

ELEKTROMAGNETISMUS PLAUSIBEL GEMACHT

Petra Schulz

[Originaltext aus: Mensch und Technik naturgemäß, Heft 1/1990, S. 38-45, Layout, Abbildungen und Inhalt geringfügig geändert im Jahre 2003]

Zusammenfassung

Der Elektromagnetismus wird an Hand eines aerodynamischen Modells auf qualitative Weise plausibel gemacht. In den Demonstrationsbeispielen werden die Kraftwirkungen zwischen zwei parallelen Stromdrähten, zwischen zwei Stromschleifen und zwischen zwei Stabmagneten erklärt.

Einleitung: alte mechanistische Ansätze

Längst haben es die Wissenschaftler und Lehrer unseres Jahrhunderts aufgegeben, den Elektromagnetismus mit mechanischen Modellen zu deuten. Leider.

Einer der wenigen Prominenten, die es dennoch andeutungsweise quali- und quantitativ versucht haben, war R. W. Pohl in seinem Buch "Mechanik, Akustik und Wärmelehre" /1/. Aber ihm ist mit seinen Ideen der große Durchbruch nicht gelungen, da er sich auf Vorlesungs-Experimente bezog, deren Ausführung nicht sonderlich gut ausgereift war. Aus der Szene der alternativen Physiker sind zwei Namen zu nennen: Der Schweizer Arzt H. Seiler hat 1988 auf dem Internationalen Kongress für Relativität und Gravitation in München an einen eindrucksvollen Demonstrationsversuch gezeigt, daß Magnetismus durchaus strömungsmechanisch zu erklären ist. Seiler hat in seinem Buch "Der Kosmonenraum" den Magnetismus mikroskopisch gedeutet und hat dabei altes Gedankengut von F. A. Mesmer verwendet /1a/, eine eigenwillige Methode, die ich jedoch nicht für allgemeingültig erachte. Des weiteren existiert eine Formelsammlung des urfysikers A. Seeger "Elektromagnetismus mechanisch erklärt", die etwas sehr formal geraten ist mit wenig "Fleisch" (= klärendem Text) /1b/.

Anleihen aus der Strömungsmechanik

Ich will mit diesem Artikel erneut an der seltenen Tradition anknüpfen, eine mechanistische Erklärungsmöglichkeit für den Elektromagnetismus zu erstellen, allerdings in etwas anderer Weise, auf anderer Ebene, als es die genannten Autoren getan haben, mehr qualitativ aus fast makroskopischer Perspektive: es soll eine Plausibilitätsbetrachtung an ausgewählten anschaulichen Beispielen werden. (Hätte man mir übrigens die Physik in der Schule häufiger mechanistisch als abstrakt geboten, so hätte ich gewiß Physik statt Chemie studiert.)

Stellen wir uns ein elektrisches Feld ruhig vor als einen Schwarm von vorwärtsströmenden Lichtteilchen (Photonen). Daß die Photonen ihrerseits echte Materieteilchen - häufig sind es Elektronen - als Schiffchen benutzen, wollen wir der Übersichtlichkeit halber in diesem Artikel weitgehend vergessen.

Das Bild der strömenden Teilchen können wir auf zwei Arten wiedergeben: Entweder wird jedes Teilchen mit seinem Geschwindigkeitspfeil markiert (Abb. 1a), was einem quantenmechanischen Modell entspricht; oder das Strömungsfeld der Teilchen wird aus größerer Entfernung betrachtet wie in Abb. 1b, was einem quasiklassischen Modell ähnelt. Im letzten Fall stellt man einen kontinuierlichen Fluß wie in einem ruhig und gleichmäßig fließenden Gewässer fest. Bei einem homogenen Feld wie in Abb. 1b würde für ein klassisches Beispiel die Angabe eines einzelnen Pfeils genügen, der die Richtung des Flusses oder Stromes andeuten soll. Um elektromagnetische

Wechselwirkungsphänomene erklären zu können, habe ich mehrere Pfeile hingemalt. Der Abstand und die Länge der Pfeile voneinander soll ein Maß für die pro Zeit und Fläche fließende Lichtmenge sein, die physikalisch als elektrische Stromdichte bezeichnet wird. Abb. 1b ist auch als das elektrische Feld eines stromdurchflossenen Leitungsdrahtes zu deuten.

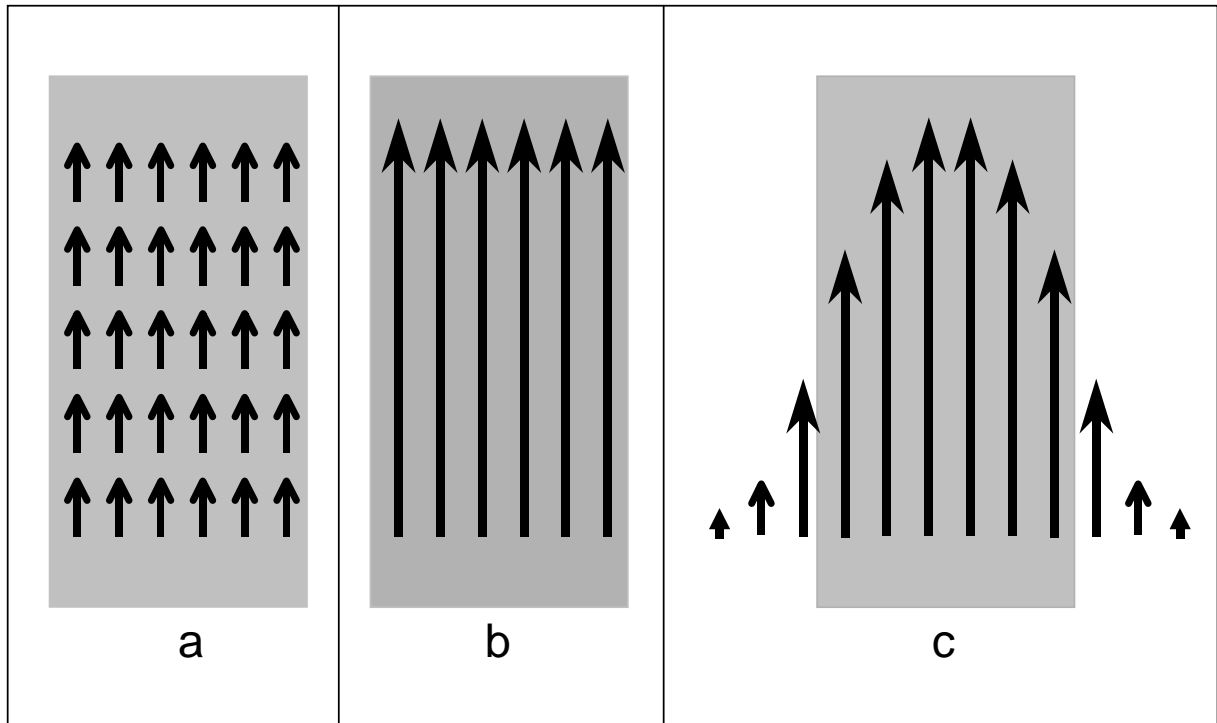


Abb. 1: Elektrisches Feld als Strömungsfeld von Lichtteilchen

- a) elektrisches Feld in einem Draht, mikroskopisch gesehen
- b) elektrisches Feld in einem Draht, makroskopisch gesehen
- c) elektrisches Feld in und um einen Draht (nur schematisch)

Zusätzlich: Dissipationsvorgänge

Um die Kraftwirkungen eines elektrisch durchflossenen Leiters auf einen zweiten (also allgemein auf seine Umgebung) erklären zu können, müssen wir die Wechselwirkung der strömenden Lichtteilchen mit den materiellen Teilchen im Draht berücksichtigen. Im Draht sind die verschiedenen Geschwindigkeiten - im Gegensatz zum ideal homogen gedachten Strahlungsfeld gleichschneller Photonen - nach der kinetischen Gastheorie gleichmäßig auf die Bestandteile des Metalls verteilt: auf die Atomrümpfe und Elektronen. Zwischen diesen beiden Teilchenarten will ich hier nicht weiter spezifizieren, ich werde sie lax als "Metallteilchen" bezeichnen. Interessant seien für uns die Metallteilchen, die sich nach links oder nach rechts bewegen. Diese bewirken, daß ein Teil der Photonen zur Seite verschoben wird.

Bei gerichteten Diffusionsvorgängen von Materie und/oder Energie ist dieser Effekt hinlänglich bekannt: Aus der physikalischen Chemie gehören dazu die Transportphänomene Diffusion, innere Reibung, Wärmeleitung /2/, /3/, elektrische Leitung /2/ und aus der Physik die Strömungsvorgänge von Flüssigkeiten und Gasen zum Beispiel durch ein Rohr /4/.

Gleichgültig, ob aus einem Gebiet hoher Konzentration von Teilchen, Impulsen, Teilchenenergien oder Ladungen diese Überschüsse abtransportiert werden, in jedem Fall lassen sich alle diese Vorgänge mit den gleichen mathematischen Methoden beschreiben. Ein lokaler Überschuß einer dieser Transportgrößen fließt wohl oder übel an die Umgebung ab und sorgt so für einen entsprechenden Ausgleich dieser Größe gemäß der Erwartungshaltung nach dem 2. Hauptsatz der

Thermodynamik, demzufolge die Unordnung im abgeschlossenen Ungleichgewichts-System zunehmen muß.

Nach geraumer Zeit entsteht durch den eben beschriebenen Dissipationsvorgang ein Strömungsprofil wie in Abb. 1c. Die Länge der Pfeile soll hier nichts über die Größe der Geschwindigkeit der Strömungsteilchen aussagen, darüber soll hier gar nicht erst diskutiert werden (ob Lichtgeschwindigkeit oder nicht), sondern ist nur als ein Maß für die Anzahl der Teilchen aufzufassen, die etwa in dieser Entfernung vom Draht vorwärtsfließen.

Damit können wir übrigens auch glauben, daß sich die Kraftwirkungen eines elektrischen Leiters durch's Vakuum fortpflanzen können und daß es auch bei maximaler Saugleistung einer Pumpe kein absolutes Vakuum geben kann. Bei einem Vakuum wird es sich immer um ein strahlungsdurchsetztes Gebiet handeln, für das man den häßlichen Namen Vakuumpolarisation erfunden hat.

Wenn wir das Bild von Abb. 1c akzeptieren, können wir damit schon die eine wichtige Komponente des Feldlinienbildes eines elektrischen Leiters wiedergeben, siehe Abb. 2. Diese Abbildung soll qualitativ andeuten, daß die Stromdichte außerhalb des Leiters mit wachsender Entfernung vom Draht gemäß den Gesetzen der Statistik abnehmen muß.

Nun müssen wir noch die innere Struktur der Photonen, der fließenden Elektronen und die äußere Form des Drahtes (gerade, gebogen oder gar korkenzieherförmig gewandelt wie in einer Spule) berücksichtigen, um das Feldlinienbild zu vervollständigen. Damit muß also noch ein Drehsinn ins Spiel kommen. Dieser ist einheitlich in einer Stromschleife und auch in einer Spule. Er ist überwiegend einseitig ausgerichtet in den Elektronen. (Lichtschnelle Elektronen sollen bevorzugt linkshändig sein, wie man spätestens seit 1957 von dem Yang-Lee-Experiment zum Sturz der Parität her weiß.) Über die Möglichkeit polarisierter Photonen wollen wir erst gar nicht reden. Es ist gleichgültig, ob der Drehsinn vom Spin der Elementarteilchen oder von der erzwungenen Bahnbewegung in einer Spule herrührt, wichtig ist, wir akzeptieren einfach, daß ein Teil dieses Drehsinns aus dem Leiter nach außen dissipiert und somit das Feldlinienbild eines elektrischen Leiters in der Querschnittsaufnahme erklären kann (Abb. 3). Auch hier ist das Feld wie in den vorangegangenen Abbildungen 1b, 1c, 2 und 3 nur makroskopisch dargestellt worden.

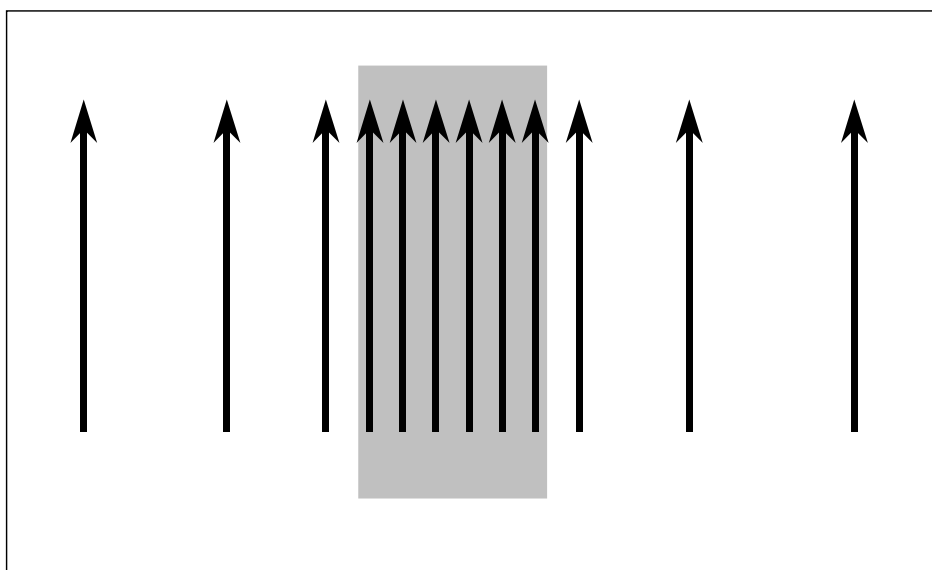


Abb. 2: Stromdichteverteilung in und um einen Draht, elektrischer Feldanteil

Wenn ich persönlich noch eine Anmerkung machen darf, dann ist es die folgende: Ich halte das geradlinige Geschwindigkeitsbild der Abb. 2 für die elektrische Komponente und das Wirbelbild der Abb. 3 für die magnetische Komponente eines elektromagnetischen Feldes.

Wenn wir die bisherigen Ausführungen akzeptieren können, dann hindert uns nichts mehr daran, elektromagnetische Vorgänge wie hydro- oder besser noch wie aerodynamische Vorgänge zu behandeln. Dabei kommen immer die gleichen Phänomene zum Tragen: Nähert man zwei elektrisch durchflossene Leiter einander, so konzentriert oder verdünnt sich zwischen ihnen ihr äußeres Strahlungsfeld. Damit verändert sich gleichzeitig auch die dort vorhandene Teilchenkonzentration bzw. der durch die Teilchen verursachte Druck. Im Vergleich zu dem vorhandenen Druck außerhalb des Leiterpaars hat sich ein Druckgefälle aufgebaut, das für die bekannten Kraftwirkungen bei elektromagnetischer Wechselwirkung zwischen zwei Leitern verantwortlich ist.

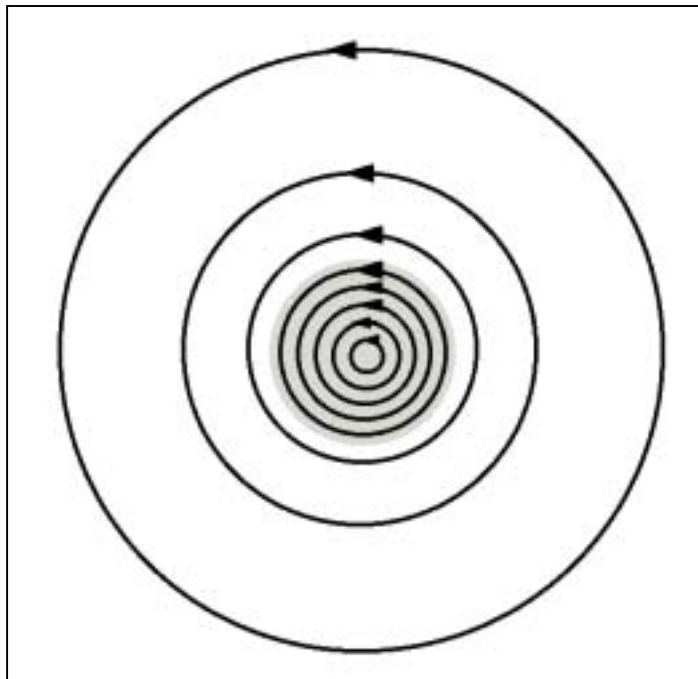


Abb. 3: Stromdichteverteilung im Querschnitt zum Draht und seiner Umgebung, magnetischer Feldanteil

Im einzelnen wollen wir uns mit der Wechselwirkung zweier gerader Drähte, zweier Drahringe und zweier Spulen (oder Stabmagneten) befassen.

1. Kraftwirkung zweier stromdurchflossener gerader Drähte

Die gleichsinnig stromdurchflossenen geraden Drähte führen ein äußeres Strömungsfeld parallel zu ihrer Stromrichtung mit. Dieses äußere Feld reißt Teilchen aus der Mittelzone M von Abb. 4a bei gleicher Stromrichtung nach unten. Die Teilchendichte verarmt zwischen den Drähten (angedeutet durch den dicken Senkrechtpfeil). Der relativ höhere Druck außerhalb der Drähte in A' und A'' zwingt die beiden Leiter zu einem etwas späteren Zeitpunkt aufeinander zu rücken (rote waagerechte Pfeile).

In Abb. 4b geschieht der entgegengesetzte Fall: Zwei entgegengesetzt durchflossene parallele Drähte stoßen einander ab. In der Mittelzone M stauen sich die Teilchen (zwei dicke Senkrechte Pfeile), die Teilchendichte steigt an, damit auch der Druck in dieser Zone. Alsbald werden die beiden Drähte auseinandergedrückt (rote waagerechte Pfeile).

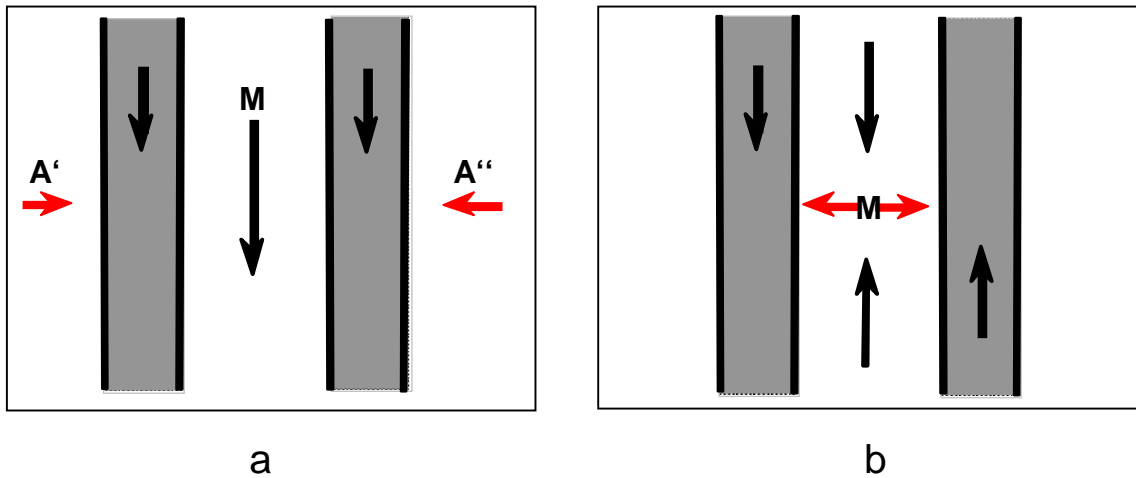


Abb. 4: Kraftwirkung zwischen zwei parallelen Drähten
 a) Anziehung bei gleicher Stromrichtung
 b) Abstoßung bei entgegengesetzter Stromrichtung

2. Kräfte zwischen zwei Stromschleifen (Wirbelringen)

Bei zwei ringförmigen stromdurchflossenen Leitern genügt es für qualitative Zwecke, das Ausmaß der stärksten Kraftwirkungen auf der kürzesten Verbindungslinie zwischen den beiden Ringen in der Mitte des Bildes von Abb. 5, im Punkt M, zu betrachten. In Abb. 5a ist eine Momentaufnahme dargestellt, in der die entgegengesetzten Ströme plausibel machen, daß ihre Außenfelder in M Teilchen nach links oben bzw. nach rechts unten mitreißen (gebogene äußere Pfeile). Damit verarmt die Teilchendichte. Die Wirbelringe werden zueinandergedrückt (zwei waagerechte Pfeile).

In Abb. 5b führen entgegengesetzt gerichtete Wirbel in M zu einem Teilchenüberdruck (zwei gebogene äußere Pfeile), so daß die Wirbel voneinander weggedrückt werden müssen (zwei waagerechte Pfeile).

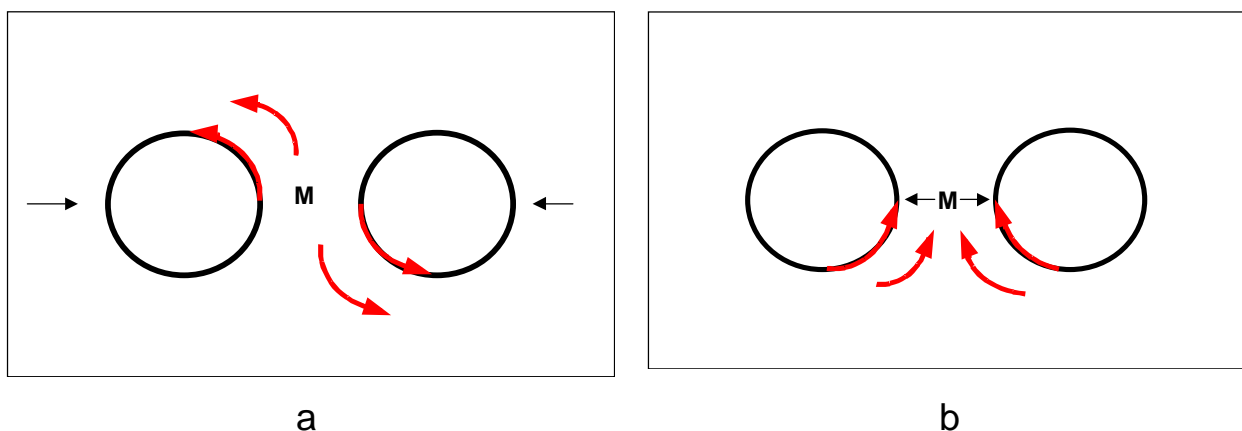
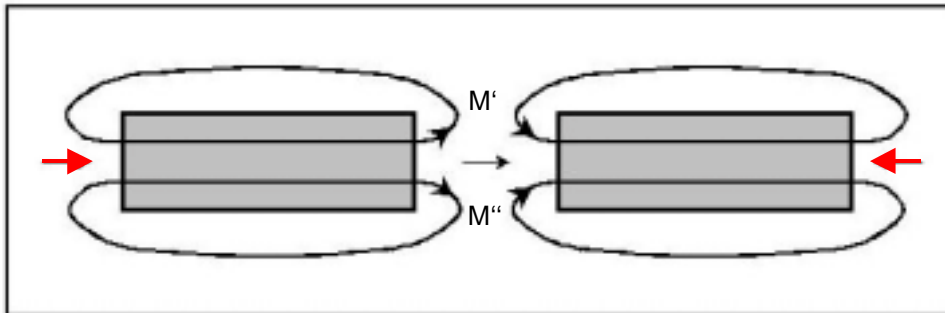


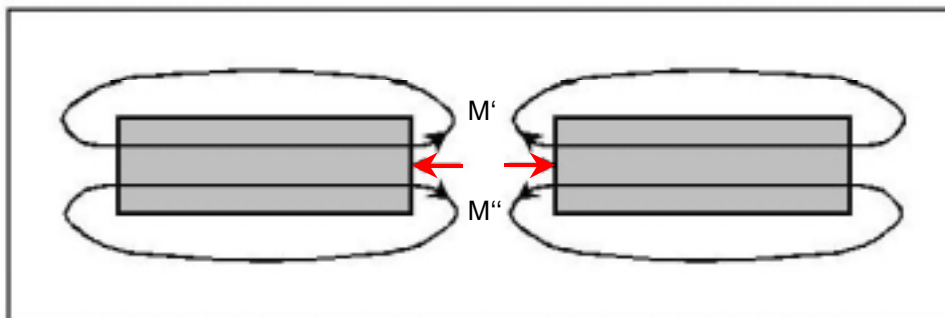
Abb. 5: Kraftwirkungen zwischen zwei Stromringen
 a) Anziehung bei gleichem Drehsinn
 b) Abstoßung bei entgegengesetztem Drehsinn

3. Kraftwirkungen zwischen zwei Magneten

Entgegengesetzte Magnetpole einer Spule oder eines Stabmagneten ziehen sich an, denn die sich im Mittelfeld der Abb. 6a in M' und M'' befindenden Teilchen werden von links nach rechts mitgerissen (waagerechter Pfeil im Zentrum), wobei der photonische Anteil leicht in das Innere vom rechten Magneten mit einströmen kann. In M' und M'' verarmt die Teilchenkonzentration. Die Magnete werden von der äußeren Umgebung aufeinander zugedrückt (rote waagerechte Pfeile in Abb. 6a links und rechts außen).



a



b

Abb. 6: Kraftwirkung zwischen zwei Magnetpolen
 a) Anziehung bei entgegengesetzten Polen
 b) Abstoßung bei gleichen Polen

Gegensinnige magnetische Pole wie in Abb. 6b führen in M' und M'' zur Teilchenanhäufung, wodurch die beiden Magnete voneinander abgestoßen werden (zwei waagerechte rote Pfeile).

Schluß

Ich hoffe, ich habe hinreichend plausibel gemacht, daß man den Elektromagnetismus aerodynamisch erklären kann. Auf daß es ähnlich Gesinnten zur Weiterführung ihrer Ideen diene.

Wichtige Anregungen zu meinem Artikel verdanke ich dem Briefwechsel mit dem verstorbenen Zürcher Physiker Hugo Kressebuch (1916-1984).

Literatur

- /1/ R. W. Pohl, "Mechanik, Akustik und Wärmelehre", Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1969, 17. Auflage, S. 149-150
- /1a/ H. Seiler, "Der Kosmonenraum", VGM-Verlag für Ganzheitsmedizin, Essen 1986
- /1b/ A. Seeger, ufy-Skript "Elektromagnetismus mechanisch erklärt", Darmstadt 1983, (Adresse: Am Steinern Kreuz 45, 6100 Darmstadt. Stand: 1990)
- /2/ C. Gerthsen, "Physik", Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1966, 9. Auflage, S. 70-75, S. 138-145, S. 204-210
- /3/ Skriptum "Physikalische Chemie I" nach der Vorlesung von Prof. Dr. A. Knappwost, Hamburg 1965, S. 20-26
- /4/ W. Bohl, "Technische Strömungslehre", Vogel-Buchverlag Würzburg 1982, 5. Auflage, S. 95-98