen. Durch die Möglichkeiten des Internets ist es kein Problem, sich nach den eigenen Fähigkeiten und Neigungen aus der virtuellen Datenbank zu informieren. Indem der geneigte Leser die angegebenen Schlagworte mit seiner bevorzugten Suchmaschine nachschlägt, erhält er weitergehende Informationen und kann selbst, je nach Kompetenz noch weiter in die Tiefe steigen.

Gibt man bei einer Suchmaschine das Schlagwort „Magnetmotor“ ein, so erhält man viele Beispiele und Bilder von Ideen, wie eine Kraftwirkung oder eine Drehung erzeugt werden könnte. Ich beschäftige mich schon geraume Zeit damit, direkte Bewegung aus magnetischer Energie zu erzeugen und die Experimente stimmen mich zuversichtlich. Dies ist im folgenden Bericht und in seinen Abbildungen dargestellt. Als Materialgrundlage wurden Auszüge aus der vorläufigen Entwicklerdokumentation hergenommen und entsprechend aufbereitet.

In diesem Sinne wird es möglich, sich mit relativ geringem Aufwand einer Sache zu widmen, die das Zeug hat die Gesellschaft zu verändern und ihr zu einer neuen Aufbruchstimmung zu verhelfen, nämlich kontinuierliche Bewegung aus Permanentmagneten zu schaffen. Das ist dann der Magnetmotor. Deshalb habe ich mich entschlossen, die Ergebnisse meiner Versuche zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Allgemeinheit zur Diskussion und der praktischen Arbeit offen zu legen.

Selbst wenn man dieses Ziel noch als Vision abtun möchte, wird die entsprechend motivierte Entwicklergemeinde bald weitere Ergebnisse präsentieren. Aber es gibt noch einiges zu tun.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben wir in Deutschland schon einmal erleben können, mit welcher Begeisterung die Entwicklung der Elektrotechnik ihren Anfang nahm. Das dynamoelektrische Prinzip hat damals der Entwicklung der Gleichstrommaschine ihre Bedeutung gegeben. Jetzt stehen wir möglicherweise vor einer Zeit der Erfindungen mit den neuen Magnetwerkstoffen. In Anlehnung daran möchte ich das zugrunde liegende Prinzip der direkten Bewegungserzeugung das „magnet-dynamische“ oder das „magnet-motorische“ nennen.

Westerhorn, im März 2015
Wolfgang David

1. Betrachtungen zum Eisen als magnetischer Werkstoff

Wenn wir uns vorstellen, dass ein Stück Eisen in seiner Kristallstruktur bereits aus Elementarmagneten zusammengesetzt ist, so folgt daraus, dass die magnetischen Eigenschaften des Materials zwar vorhanden sind, aber nicht immer äußerlich in Erscheinung treten. Die Überlegung geht davon aus, dass je nach Ordnung in der Kristallstruktur die Magnetkräfte bemerkbar sind, welche als Anziehung und Abstoßung bekannt sind. Unordnung in den Elementarmagneten geben im Gegensatz dazu die unmagnetische Beschaffenheit vor. Magnetisches Verhalten ist gebunden an die feinstoffliche Ordnung und bedeutet, dass die Elementarmagnete (je nach erregender Feldstärke) mehr oder weniger in die gleiche Richtung zeigen. Nach der Definition gehen die Feldlinien aus dem Nordpol heraus und in den Südpol hinein. Sie haben keinen Anfang und kein Ende, sind also geschlossene Linienzüge.

Elektrische Maschinen machen bei der Verrichtung von Arbeit reichlich Gebrauch von den Magnetkräften. Die Maschinen wurden üblicherweise zweigeteilt aufgebaut und bestehen aus Stator (Ständer) mit einem rotierenden Teil in der Mitte, dem Rotor (Läufer). Ein Luftspalt zwischen beiden ist notwendig, damit überhaupt eine gegenseitige Drehung möglich ist. Dieses Prinzip aus den Anfangszeiten der elektrischen Maschinen hat sich bis heute nicht geändert. Der magnetische Widerstand des Luftspaltes benötigt fast die gesamte Erregerleistung, wohingegen die magnetische Erregung in den übrigen eisenführenden Maschinenteilen fast vernachlässigbar ist. Das bedeutet auch, dass man den Luftspalt einer Maschine möglichst gering halten will.

Elektromagnetismus ist leicht zu beeinflussen, da dieser direkt vom wirksamen Strom abhängt. Kein Strom bedeutet kein Magnetismus (in einer Luftspule). Die umgepolte Stromrichtung ergibt auch eine Umpolung des Magnetfeldes. Große Stromstärke ergibt eine starke Erregung (= starkes Magnetfeld). Geringe Stromstärke ergibt ein schwaches Magnetfeld.

Der Läufer (Anker) eines Gleichstrommotors trägt die Wicklungen, deren Enden auf Kupferlamellen (Kollektor) heraus geführt sind. Der darüber zugeführte Strom magnetisiert den Läufer (in einer bestimmten Richtung) so, dass er im Zusammenspiel mit dem Magnetfeld des Ständers (Gehäuse) eine Drehbewegung beginnt. Diese käme aber spätestens nach einer halben Umdrehung zum Erliegen, da die zusammen wirkenden Magnetfelder (Läufer und Ständer) kein Drehmoment mehr ergeben. Die Erfindung dabei ist, dass der Läuferstrom über schleifende Bürsten zugeführt wird. Bewegt sich der Läufer weiter, so rückt ein neues Paar Schleifkontakte unter die Bürsten und übernimmt die Stromzuführung, schaltet somit auf eine neue Magnetspule um. So wird die Drehung aufrecht erhalten und der Motor läuft.

→ Magnetismus	→ Neodym	→ Hystereseschleife
→ Elementarmagnete	→ Permanentmagnet	→ magnetische Feldstärke
→ Bloch Wände	→ Anziehung	→ unipolar Maschine
→ Magnetische Induktion	→ Abstoßung	

2. Permanentmagnete

Die heutigen Werkstoffe, welche zum Bau von Permanentmagneten verwendet werden, haben eine sehr hohe Koerzitivfeldstärke und können im Eisenkreis sehr hohe Induktionen erzeugen. Da in der physikalischen Lehre der fließende Strom die Ursache eines Magnetfeldes einnimmt, kann man im Umkehrschluss behaupten, dass bei einem Permanentmagneten innere atomare Ströme wirksam sind, welche jene innere Feldstärke verursachen, dass sich ein äußeres Magnetfeld bemerkbar macht. Dieses ist immer vorhanden, deshalb die Bezeichnung „Permanent“-Magnet. Magneten üben eine Kraftwirkung auf ihre Umgebung aus, wenn sie denn aus magnetisierbarem Material besteht. Sie ziehen magnetisierbares Material an (z. B. Eisen).

Die Stromwirkung aus einem Permanentmagneten kann man sich als „Supraleitung bei Raumtemperatur“ vorstellen, ein kostenloser Schatz der Natur: keine Kupferwicklung, kein Erregerstrom, keine Tieftemperaturkühlung, keine Taschenlampenbatterie. Ist einfach nur da und funktioniert.

Die Erzeugung von magnetischer Feldstärke kann durch besondere Legierungen geschehen, wie hier zum Beispiel NeodymEisenBor (NeFeB). Sie sind es, die über die Feldstärke die magnetische Induktion erzeugen, die wir durch die Feldlinien sichtbar machen können. Sie sind am einfachsten sichtbar zu machen mittels Eisenfeilspänen, die am interessierenden Feldbereich auf ein zwischengelegtes Papier ausgestreut werden. Die Eisenfeilspäne ordnen sich dann längs der Feldlinien an. Wir werden mit Eisen (Weicheisen) als Magnetwerkstoff unsere Magneten bauen, die ihre magnetischen Eigenschaften durch Einbringung von einem Permanentmagneten (Neodymlegierung) in den Eisenkreis erhalten.



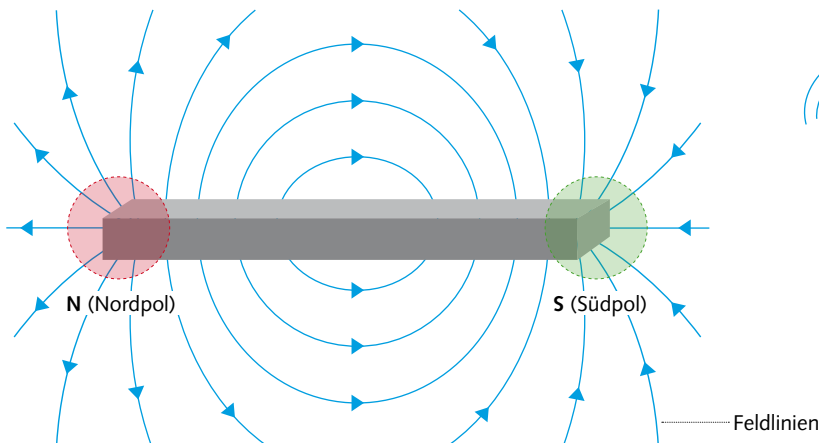
3. Zwischenspiel: Betrachtungen anhand eines Hufeisenmagneten

Ein Hufeisenmagnet entsteht einfach dadurch, dass man einen magnetischen Eisenstab, bestehend aus Nord- und Südpol u-förmig faltet (Hufeisen). Die beiden Enden von Nord- und Südpol stehen sich dann parallel gegenüber. Da nun beide Pole die gleiche Ausrichtung haben und nebeneinander liegen, wird die magnetische Wirkung verdoppelt. Nähert man dem Polpaar ein Eisenstück, wird man eine Anziehungskraft bemerken die um so größer wird, je kleiner der Abstand der Teile wird.

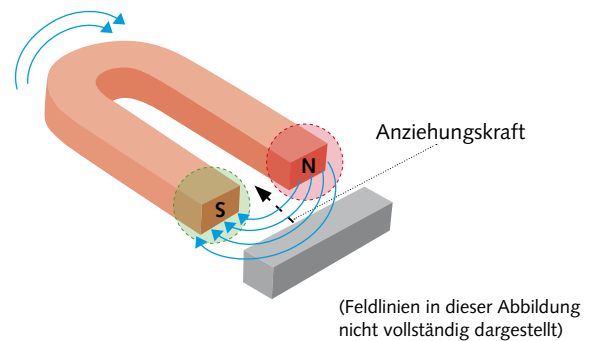
Durch die Kraft der Anziehung kann Arbeit verrichtet werden, aber nur ein Mal. Will man das Spiel wiederholen, so muss das angezogene Eisenstück durch Kraftaufwand erst wieder entfernt werden. Dann kann durch erneutes Anziehen wieder Arbeit verrichtet werden. Es wird die Arbeit wiedergewonnen, die vorher durch die Trennung von Eisenstück und Magnet hinein gesteckt worden ist. In den Lehrbüchern der Physik wird das als Nullsummenspiel dargestellt, denn Arbeit kann nicht gewonnen werden. Das bedeutet, dass es nicht möglich sein wird, dieses Prinzip der Anziehung zur Erzeugung von kontinuierlicher Arbeit einzusetzen.

Abbildung siehe nächste Seite

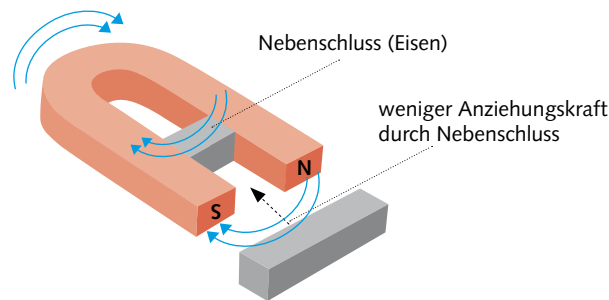
Perspektivische Darstellung eines Quaders



Hufeisenmagnet und Eisenquader



4. Einfluss eines Nebenschlusses am Hufeisenmagnet



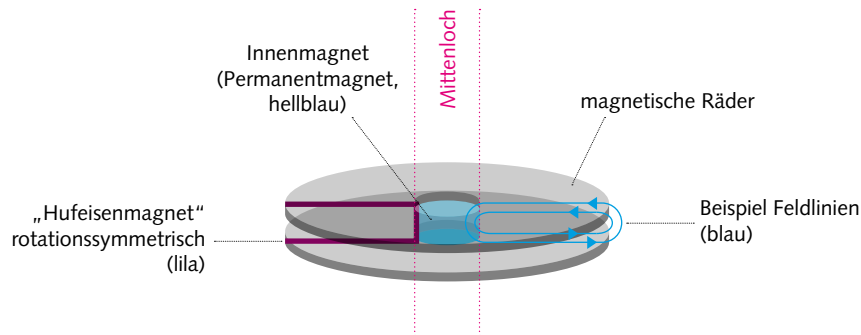
Wenn ein Hufeisenmagnet mit einem Nebenschluss zwischen seinen Schenkeln versehen wird, so ist unmittelbar einsichtig, dass ein Teil der magnetischen Induktion kurzgeschlossen wird. So wird man an seinen Polen dann eine geringere Kraftentfaltung bemerken als ohne. Wird nun bei solcher Anordnung die Anziehungskraft eines Eisenstücks wie unter dem vorstehenden Abschnitt gemessen, so wird diese geringer sein.

Der Nebenschluss (ob vorhanden oder nicht) versetzt uns in die Lage, die Stärke des Magnetfeldes zu beeinflussen. Kein Nebenschluss ergibt die maximale Kraftwirkung an den Magnetpolen (Außenrändern) wohin gegen die Einbringung eines Nebenschlusses eine veringerte Kraftwirkung zur Folge hat.

Die Ausnutzung beider Anordnungen sollte es möglich machen, eine Maschine zu bauen, die ihre Kraftwirkung aus dem Magnetfeld selbst bezieht. Von entscheidender Bedeutung ist natürlich die Eigenschaft des Eisens, welches sich in seinem feinstofflichen Verhalten bestens für einen Bau einer Maschine eignet. Je nach erregender Feldstärke stellt sich die Größe der magnetischen Induktion von selbst ein (Hystereseschleife). Verschiedene Induktionen sind aber notwendig, um eine Differenzwirkung zwischen zwei Positionen zu erzielen, die dann ihren Ausgleich in der Bewegung sucht.

5. Magnetisches Rad

Die Ausführung eines Hufeisenmagneten als rotationssymmetrisches Teil führt zu einer Form des Rades. Dieses besteht oben und unten aus zwei Scheiben aus Weicheisen mit einem erregenden Permanentmagneten in der Mitte (Ringmagnet, axial magnetisiert).



Mit etwas Fantasie kann man eine Ähnlichkeit mit dem Bild eines Hufeisenmagneten ausmachen. Die Symmetrie ist von der Scheibenmitte aus gegeben, so dass am gesamten Umfang die Feldlinien in den Bereich zwischen die zwei Scheiben zu liegen kommen. Der Luftspalt am äußeren Rand konzentriert die Feldlinien, welche je nach Pol (Nord oder Süd) auslaufend oder einlaufend zu sehen sind.

6. Materialzusammenstellung für ein magnetisches Rad

Die Daten für den Versuchsaufbau sind folgende:

- Material St37 (Weicheisen)
- runde Scheibe mit 80 mm Durchmesser, 5 mm stark, 4 Stück
- Mittenloch jeweils 25 mm Durchmesser

Nebenschlusseisen ca. $l \times b \times h = 12 \times 10 \times 9,8$ in Millimetern, 2 Stück

Neodym-Ring-Magnet, Innendurchmesser 25 mm, Außendurchmesser 40 mm, axial magnetisiert (obere Ringseite z. B. Nordpol, untere Ringseite Südpol) Dicke des Ringes 5 mm (es werden jeweils 2 Ringe benötigt für einen Scheibenabstand vom 10 mm)

→ <https://www.magnet-shop.net>

Um ein Gefühl für die Anziehungskraft an wechselnden Stellen zu bekommen, bietet es sich an, einen Eisenstreifen zu verwenden. Er kann gebaut werden aus einem Stück Bandagematerial, wie es bei (Groß-) Verpackungen zu finden ist. Er ist im allgemeinen 0,8 bis 1 mm stark und ca. 18 mm breit, wenige Zentimeter genügen.

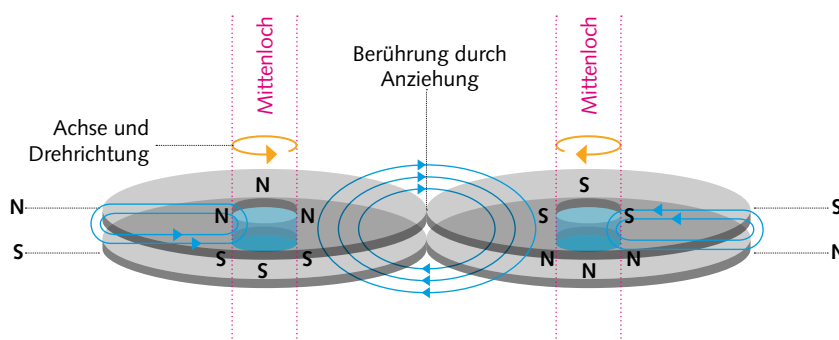
Die Dicke des permanentmagnetischen Anteils beträgt 10 mm, gebildet aus 2 Ringen. Damit wird es gut möglich, das Nebenschlusseisen von etwas geringerer Dicke (z. B. 9,8 mm) mit einer Spitzzange einzubringen. Das Nebenschlusseisen wird sich dann zwischen den Scheiben festsetzen.

Hier ist sicherlich Fingerspitzengefühl bei der Ausführung gefragt, wobei es auch andere Dimensionierungen geben kann (experimentieren!). Die vorstehenden Maße ergeben jedoch einen guten Anhalt für das Experiment. Wichtig ist, dass die Nebenschlusseisen genügend Platz bekommen und etwas Freiraum nach beiden Seiten (radial innen bzw. außen) besteht.

Für ein anderes Experiment wurde auch versucht, mit kleineren Permanentmagneten auszukommen (Ringmagnet von 12/4 mm Durchmesser, 6 mm hoch). Als Eisenteile waren große Karoseriescheiben vorgesehen. Diese waren jedoch zu dünn und außerdem unsauber gearbeitet. So waren sie nicht in der Lage, die ganze Durchflutung aufzunehmen und sind statt dessen unkontrolliert in die Sättigung gegangen. Dabei hat dann der Effekt der Feldschwächung durch das Nebenschlusseisen nicht ausreichend funktioniert. Generell kann man sagen, dass die Möglichkeiten einer normalen Heimwerkstatt nicht ausreichen, weiterführende Experimente zu machen.

7. Zwei magnetische Räder arbeiten zusammen

Das Abwälzen von zwei magnetischen Rädern ist nachstehend dargestellt:



Die magnetischen Räder haben in ihren Flächen radial die Feldlinien von innen nach außen ausgebreitet, welche durch den äußeren Luftspalt geschlossen sind. Zudem haben sie die Magnetkräfte ausgebildet wie sie auch bei den Hufeisenmagneten in unidirektionaler Betrachtung zu sehen sind.

Die Zusammenfügung von zwei magnetischen Rädern geht sehr leicht, da sie sich bei geeigneter Polung (notfalls die eine Seite um 180 Grad drehen) von selbst anziehen. Die zu erwartende Anziehungskraft ist beträchtlich. Es rollen beide Räder aufeinander ab, sodass die Lagerkräfte an den beiden Achsen dennoch gering sind. Jetzt kann man schon sehen, was gemeint war, wenn vorher von einer Maschine mit dem Luftspalt Null die Rede war. Die Mittenachsen der beiden magnetischen Rädern liegen in Abstand von 80 mm auseinander. Die Toleranz der Durchmesser wird natürlich in der Praxis zu leicht geänderten Werten führen, was aber nicht wirklich

wichtig für das Experiment ist. Wichtig ist nur die Gleichheit der Durchmesser der Räder. So wird verhindert, dass eine Verklebung beim beidseitigem Ablauf auftritt und die Reibung die ganze Bewegung stoppt.

Es ist denkbar, dass die Experimente einen Luftspalt zwischen den beiden Eisenrädern erfordern. Das kann leicht bewerkstelligt werden, ohne das direkte Abrollen zu beeinflussen: man trägt einen entsprechenden unmagnetischen Belag am äußeren Umfang auf. Als Test bietet sich zum Beispiel die galvanische Vergoldung an, welche leicht zu realisieren ist (Bastel-Shop). Der Luftspalt ist natürlich nicht sichtbar, aber dennoch magnetisch wirksam. Die effektive Luftspaltlänge kann durch die Dicke der Galvanisierung gut gesteuert werden.

8. Abrollproblematik und Hertzsche Pressung

Das Material der magnetischen Räder besteht aus Eisen. Es läuft also Eisen auf Eisen ab. Da bei der Größe der Anziehungskraft möglicherweise Ausbrechungen im Material entstehen können, kann die Laufruhe der Laufflächen bis zur Unmöglichkeit gestört werden. Vergleichbar ist diese Erscheinung mit dem Lauf eines Rollschuhs auf einer Unterlage mit Splitbelag, wo unter Umständen kein Rollen mehr möglich sein wird. Es ist damit ein besonderes Augenmerk auf das Abrollen der beiden Magneträder zu legen um zu vermeiden, dass zu große Magnetkräfte und damit Flächenpressungen (Pittings) entstehen. Durch die Rücknahme der Feldstärke bei der magnetischen Erregung kann eine Verminderung der Anziehungskraft erreicht werden. So wäre es z. B. möglich, einen Magnetring zu ersetzen durch einen Eisenring gleicher Abmessungen (ist dann die halbe Erregung). Andererseits könnte man die Dicke der Eisenscheiben der Magneträder vergrößern, um trotz anliegender Erregung auf eine geringere Induktion zu kommen. Das ist jetzt ein weites Feld für Experimente.

→ Hertzsche Pressung

9. Sinuslauf der beiden Magneträder

Wenn man sich die Werkstoffpaarung von Rad und Schiene bei Schienenfahrzeugen ansieht, kommt unwillkürlich der Gedanke auf, dass ähnliche Verhältnisse auch bei den Magneträdern vorliegen. Es kommt also darauf an, die Räder mit ähnlichen Profilen zu versehen wie sie beim System Rad-Schiene vorhanden sind: ein Magnetrad entspricht dem Gleisprofil während das zweite Magnetrad mit einem konischem Profil darüber hinwegrollt. Die Spurhaltung (Sinuslauf) ist dann von selbst gegeben. Selbstverständlich ist bei uns kein Spurkranz nötig wie bei der Eisenbahn, da die vorzusehende Lagerung der beiden Magneträder genügend Führung aufweist und Anfahrungen der Seitenteile vermeidet. Es ist ebenso vorstellbar, die Lagerung so vorzunehmen, dass das eine Magnetrad (das innere) die Führung hat (Schiene), während das andere (das äußere) als Rad darüber hinwegrollt. Das äußere Rad braucht dann nur ein einzelnes und mittiges Rillenkugellager zur Spurhaltung, während die Lagerluft ausreichend ist, die optimale Einstellung der Radpaarung zu bewerkstelligen.

→ Sinuslauf

10. Allgemeines vom Umgang mit Magneten

Es war vor etlichen Jahren noch undenkbar, so starke Magneten zu erhalten, wie dies heute möglich ist. Ebenso sind diese auch bezahlbar und stehen daher der allgemeinen Benutzergemeinde in mannigfacher Ausführung zur Verfügung. Der Versand geht über die Internetfirmen schnell und sicher über die Bühne. Doch Achtung! Wenn man sein Päckchen auspackt, muss man sehen, dass man genügend Platz um sich herum aufgebaut hat. Denn flugs wird man erkennen, dass die zu erwartenden Anziehungskräfte der Teile unterschätzt worden sind und alle zu eng liegenden Teile mit einem Klackern über die Distanz von Zentimetern hinweg wieder zu einem Knäuel zusammen finden. Das erinnert an einen Gartenteich, wo man nur am Zählen der Platscher feststellen kann, wieviel Frösche denn untergetaucht sind. Das ist der Versuch Nummer 0. Beim zweiten Mal wird man sich etwas mehr Platz einräumen und sich trotzdem wundern, dass auch ein großes Sofa meistens noch zu klein sein wird.

Die Anziehungskräfte vom Magnet zu Magnet oder Eisen zu Magnet werden oftmals unterschätzt. Sie sind beispielsweise in den Katalogen angegeben. Dann heißt es z. B. je nach Messmethode „Anziehungskraft = $8kp$ “ (Das ist der Magnetring aus dem beschriebenen Experiment). Das ist eine sehr hohe Anziehungskraft, vor allen dann, wenn der Daumen dazwischen gerät. Zumindest sehr schmerzhaft Hautverletzungen sind sehr wahrscheinlich. Ärgerlicherweise wird die Haltekraft um so größer, je mehr man den Finger aus der Quetschung heraus bewegt hat, weil die Magnetkräfte mit kleinerem Abstand noch zunehmen. Es empfiehlt sich bei dem Bearbeiten mit Magneten ein Paar Handschuhe überzuziehen. Dann ist wenigstens für den größten Schaden vorgesorgt.

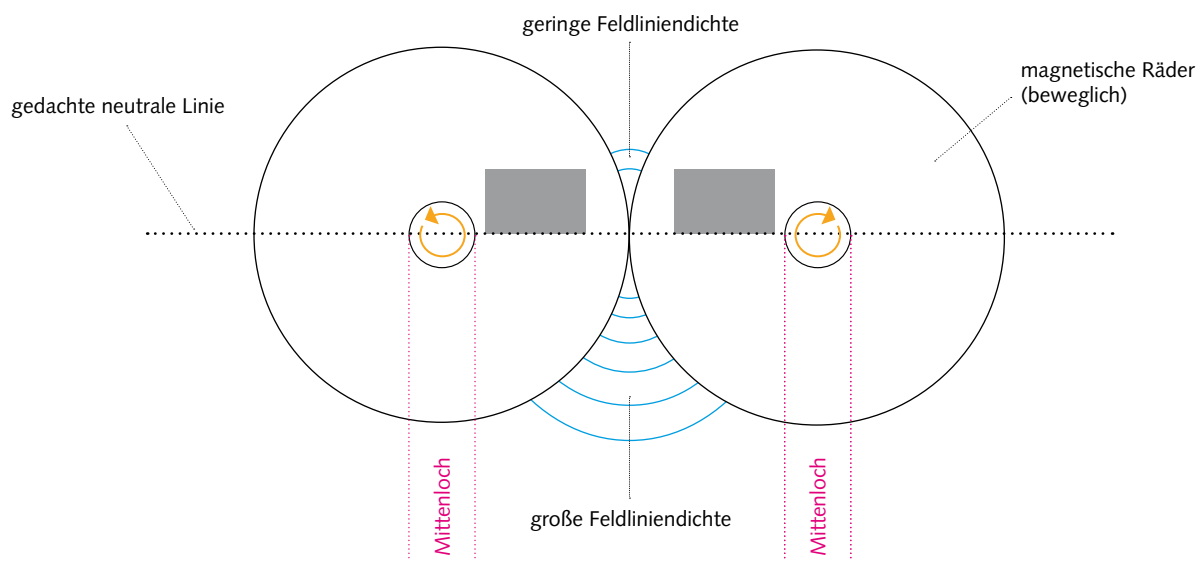
Verschlucken von (Neodym-) Magneten kann lebensgefährlich sein. Denn wenn zwei Magneten sich im Verdauungskanal treffen, kann es sein, dass Stücke des Darms eingeklemmt werden. Das ist dann der größte anzunehmende Unfall, der einfach nicht vorkommen darf. Das heißt, Kleinkinder haben am Basteltisch nichts verloren solange die Gefahr besteht, dass sie unbeaufsichtigt Magnetmaterial entwenden und verschlucken können.

Die Händler legen ihre Handlungsanweisung bezüglich ihres Magnetmaterials der Sendung bei, damit man über die möglichen Gefahren informiert ist. **Diese sind unbedingt zu beachten!**

11. Die drehende Maschine als Experiment

Die aufeinander abrollbaren Radscheiben haben noch keinen Grund eine Bewegung zu veranlassen. Das liegt daran, dass in dieser Anordnung eine vollständige Symmetrie der Einzelkomponenten gegeben ist und es nicht zu einer Entscheidung zwischen Rechts oder Links kommen kann. Erst durch die Störung der Symmetrie werden wir soweit kommen, dass eine Ausgleichsbewegung erfolgt. Dazu ist es nötig einen Nebenschluss einzubringen.

Draufsicht der Bypassordnung/Nebenschlussansicht



Verbindet man beide Mittelpunkte der Radscheiben mit einer geraden Linie, so liegt der Berührungspunkt der beiden Räder in der Mitte. Oberhalb der Verbindungsgeraden ist der Bereich der verminderten Randinduktion, weil dort die Nebenschlussteile eingebracht worden sind. Im Experiment sind die Nebenschlussteile direkt zwischen die beiden Radscheiben eingelegt und klemmen sich dort fest. Sie bewegen sich mit den Rädern mit. Das sollte für den statischen Schwenkversuch genügen. Der Bereich unterhalb der Verbindungsgeraden wird mit der vollen Induktion beaufschlagt wie sie aus dem Magneten aus dem Mittelpunkt herrührt. Damit haben wir in der Nähe des Berührungspunktes (unten gegen oben) eine Differenz der Induktion welche es möglich macht, dass sich beide Räder gegenseitig abrollen und von der Mitte aus nach oben schwenken. Das linke Rad dreht sich links herum, wobei das rechte Rad die Gegenbewegung mitmacht. Diese Bewegung kommt aber spätestens nach einer Vierteldrehung zum Ende, da die mitlaufenden Nebenschlussteile vermehrt außerhalb des Wirkungsbereiches der Berührungsfläche zu liegen kommen.

→ Wirbelströme

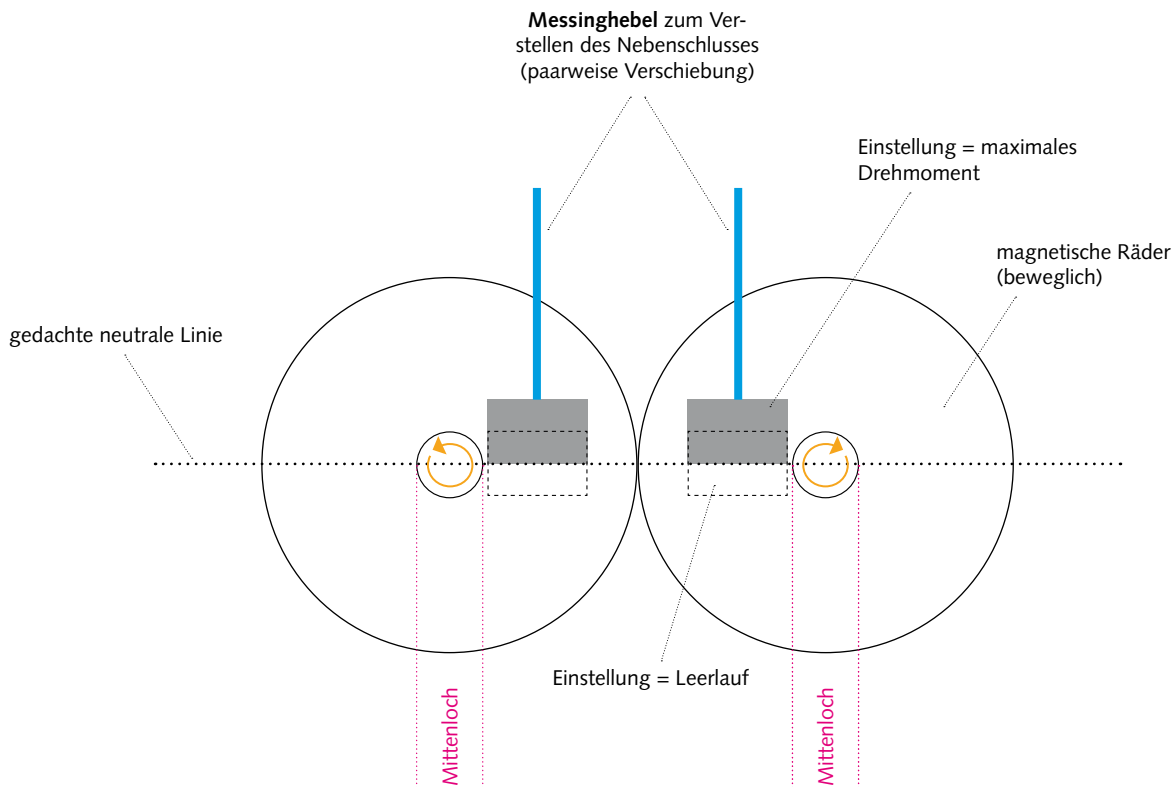
→ Lenzsche Regel

Für den jetzigen Versuch, der wegen seiner Kleinheit der statische genannt werden wird, soll die Anordnung der festgeklemmten und mitlaufenden Nebenschlussteile genügen. Diese erzeugen dann etwa eine Vierteldrehung welche notwendigerweise zum Stillstand kommt. Es ist möglich, diesen Versuch mit geringstem Aufwand an Lagertechnik zu machen: eine Holzplatte als Unterlage genügt um den Effekt der Drehung zu erkennen. Beim Zurückdrehen der Radscheiben in die Ausgangsstellung kann das Spiel von neuem beginnen.

12. Von der statischen Anordnung zur kontinuierlichen Bewegung

Um zu einer dauernden Umdrehung zu gelangen, ist es notwendig, die Wirkung der Nebenschlussteile ortsfest zu installieren, damit sie nicht, wie im vorstehenden Experiment, aus der aktiven Ebene auswandern können. Hier ist maschinenbautechnisches Geschick vonnöten, denn die Nebenschlussteile werden einerseits von den sie umgebenden Eisenteilen (oben und unten) angezogen, müssen aber berührungsfrei zwischen den beiden Rädern laufen um ihre ortsfeste Stellung in der Nähe der Verbindungsgeraden zu behalten. Die magnetischen Räder drehen sich über die Nebenschlussteile hinweg.

Diese ortsfeste und berührungslose Aufhängung ist die eigentliche Herausforderung an den Konstrukteur. Es ist klar, dass hier ein möglichst kleiner Luftspalt angestrebt wird, damit ein optimaler Nebenschlusseffekt entsteht (magnetischer Kurzschluss). Die Halterung von den Nebenschlussteilen wird man mit Messing oder einem anderen unmagnetischen Material ausführen. Ebenso wird man die Lagerung der Magneträder mittenfrem auslegen. Um nicht gewollte magnetische Streuung zu vermeiden, wird man Halterungen und Lagerbuchsen für die Kugellager aus Messing ausführen. Gleichwohl kann es sich erweisen, dass die Kugellager in Keramikausführung (unmagnetisch) sein müssen.



13. Steuerung der Drehbewegung (Rechts-/Links Lauf, Drehmoment)

Die Einbringung des Nebenschlusses zwischen ein magnetisches Rad gestattet es, das erzeugte Drehmoment je nach Position zur Verbindungsgeraden zu variieren.

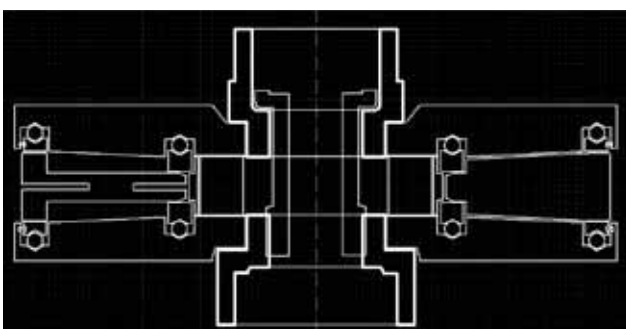
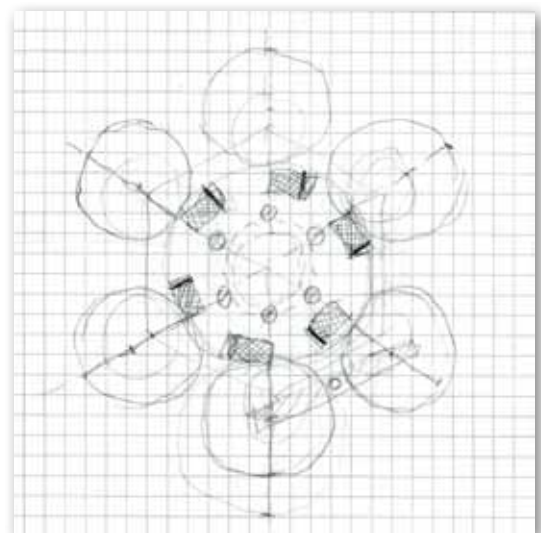
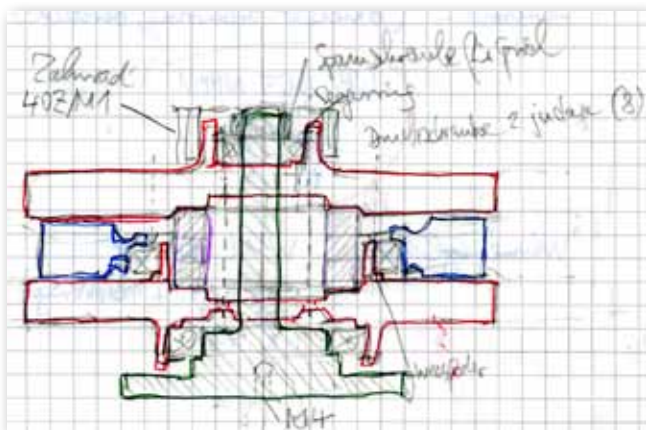
Wenn der Nebenschluss sich genau (und symmetrisch) auf der Linie der Verbindungsgeraden zwischen beiden magnetischen Rädern befindet, haben wir ebenfalls keine nutzbare resultierende Differenz der Induktion.

Das kann man als Nullstellung zwischen den Drehrichtungen ansehen. Die aktuelle Drehrichtung der beiden Scheiben wird sich je nach Auslenkung des Nebenschlusses einstellen. (An dieser Stelle wäre es z. B. möglich, eine Fliehkraftregelung nach Art der ersten Dampfmaschinen einzubringen um ein Durchgehen der Maschine zu verhindern.) Je mehr in Richtung Nullstellung (auch Leerlauf oder Mitte genannt) verstellt wird, desto weniger Antriebskraft (Drehmoment) ist verbleibend zu spüren.

Es ist natürlich möglich, nicht nur eine Radpaarung zu benutzen. So kann mit mehreren Ausenrädern ein größeres Drehmoment gewonnen werden, da sich der Effekt der Differenzbildung mit der Anzahl der Räder ebenfalls erhöht.

14. Beispiele zur Realisierung

Nachstehend sind einige Skizzen dargestellt, die sich im Verlauf der Zeit angesammelt haben. Sie sollen illustrieren, wie die vorstehend angeführten Beispiele realisiert werden können.

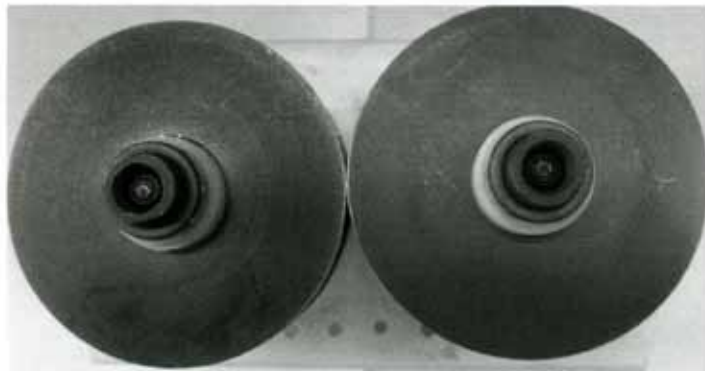


Das zwischen die Eisenscheiben geklemmte Eisenklötzchen wirkt als magnetischer Kurzschluss. Damit erhalten die Feldlinien einen leichteren und kürzeren Weg angeboten und es werden davon weniger den Umweg in Richtung Außenrand der Eisenscheibe wählen. So ist der Magnetfluss am Aussenrand in seiner Stärke manipuliert worden. Dieser Effekt soll zum Herstellen der Unsymmetrie verwendet werden. Je größer die Schwächung ist, welche sich durch den magnetischen Bypass am Umfang zeigt, desto größer ist die Unsymmetrie zwischen rechts und links und desto größer wird auch der drehende Effekt sein.



Die Ringmagneten befinden sich zwischen den Doppelscheiben. Ebenso sind die magnetischen Bypässe zu sehen. Das System hat sich schon so weit verdreht, dass die Bypässe schon aus der wirksamen Zone herausgewandert sind. Damit ist die Unsymmetrie bzw. die Drehung leider zu ihrem Ende gekommen.

Darstellung eines realistischen Experimentalaufbaus



Dem Versuchsaufbau ist unmittelbar anzusehen, dass er in jeder Hinsicht spiegelsymmetrisch ist (sowohl längs als auch quer, mechanisch und in der Folge daraus auch magnetisch). Daraus ergibt sich, dass sich die Anordnung trotz großer Anziehungskraft der Teile im Gleichgewicht befindet und keine Bewegung zu erwarten ist.

Wenn wir die Verbindungslinie der beiden Kreismittelpunkte als interessierende Symmetrieachse betrachten, so sind die Anziehungskräfte in der Nähe des Berührungspunktes rechts und links gleich groß. Sie heben sich gegenseitig auf und es entsteht keine sichtbare Auswirkung (Bewegung) nach außen.

Die Überlegung geht dahin, eine Seite so zu beeinflussen, dass eine Unsymmetrie in der Anziehung rechts/links entsteht. Damit würde die stärkere Seite überwiegen und durch die stärkere Anziehung eine Bewegung verursachen.

Nachwort

Wenn Sie, lieber Leser, bis hierhin durchgehalten haben, so haben Sie einen Eindruck der zugrunde liegenden Prinzipien „Bewegung durch Magneten“ gewinnen können. Vielleicht ist auch der Wunsch in Ihnen entstanden, selbst zu experimentieren und etwas beizutragen zum Erfolg dieser Idee. Ich habe bewusst darauf gesetzt, dass in erster Linie die Freude am Experimentieren im Vordergrund ist. Rechnen können wir später. Denn es gibt noch manche Hürde zu meistern.

Dabei wünsche ich Ihnen viel Erfolg!