

Angebot Nr. 4281

Zuwendungsantrag - Neuantrag

"Experimentalstudie zum Nachweis der Gravitations-
Magnetfeld-Kopplung"

Für den Inhalt verantwortlich

Technisch Herr A. Harasim, AE331
 Tel. 089/6000-8640

Kaufmännisch: Herr Berg
 Tel. 089/6000-8450

Inhaltsverzeichnis

Anlage A

1. Gegenstand und Ziel des Vorhabens
2. Begründung des Vorhabens
 - 2.1 Physikalische und technische Bedeutung
 - 2.2 Überblick über die theoretischen und experimentellen Arbeiten anderer Gruppen
 - 2.3 Neuer theoretischer Ansatz einer gravitativen Magnetfeld-Kopplung
3. Gegenwärtiger Stand der Versuchsplanung
4. Arbeitsprogramm
 - 4.1 Phase I: Theoretische Untersuchungen
 - 4.2 Phase II: Experimentelle Untersuchungen und Versuchsdurchführung
5. Projektorganisation und Zeitplan

Anlage B

1. Zuwendungsantrag inklusive Kostenschätzungen

ANLAGE AExperimentalstudie zum Nachweis der Gravitations-Magnetfeld-Kopplung in einem Spacelabexperiment1. Gegenstand und Ziel des Vorhabens

Gegenstand der Experimentalstudie ist die Prüfung der schon einmal im Jahr 1947 von Blackett/1, 2/ ohne Erfolg untersuchten gravitativen Magnetfeld-Hypothese im Lichte neuer theoretischer Arbeiten und neuen, empfindlichen Nachweismethoden von schwachen Magnetfeldern. In Abschnitt 2 wird ein neuartiger theoretischer Ansatz der gravitativen Magnetfeldkopplung aufgezeigt, der sich hauptsächlich auf zum Teil veröffentlichte und von MBB geförderte Arbeiten von B.Heim /3/ stützt. Diese Theorie liefert erstmals Feldgleichungen, in welchen elektrische, magnetische und gravitative Felder einheitlich auftreten und damit auch ineinander umwandelbar sein sollten.

Das beabsichtigte Vorhaben ist ein Schlüsselexperiment zum Test der gravitativen Magnetfeld-Kopplung. Demnach sollten neutrale rotierende Massen ein Magnetfeld erzeugen. Die Bedeutung des Experiments besteht darin, daß es die Heimsche Theorie bestätigen soll, nach welcher umgekehrt magnetische Wechselfelder neben elektrischen auch schwache Gravitationsfelder erzeugen müßten, was weitreichende Konsequenzen für die zukünftige Technologie haben würde. Da der Nachweis dieses Effektes hinsichtlich der Kosten aufwendiger ist, sollte in einem einfachen Rotationsexperiment das vorhergesagte Magnetfeld gesucht werden. Die Herleitung der von B.Heim aufgestellten Differentialgleichung wurde von Mitarbeitern von MBB in Zusammenarbeit mit Prof.Auerbach von der ETH Zürich überprüft und für den kugelsymmetrischen Fall /11/ analytisch gelöst.

Ein wesentliches Ergebnis der bisherigen Arbeiten bei MBB ist, daß die hieraus berechneten Werte für das Magnetfeld der Erde mit den aus Gesteinsremanenzen gefundenen Maximalwerten gut übereinstimmen. Ebenso wurde eine gute Übereinstimmung der berechneten Werte mit den Experimen-

taldaten anderer Himmelskörper gefunden. Ein eindeutiger Nachweis einer gravitativen Magnetfeld-Kopplung ist aber sicherlich nur in einem Labor-experiment zu führen.

Ziel des Vorhabens ist deshalb, in einer Phase I die experimentellen Möglichkeiten der neuen erweiterten gravitativen Magnetfeld-Theorien zu überprüfen, experimentelle Fehlerquellen aufzuzeigen und die Aussagekraft eines Experiments abzuschätzen.

In einer Phase II sollen dann Arbeiten zur experimentellen Versuchsvorbereitung und Versuchsausführung durchgeführt werden.

Ein Rotationskörper, der in einer Vakuumkammer über eine Welle mit einer Turbine im Außenraum verbunden ist, sollte bei einem Radius von 10 cm bei einer Rotationsfrequenz von ≈ 800 Hz ein Magnetfeld von rd. 8.5×10^{-8} Gauß an den Oberflächen seiner Pole erzeugen, wenn als Körper eine Kugel aus amorphem Metall gewählt wird. Durch technische Verbesserungen ließe sich der Effekt um 3 bis 4 Größenordnungen verstärken.

Störeinflüsse wie Ladungstrennung durch Zentrifugalkräfte, Oberflächenladungen, Barnett-Effekt und Magnus-Effekt müssen berücksichtigt werden, ehe ein solches Experiment durchgeführt werden kann.

2. Begründung des Vorhabens

2.1 Physikalische und technische Bedeutung

Die Bedeutung des Rotations-Experiments liegt nicht ausschließlich in der Klärung theoretischer Zusammenhänge, wie z.B. der Kopplung zwischen rotierenden Sternen, Planeten und Quasaren an Magnetfelder, sondern in einer technischen Nutzanwendung, die sich bei einem positiven Ausgang des Experiments abzeichnen würde.

Alle uns heute bekannten einheitlichen Feldtheorien (Grand Unification Theory, Supergravitationstheorie, Twistor-Theorie, nichtlineare Spinortheorie u.a.) sind nicht in der Lage, elektrische, magnetische, schwache, starke und gravitative Felder durch gemeinsame Feldgleichungen zu beschreiben. Die Heimsche nichtlineare 6-dimensionale Quantenfeldtheorie führt dagegen, nach Approximationen, auf linearisierte Feldgleichungen, welche sowohl gravitative als auch elektromagnetische Felder enthalten.

Das Rotationsexperiment soll diese Aussage bestätigen. Sollte der Nachweis der Erzeugung schwacher Magnetfelder durch rotierende Massen im Labor gelingen (empirisch wird dies bereits durch Beobachtungen der Astrophysiker bestätigt /4/), dann wäre die technische Interpretation der Umkehrung der linearisierten Feldgleichungen ebenfalls erfolgversprechend.

Dabei handelt es sich um die theoretische Möglichkeit, durch starke hochfrequente magnetische Wechselfelder (relativ schwache) Gravitationsfelder zu generieren, die durch starke elektrische Felder überlagert werden.

Die Perfektionierung dieser ersten Nachweisexperimente hätte überaus starke Einflüsse auf alle Bereiche der Technik, speziell des Transportwesens, der Raumschiffahrt sowie auch auf die Nachrichtentechnik. Denn als eine Folge der Induktion dynamischer Gravitationsfelder wird das Abstrahlen von Gravitationswellen erwartet /3/.

Wir sind uns bewußt, daß die Erfolgsaussichten für einen positiven Nachweis des Gravitations-Magnetfeld-Kopplungs-Effekts schwer abzuschätzen sind, da das Experiment an die Grenzen des technisch Machbaren stößt.

Doch würden Experimente, die auf der Umkehrung der betreffenden Feldgleichungen beruhen, bei einem positiven Ausgang des Experiments, u.E. jeden nur denkbaren Aufwand rechtfertigen.

Das Rotationsexperiment dient daher als Schlüsselexperiment zur Abschätzung der Aussichten auf ganz neue Technologien, welche mit der (zunächst noch) sehr geringen Erzeugung von Gravitationsfeldern und -Wellen zusammenhängen. Das experimentelle Risiko ist vergleichsweise gering gegenüber den Möglichkeiten, welche die Bestätigung der theoretischen Aussagen eröffnen würden.

Der nächste Schritt zu einer technologischen Nutzung dieser Theorie wäre der schon erwähnte Versuch, in den hohen elektrischen Feldern, welche ein starkes magnetisches Wechselfeld erzeugt, Gravitationsfeldänderungen nachzuweisen. Solche Experimente könnten im Weltraum besser als auf der Erde durchgeführt werden, da das Auftreten schwacher künstlicher Gravitationsfelder als Bahnstörungen auf die Apparatur wirken müßten. Es soll geprüft werden, ob sich eine entsprechende Meßapparatur für ein Spacelab-Experiment eignen würde.

2.2 Überblick über die theoretischen und experimentellen Arbeiten anderer Gruppen (nach S-P Sirag /4/)

Die gravi-magnetische Hypothese

Die gravi-magnetische Hypothese geht von der Annahme aus, daß eine rotierende Masse denselben magnetischen Effekt hat wie eine rotierende Ladung. Aus den entsprechenden Konstanten der Fundamentalkräfte erhält man die Beziehung:

$$\sqrt{\mu} \cdot m = \sqrt{k} \cdot q \quad (1)$$

(γ = Gravitationskonstante, m = Masse, $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ Coulomb Konstante, q = elektrische Ladung). Das Verhältnis des magnetischen Moments P zum Drehmoment U einer mit der Winkelgeschwindigkeit w um die Körperachse rotierenden Massenkugel m , dem Radius r_0 ist dann /4/:

$$\frac{P}{U} = \frac{\frac{1}{2} \frac{4\pi}{\mu_0} B r_0^3}{\frac{2}{5} w m r_0^2 f} = \frac{5}{4} \frac{4\pi}{\mu_0} \frac{B r_0}{w m f} = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{\mu}}{\sqrt{k}} = 4,3 \cdot 10^{-11} \left[\frac{C}{kg} \right]$$

$\frac{\sqrt{\mu}}{\sqrt{k}} = C_1$

f ist hierbei ein der Masse angepaßter Dichtefaktor.

Im Jahr 1947 hat zuerst Blackett /1, 2/ die P/U -Werte für einige Himmelskörper berechnet und mit den damals bekannten Meßdaten verglichen. Er erhält ein nahezu gleiches Betragsverhältnis, was auf den gravitativen Ursprung des magnetischen Feldes hinweist. In der Zwischenzeit wurden die Magnetfelder des Mondes /5/, Merkurs /6/, Jupiters /7/ und von Hercules X-1 /8/ vermessen. Auch diese Messungen stützen die gravi-magnetische Hypothese, wie aus Bild 1 ersichtlich ist. Kleine Änderungen der relevanten Variablen verursachen große Abweichungen von der durchgezogenen Linie in Bild 1, sodaß der Fit der experimentellen Daten eine gewichtige Aussagekraft besitzt. Hierbei ist nicht so sehr die lineare Abhängigkeit ausschlaggebend, sondern vielmehr die Tatsache, daß der Fit der experimentellen Daten in der Nähe der $\sqrt{\mu} / 2\sqrt{k}$ Linie liegt.

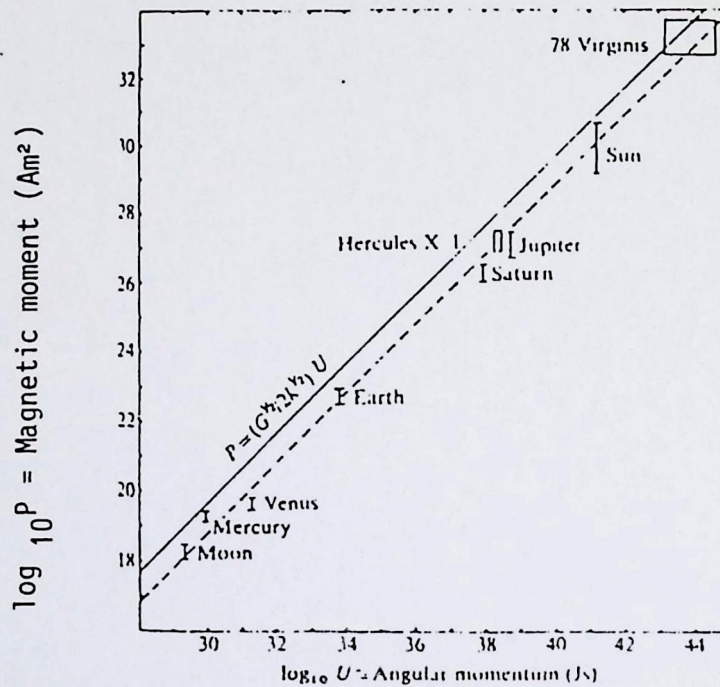


Bild 1: Verhältnis der magnetischen Momente zu den Drehmomenten nach der gravi-magnetischen Hypothese in $\log_{10}$ -Darstellung

$$(P = \frac{1}{2} \frac{4\pi}{\mu_0} B r^3; U = \frac{2}{5} f w m r^2; \sqrt{\frac{4\pi}{\mu_0}} = 4,3 \cdot 10^{-11} \text{ C/kg})$$

Wilsons Experiment 1923

Der erste experimentelle Test, der den Nachweis der gravi-magnetischen Hypothese in einem Laborexperiment erbringen sollte, war das Experiment von Wilson im Jahr 1923 /9/. Diesem Experiment lag die Überlegung zugrunde, daß eine Masse, die sich linear bewegt, ebenso ein Magnetfeld erzeugen sollte wie eine linear bewegte Ladung. Wilson schrieb daher die Gleichung 2 in die Geschwindigkeitsform und erhielt

$$B = \frac{4}{5} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{2} \frac{\sqrt{\frac{4\pi}{\mu_0}}}{\sqrt{k}} \frac{mv}{r^2} \quad (3)$$

Die Geschwindigkeit in Gleichung 3 deutete er als Relativgeschwindigkeit. Er ließ daher einen Eisenstab im Labor pendeln und benutzte die Erde als

bewegte Masse. Er erwartete nach Gleichung 3 ein Magnetfeld der Stärke 10^{-7}

Das Meßergebnis war negativ. Aus heutiger Sicht ist der negative Ausgang des Wilson Experiments durchaus verständlich. Es ist die Annahme, daß die Geschwindigkeit in Gleichung 3 als Relativgeschwindigkeit gedeutet werden kann. Zwischen einer translatorischen Geschwindigkeit und einer Rotationsgeschwindigkeit besteht aber ein fundamentaler Unterschied. Während erstere relativ im Sinne der speziellen Relativitätstheorie ist, ist eine Rotationsbewegung nicht relativ zur Bewegung des Beobachters. Das Wilson-Experiment prüfte somit nicht die gravi-magnetische Hypothese (siehe Gleichung 2), sondern eine lineare Variante einer eventuell möglichen gravi-magnetischen Beziehung.

Das Experiment von Swann und Longacre

Swann und Longacre /10/ führten 1928 ein Experiment aus, bei dem sie eine Kupferkugel von 20 cm Durchmesser mit 200 Hz rotieren ließen. Sie setzten jedoch anstelle des korrekten Faktors $\varrho \omega r^2$ in der Dichteform der Gleichung 3 den Faktor $\varrho \omega^4 r^4$ ein und erwarteten ein Magnetfeld von 10^{-7} . Diese willkürliche Abänderung der Gleichung 1 erlaubte damals einen ebenso guten Fit der experimentellen Daten der Erde und Sonne wie die korrekte Gleichung 3. Jedoch hätte die Heranziehung der korrekten Gleichung ein weitaus geringeres Magnetfeld von etwa 10^{-13} T zur Folge gehabt, deren Messung mit der damaligen Meßausrüstung unmöglich gewesen wäre. Es ist daher nicht verwunderlich, daß dieses Experiment mit negativem Ausgang ausfiel.

Das Experiment von Blackett

Blackett führte 1952 ein Experiment aus /1, 2/, bei dem er eine weitere Variante der gravi-magnetischen Hypothese untersuchte. Diese neue Variante sagt ein Magnetfeld für eine sich auf der Erdoberfläche in Ruhe befindliche Probemasse von 10^{-12} T unter dem Einfluß der Erddrehung voraus. Auch dieses Experiment fiel negativ aus.

Allen diesen Experimenten gemeinsam ist die Tatsache, daß aufgrund eines fehlenden empfindlichen Magnetfeldsensors nur verschiedene Varianten der

gravi-magnetischen Hypothese geprüft werden konnten, wobei zusätzlich Annahmen in diese Varianten einfließen. Schon 1952 stellte Blackett /2/ fest, daß eine mit 100 Hz rotierende Bronzekugel von 1 m Durchmesser ein Magnetfeld von 10^{-12} T ergeben sollte. Dieses Experiment ist bisher nicht ausgeführt worden, weil kein empfindlicher Magnetfeldsensor mit einem Meßfehler unter 10^{-12} T verfügbar war. Heutzutage steht mit dem Squidmagnetometer ein solches Meßinstrument zur Verfügung.

2.3 Neuer theoretischer Ansatz einer gravitativen Magnetfeld-Kopplung

Die folgende Ableitung der gravitativen Feldgleichungen basiert auf verschiedenen technischen Niederschriften von MBB-AE 331, auf dem ersten veröffentlichten Band von Heim Werk /3/,^{*} verschiedenen privaten Mitteilungen von Heim und von Prof. Auerbach von der ETH Zürich. Heim geht von einer Analogie der gravitativen Feldgleichungen zu den Maxwellgleichungen aus, von denen sie sich unter anderem durch eine leicht verschiedene Metrik unterscheidet. Er gibt im Unterschied zu anderen Autoren eine Koordinatentransformation, die die Maxwellgleichungen invariant läßt und eine andere, die die lin.Gravitationsgleichungen invariant läßt. Beide Gleichungssysteme lassen sich durch Tensordivergenzen darstellen. Der Grundgedanke von Heim ist nun der, eine lineare Kombination der Tensorkomponenten zu finden, die unter der kombinierten Koordinatentransformation im Minkowskiraum invariant bleibt. Die lin.Gravitationsgleichungen entsprechen in ihrem Aufbau ganz den Maxwellgleichungen. Dem elektrischen Verschiebungsvektor $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E}$ entspricht der gravitative Vektor $\alpha \vec{f}$, wobei $\vec{f}$ das bekannte Gravitationsgesetz darstellt. Das Analogon zur magnetischen Induktion $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$ ist der Vektor $\beta \vec{\mu}$ mit dem neuen als Mesofeld bezeichneten Feld $\vec{\mu}$, das sich genauso verhält wie $\vec{H}$ zu $\vec{E}$ im elektromagnetischen Fall. Während die elektromagnetischen Feldgleichungen im Minkowski-Raum R_{-4} gelten, sind die gravitativen Feldgleichungen auf den Raum R_{+4} bezogen. Der Raum R_{+4} unterscheidet sich von R_{-4} dadurch, daß dort anstelle von $x_e^4 = ict$ die Koordinate $x_g^4 = wt$ gilt mit $w = \frac{1}{\sqrt{3}} c \approx c$

*) siehe Anmerkung Literatur /3/

und $\frac{1}{\sqrt{\alpha\beta}} = w$.

$\alpha = \frac{1}{4\pi\gamma}$ aber nicht $\alpha = \frac{3}{64\pi\gamma}$ (Häm) was auf $\omega = \frac{4}{3}c$ führen würde

Weiterhin unterscheidet sich $\vec{B}$ von der magnetischen Induktion $\vec{B}$ noch dadurch, daß seine Quelle die Feldmasse $\rho_m - \rho_{m0}$ ist, während $\vec{B}$ keine Quellen besitzt. Die Dichte ρ_{m0} ist hierbei die räumliche Dichte

der ponderablen Masse und $\rho_m - \rho_0$ die räumliche Dichte des gravitativen Feldes, das nach dem Energieäquivalent eine Feldmasse besitzen muß und somit als zusätzliche Gravitationsquelle in Erscheinung tritt. Mit diesen Entsprechungen ergeben sich folgende Beziehungen:

Gravitationsgleichungen	elektromagnetische Gleichungen
1 $\nabla \sqrt{\alpha} \vec{F} = w \sqrt{\beta} \rho_m$	1' $\nabla \sqrt{\epsilon_0} \vec{E} = c \sqrt{\mu_0} \rho_e$
2 $\nabla \times \sqrt{\alpha} \vec{F} = \frac{1}{w} \frac{\partial}{\partial t} \sqrt{\beta} \vec{\mu}$	2' $\nabla \times \sqrt{\epsilon_0} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \sqrt{\mu_0} \vec{H}$
3 $\nabla \sqrt{\beta} \vec{\mu} = \sqrt{\beta} w (\rho_m - \rho_{m0})$	3' $\nabla \sqrt{\mu_0} \vec{H} = 0$
4 $\nabla \times \sqrt{\beta} \vec{\mu} = \sqrt{\beta} w \frac{\partial}{\partial t} \sqrt{\alpha} \vec{F}$	4' $\nabla \times \sqrt{\mu_0} \vec{H} = \sqrt{\mu_0} \rho_e + \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \sqrt{\epsilon_0} \vec{E}$

mit $\alpha = \frac{1}{4\pi\gamma}$ und $\beta = 9\pi\gamma/4c^2$

Außerdem muß die Kontinuitätsgleichung erfüllt werden

$$\nabla \vec{j}_m + \frac{\partial}{\partial t} \rho_m = 0 \quad (5) \quad \nabla \vec{j}_e + \frac{\partial}{\partial t} \rho_e = 0 \quad (5')$$

Im elektromagnetischen Fall kommt noch die Lorenzkraftdichte hinzu, die als Tensorbeziehung ausgedrückt werden kann. Eine entsprechende gravitative Kraftdichte wird analog zum elektromagnetischen Fall aus einer ähn-

lichen Tensorberechnung hergeleitet.

gravitative Kraftdichte

elektromagn. Kraftdichte

$$\vec{f}_g = \rho_m (-\vec{F} + \vec{v} \times \beta \vec{\mu}) \quad (6) \quad \vec{f}_e = \rho_e (\vec{E} + \vec{v} \times \mu_0 \vec{H}) \quad (6')$$

Die elektromagnetischen Gleichungen lassen sich bekanntlich als Divergenz von antisymmetrischen Tensoren darstellen. Ebenso können die gravitativen Feldgleichungen durch analog aufgebaute Tensorbeziehungen ausgedrückt werden. Die charakteristische Eigenschaft der 1-6, und 1'-6' Gleichungen ist ihre Invarianz gegenüber speziellen Transformationen. Im elektromagnetischen Fall sind es die Lorentztransformationen, während im gravitativen Fall eine entsprechende Transformationsmatrix gilt, bei der ict durch wt ersetzt ist.

Weder der R_{-4} noch der R_{+4} liefern ein getreues Abbild der Wirklichkeit. Vielmehr müssen der R_{-4} und der R_{+4} zu einem gemeinsamen Raum R_4 kombiniert werden, in dem a) $x^4 = ict$ und b) als Invarianz der Feldgleichungen gegenüber der gemeinsamen Transformation $B = A_e A_g$ gilt. Der einheitliche Feldtensor kann somit aus einer linearen Kombination des gravitativen und des elektromagnetischen Feldtensors gebildet werden. Diese Überlegungen führen schließlich auf die folgenden einheitlichen Feldgleichungen.

$$\nabla \cdot \epsilon_0 \vec{E} = \rho_e \quad \text{und} \quad \nabla \cdot \alpha \vec{F} = \rho_m \quad (7)$$

$$\nabla \times (\sqrt{\epsilon_0} \vec{E} + \frac{c}{\omega} \sqrt{\alpha} \vec{F}) = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} (\sqrt{\mu_0} \vec{H} + \sqrt{\beta} \vec{\mu}) \quad (8)$$

$$\nabla \cdot \sqrt{\mu_0} \vec{H} = 0 \quad \text{und} \quad \nabla \cdot \vec{\mu} = W(\rho_m - \rho_{m_0}) \quad (9)$$

$$\nabla \times (\sqrt{\mu_0} \vec{H} + \sqrt{\beta} \vec{\mu}) = \sqrt{\mu_0} \vec{j}_e + \sqrt{\beta} \vec{j}_m + \frac{\partial}{\partial t} (\epsilon_0 \vec{E} + \sqrt{\beta} \alpha \vec{F}) \quad (10)$$

Ausgangsgleichung für das Magnetfeld eines rotierenden Körpers ist die Gleichung 10. Unter Vernachlässigung des Mesofeldes $\vec{j}$ und unter der Voraussetzung der zeitlichen Stationarität reduziert sich Gleichung 10 auf

$$\nabla \times \sqrt{\mu_0} \vec{H} = \sqrt{\mu_0} \vec{j}_e + \sqrt{\beta} \vec{j}_m \quad (11)$$

Im Falle $\vec{j}_e \neq 0$ erhält man einen Kreisstrom, der auf jeden Fall ein Magnetfeld induziert. Daher wird im folgenden der Fall eines Isolators angenommen, bei dem keine freien Ladungsträger existieren, sodaß $\vec{j}_e = 0$ gesetzt werden kann. Man erhält somit die einfache Ausgangsgleichung

$$\nabla \times \sqrt{\mu_0} \vec{H} = \sqrt{\beta} \vec{j}_m \quad \vec{j}_m = \rho_m \vec{v} \quad (12)$$

Diese Gleichung 12 wurde bei MBB für den Fall einer Kugel und eines Zylinders analytisch gelöst. Man erhält folgende Ausdrücke für den Innenbereich der Kugel in Polarkoordinaten:

$$B_r^i(r, \theta) = \frac{\mu}{5} \sqrt{\frac{\beta}{\mu_0}} \omega_0 \rho_m \left(\frac{1+4\frac{\mu}{\mu_0}}{1+2\frac{\mu}{\mu_0}} \tau_0^2 - r^2 \right) \cos \theta \quad (13)$$

(Index r = radial, Index t = tangential)

$$B_t^i(r, \theta) = -\frac{\mu}{5} \sqrt{\frac{\beta}{\mu_0}} \omega_0 \rho_m \left(\frac{1+4\frac{\mu}{\mu_0}}{1+2\frac{\mu}{\mu_0}} \tau_0^2 - 2r^2 \right) \sin \theta \quad (14)$$

Für den Außenbereich

$$B_r^a(r, \theta) = \frac{2\sqrt{\beta\mu_0}}{5(1+2\frac{\mu_0}{\mu})} \omega_0 \rho_m \tau_0^5 \frac{1}{r^3} \cos \theta \quad (15)$$

(Index r = radial, Index t = tangential)

$$B_t^a(r, \theta) = \frac{\sqrt{\beta \mu_0}}{5 \left(1 + 2 \frac{\mu_0}{\mu}\right)} \omega_0 \rho_m r_0^5 \frac{1}{r^3} \sin \theta \quad (16)$$

Auf der Oberfläche einer rotierenden Kugel gilt mit $\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta$

$$B_r(r_0, \alpha) = \frac{3}{10\pi} \frac{\sqrt{\beta \mu_0}}{1 + 2 \frac{\mu_0}{\mu}} \omega_0 M \frac{\sin \alpha}{r_0} \quad (17)$$

(Index r = radial, Index t = tangential)

$$B_t(r_0, \alpha) = \frac{3}{20\pi} \frac{\sqrt{\beta \mu_0}}{1 + 2 \frac{\mu_0}{\mu}} \omega_0 M \frac{\cos \alpha}{r_0} \quad (18)$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{\beta}} \Rightarrow \sqrt{\beta} = \frac{1}{\omega}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \Rightarrow \sqrt{\mu_0} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0} c}$$

$$\sqrt{\beta} \cdot \sqrt{\mu_0} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0} c} \Rightarrow \sqrt{\beta \mu_0} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0} c}$$

Berechnung der Magnetfelder für verschiedene Himmelskörper

Für das Erdfeld an der Oberfläche erhält man nach Gl. 17 und 18 mit den Konstanten

$$\omega_0 = 7,272 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

$$M = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$r_0 = 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\mu/\mu_0 = 1 \quad \mu/\mu_0 \approx 1$$

und mit den Werten für $\alpha = \frac{1}{4\pi\gamma}$, $\beta = 9\pi\gamma/4c^2$, $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ und $\gamma = 6,6732 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2 \cdot \text{kg}$

$$\text{radial} \quad B_{\text{rad}}(r_0, \alpha) = 1,76 \sin \alpha \text{ Gauß}$$

$$\text{tangential} \quad B_{\text{tang}}(r_0, \alpha) = 0,881 \cos \alpha \text{ Gauß}$$

$$\beta = 5,244 \cdot 10^{-27}$$

$$\gamma = 6,6732 \cdot 10^{-11} \text{ kg/m}^3$$

Diese Felder stimmen gut mit den experimentell aus Gesteinsremanenzen gefundenen Maximalfeldern der Erde überein, die bei 1,56 Gauß liegen.

Für verschiedene andere Himmelskörper sind die nach Gleichung 17 und 18 berechneten Werte in Tabelle 1 zusammengefaßt und den experimentellen Werten /4/ gegenübergestellt. Nahezu alle nach der Heimschen Theorie berechneten Werte liegen innerhalb der Fehlergrenzen der experimentell verfügbaren Daten.

Ein Vergleich der nach der gravi-magnetischen Hypothese berechneten Werte mit den nach der Heimschen Theorie berechneten Werten ergibt folgendes Ergebnis.

- Kleine rotierende Massenkörper haben nach der gravi-magnetischen Theorie eine bis zu einer Größenordnung größeres Magnetfeld als nach der Heimschen Theorie (siehe Mond)
- größere rotierende Massen unterscheiden sich nach beiden Theorien nur um einen Faktor 2.

Eine Folge dieser Ergebnisse ist, daß die theoretischen Erwartungen für Laborexperimente - wie sie von Blackett in /2/ mit einer Bronzekugel von 1 m Durchmesser und einer Rotationsfrequenz von 100 Hz berechnet wurden - bis zu einer Größenordnung niedriger ausfallen können.

Zusammenfassend kann festgehalten werden:

- die Heimsche Theorie ergibt eine bessere Übereinstimmung mit den experimentellen Werten als die gravi-magnetische Theorie
- die Heimsche Theorie erlaubt einen tieferen Einblick in die Physik der Gravitation und der gravi-elektromagnetischen Kopplung.

HIMMELSKÖRPER	w_0 RAD/S	M kg	r_0 m	f	$\bar{B}_H$ gemittelt T)*)	$\bar{B}_H$ gemittelt T)**	B_{gravi} T)***	$\bar{B}_{max}, \bar{B}_{min}$ gemessen /4/ T
ERDE	$7,272 \times 10^{-5}$	$5,98 \times 10^{24}$	$6,378 \times 10^6$	0,88	$1,256 \times 10^{-4}$ ()	$1,1 \times 10^{-4}$	$2,07 \times 10^{-4}$	$7,0 \times 10^{-5}$ $1,5 \times 10^{-4}$
SONNE	$2,9 \times 10^{-6}$ $2,7 \times 10^{-6}$	$1,99 \times 10^{30}$	$6,960 \times 10^8$	0,16	$1,524 \times 10^{-2}$ $1,42 \times 10^{-2}$ ()	$2,4 \cdot 10^{-3}$ $2,2 \times 10^{-3}$	$4,56 \times 10^{-3}$ $4,25 \times 10^{-3}$	$2,7 \times 10^{-3}$ 8×10^{-5}
78 VIR.	5×10^{-4} $0,5 \times 10^{-4}$	$4,8 \times 10^{30}$ $4,4 \times 10^{30}$	$1,8 \times 10^9$ $1,0 \times 10^9$	0,16	$2,45$ $0,403$	$0,39$ $0,06$	$0,73$ $0,12$	$0,2$ $0,1$
MOND	$2,66 \times 10^{-6}$	$7,35 \times 10^{22}$	$1,738 \times 10^6$	0,88	$2,07 \times 10^{-7}$ $5,4 \cdot 10^{-8}$	$3,3 \times 10^{-8}$	$3,4 \times 10^{-7}$ $8,9 \cdot 10^{-8}$	$1,03 \times 10^{-7}$ $3,8 \times 10^{-8}$
MERKUR	$1,24 \times 10^{-6}$	$3,3 \times 10^{23}$	$2,434 \times 10^6$	0,88	$3,092 \times 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$5,2 \times 10^{-7}$	4×10^{-7} 2×10^{-7}
VENUS	$2,99 \times 10^{-7}$	$4,87 \times 10^{24}$	$6,052 \times 10^6$	0,88	$4,42 \times 10^{-7}$	$3,9 \times 10^{-7}$	$7,3 \times 10^{-7}$	$5,9 \times 10^{-8}$ $2,7 \times 10^{-8}$
JUPITER	$1,773 \times 10^{-4}$	$1,90 \times 10^{27}$	$7,143 \times 10^7$	0,66	$8,6 \times 10^{-3}$	$5,6 \times 10^{-3}$	0,01	$1,4 \times 10^{-3}$ 3×10^{-4}
SATURN	$1,706 \times 10^{-4}$	$5,69 \times 10^{26}$	$5,98 \times 10^7$	0,66	$2,983 \times 10^{-3}$	$1,97 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-3}$	3×10^{-4} 1×10^{-4}
HER X-1	5,076	$3,5 \times 10^{30}$	1×10^4 $0,7 \times 10^4$	0,88	$3,098 \times 10^9$ $4,7 \times 10^9$	$2,7 \times 10^9$ $4,1 \times 10^8$	$5,4 \times 10^9$ $7,7 \times 10^9$	7×10^8 5×10^8

Tabelle 1: Berechnete Magnetfelder nach der Heimschen Theorie und nach der gravi-magnetischen Hypothese im Vergleich zu experimentellen Werten

)* berechnet nach Gleichung 17 und 18 ohne Berücksichtigung von f

)** wie *)* mit Berücksichtigung von f;)*** B nach der gravi-magn.Hypothese siehe Gleichung 3

$$\frac{R_{gravi} \cdot \omega^2}{V_s} \cdot \frac{kg}{m^3} = \frac{m^4 kg}{V_s^3} = \frac{m^2 kg \cdot \omega^2 \cdot R^2}{s^2 \cdot kg \cdot m^2} = R \cdot \omega^2$$

$$L = \frac{2}{5} m r^2 \omega$$

$$\begin{aligned} \text{Anmerkung } \frac{1}{2} \frac{4\pi}{\mu_0} B r^3 &= \frac{1}{2} \frac{4\pi}{\mu_0} B r^3 \\ &= 0,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2^3 \end{aligned}$$

Prüfung
19.10.2021
19.10.2021
24.10.2021
5.10.2023
2.7.2021

3. Gegenwärtiger Stand der Versuchsplanung

Ausgehend von der Gleichung 13 - 18 wurde bei MBB ein Experiment geplant, bei dem das äußere Magnetfeld einer rotierenden Kugel mit Hilfe eines Squid-Magnetometers in einem magnetisch abgeschirmten Raum nachgewiesen werden soll.

Da in der Gleichung 13 - 18 die Größe des gravitativen Magnetfeldes linear von der magnetischen Permeabilität des Kugelmaterials abhängt, wurde zunächst, im Gegensatz zu Blacketts Vorschlag /2/, eine Kugel aus einem Material hoher Permeabilität untersucht. Als solche eignen sich Ferrite und amorphe Metalle, die eine magnetische Permeabilität bis zu $\mu = 10\,000$ aufweisen können und darüberhinaus schlechte elektrische Leiter sind. Die Idee von MBB war nun, die Ausmaße des Rotationskörpers - wie es von Blackett in /2/ vorgeschlagen wurde - um diesen Faktor zu verringern. Bei der Prüfung der technischen Realisierung dieser Idee zeigte sich, daß die Herstellung einer Kugelform aus diesen Werkstoffen äußerst schwierig und teuer ist. Technisch einfacher ist die Realisierung eines Zylinderkörpers, da im Falle von Ferriten Presswerkzeuge für zylindrische Formstücke bis zu 15 cm Höhe verfügbar sind. Amorphe Metalle sind in langen Bändern von 0.03 - 0.05 mm Dicke und einer maximalen Breite von 10 cm erhältlich. Wickelkörper aus diesem Material sind zum Preis von 15 - 20 000.- DM zu beziehen. Die Magnetisierungskurven und Neukurven von unbehandeltem Material wurden bei MBB vermessen. Die Messungen ergaben, daß diese Magnetisierungskurven bei kleinen Feldern genügend linear sind, jedoch nur Permeabilitäten von etwa 4 000 aufweisen. Um höhere Permeabilitäten zu erzielen, müßte dieses Material einer speziellen Wärmebehandlung unterzogen werden.

Voraussetzung für die Planung eines Experiments aus diesen Materialien ist die Lösung der Heimschen Differentialgleichung für zylindrische Rotationskörper mit $\mu/\mu_0 > 1$, die bisher noch nicht vorliegt. Für die Messung des Magnetfeldes einer rotierenden Kugel eignen sich Squid-Magnetometer, deren Empfindlichkeitsgrenze bei 10^{-9} Gauß liegt. Diese

(1984!)

Größe ist Ausgangsgröße für die Masse, die Drehzahl und Meßabstand bei vorgegebenem Werkstoff.

Das Experiment muß wegen der kleinen geforderten Empfindlichkeiten in einem magnetisch abgeschirmten Raum stattfinden. Solche Räume sind bei der Technisch-Physikalischen Bundesanstalt in Berlin und bei der IABG in Ottobrunn verfügbar.

Der Meßort des Squid-Magnetometers wurde zunächst in die Nähe der Polachse gelegt. Eine genaue Nachrechnung ergab jedoch, daß ferromagnetisches Material lange nicht so günstig für die Messung des äußeren Magnetfeldes ist, wie ursprünglich vermutet. Der Gewinn für $\mu/\mu_0 > 1$ ist bestenfalls ein Faktor 3. Der Grund ist, daß das radiale B-Feld an der Oberfläche stetig, aber um den Faktor $2\mu_0/\mu$ gegenüber seinem Wert im Zentrum reduziert ist. Die tangentielle Komponente von B ist zwar nicht reduziert, aber auch nicht stetig, so daß das äußere Feld gerade um den Faktor μ/μ_0 schwächer als das innere ist. Dadurch geht fast der ganze ferro-magnetische Gewinn verloren. Hinzu kommt noch der minimal notwendige Abstand des Squidmagnetometers von der Kugeloberfläche, der das Feld wegen der $1/r^3$ -Abhängigkeit um fast eine weitere Größenordnung verringert. Für $\mu/\mu_0 = 1000$, $\nu_0 = 800$ Hz, $r_v = 0.1$ m, $r = 0.13$ und $\rho_m = 5000$ kg/m³ ergibt sich ein Wert für das äußere Magnetfeld von 8.5×10^{-8} Gauß.

Das innere Feld dagegen ist um den Faktor 10^4 mal stärker als das äußere. Deshalb werden bei MBB derzeit Möglichkeiten geprüft, das Feld im Inneren zu messen.

Ein möglicher Lösungsweg besteht darin, das Squid-Magnetometer innerhalb eines U-Eisens anzubringen. Die Technik der Lagerung des Rotationskörpers macht es unumgänglich, den rotierenden Körper über eine dünne Welle zu stabilisieren. Diese Welle könnte aus einem Material mit einer um den Faktor 100 höheren Permeabilität als beim Rotationskörper ausgeführt werden. Die magnetischen Feldlinien, die an der Welle austreten, könnten über ein U-Eisen wieder geschlossen werden, so daß eine Führung der

inneren Feldlinien des Rotationskörpers bewirkt würde.

Es werden aber derzeit noch weitere Möglichkeiten untersucht.

Der prinzipielle Versuchsaufbau könnte daher wie in Bild 2 aussehen. Der Antrieb des Rotationskörpers erfolgt über eine Luftturbine, die über eine Welle axial mit dem Rotationskörper verbunden ist. Das Konzept einer Lagerung des rotierenden Körpers sieht eine Kombination von Luft- und Kugellagern vor. Der Rotationskörper selbst befindet sich in einer Vakuumkammer, um Luftreibung und eine damit verbundene elektrostatische Aufladung so gering wie möglich zu halten. Die Messung des Magnetfeldes erfolgt an den Wellenenden mit Hilfe eines Squid-Magnetometers. Der minimale Abstand des Magnetometers zum Wellenende beträgt 10 mm.

Bevor das in Bild 2 gezeigte Experiment vorbereitet wird, müssen jedoch noch folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

- Abschätzung des Einflusses von Störfeldern in Folge von Ladungstrennung durch Zentrifugalkräfte
- Einfluß einer Oberflächenladung durch Luftreibung bzw. Ausdampfeffekte im Vakuum
- Einfluß des Barnett Effektes.

Der Barnett Effekt ist die Umkehrung des in der Literatur oft zitierten Einstein de Haas Effektes. Er (der Barnett Effekt) gibt die Magnetisierung an, wenn ein ferro- bzw. ferrimagnetisches Material in Rotation versetzt wird und damit der Gesamtdrehimpuls der Elektronen des Probekörpers geändert wird. Das hierbei hervorgerufene Magnetfeld überlagert sich dem gravitativen Magnetfeld. Eine Berechnung für den Fall eines zylindrischen Rotationskörpers steht noch aus.

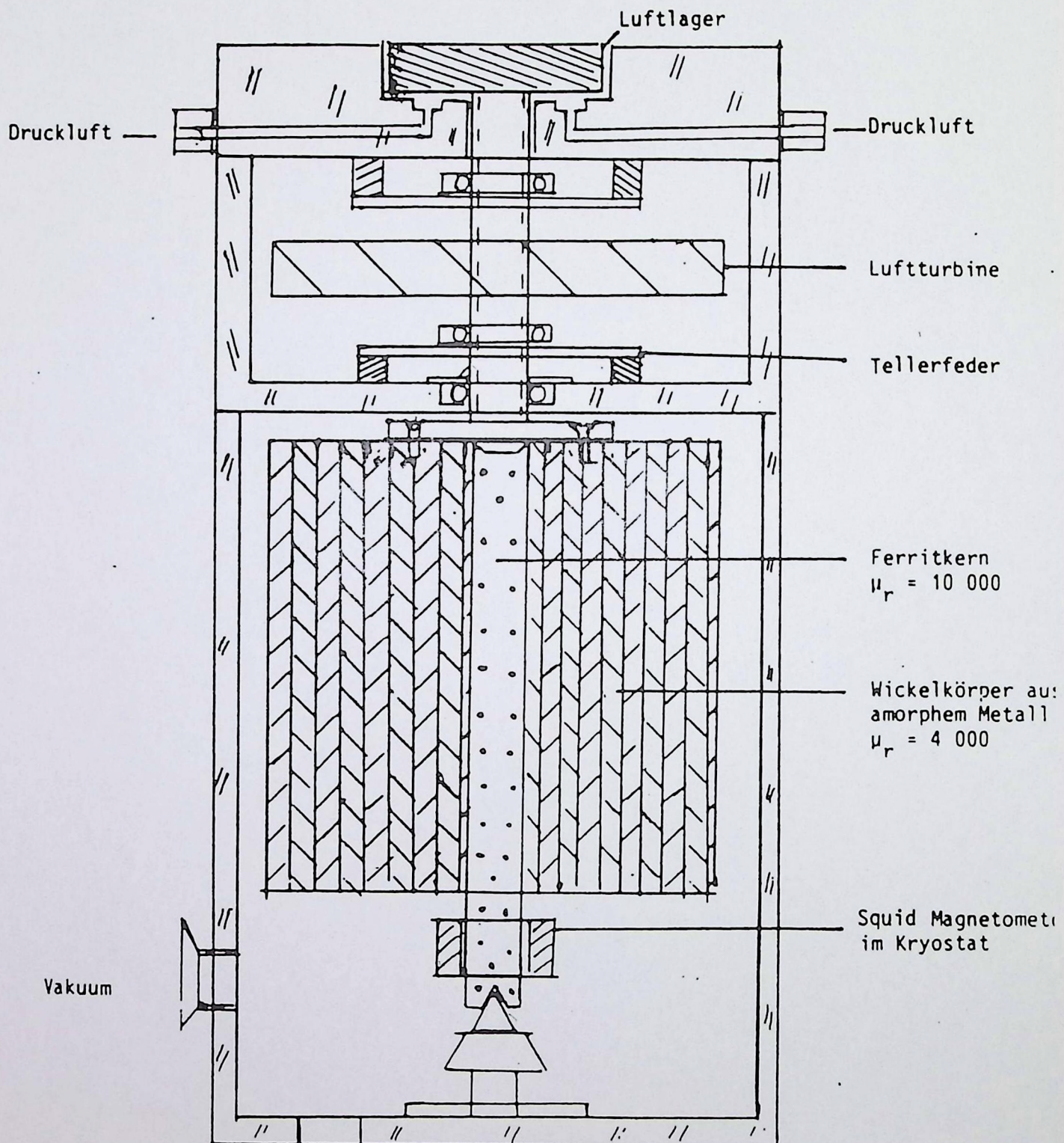


Bild 2: Prinzipieller Versuchsaufbau zum Nachweis der gravitativen Magnetfeldkopplung

4. Arbeitsprogramm

4.1 Phase I: Theoretische Arbeiten

Ziel: In der Phase I sollen die optimale Versuchsanordnung sowie das Meßprogramm unter Berücksichtigung von unvermeidlich auftretenden Störeffekten erarbeitet werden.

1. Festlegung der Geometrie des Rotationskörpers

- Integration der theoretischen Differentialgliederung für einen zylindrischen ferromagnetischen Rotationskörper
- Vergleich des gravitativen Magnetfeldes für Kugel- und zylindersymmetrische Rotationskörper

2. Abschätzung der Einflüsse von verschiedenen Störfeldern auf das zu erwartende Meßergebnis

- Berechnung des Magnetfeldes durch Ladungstrennung infolge der Zentrifugalkräfte
- Berechnung des Feldlinienverlaufs für eine rotierende Oberflächenladung
- Einbeziehung des Magnus Effektes
- Einfluß des Barnett-Effektes

3. Ermittlung der optimalen Versuchs- und (Meß)anordnung

- Auswahl des Materials für den Rotationskörper
- Untersuchung der technischen Möglichkeiten zur Messung des inneren Magnetfeldes eines ferromagnetischen Rotationskörpers
- Gegenüberstellung des technischen Aufwandes zur Messung des gravitativen Magnetfeldes bei einem ferromagnetischen und einem nicht magnetischen Rotationskörper
- Aufstellung eines detaillierten Meßprogramms

4. Konstruktionsberechnungen

- Festigkeitsrechnungen
- Lager-Berechnungen
- Antriebsberechnungen
- Festlegung der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen

4.2 Phase II: Experimentelle Untersuchungen

Ziel: Realisierung der Versuchsanordnung und erste Funktionstests

1. Herstellung und Erprobung des Rotationskörpers

- Materialuntersuchungen - Ermittlung der magnetischen Eigenschaften bei mechanischer Beanspruchung
- Herstellung von Wickelkörpern und erste Belastungstests

2. Erprobung von Antriebs- und Lagerkomponenten

3. Einbettung des Rotationskörpers in Vakuumkammer

4. Magnetfeldmessungen am Versuchskörper im abgeschirmten Raum bei definierten äußeren Magnetfeldern in Abhängigkeit von Rotationsgeschwindigkeit

5. Festlegung des Wärmebehandlungsverfahrens zur Löschung eines im Rotationskörper eingeschriebenen Magnetfeldes

6. Erprobung der Magnetfeldführung im Joch oder anderer noch zu spezifizierender Anordnungen

7. Aufbau der Versuchsanordnung in der magnetisch abgeschirmten Kammer der Phys. Technischen Bundesanstalt in Berlin

8. Ausführung des Meßprogramms (siehe 4.1.3 (Absatz 4))

5. Projektorganisation und Zeitplan

Gegenstand des Förderungsantrages ist der experimentelle Nachweis einer gravitativen Magnetfeldkopplung in einer Phase I und einer Phase II im Zeitraum 1984 - 1985.

In Bild 3 ist die Projektorganisation dargestellt. Für die Durchführung der theoretischen Arbeiten sind 1984 im Jahresdurchschnitt 2 Theoretiker, Diplom-Phys., vorgesehen.

In der Phase II verlagern sich die Arbeiten in experimentelle Voruntersuchungen und Versuchsdurchführung. Hierfür sind zwei Physiker der Fachrichtung Experimentalphysik eingeplant. Für die Vorversuche stehen die Magnetiklaboreinrichtungen bei MBB-AE 33 und die magnetisch abgeschirmte Kammer der IABG in Ottobrunn zur Verfügung.

Zur Überprüfung der geleisteten Arbeiten bei MBB beabsichtigen wir, H.Heim und Prof. Auerbach, ETH Zürich zu verpflichten. Ihre Leistungen sollen in einem Beratervertrag abgegolten werden.

Der Zeitplan der Arbeiten in Phase I und Phase II ist in Bild 4 und 5 dargestellt.

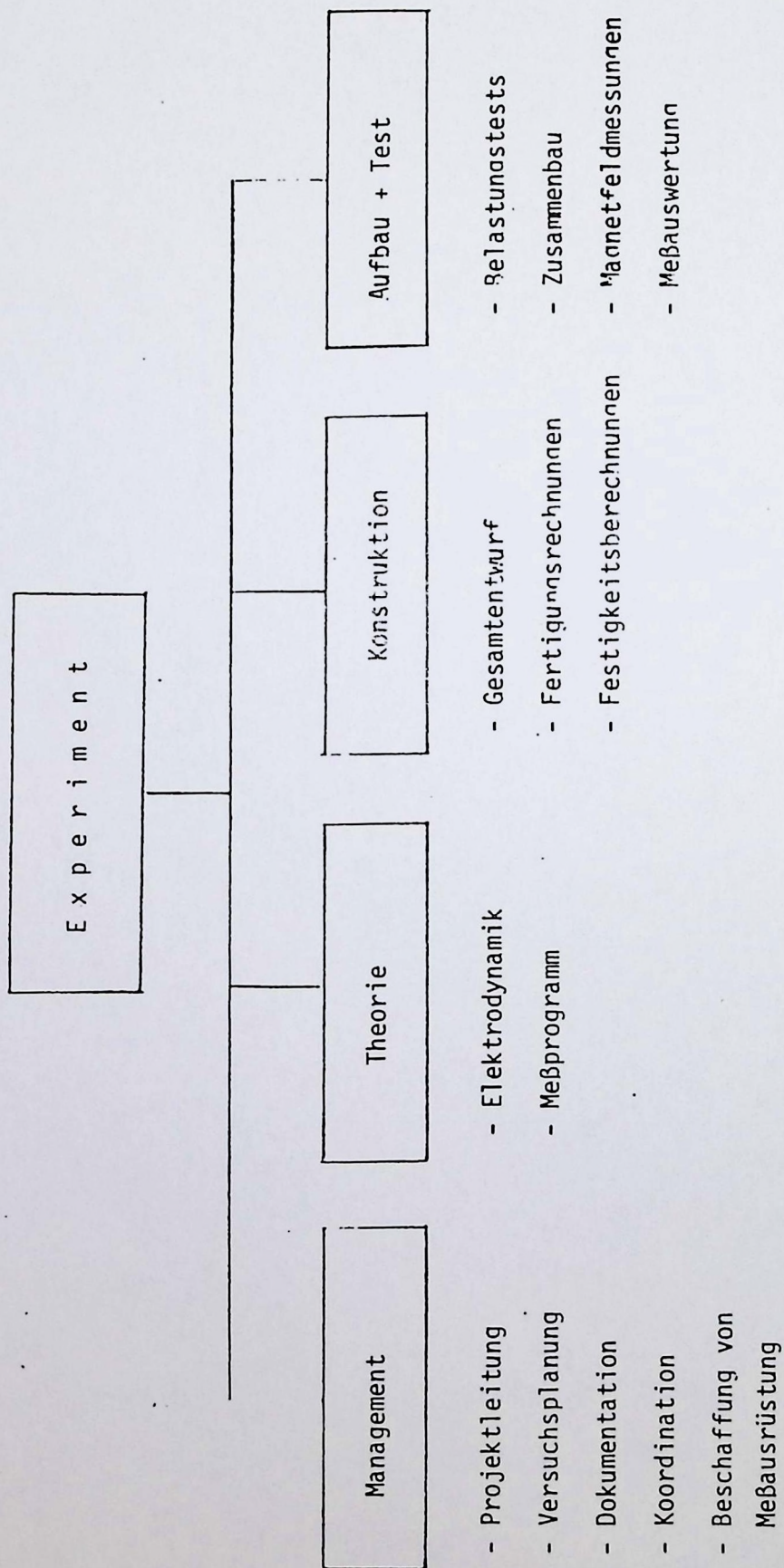
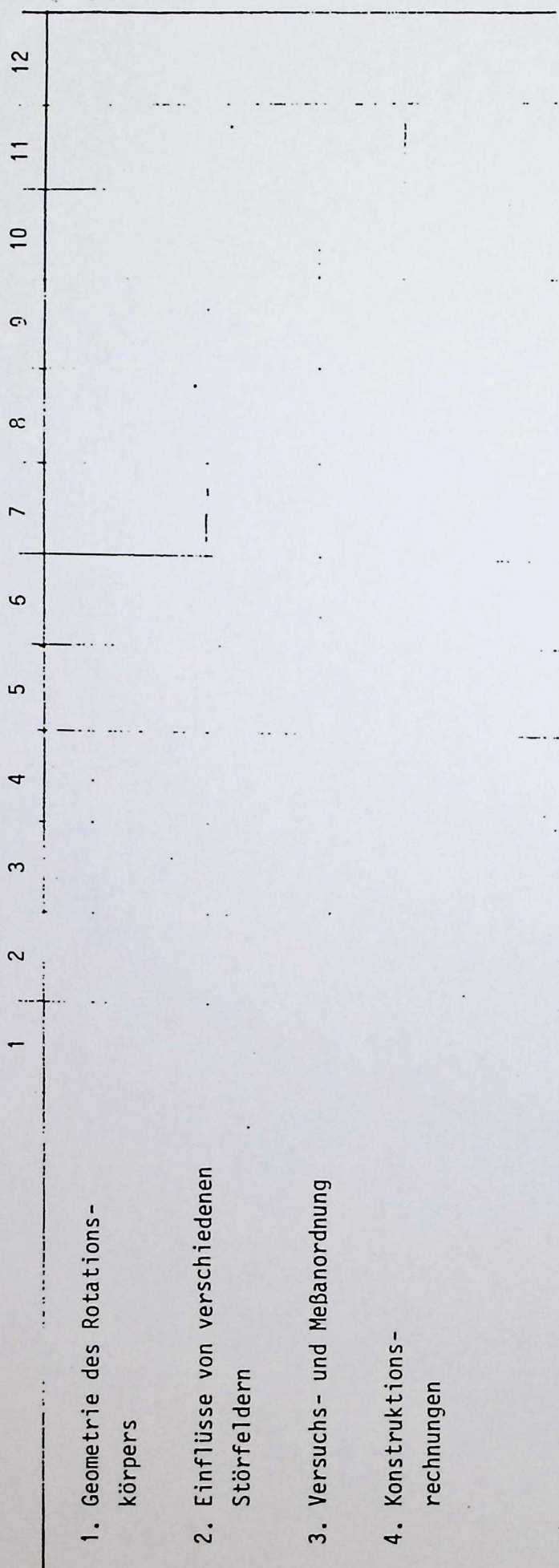


Bild 3 Projektstrukturplan: "Experimenteller Nachweis des gravitativen Magnetfeldes"

1985



Zeitplan für Phase I: Theoretische Arbeiten

1986

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1. Herstellung und Erprobung
des Rotationskörpers

2. Erprobung von Antriebs-
und Lagerkomponenten

3. Vakuumkammer

4. Magnetfeldmessungen am
Versuchskörper

5. Wärmebehandlungs-
verfahren

6. Magnetfeldführung

7. Aufbau der Versuchsan-
ordnung in Berlin

8. Meßprogramm

Zeitplan für Phase II: Experimentelle Untersuchungen und Versuchsdurchführung

Literaturverzeichnis

- 1 Blackett, P.M., Nature 159, 658-666 (1947)
 - 2 Blackett, P.M., Phil.Trans.R.Soc., A 245, 309-370 (1952)
 - 3 B.Heim, Elementarstrukturen der Materie, Band I, Resch Verlag, Innsbruck 1980
 - 4 Sirag, S.-P., Nature 278, 535-537 (1979)
 - 5 Dyal, P. & Parkin, C.W., Sient.Am. 225-2, 62-73 (1971)
 - 6 Ness, N.F. et al, Science 1984, 151-160 (1974)
 - 7 Wolfe, J.H., Sient.Am. 233-3, 119-126 (1975)
 - 8 Coe, M.J., et al, Nature 258, 508-509 (1977)
 - 9 Wilson, H.A., Proc.R.Soc, A 104, 451 (1923)
 - 10 Swann, W.F.G. & Longacre, A., J.Franklin Inst. 206, 421 (1928)
 - 11 Priv. Mitteilung Prof. Auerbach, ETH Zürich
- zu 3) Bei dieser Theorie handelt es sich um eine Weiterentwicklung der Einheitlichen Feldtheorie Einsteins. Wie in der Twistortheorie werden die Feldgleichungen im 6-dimensionalen Raum beschrieben. Das Punktkontinuum der Differentialgeometrie wird jedoch ersetzt durch kleinste Flächen und durch Differenzenrechnung. Der Einsteinsche nichthermitesche metrische Tensor wird ersetzt durch Produkte aus jeweils zwei von 3 möglichen metrischen Tensoren. Durch die solcherart gewonnene Komplexität reicht die Lösungsmannigfaltigkeit aus, sämtliche Wechselwirkungsfelder und Quanten-Eigenschaften materieller Strukturen als Eigenwertspektren reiner dynamischer geometrischer Zustandfunktionen zu beschreiben. Das aus den Feldgleichungen abgeleitete Massenspektrum der Elementarteilchen und Resonanzen wurde bei DESY bereits 1982 gerechnet und stimmt mit allen Meßwerten gut überein. Die Kopplung zwischen elektrischer und magnetischer Feldstärke mit dem Gravitationsfeld ist nur eine von vielen anderen Vorhersagen dieser zur Publikation vorbereiteten Theorie.

Ü B E R S I C H T

=====

Die in der Kostenschätzung verwendeten Personalstundensätze sowie die Ansätze für Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten werden als vorläufige Sätze gem. §7 Abs. 2 der VO PR 30/53 für die Jahre 85/86 angeboten. Sie müssen vom BWB und die PÜ noch geprüft und als gerechtfertigt und angemessen im Sinne der VO PR 30/53 bezeichnet werden. Für die folgenden Jahre sind die festen Sätze zu verrechnen, die dann vom BWB geprüft und anerkannt sind. Der genannte Preis ist ein Selbstkostenerstattungspreis gem. §7 VO PR 30/53 und enthält keine Mehrwertsteuersatz von 14%.

Im übrigen sind die Ansätze der einzelnen Kostenpositionen geschätzt und beruhen auf durchschnittlichen Erfahrungswerten. Die Kosten werden in nachgewiesener Höhe erstattet; die einzelnen Kostenpositionen sind untereinander austauschbar.

MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM GMBH

i. A. Baumgärtner i. A. Berg
(i.A. Baumgärtner) (i.A. Berg)

Gesamtkalkulation

MESSERSCHMITT - BOELKOW - BLOHM GMBH

OTTOBRUNN, DEN _____.
ZNR3

KALKULATIONSSCHEMA

(FUER OTA UND OTD) **)

FUER ZUSCHUSS- UND ZUHENDUNGSVERTRAEGE BMFT / DFVLR
=====

1.) <u>ENTWICKLUNGSMATERIAL</u>			.....
2.) <u>SONDERBETRIEBSMITTEL</u>			.....
3.) <u>FREMLEISTUNGEN</u>			380.362,50
4.) <u>UNTERAUFTRAEGE UND SUBSYSTEME</u>			.....
5.) <u>PERSONALKOSTEN (F.-LOHN U. F-GEMEINKOSTEN)</u>			1.074.994,27
KOSTENSTELLE 4371 9296. STD. A' DM	1.050.394,88		
KOSTENSTELLE 4844 498. STD. A' DM	35.019,36		
./. 0,96 % AFA-ABSCHLAG WOH AUF PERSONALKOSTEN	10.419,97		
6.) <u>SONDEREINZELKOSTEN OHNE REISEKOSTEN</u>	118.650,—		236.775,—
REISEKOSTEN + LEISTUNGEN DER FAHRBEREITSCHAFT	118.125,—		.....
7.) <u>MGK% AUF POS. 1 - 4</u>			15.594,86
8.) <u>HERSTELLKOSTEN A</u>			1.707.726,63
9.) <u>AUSSCHUSS UND NACHARBEIT</u> % AUF POS.	ENTFAELLT		.....
10.) <u>BESTAENDENAGNIS</u> % AUF POS.	ENTFAELLT		.....
11.) <u>HERSTELLKOSTEN B</u>			1.707.726,63
12.) <u>VERWALTUNGSGEMEINKOSTEN</u>			257.998,61
..... % AUF ZIFF. 5			.....
13.) <u>SELBSTKOSTEN 1</u>			1.965.725,24
14.) <u>FREIE ENTWICKLUNGEN</u> % AUF ZIFFER.....			102.463,59
15.) <u>SELBSTKOSTEN 2</u>			2.068.188,83
16.) <u>GEH.ERTR.STEUER</u>	ENTFAELLT		.....
17.) <u>SELBSTKOSTEN 3</u>			2.068.188,83
18.) % KALK. ZINSEN			172.763,13
AUF ZIFF. 15 (OHNE UNTERAUFTR.U.SUBS. SOWEIT SIE KEIN BNK VERURSACHEN)			2.240.951,96
19.) <u>SELBSTKOSTEN 4</u>			2.240.951,96
20.) <u>KALK. MAGNIS</u>	ENTFAELLT		.....
21.) <u>KALK. GEWINN</u>	ENTFAELLT		.....
22.) <u>ZWISCHENSUMME</u>			.....
23.) <u>MSB-INTERNE LIEFERUNGEN/LEISTUNGEN</u>			2.240.951,96
24.) <u>RECHENKOSTEN IBM</u> (./. 10% GEM. BKFT 75 )			.....
25.) <u>NETTOVERKAUFS-PREIS</u>	ENTFAELLT		.....
26.) <u>MEHRWERTSTEUER</u>	ENTFAELLT		.....
27.) <u>SELBSTKOSTEN</u>			2.240.951,96
28.) <u>./. EIGENBETEILIGUNG</u> 20%			448.190,39
29.) <u>ZUSCHUSS-,ZUHENDUNGSFAEHIGER - BETRAG</u>			1.792.761,57
			=====

KALKULATIONSSCHEMA

(FUER OTA UND OTD) **)

FUER ZUSCHUSS- UND ZUWENDUNGSVERTRAEGE BMFT / DFVLR
=====

1.) ENTWICKLUNGSMATERIAL			.....
2.) SONDERBETRIEBSMITTEL			.....
3.) FREMLEISTUNGEN			.....
4.) UNTERAUFTRAEGE UND SUBSYSTEME			.....
5.) PERSONALKOSTEN (E.-LOHN U. F-GEMEINKOSTEN)			467.979,51
KOSTENSTELLE 437,1 437,6 STD. A' DM 109,48	472.515,68		.....
KOSTENSTELLE STD. A' DM	4.536,15		.....
./. .0,96 % AFA-ABSCHLAG WOH AUF PERSONALKOSTEN	52.500,—		.....
6.) SONDEREINZELKOSTEN OHNE REISEKOSTEN	63.000,—		115.500,—
REISEKOSTEN + LEISTUNGEN DER FAHRBEREITSCHAFT			.....
7.) MGK% AUF POS. 1 - 4			.....
8.) HERSTELLKOSTEN A			583.479,53
9.) AUSSCHUSS UND NACHARBEIT % AUF POS.	ENTFAELLT		.....
10.) BESTAENDEWAGNIS % AUF POS.	ENTFAELLT		.....
11.) HERSTELLKOSTEN B			583.479,53
12.) VERWALTUNGSGEMEINKOSTEN			.....
.. 24. % AUF ZIFF. 5			112.315,08
13.) SELBSTKOSTEN 1			695.794,61
14.) FREIE ENTWICKLUNGEN 6 % AUF ZIFFER 8			35.008,77
15.) SELBSTKOSTEN 2			730.803,38
16.) GEW.ERTR.STEUER	ENTFAELLT		.....
17.) SELBSTKOSTEN 3			730.803,38
3.) 9 % KALK. ZINSEN			65.772,30
AUF ZIFF. 15 (OHNE UNTERAUFTR.U.SUBS. SOWEIT SIE KEIN BAK VERURSACHEN)			.....
19.) SELBSTKOSTEN 4			.....
20.) KALK. WAGNIS	ENTFAELLT		.....
21.) KALK. GEWINN	ENTFAELLT		.....
22.) ZWISCHENSUMME			796.575,68
23.) MBB-INTERNE LIEFERUNGEN/LEISTUNGEN			.....
24.) RECHENKOSTEN IBM (./. 10% GEM. BKFT 75 )			.....
25.) NETTOVERKAUFS-PREIS	ENTFAELLT		.....
26.) MEHRWERTSTEUER	ENTFAELLT		.....
27.) SELBSTKOSTEN			796.575,68
28.) ./. EIGENBETEILIGUNG 20%			159.315,13
29.) ZUSCHUSS-,ZUWENDUNGSFAEHIGER - BETRAG			637.260,55
			=====

Literaturangaben

- 1) Ungewöhnliche Gravitations-Phänomene, Herausgeber I.Brand, 148-220, 1975
- 2) I. von Ludwiger, Die einheitliche geometrische 6-dimensionale Quantenfeldtheorie von B. Heim, TN-AE 331-7/81, MBB (1981)
- 3) B. Heim, Elementarstrukturen der Materie, Band I, Resch Verlag, Innsbruck 1980
- 4) Ref. (3), S. 8
- 5) Ref. (3), S. 8
- 6) Ref. (3), S. 13
- 7) Ref. (3), S. 13
- 8) Ref. (3), S. 14
- 9) I. von Ludwiger, private Mitteilung
- 10) Ref. (3), S. 48