

## Unipolarmaschine mit Kontaktkugellager (Kugellagermaschine)

### **Technische Bezeichnung:**

Die Kugellagermaschine besteht aus einer Unipolarmaschine und einem Kugellager als Stromabnehmer und thermodynamischem Antrieb. Die Unipolarmaschine besteht aus einem rotierenden Rotor (1) und axial angebrachten Erregermagneten (2,10). Die Einzelteile der Kugellagermaschine bestehen aus einer drehenden Lagerschale (1), die gleichzeitig der Rotor (1) der Unipolarmaschine ist, einer stehenden Lagerschale (6) die mit dem Ständer (9) verbunden ist und aus Lagerkugeln (5). Treibt man die Unipolarmaschine mechanisch an, so entsteht durch das Magnetfeld der Erregermagneten (2,10) im Rotor (1) eine Induktion. Diese durch die Induktion ausgelöste elektrische Energie fließt über die Lagerkugel (5), der stehenden Lagerschale (6), Verbraucher (8) und Bürsten (7) zurück zum Rotor (1). Die Lagerkugeln (5) der Kugellagermaschine werden vom Strom durchflossen und erhitzen sich an den Kontaktstellen zwischen den Lagerschalen (1,6) und den Lagerkugeln (5). Die Erhitzung der Kontaktstellen hat zur Folge, daß sich die punktförmige Oberfläche an den Kontaktstellen so ausdehnt, daß es zu einer Kolbenwirkung kommt. Das Kugellager bewirkt in Verbindung mit dem elektrischen Strom einen thermodynamischen Motor, der die drehende Lagerschale (1) antreibt. Die Erregermagnete (2,10) werden am Ständer (9), an der drehenden Lagerschale (1) oder an beiden befestigt. Bei der Anordnung der Erregermagnete (2) an der drehenden Lagerschale (1) rotieren die Erregermagnete (2) mit der Lagerschale (1) mit. Das Magnetfeld der Erregermagnete (2) hingegen bildet ein stehendes Magnetfeld. Der Rotor (1) läuft deshalb durch das stehende Magnetfeld und erzeugt im Rotor (1) eine Induktion.

Wenn anstelle des Verbrauchers (8) eine Stromquelle (9) im Stromkreis geschaltet wird, so wird der Rotor (1) durch den Stromfluß im Rotor (1) in Verbindung mit der Lorenzkraft und dem Magnetfeld der Erregermagnete (2,10) in Bewegung gesetzt. Die Unipolarmaschine zusammen mit dem thermodynamischen Antrieb des Kugellagers ergibt eine Antriebskraft mit besonders hohem Wirkungsgrad.

### **Stand der Technik:**

In einem konventionellen Induktionsgenerator wird Elektrizität dadurch erzeugt, daß sich Spule und Magnetfeld relativ zueinander bewegen. Im Gegensatz zum konventionellen Induktionsgenerator wird bei der Unipolarmaschine ein Leiter durch ein stehendes Magnetfeld rotiert. Führt man der Unipolarmaschine eine Gleichspannung zu, so bewirkt die Lorenzkraft eine Drehbewegung am Rotor (1). Bei Bürstenkontakt entsteht bei hohen Drehzahlen auf den großen Rotorradien eine große Reibung, Erhitzung und Bremskraft, was den Einsatz der Unipolarmaschine bis heute hinderte. Durch die mechanische Zusammenführung der Unipolarmaschine mit dem thermodynamischen Antrieb des Kugellagers in dieser Entwicklung wird die Unipolarmaschine mit ihren Vorteilen wirtschaftlich nutzbar.

**Erreichte Vorteile:**

Ziel der Entwicklung ist die Verwirklichung der vorhandenen thermodynamischen und induktiven Eigenschaften zu neuen zukunftsweisenden elektromechanischen Maschinen.

Durch die Zusammenführung der Unipolarmaschine und der thermodynamischen Eigenschaft des Kugellagers sind neue Wege in der Energiewandlung und Gewinnung möglich geworden.

Die Unipolarmaschine hat folgende Vorteile:

- Es gibt keine Polreibung und keine Polgegenkräfte.
- Es sind keine Wicklungen vorhanden, dessen Pole den Erregermagneten entgegenarbeiten (Gegen EMK).
- Kleiner Innenwiderstand.

Vorteile durch das Kugellager:

- Die Unipolarmaschine und das Kugellager lassen sich baulich und elektrisch sehr gut zusammenführen.
- Die Oberflächenausdehnung an den Kontaktstellen der Lagerkugeln (5) bewirkt eine Kolbenwirkung und somit eine Antriebskraft.
- Durch den Einsatz von Kontaktfett gibt es wenig Abrieb und Funkenbildung an den Kontaktstellen.
- Dadurch, daß die Kugel in der Lagerschale stark verkeilt ist, ist der elektrische Widerstand sehr klein und damit ist auch die Erwärmung nicht von Bedeutung.

**Ausführungsbeispiel:**

Das Ausführungsbeispiel der Entwicklung wird anhand der Figur 1 und Figur 2 beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen Seitenschnitt durchs Zentrum der Kugellagermaschine mit den möglichen Stromkreisen und mit Ständer – Erregermagneten (10).

Fig. 2 zeigt die Vorderansicht der Kugellagermaschine ohne Ständer – Erregermagneten (10).

Die Bauteile der Fig. 1 und Fig. 2 haben folgende Bedeutung.

Die drehende Lagerschale des Lagers und Rotor der Unipolarmaschine ist das gleiche Bauteil (1)

Rotierende Erregermagnete der Unipolarmaschine (2)

Verbraucher (3)

Stromquelle (4)

Lagerkugel (5)

Stehende Lagerschale (6)

Bürsten (7)

Welle (8)

Ständer (9)

Stehende Erregermagnete der Unipolarmaschine (10)

**Kugellagermaschine der vorliegenden Entwicklung als Generator:**

Die über die Welle (8) beschleunigte drehende Lagerschale (1) erzeugt zusammen mit dem Magnetfeld der Erregermagnete (2,10) elektrische Energie. Diese wird mit den Lagerkugeln (5) vom Scheibenrand der drehenden Lagerschale (1) abgenommen. Über die stehende Lagerschale (6), den Verbraucher (3), Bürsten (7) und dem Zentrum der drehenden Lagerschale (1) wird der Stromkreis geschlossen. Der Strom des geschlossenen Stromkreises bewirkt an den Kontaktstellen der Lagerkugel (5) durch die Erwärmung eine Ausdehnung, was einer Kolbenbewegung entspricht und die innere Lagerschale (1), die gleichzeitig der Rotor (1) der Unipolarmaschine ist, zusätzlich antreibt.

**Kugellagermaschine der vorliegenden Entwicklung als Motor:**

Schließt man im Stromkreis anstelle eines Verbrauchers eine Stromquelle (9), so wird der über die drehende Lagerschale (1) fließende Strom von der Lorenzkraft und dem stehenden Magnetfeld der Erregermagnete (2,10) abgedrängt und die drehende Lagerschale (1) in eine Drehbewegung versetzt. Wie beim Generatorbetrieb unterstützen die Lagerkugeln (5) durch den Stromfluß die Antriebswirkung im Motorbetrieb und verbessern den Wirkungsgrad.

**Kugellager:**

Die Antriebswirkung des Kugellagers ist um so größer, je härter die Oberflächen der Kugeln und Lagerschalen (1,6) sind. Die Ausdehnungen auf der Oberfläche des Materials sind sehr gering und würden sich im Material eindrücken oder einbrennen, wenn es nicht auf harten Widerstand stoßen. Harte Oberflächen und die stark verkeilten Kugeln zwischen den Lagerschalen (1,6) und gut leitendes Lagerfett sind für die Wirkung des Kugellagers als Antriebskraft wichtig.

**Technische Daten Unipolarmaschine:**

Magnetfluß = 1,0 T

Magnetringe = Außenradius = 287,0mm  
Innenradius = 189,0mm  
Ringbreite = 49,0 mm

Innenwiderstand der Maschine:

Spezifischer Widerstand Eisen =  $\varphi$  0,13  $\chi$  7,7

$$F[\text{Scheibenfläche}] = \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{60[\text{mm}]^2 \pi}{4} = 2826[\text{mm}]^2$$

$$R[\text{Eisen}] = \varphi \frac{l}{F} = \frac{0,13 \times 0,35[\text{m}]}{2826[\text{mm}]^2} = 0,00002[\Omega] = \underline{0,02[\text{m}\Omega]}$$

Generatorspannung:

$$\omega = \frac{d \pi n[m]}{60[\text{sec}]} = \frac{0,3[r] \pi n[m]}{60[\text{sec}]} = \frac{0,3[r] \pi 3000[m]}{60[\text{sec}]} = 47,1 \text{ m/sec}$$

$$r^2 = \text{Außenmagnetrand}^2 - \text{Innenmagnetrand}^2 = 0,297^2[m] - 0,189^2[m] = 0,048 [m]^2$$

$$\text{EMF} = \frac{\omega B r^2}{2} = \frac{47,1 \cdot 1,0[T] \cdot 0,048[m]^2}{2} = \underline{1,13[V]} \times 2 \approx \underline{2 [V]}$$

Elektrische interne Leistung des Unipolargenerators:

$$I = \frac{U[V]}{R[\Omega]} = \frac{2,0 [V]}{0,00002[\Omega]} = 100\,000 [A] = 100 [KA]$$

$$N = U[V] \cdot I[A] = 2,0[V] \cdot 100\,000 [A] = 200\,000 [W] = \underline{200 [KW]}$$

Lorenz Kraft (Gegenkraft):

$$F = I \cdot l \cdot B$$

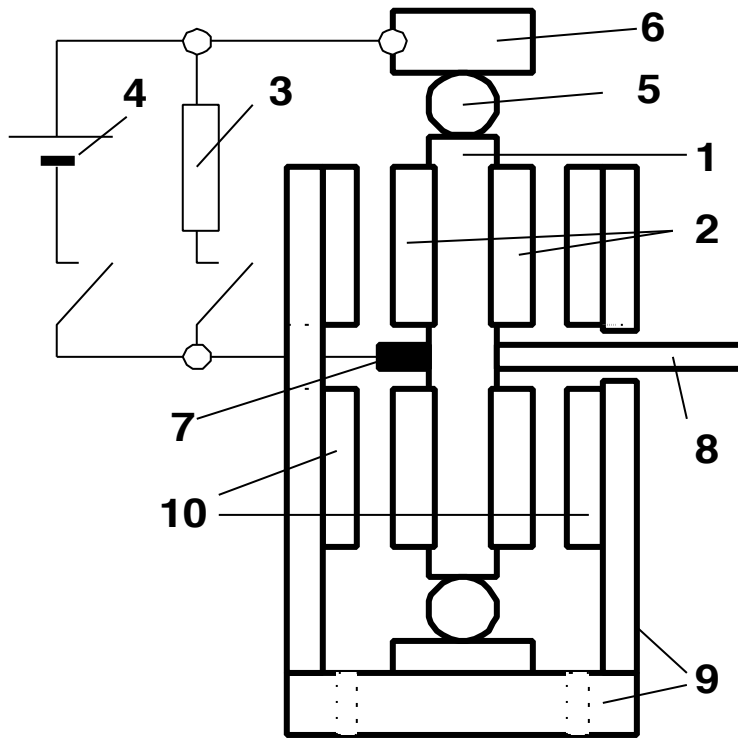
$$F = 100\,000 [A] \cdot 0,3[m] \cdot 1,0[T] = 30\,000[N]$$

$$J = N \cdot m = 30\,000[N] \cdot 0,3[m] = \underline{9000 [Ws]}$$

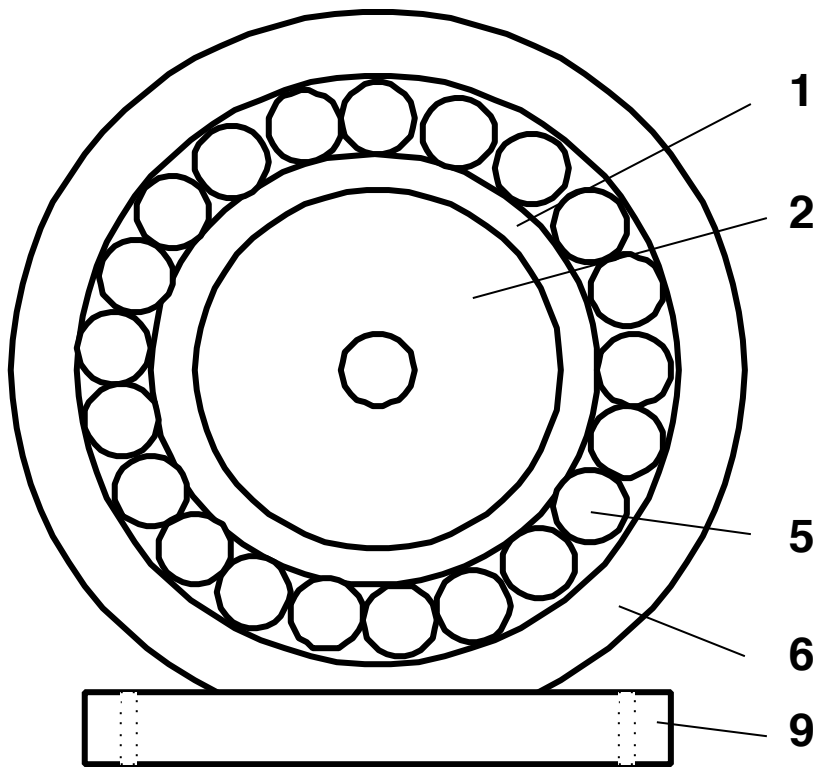
$$1 \text{ KWh} = 3.600.000 \text{ Ws} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ws}$$

$$J = 0,0025 \text{ KWh} = \underline{3Wh}$$

Die Lorenzkraft ist sehr klein und als Antriebskraft nicht geeignet.

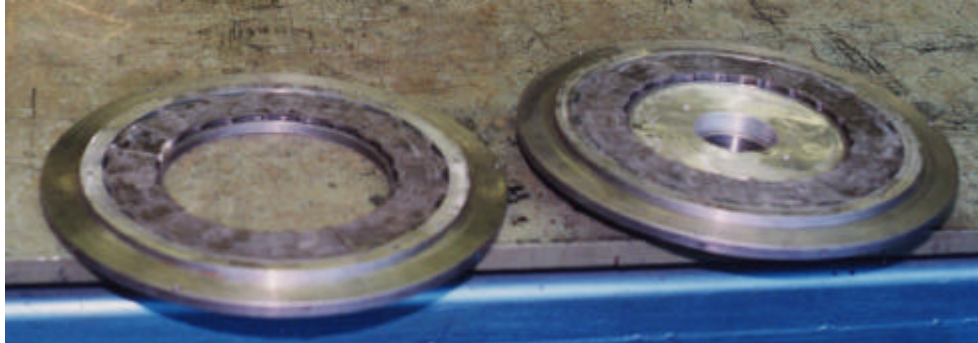


**Fig. 1**

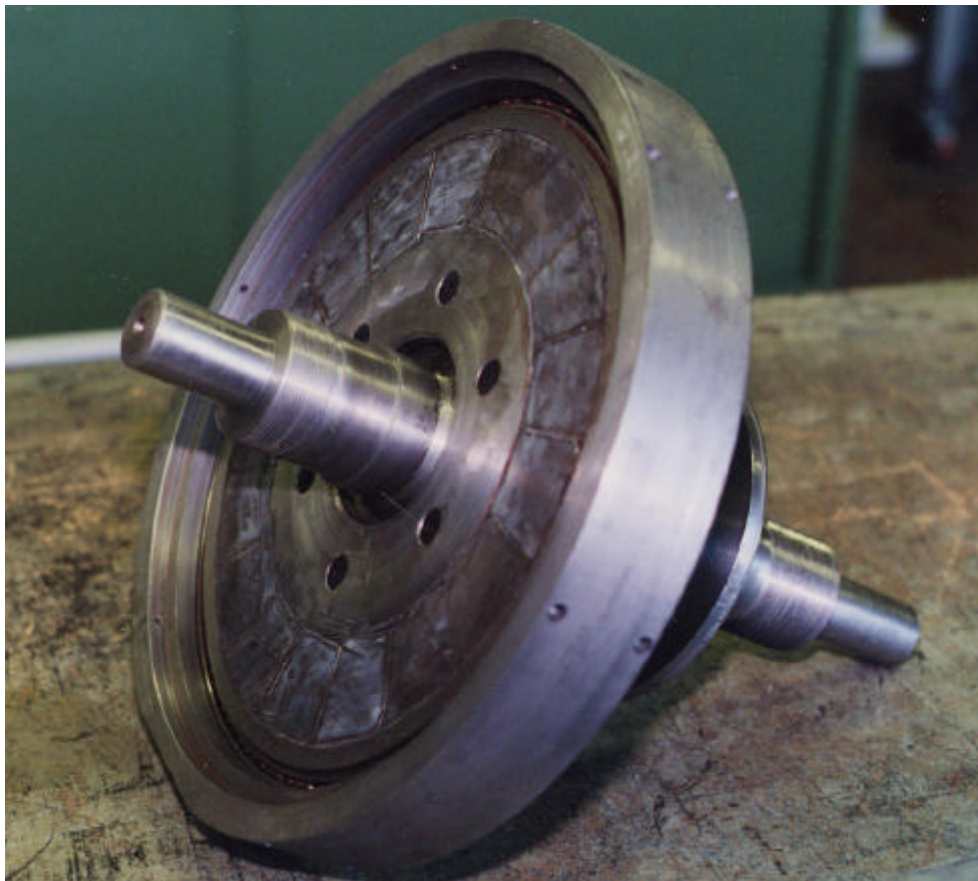


**Fig. 2**

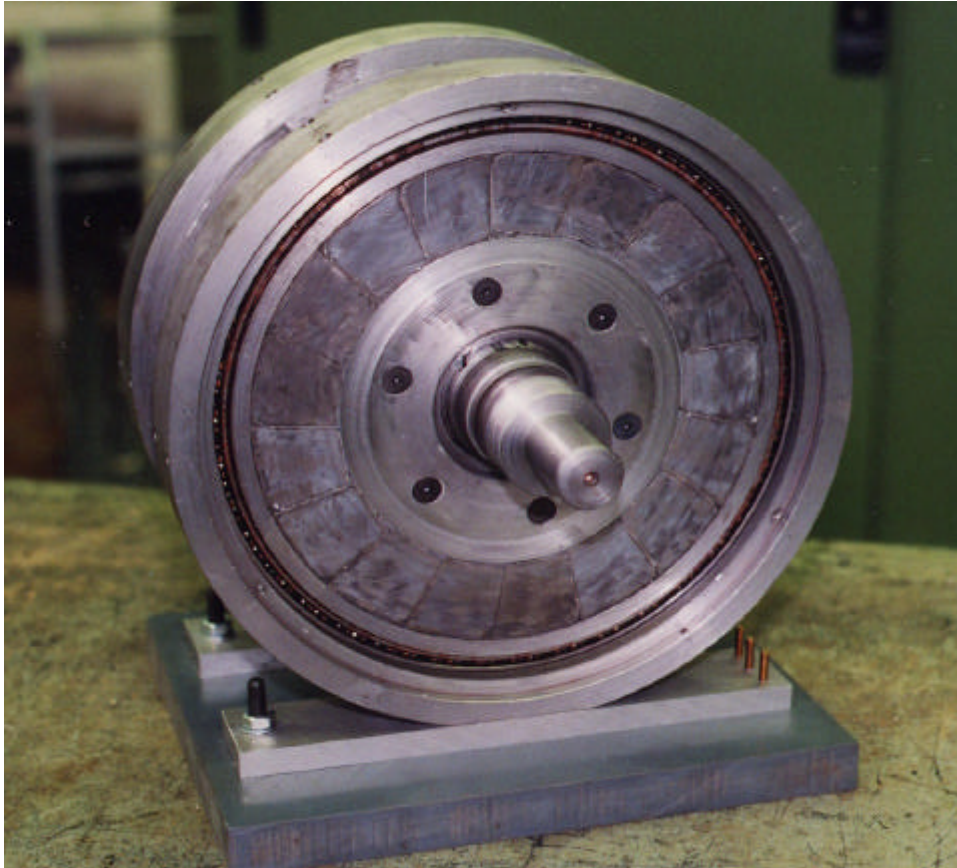
**Ständermagnete mit Seitenwände**



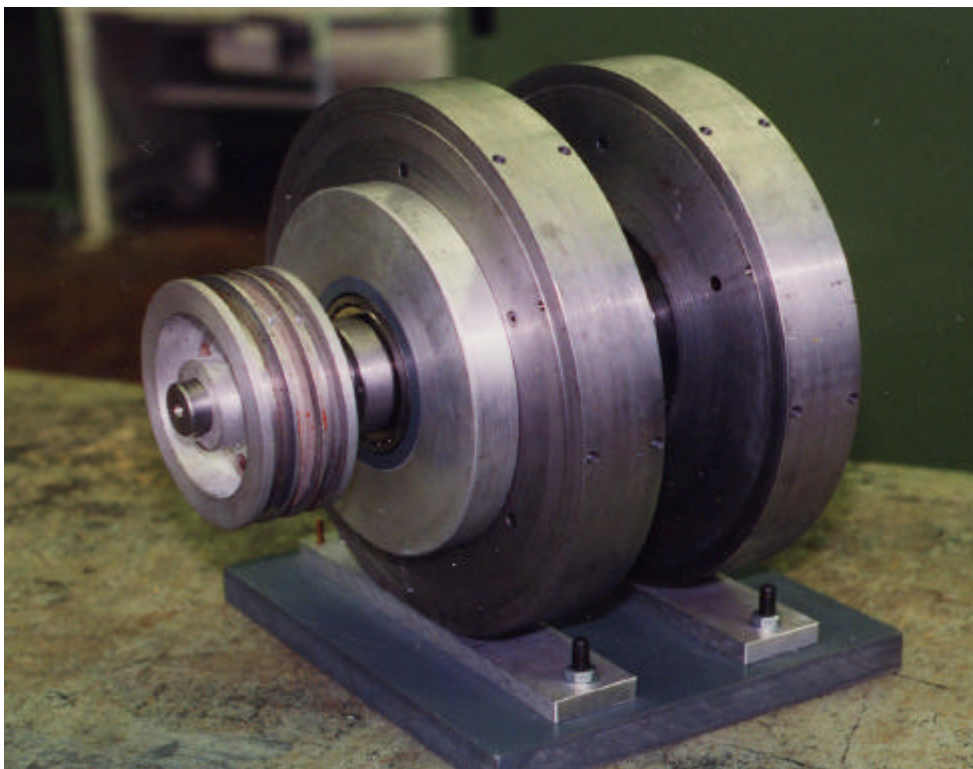
**Rotor mit Rotormagneten, Welle und Gehäusering**



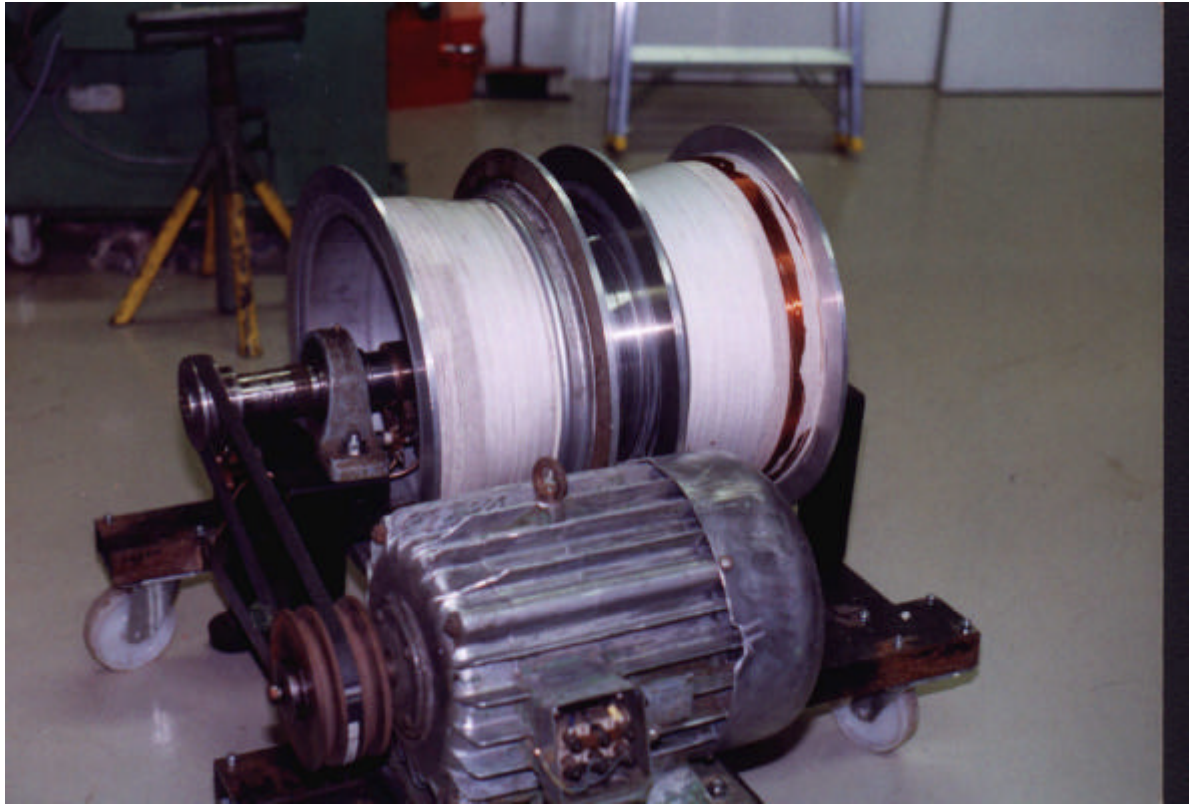
**Maschine ohne Seitenwand mit sichtbarem Kontaktkugellager**



**Komplettansicht mit Kontaktklemmen**



Versuchsaufbau mit Elektromagneten



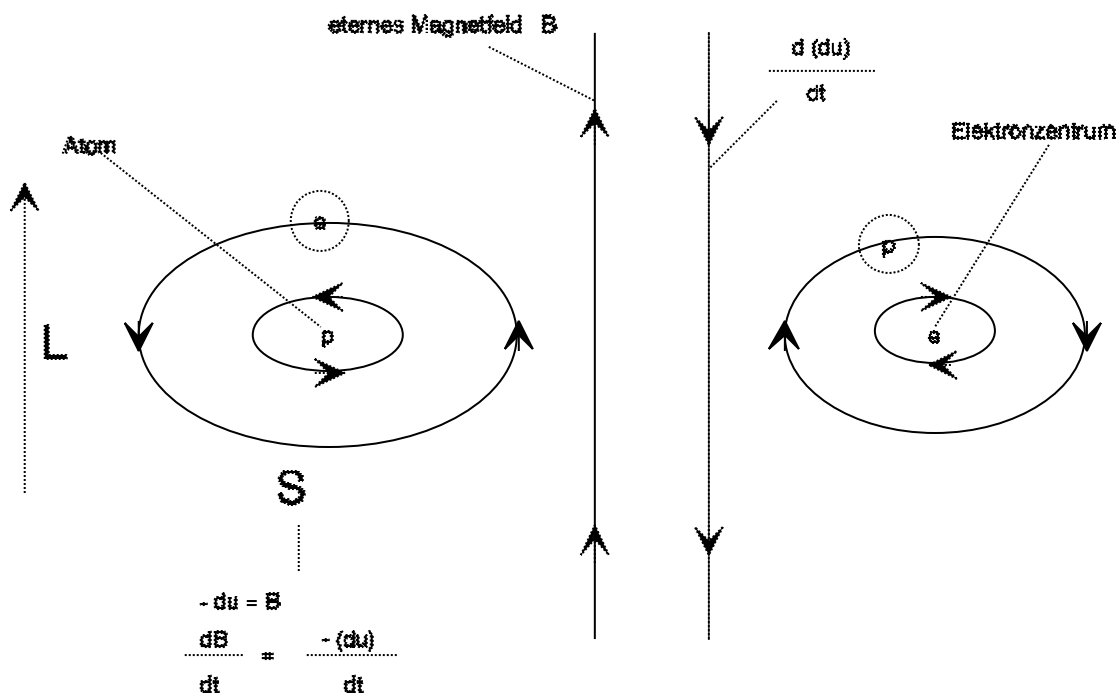


**Die Addition der Drehimpulse und die Spin-Bahn-Kopplung**

Die Erklärung für die Erzeugung der elektrischen Energie mit der Unipolarmaschine mit rotierenden Magneten ist noch umstritten. Die einen behaupten, es existiert ein stehendes Magnetfeld und andere Wissenschaftler behaupten die Spin-Bahn-Kopplung ist der Grund für das Funktionieren der Unipolarmaschine.

Allgemein hat jedes Atom einen Gesamtdrehimpuls  $L$  und einen Spin  $S$ , ihre Vektorsumme ergibt den Gesamtdrehimpuls  $J$  des Atoms.

$$J = L + S$$



Das Elektron bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $v$  um das stationäre Proton. Der Drehimpuls  $L$  ist aufwärts gerichtet.

Das Elektron erfährt das ebenfalls aufwärts gerichtete Magnetfeld  $B$ , das von der scheinbaren (relativen) Bewegung des Protons herrührt. Ist der Spin parallel zu  $L$  und  $B$ , so daß die Energie der Spin-Bahn-Kopplung am größten ist.

Der Spin der elektronischen Rotation rund um das atomische Zentrum hinsichtlich dem interaktionalen Zusammenspiel des Geschwindigkeitsfeldes der den zwei Spin. Der Spineffekt oder der Ladungseffekt vom atomischen Spin wird von dem Spin der orbitalen Elektronen befreit, die in die Gegenrichtung zu dem atomischen Spin rotieren und so ein neutrales Atom produzieren.

Das äußere magnetische Feld  $B$  zeigt, daß es durch den Raum zwischen dem Kern des Atoms und dem freien Raum des Elektrons paßt. Wenn man einen Anstieg in  $B$  von  $dB$  in einem zeitlichen Intervall von  $dt$  bedenkt. Das magnetische Feld ist definiert als der Effekt hinsichtlich der Veränderungen in der Größe der Geschwindigkeit von der elektronen

Magnetbahn. Deshalb wenn die Schnelligkeit an einem Punkt auf einer Strömung die Größe von  $\mathbf{du}$  verändert, reagiert das magnetische Feld  $\mathbf{B}$  an diesem Punkt in Gegenrichtung.

$$- (d\mathbf{u}) = \mathbf{B}$$

Also  $d\mathbf{B}$  produziert  $-d(\mathbf{du})$ , ein negatives Inkrement in der Elektronen- Magnetbahn, welches die Größe in der Weise reduziert, daß es das elektrostatisch anziehende Band zwischen dem Atom und dem Elektron schwächt. Das Elektron ist nun frei und bewegt sich in einer Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn. Von dem Spin wird ein im Uhrzeigersinn magnetisches Feld produziert. Ein Vergrößern des äußeren Feldes  $\mathbf{B}$  gegenüber dem magnetischen Feld welches durch die Bewegung eines freien Elektrons produziert wird, hat die Auswirkung der Lenzschen Regel.

Es gibt auch Kombinationen von Elektronen und Atomen in einer Weise, daß das äußere Feld  $\mathbf{B}$  durch die elektronen Magnetbahn den Spin der Partikel entgegengesetzt. Ein ansteigender Wechsel in  $\mathbf{B}$ , verstärkt zusätzlich die elektronen Magnetbahn zwischen den Partikeln, somit wird das Band der elektrostatischen Anziehung zwischen ihnen erhöht. Falls es zu einem ansteigenden Wechsel im magnetischen Feld kommt, dann besteht ein Abfall der elektronen Magnetbahn. Entgegengesetzt zu  $\mathbf{B}$  entsteht dabei ein Schwächen der elektronen Magnetbahnen zwischen den Teilen. Das orbitale Elektron das freigesetzt wird erzeugt ein entgegen dem Uhrzeigersinn magnetisches Feld welches dem Abfall von äußeren  $\mathbf{B}$  entgegensteht und so den Effekt der Lenzschen Regel hervorbringt.

### Atome in äußeren Feldern

Die Feinstrukturaufspaltung und damit die Spin-Bahn-Kopplung leitet sich quantenmechanisch exakt aus der sogenannten Dirac-Gleichung her; im semiklassischen Bild kann man sie, durch die Wechselwirkung zwischen Elektronenspin und inneren (Bahn-) Magnetfeld erklären. Wichtig ist, daß die Spin- Bahn- Kopplung eine naturgegebene intrinsische Eigenschaft aller Atome ist. Ob man sie messen kann oder nicht, hängt nur von der Auflösung des verwendeten Spektrometers ab. Setzt man Atome gezielt äußeren Feldern - magnetischer oder elektrischer - aus, so wird man feststellen, daß die ohne dieser Felder gemessenen Spektrallinien in neue Linien aufspalten, deren Abstand von der Stärke der äußeren Felder abhängt. Durch die äußeren Felder wird eine Vorzugsrichtung vorgegeben, um die die Gesamtdrehimpulse  $J$  der Atome präzisieren. Das magnetische oder elektrische Moment der Atome kann im äußeren Feld die  $2J + 1$  Einstellung einnehmen. Mit anderen Worten: aus einem Energieniveau sind jetzt  $2J + 1$  geworden. Durch das externe Feld wird die Gleichwertigkeit aller Raumrichtungen, man spricht auch von Entartung, aufgehoben.

Die Aufspaltung von Spektrallinien in einem äußeren Magnetfeld wurde zuerst von P. Zeeman entdeckt, und zwar bereits 1896, also vor dem Bohrschen Atommodell und erst recht lange, bevor das Konzept des Elektronenspins entwickelt war. Das Phänomen der Linienaufspaltung im Magnetfeld wird nach seinem Entdecker Zeeman-Effekt genannt. Die Art der Aufspaltung - ob aus einer Linie zwei, drei oder mehr werden - hängt wesentlich davon ab, ob das magnetische Moment  $\mu$  des Atoms ausschließlich vom Spin - oder Bahnmagnetismus herrührt oder ob es eine Mischung aus beiden ist. Ist  $S = 0$  addieren sich also die einzelnen Elektronenspins im Atom vektoriell zu null, ist also  $J = L + S = L$  und  $\mu = \mu(L)$ , so gilt für die Linienaufspaltung  $\Delta E = \mu_B B$  ( $\mu_B$  ist das Bohrsche Magneton), es kommt (ohne daß wir diesen Effekt hier näher begründen) zu Linientripletts. Man spricht auch vom normalen Zeeman- Effekt. Ist  $L=0$ , d.h.  $J = S$  und  $\mu(S)$ , so erhalten wir  $\Delta E = 2\mu_B B$ . Dieser Fall ist praktisch nur für freie Elektronen denkbar, denn im Atom gilt immer  $L \neq 0$ .

Im allgemeinen Fall, d.h. wenn gemischter Magnetismus vorliegt (wenn die Spin-Bahn-Kopplung sich also auswirkt), ist  $J = L + S$  und  $\mu(L, S)$ , und es gilt:  $\Delta E = g \mu_B B$ . Dabei ist  $g$  das Lande'sche  $g$ -Faktor. Er ist so definiert, daß er im Fall des reinen Bahnmagnetismus ( $S = 0$ ) den Wert 1, für freie Elektronen ( $L = 0$ ) den Wert  $g_e = 2$  (genaue Messungen ergeben  $g_e = 2,00232$ ) und im gemischten Fall (ausgeprägte Spin-Bahn-Kopplung) Werte bis 10 und größer annehmen kann. Die Linienaufspaltung aufgrund des gemischten Magnetismus (es ergeben sich Liniendoublets, - triplets und zahlreiche andere Multiplets) **wird als anomaler Zeemann-Effekt bezeichnet.**

Der entsprechende Effekt der Linienaufspaltung durch Einfluß eines äußeren elektrischen Feldes wurde 1913 von J. Stark nachgewiesen. Diese nach ihm als Stark-Effekt benannte Erscheinung hat für die Entwicklung der modernen Physik und auch in den physikalischen Anwendungen allerdings nie eine so wichtige Rolle gespielt wie der Zeemann Effekt. Die Untersuchungen der Spektren von Atomen in äußeren Magnetfeldern gehören heute zu den Standardmethoden der Physik. Die Wellenlänge der Übergänge liegen dabei im cm Bereich, es handelt sich also um Mikrowellen.