

Elektromagnetismus plausibel

Petra Schulz

Langfassung des Vortrags bei der Internationalen Gesellschaft für interdisziplinäre Wissenschaften (INTERDIS) am 10.5.1997 in Bad Godesberg

T e i l 1 - Mechanische Vorgänge

Die heutige Physik ist abstrakt, unanschaulich und lehrt an einigen Stellen Unsinn. Mit diesem Vortrag will ich elektromagnetische Kraftwirkungen anschaulicher darstellen. Ich werde hierbei ein mechanisches Modell benutzen und muß somit zwangsläufig gegen herrschende Lehrmeinungen verstoßen. Ich werde auf ein Phänomen zurückgreifen, das wir jeden Morgen beim Umrühren des Tees oder Kaffees in der Tasse erleben: Wir lassen den Löffel kreisen, und siehe da, er reißt einfach die Flüssigkeit mit sich.

Dieses ist eigentlich ein kleines Naturwunder, an dem der Casimir-Effekt Schuld hat. Also werde ich zunächst über den Casimir-Effekt reden, danach noch etwas über den Magnus-Effekt, weil beide Effekte sehr wichtig für die Physik sind. Bislang wird der Casimir-Effekt eher totgeschwiegen (vor allem in Lehrbüchern), vielleicht deshalb, weil keine brauchbaren Erklärungen vorliegen.

Casimir-Effekt

1948 hatte der Holländer H. G. B. Casimir den nach ihm benannten Effekt vorausgesagt, der dann zehn Jahre später von seinem Landsmann M. L. Sparnaay experimentell bewiesen wurde: Zwei planparallele Metallplatten mit engem Abstand werden bei Temperaturen nahe des absoluten Nullpunktes von -273 °C einem Vakuum ausgesetzt. Man beobachtet dabei, daß die Platten zueinandergedrückt werden (Abb. 1). Dies geschieht mit einer

Kraft $\sim 1/\text{Abstand}^4$.

Die Physiker lernten daraus: **Das Vakuum ist nicht leer.** Es wird ständig von zumeist unsichtbaren Lichtteilchen (Photonen) durchsetzt.

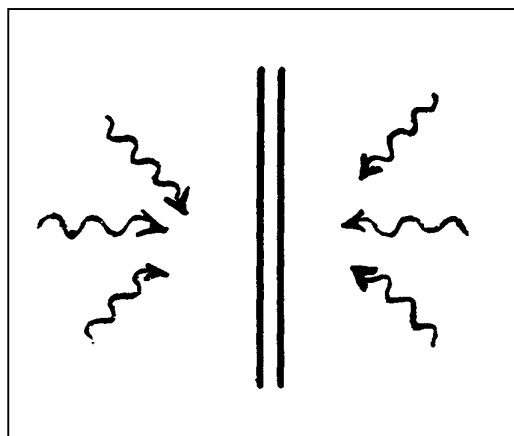


Abb. 1: Casimir-Effekt
Vakuumphotonen pressen die Metallplatten zueinander

Diese Photonenenergie des Vakuums kann man als Vakuumenergie bezeichnen. Andere Autoren benutzen auch die folgenden Ausdrücke: Vakuumfeld, Nullpunktsstrahlung, allgemeines Raumfeld, Weltraumstrahlung, Neo-Ether. In der Schulphysik spricht man von Vakuumpolarisation. Die Vakuumstrahlung ist so etwas wie ein schwacher, natürlicher Elektromog, der sich allerdings nicht vermeiden läßt.

Die allseits wirkende elektromagnetische Strahlung verursacht zwischen den beiden Platten einen Strahlenschatten, was einem relativen Unterdruck entspricht. Die beiden Platten werden durch die äußere Strahlung, die auf den Außenflächen stärker lastet, zueinandergedrückt.

Verstärkt wird dieser Effekt durch den Oberflächeneinfluß. Die Oberflächenatome, die keine Nachbarn über sich besitzen und deshalb ungesättigt sind, schlucken die Photonen der Vakuumstrahlung (Abb. 2). Zwischen den Platten wirkt sich die Photonenverarmung stärker aus als außerhalb. Die im Mittel höhere Photonendichte außerhalb der Metallplatten drückt die Platten noch mehr zueinander.

Hier folgt eine Zusammenstellung an Erklärungen, weshalb die Vakuumstrahlung von den Metallatomen der Oberfläche geschluckt werden muß:

1. weil die Atome dort - wie bereits erwähnt - ungesättigt sind,
2. weil die Vakuumphotonen garantiert von einem heißeren Körper stammen müssen (die Metallplatten sind ja nur -273 °C "warm"),
3. weil die Photonen anschließend sehr gut von dem Elektronengas/Elektronensee des Metalls aufgenommen werden können (schließlich ist dort fast jeder Energiezuwachs erlaubt).

Bedeutung

Beim Casimir-Effekt wird Lichtenergie nur äußerst geringfügig in mechanische Energie umgewandelt. Deshalb ist er bisher ohne technischen Belang, und das wird wohl auch so bleiben. Aber für die theoretische Physik dürfte dieser Effekt eines Tages von eminent wichtiger Bedeutung sein. **Die Vakuumphotonen sorgen nämlich dafür, daß starke Energieanhäufungen zerstreut werden.**

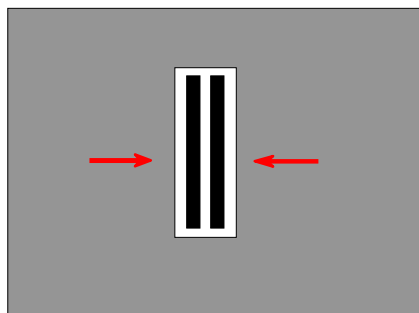


Abb. 2: Der Casimir-Effekt als Oberflächeneffekt verstanden. An den Oberflächen werden Vakuumphotonen weggefangen.

Heute möchte ich hierfür nur zwei Beispiele liefern: Elektronen sind sehr drehfreudig. Entweder fliegen sie auf einer Kreisbahn, man redet dann von Bahndrehimpuls; oder/und sie drehen sich wie eine Ballett-Tänzerin um ihre eigene Achse, das entspricht dann einem Spin (s. Abb. 3).

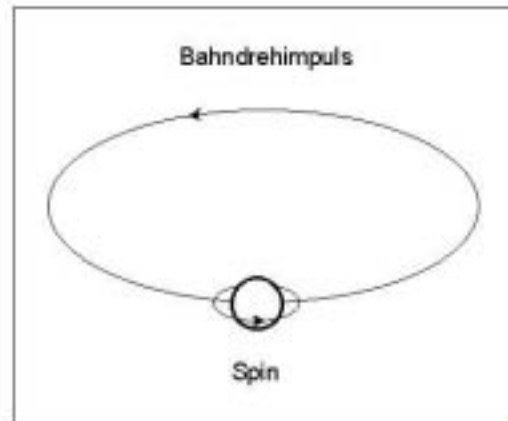


Abb. 3: Elektron mit Spin und Bahndrehimpuls

Die kräftige Drehbewegung der Elektronen innerhalb eines Drahtes (Spin und Bahndrehimpuls, s. Abb. 4 a) wird durch die allseitig wirkende Vakuumstrahlung wie bei Diffusionsvorgängen von impulsbehafteten Teilchen teilweise von innen nach außen getragen (Abb. 4 b), also ähnlich wie sich die Rührbewegung in der Kaffeetasse nach außen ausbreitet. Elektronen sind also von einem regelrechten Photonen-Wirbelwind um sich herum begleitet.

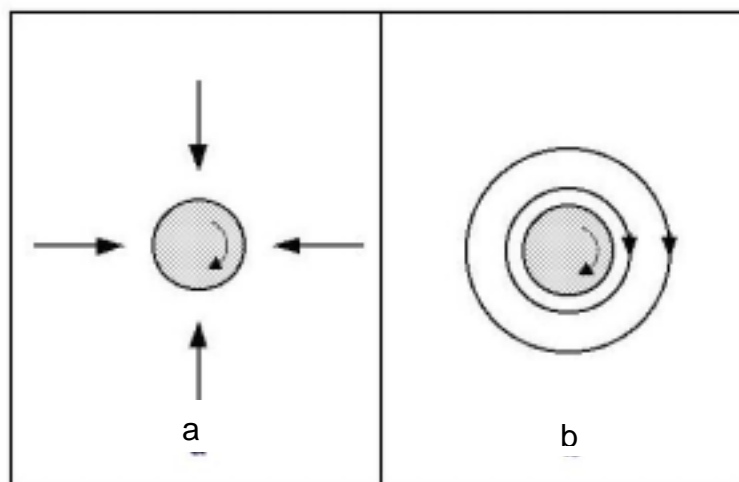


Abb. 4: Die Drehbewegung der Elektronen im Draht wird durch die Vakuumphotonen (waagerechte Pfeile) teilweise nach außen verstreut („Teetassen-Effekt“).

Das analoge gilt auch für den starken Vorwärtsimpuls der Elektronen. Im Draht wird ein Teil der parallel geradeaus fliegenden Photonen (Abb. 5 a) seitlich nach außen verschoben (Abb. 5 b). Fließende Elektronen führen also außer dem Wirbelwind auch noch einen geradeaus wehenden Fahrtwind mit sich.

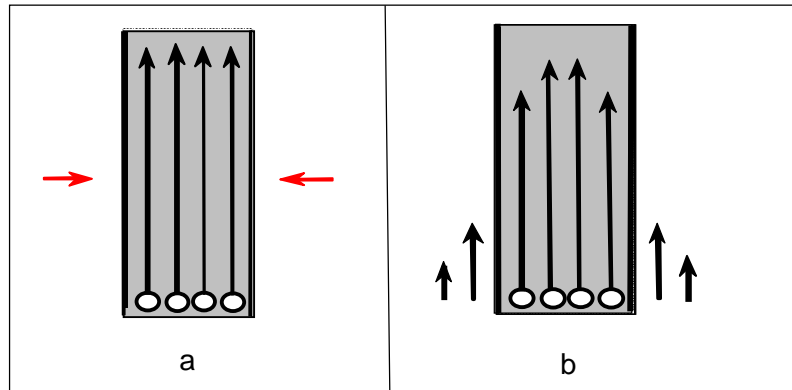


Abb. 5: Die Vorwärtsbewegung (Linearimpulse = senkrechte Pfeile) der Elektronen wird durch die Vakuumphotonen (waagerechte Pfeile) teilweise nach außen verschoben.

Magnus-Effekt

Jetzt verkomplizieren wir unser Teetassenexperiment ein wenig, in dem wir die Tee Flüssigkeit durch Luft ersetzen und zusätzlich das Ganze noch anpusten. Und schon haben wir den Magnus-Effekt vor uns:

Ein rotierender Zylinder, der naturgemäß sein Umgebungsmedium, die Luft, teilweise mitrotieren läßt, wird vom einem parallelen Luftstrom angeblasen (Abb. 6). Unterhalb des Zylinders kommt es wegen der entgegengesetzten Strömungsrichtung der beiden Strömungen zu einem Teilchenstau und damit zu einem relativen Überdruck. Diese Situation gleicht einem überfüllten Kaufhaus, in dem uns ständig Leute von vorn entgegenkommen. Wir spüren dann so etwas wie einen Psychodruck.

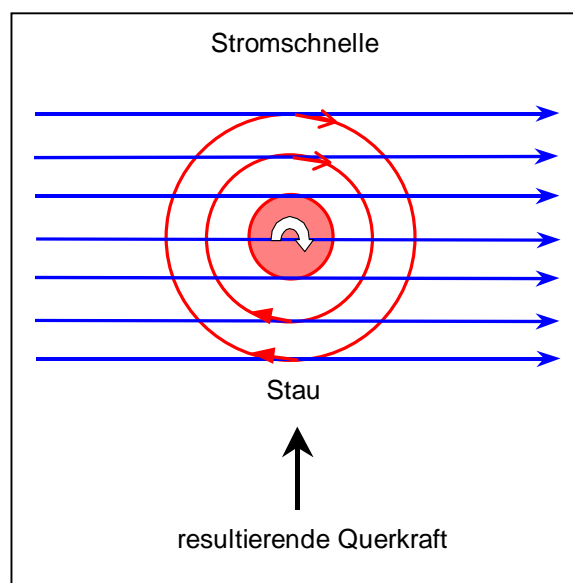


Abb. 6: Der Magnus-Effekt
Zwei Strömungen überlagern sich.

Dieser Psychodruck sinkt beträchtlich, wenn alle Menschen in die gleiche Richtung laufen. Den vergleichbaren Zustand haben wir oberhalb des Zylinders. Dort addieren sich gleichgerichtete Strömungen zu einem gemeinsamen schnellen Teilchenstrom, der schnelle Abfluß von Teilchen führt zu einem relativen Unterdruck. Es wirkt somit eine resultierende Querkraft vom Überdruck zum Unterdruck senkrecht zur Parallelströmung nach oben.

Bedeutung

Um 1920 wurde der Magnus-Effekt vorübergehend zum Antrieb von Schiffen angewendet. Inzwischen ist er geschickt abgewandelt worden und bildet noch heute die Grundlage für das Fliegen. Darüber hinaus stellt er das mechanische Gegenstück zum Elektromotor dar. Doch davon ein wenig später.

T e i l 2 - Elektromagnetische Vorgänge

Bislang haben wir nur über mechanische Phänomene geredet. Es läßt sich aber durchaus eine Brücke zwischen mechanischen und elektromagnetischen Vorgängen schlagen, was allerdings die Schulphysik noch abstreitet. Dank der Vorstellung des Casimir- und des Magnus-Effektes haben wir genügend Rüstzeug gesammelt, um Kraftwirkungen bei elektromagnetischen Vorgängen zu verstehen. Also wir können hinreichend begreifen, was passiert, wenn wir ein Elektrogerät einschalten. Beginnen wir mit dem einfachsten Experiment:

Kraftwirkungen zwischen zwei parallelen stromdurchflossenen Drähten

Jeder stromdurchflossene Leiter ist ja von einem regelrechten Wind von geradeaus fliegenden Photonen umgeben. Zwischen zwei parallelen stromdurchflossenen Drähten gleicher Flußrichtung herrscht deshalb ein starker zweiseitiger Photonenwind, so daß dieser andere Teilchen mitreißt (kalte oder warme Elektromog-Photonen sowie Luftmoleküle oder auch kleines Gerümpel wie Staub). Somit herrscht zwischen den Drähten ein relativer Unterdruck. Der größere Druck außerhalb biegt die Drähte zueinander (Anziehung, Abb. 7 a).

Wird eine Stromrichtung umgekehrt, so stauen sich zwischen den Drähten die Photonen, der Druck steigt an, während an den entfernten Außenseiten der Drähte ein Photonenwind weht, der ständig Teilchen mitreißt, wodurch ein relativer Unterdruck entsteht. Der höhere Druck in der Mittelzone treibt nun die beiden Drahtenden auseinander (Abstoßung, Abb. 7 b).

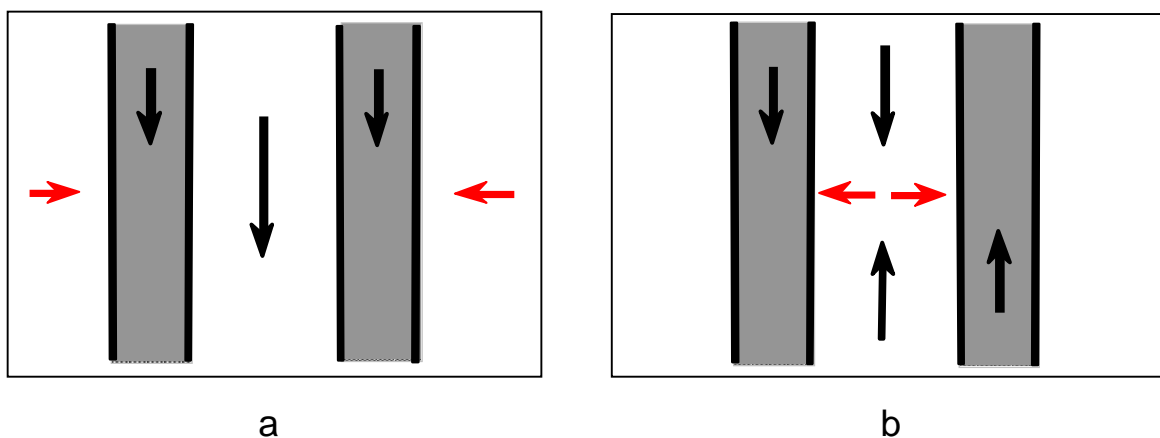


Abb. 7: Kraftwirkung zwischen zwei parallelen Elektrodrähten
 a) Anziehung bei gleicher Stromrichtung
 b) Abstoßung bei entgegengesetzter Stromrichtung

Lorentz-Kraft

Wenn ein elektrischer Strom quer zu einem Magnetfeld fließt (Abb. 8), so entsteht das gleiche Strömungsbild wie beim Magnus-Effekt. Die Elektronen fließen aus der Papierebene heraus. Der elektrische Strom der Elektronen in einem geraden Draht führt um sich Photonenwirbel. Die Wirbelströmung der Photonen überlagert sich mit dem geradeaus wehenden Photonenwind aus dem Magnetfeld. (Die Magnetfeld- Photonen fliegen dabei vom Süd- zum Nordpol). Nach der Addition beider Strömungen ergibt sich eine Aufwärtsbewegung des Drahtes, die hierfür treibende Kraft nennt sich Lorentz-Kraft.

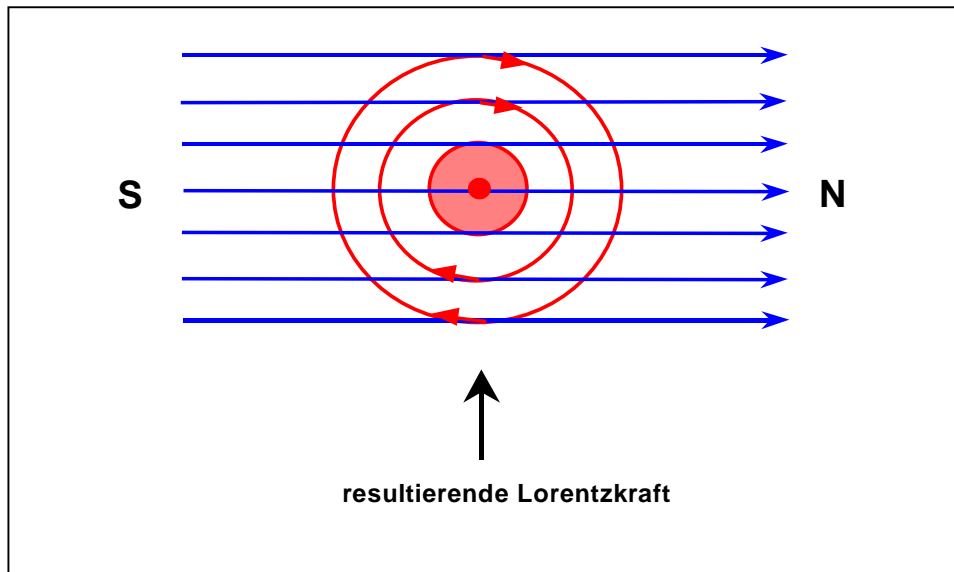


Abb. 8: Die Lorentz-Kraft als Folge des Magnus-Effektes:
Der Photonenwirbelwind, ausgehend von den Elektronen aus dem Draht, überlagert sich mit den parallelen Photonenströmen aus dem Magnetfeld.

(Pohl leitet übrigens in seinem Lehrbuch „Mechanik, Akustik und Wärmelehre“ an Hand des Magnus-Effektes die Gleichung für den Betrag der Lorentz-Kraft ab, worauf hier nicht weiter eingegangen werden soll.)

Bedeutung

Wie sich nun die Lorentz-Kraft auswirkt, das ist abhängig vom jeweiligen Versuchsaufbau. Entweder wird das ganze Drahtstück verschoben (Beispiel Elektromotor) oder nur die Elektronen innerhalb eines breiten Kabelstücks (Hall-Effekt). Der Hall-Effekt wird zu Meß- und Regelzwecken benutzt. Interessant ist übrigens, daß der Hall-Effekt statt mit Elektronen auch mit Photonen funktioniert. Dieser Versuch ist seit diesem Jahr als Photonen-Hall-Effekt bekannt geworden.

Kraftwirkungen zwischen zwei Magneten

Die Wirkung eines Stabmagneten können wir folgendermaßen beschreiben: Er gleicht einem automatischem Springbrunnen, An einem Pol sprudeln Photonenströme heraus, am anderen fließen sie wieder zurück. Entgegengesetzte Magnetpole einer Spule oder eines Stabmagneten ziehen sich an, denn die sich im Mittelfeld der Abb. 9 a befindenden Teilchen werden von rechts nach links mitgerissen (waagerechter gerader Pfeil im Zentrum), wobei der photonische Anteil leicht vom linken Magneten ins Innere mit einströmen kann. Zwischen den benachbarten Magneten verarmt die Teilchenkonzentration. Die Magnete werden von der äußeren Umgebung relativ aufeinander zgedrückt (waagerechte gerade Pfeile in Abb. 9 a außen). Gegensinnige magnetische Pole wie in Abb. 9 b führen zwischen den Magneten zur Teilchenanhäufung, wodurch die beiden Magnetstäbe voneinander abgestoßen werden (zwei waagerechte Pfeile im Zentrum).

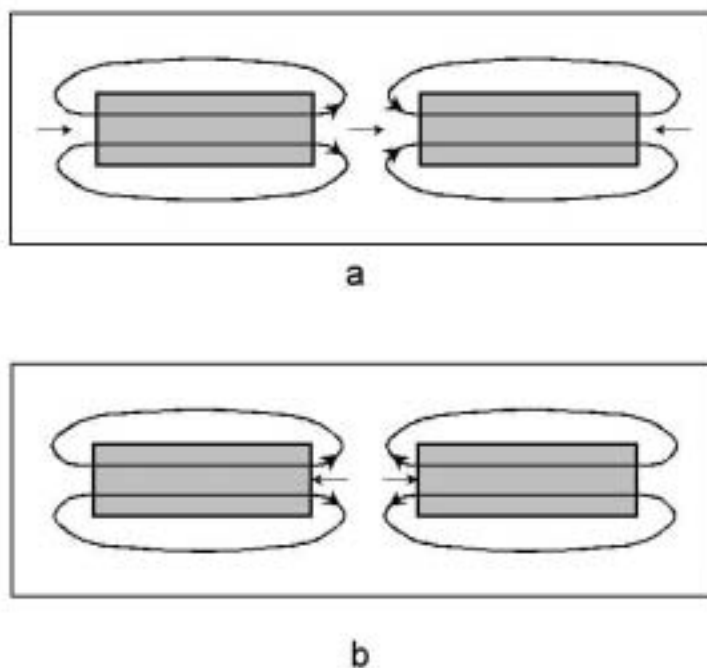


Abb. 9: Kraftwirkungen zwischen zwei Magneten
 a) Anziehung bei entgegengesetzten Polen
 b) Abstoßung bei gleichen Polen

Ich hoffe, daß ich hinreichende überzeugende Beispiele geliefert habe, die beweisen, daß man elektromagnetische Vorgänge durchaus mechanisch erklären kann.

Zusammenfassung

Ich habe die beiden mechanischen Versuche Casimir- und Magnus-Effekt vorgestellt, weil sie die Grundlage für das plausible Modell des Elektromagnetismus darstellen. Die elektromagnetischen Kräfte kommen prinzipiell zustande, weil sich unterschiedliche Photonenströme überlagern. Im Spiel sind bei den Elektronen grundsätzlich der Wirbelwind und der parallele Fahrtwind der Photonen. Im einzelnen habe ich über die Kraftwirkungen zwischen zwei parallelen stromdurchflossenen Drähten, die Lorentz-Kraft und die Kraftwirkungen zwischen zwei Stabmagneten berichtet.

Literatur

- BOYER, T. H. (1985): „Das Vakuum aus moderner Sicht“, Spektrum der Wiss., S.114 -123 (1985)
- RIKKEN, G. / SPARENBERG, A. / van TIGGELEN, B. (1997): „Der Photonen-Hall-Effekt“, Phys. Bl. 53, S. 133-134 (1997)
- SCHULZ, P. (1996): „Elektromagnetismus endlich anschaulich“, Didaktik-Tagungsband, Jena 1996, S. 309-312, Herausgeber: Deutsche Physikalische Gesellschaft
- SCHULZ, P. (1995): „Effekte der Physik und ihre technischen Anwendungen“, Tagungsband des Kongresses 1995 im Gwatt-Zentrum am Thuner See, „Neue Horizonte in Technik und Bewußtsein“, Jupiter-Verlag, Bern, S. 87-100 (1996)
- SCHULZ, P. (1990): „Elektromagnetismus plausibel gemacht“, Mensch und Technik naturgemäß 1/1990, S.38-45
- POHL, R. W. (1969): „Mechanik - Akustik und Wärmelehre“, 1. Band, 17. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1969
- POHL, R. W. (1975): „Elektrizitätslehre“, 2. Band, 21. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1975