

Experimentelle Gravitationsforschung

Fallversuche

Autor: Thomas Senkel

Inhaltsverzeichnis

1	AUFGABENSTELLUNG	1
2	AUFBAU	2
2.1	GESAMTAUFBAU.....	2
2.1.1	Auslöseeinheit.....	2
2.1.2	Die Messstrecke.....	2
2.1.3	Auffangeinheit.....	3
2.2	FALLKÖRPER.....	4
2.2.1	Fallkörper PM1 und PM2.....	4
2.2.2	Fallkörper EMZ1.....	5
2.2.3	Fallkörper EMZ2.....	6
2.2.4	Fallkörper EMZ3.....	6
3	DURCHFÜHRUNG	6
4	THEORETISCHE GRUNDLAGEN	6
4.1	NORMALE FALLGESETZE.....	6
4.2	BERÜCKSICHTIGUNG LUFTREIBUNG.....	7
4.3	FEHLERBETRACHTUNG.....	7
5	MESSERGEBNISSE	8
6	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	8
6.1	GRUPPE 1 (ROT): PM1 FALLKÖRPER OHNE RAND.....	8
6.2	GRUPPE 2 (BLAU): FALLKÖRPER MIT RAND, M=1922G.....	8
6.3	GRUPPE 3 (GRÜN): FALLKÖRPER MIT RAND, M=1922G, MIT EISENGESTELL.....	8
6.4	GRUPPE 4 (VIOLETT): FALLKÖRPER MIT RAND, M=1796G.....	8
6.5	VERGLEICH MIT KELLY UND HOLWERDA.....	9
7	AUSBLICK	9
8	QUELENNACHWEIS	9
9	ANHANG	10

1 Aufgabenstellung

Es wird eine Kopplung zwischen dem Gravitationsfeld mit elektromagnetischen Feldern vermutet. Diese Hypothese wurde in den Jahren 1991 bis 1993 von KELLY mit einer Versuchsanordnung überprüft. Verschiedene Testplatten wurden fallen gelassen und deren Fallzeiten gemessen. Diese Testplatten waren vergleichsweise große Körper mit Kantenlänge von 20 bis 50 cm; sie bestehen aus Anordnungen von Dauermagneten und Spulen und bieten die Möglichkeit, Messungen ohne Feld, mit elektrischem Feld (magnetisches Feld kompensiert)¹, mit permanent-magnetischem Feld und mit elektromagnetischem Feld (DC / AC 50 Hz) durchzuführen. Dabei wurde festgestellt, dass für eine

¹ Kompensation des Oerstedt'schen magnetische Flusses durch Verwendung bifilarer Spulen ([1], S.5)

festen Fallstrecke (von ca. 1,54 m) die Testplatten mehr Zeit benötigen, wenn gleichzeitig ein Feld aktiviert ist. Als Maximum wurde eine bis zu 60% längere Zeitspanne gemessen, wenn die Testplatte ein elektromagnetisches DC-Feld erzeugt ([1], S.1).

KELLY zieht aus der Verlängerung der Fallzeiten den Schluss, dass das Gravitationsfeld selbst von den elektromagnetischen Feldern verändert wird, d.h. dass eine Feldkopplung stattfindet. Unserer Auffassung nach enthält der Versuch von KELLY gravierende Mängel, so dass eine Überprüfung mit verbessertem Aufbau und Auswertung angebracht scheint. Insbesondere die ungenaue Zeitmessung und fehlende statistische Auswertung lassen die Ergebnisse von KELLY fragwürdig erscheinen.

2 Aufbau

2.1 Gesamtaufbau

Der Versuchsaufbau besteht aus einer vertikalen Messstrecke mit drei Lichtschranken, einer elektromechanischen Auslöseeinheit und einem Auffangtrichter. Die Zeitmessung und Datenverarbeitung erfolgt mit einem PC.

2.1.1 Auslöseeinheit



Abbildung 1: Auslöseeinheit

Die Auslöseeinheit gibt die Probekörper unter exakt reproduzierbaren Anfangsbedingungen frei. Die Fallkörper haben einen runden Aluminiumzapfen mit Ringnut. Der Schließbolzen wird mittels Gestänge von einem Elektromagneten zurückgezogen. Die Steuerung der Auslösvorrichtung erfolgt über einen Taster, kann später ggf. mit einem TTL-Signal automatisiert werden)

Der Verriegelungsblock aus PVC ist auf eine Holzplatte geschraubt, die an der Decke des Labors verschraubt ist.

2.1.2 Die Messstrecke

Die Zeitmessung für das Durchfallen einer festen Messstrecke soll so genau wie möglich sein. Sie erfolgt (im Gegensatz zu KELLYs mechanischen Tastern) berührungslos mit Hilfe von drei Lichtschranken mit Lichtleitern (Fa. Matsushita).

Zwei parallele vertikale Holzlatten im Abstand von etwa 500mm dienen als Halterung für die Lichtschranken. Diese befinden sich im Abstand von je 1100mm voneinander. Die Länge der gesamten Messstrecke beträgt 2200mm. Es wurde ausschließlich Holz oder Kunststoff für den Aufbau verwendet, um eine Wechselwirkung mit den Fallkörpern zu minimieren. In gesonderten Versuchsreihen wurde zusätzlich ein Eisengestell um die Messstrecke herum aufgebaut, ähnlich dem von KELLY verwendeten Aufbau. Damit sollte der Einfluss von Eisen auf des Messergebnis untersucht werden.

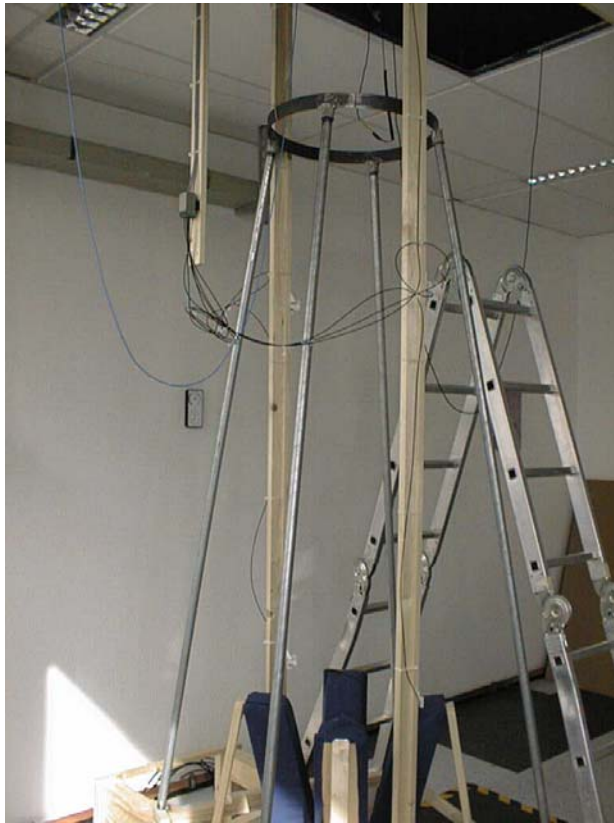


Abbildung 2: Aufbau mit zusätzlichem Eisengestell

Die Signale der Lichtschranken triggern die Zähler auf der Messeinheit (HYDRA). Es werden bei drei Lichtschranken zwei Zähler benötigt. Diese werden mit der ersten Lichtschranke gemeinsam gestartet. Der erste Zähler wird von der mittleren Lichtschranke gestoppt, der zweite Zähler dann von der unteren Lichtschranke. Der Zähler ist Bestandteil vom HYDRA-„Systemport 001“ in Verbindung mit dem HYDRA-„RT Port H001“. Die Ausgänge der Lichtschranken laufen auf die Eventeingänge des HYDRA-„Systemports 001“ (die Digitaleingänge der HYDRA (IO Port H004) sind zu träge für hohe Zeitaufösungen).

2.1.3 Auffangeinheit

Der Aufprall der Fallkörper muss gedämpft werden. Dazu dient ein Auffangtrichter aus vier vertikalen, leicht schräg gestellten Holzbrettern, auf die ein 100mm dicker Schaumstoff aufgebracht ist. Ein Stoffüberzug schützt den Schaumstoff vor Abnutzung.

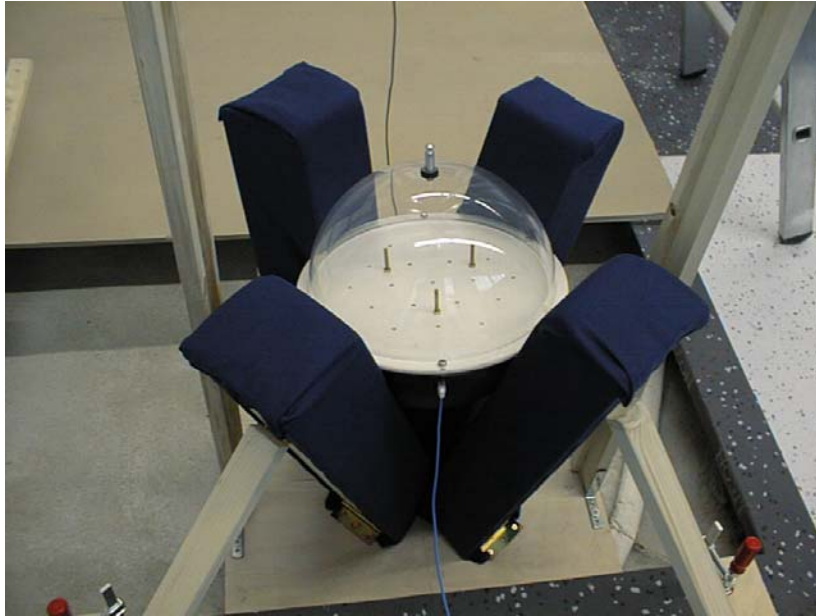


Abbildung 3: Auffangtrichter mit Fallkörper EMZ1

2.2 Fallkörper

Der Fallkörper bestehen jeweils aus zwei Plexiglashalbkugeln von 300mm Durchmesser. An deren Äquatorebene befindet sich ein außenliegender Flansch. Eine Kunststoffplatte wird zwischen die Flansche geschraubt. Darauf sind die Spulen, bzw. Magnete befestigt. Die Kugeln dienen zur Verringerung des Luftwiderstands gegenüber den ebenen Platten bei KELLY.

In späteren Versuchsreihen wurden zusätzliche Ausgleichsgewichte aus Holz an der Grundplatte befestigt, um eine bessere Vergleichbarkeit zu haben.

2.2.1 Fallkörper PM1 und PM2

Die Fallkörper PM1 und PM2 haben in der Äquatorebene eine Kunststoffplatte, auf der 25 Permanentmagnete (NdFeB) in 5x5 Matrix angebracht sind. Jeweils fünf Stück sitzen in einer Reihe auf einem Kunststoffwinkel. Die Winkel lassen sich in einem 2,5mm Raster auf der Grundplatte verschrauben, so dass der Abstand variiert werden kann.

Bei PM1 wurde versuchsweise der Flansch der Plexiglas-Kugel abgetrennt, um den Luftwiderstand zu verringern. Die Verschraubung erfolgt durch innenliegende Winkel.

Bei PM2 wurde die gleiche Grundplatte in einer Plexiglas-Kugel mit Flansch verwendet, um eine Vergleichbarkeit mit den EMZ Fallkörpern zu erreichen.

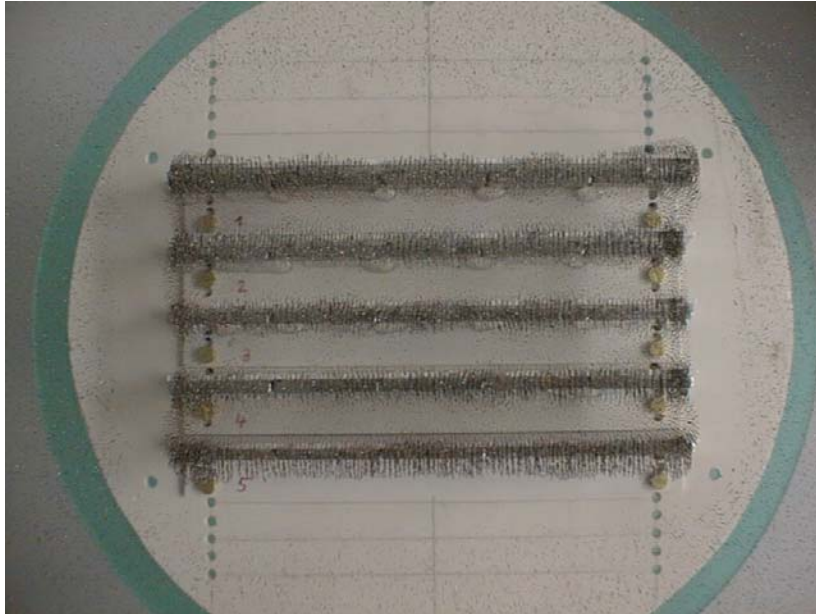


Abbildung 4: PM-Testplatte mit Eisenspäne

2.2.2 Fallkörper EMZ1

Der Fallkörper EMZ1 (Elektro-Magnetische Zylinderspulen) besteht aus einer Plexiglaskugel, in deren Äquatorebene 19 Spulen im Sechseckgitter mit 50mm Abstand angeordnet sind.

Die Spulen haben eine Nennspannung von 12V. Wenn an die rote Zuleitung Plus angelegt wird, zeigen die magnetischen Nordpole aller Spulen nach unten. In die Spulen können verschiedene Kerne eingefügt werden. In den Versuchsreihen wurden Kerne aus unmagnetisiertem Bariumferrit, aus St37 Stahl und Magnete aus Aluminium-Nickel-Cobalt (AlNiCo) verwendet.

Die Masse des Fallkörpers beträgt mit den BaFe-Kernen $m_1=1796$ g und mit St37-Kernen $m_2=1922$ g (Messgenauigkeit der Waage: 1 g). Gewichtszusammensetzung der Fallkörper:

Plexiglashülle mit Auslösezapfen, Grundplatte mit Spulen & Befestigungsschrauben : 1577 g

Spulenkern: 219,1 g (BaFe) bzw. 344,4 g (St37). Zum Teil wurden Ausgleichsmassen verwendet, um auf 1922g zu kommen.



Abbildung 5: Fallkörper EMZ1 mit Zylinderspulen in hexagonaler Anordnung

2.2.3 Fallkörper EMZ2

Der äußerliche Aufbau ist identisch mit EMZ1. Auf der Grundplatte sind 18 Spulen vom gleichen Typ in einem Kreis angeordnet. Es können ebenfalls verschiedene Kerne eingesetzt werden.

2.2.4 Fallkörper EMZ3

Der äußerliche Aufbau ist identisch mit EMZ2. Auf der Grundplatte sind 36 Spulen vom gleichen Typ in einem Kreis mit dichtester Packung angeordnet. Es können ebenfalls verschiedene Kerne eingesetzt werden. Leider ist das Gewicht schon mit Luftspulen höher als bei den anderen Fallkörpern und damit keine Vergleichbarkeit gegeben.

3 Durchführung

Es wurden insgesamt 80 Messreihen durchgeführt, wobei jeweils ein Parameter variiert wurde:

Spannung

- ohne Spannung
- mit positiver Gleichspannung 12V
- mit negativer Gleichspannung 12V
- mit Wechselspannung 12-40V, 50 Hz Sinus
- mit Wechselspannung 12-40V, 500 Hz Sinus
- mit Wechselspannung 12-40V, 5 kHz Sinus
- mit Wechselspannung 12-40V, 5 kHz Rechteck

Spulenkern

- Luftspulen
- Stahl St37
- Bariumferrit BaFe
- Aluminium-Nickel-Cobalt AlNiCo

Eisengestell

- ohne Eisengestell
- mit Eisengestell

In weiteren Messreihen wurden auch andere Parameter untersucht, wie z.B. der Einfluss elektrostatischer Aufladung der Plexiglaskugel, Einfluss der Stromkabel, weitere Spannungsformen, Einfluss von Luftzug und anderes. Meist wurden Messreihen von je zehn Einzelmessungen gemacht.

4 Theoretische Grundlagen

4.1 Normale Fallgesetze

Im Gravitationsfeld der Erde wird eine gleichförmig beschleunigte Bewegung erwartet, wenn der Probekörper freigegeben wird. Legt der Körper in der Zeit t die Strecke x zurück, dann ist:

$$v = dx/dt \quad \text{und} \quad g := a = dv/dt = d^2x/dt^2 \quad \text{d.h.} \quad v = g t$$

Der Körper befindet sich nach der Zeit t bei:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + 1/2 g t^2$$

wobei die Geschwindigkeit beträgt:

$$v(x) = \sqrt{2 g x}$$

Die beschleunigende Kraft ist

$$F_g = m g$$

Der Einfluss der Luftreibung wurde hierbei vernachlässigt.

Zeit t (sec)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65
Weg x (m)	0.0	0.049	0.196	0.441	0.785	1.226	1.484	1.766	2.072
Geschw v (m/s)	0.0	0.981	1.962	2.943	3.924	4.905	5.396	5.886	6.377

Zeit t (sec)	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95			
Weg x (m)	2.40	2.75	3.13	3.54	3.97	4.42			
Geschw v (m/s)	6.87	7.35	7.85	8.34	8.83	9.31			

Tabelle 1: Zeit t, zurückgelegter Weg x und Geschw. v gemäß normalem Fallgesetz

4.2 Berücksichtigung Luftreibung

Die Luftwiderstandskraft ist:

$$F_L = 1/2 c_w A \rho v^2$$

Die Reynoldszahl ist:

$$Re = \rho v d / \eta$$

mit der Luftdichte $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ und der dynamischen Viskosität von Luft $\eta = 1.81 \text{ E-5 Ns/m}^2$.

Bei $Re > 100$ ist der Luftwiderstandbeiwert einer Kugel etwa 0.4

Die Luftdichte ρ kann aus Druck, Temperatur und rel. Feuchte berechnet werden. Sie wird der Einfachheit halber mit $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ angesetzt.

Eine Abschätzung für **Kunststoffkugeln von 300mm Durchmesser** ($A = 0.07 \text{ m}^2$) ergibt:

Die Reynoldszahl liegt (je nach Geschwindigkeit) im Bereich von 0...125000, damit kann $c_w = 0.4$ angesetzt werden.

Die Geschwindigkeit am Ende einer 2m langen Meßstrecke beträgt etwa 6.3 m/s.

Der Luftwiderstand am Ende der Meßstrecke beträgt etwa $F_L = 0.67 \text{ N}$.

Die Gewichtskraft beträgt etwa $F_g = 19 \text{ N}$.

Die Gewichtskraft einer Fallkugel ist also mindestens 28 mal stärker als deren Luftwiderstand.

Trotzdem kann sich eine Veränderung des Luftwiderstands, z.B. durch Luftzug oder Konvektion, in den Messergebnissen aufgrund der hohen Messgenauigkeit stark bemerkbar machen.

4.3 Fehlerbetrachtung

Die absoluten Fehler der Messwerte setzen sich aus einem systematischen und einem statistischen Teil zusammen. Während sich die systematischen Fehler nur schwer quantifizieren lassen, ist der statistische Fehler einfach durch die Standardabweichung einer Messreihe gegeben.

Die Impulsantwort der verwendeten Lichtschranken mit Lichtleitern (Fa. Matsushita) liegt bei 0.5 ms. Dadurch entsteht ein systematischer Fehler, der aber bei allen Versuchen nahezu gleich sein dürfte. Eine weitere Fehlerquelle ergibt sich aus der Kugelform der Probekörper. Wenn die Kugel nicht genau zentral durch die Lichtschranke fällt, kommt es zu einer Streuung der Messwerte.

Die räumliche Justierung, das heißt sowohl der Abstand als auch die Parallelität der Lichtschranken stellt wohl eine der größten Fehlerquellen dar, wenn man die absoluten Geschwindigkeiten berechnen will. Deshalb beschränken wir uns auf die Angabe der Fallzeiten.

Unsere Messungen haben eine sehr gute Reproduzierbarkeit und Messgenauigkeit gezeigt. Die Zeitauflösung unseres Meßsystems, bestehend aus Lichtschranken und HYDRA-Prozessrechner mit DIAdem-Messumgebung (NT 4.0), beträgt etwa 30 μ s.

Das entspricht einer Ortsunschärfe von 0.12 mm (bei $v=4.0$ m/s) an der mittleren Lichtschranke) bzw. 0.2 mm (bei $v=6.6$ m/s an der unteren Lichtschranke)

Der Aufbau von KELLY erreicht bestenfalls eine Zeitauflösung von ca. 5ms (=1 Digit des Zählwerks). Sein mechanisches Zählwerk mit Elektromotor ist sicherlich noch größeren Schwankungen unterworfen. Unsere Zeitauflösung ist also mindestens um den Faktor 167 besser als die von KELLY.

5 Messergebnisse

Es wurden jeweils die Fallzeiten von der oberen bis zur unteren Lichtschranke gemessen. Der Abstand der Lichtschranken beträgt insgesamt 2200mm. Die mittlere Lichtschranke wurde in der Auswertung vorerst nicht berücksichtigt.

Aus den Einzelmesswerten einer Messreihe wurden Mittelwert und Standardabweichung als Fehlerintervall berechnet und in einem **Diagramm** (s. Anhang) dargestellt.

Das gesamte Fehlerintervall beträgt 2σ . Damit ist nur der statistische Fehler erfasst. Systematische Fehler bleiben in diesen Fehlerbalken unberücksichtigt.

6 Diskussion der Ergebnisse

Die Messungen wurden in vier Gruppen eingeteilt, wobei innerhalb jeder Gruppe die Randbedingungen Fallkörpertyp, Masse, Eisengestell gleich sind. Unterschiedlich sind die Art der Spannung, die Spulenkern, Datum und Labor Klima. Weitere Messreihen mit EMZ3 (76-80 in schwarz) wurden keiner Gruppe zugeordnet, da keine Vergleichbarkeit gegeben ist.

Anmerkung: Die Diagramme haben eine unterschiedliche Skalierung. Eine Unterteilung entspricht jedoch überall einer Millisekunde.

6.1 Gruppe 1 (rot): PM1 Fallkörper ohne Rand

Im Vergleich zu den anderen Gruppen liegen die Fallzeiten deutlich niedriger (fast 1%). Dies ist auf den geringeren Luftwiderstand zurückzuführen. Die Kugeln fallen dadurch schneller.

6.2 Gruppe 2 (blau): Fallkörper mit Rand, $m=1922g$

Die Messungen 7-27 liegen etwa 0,2% niedriger als die Messungen 40-69. Der wesentliche Unterschied liegt im Datum: Die ersten Messungen wurden im März 2000 gemacht, die letzteren im Mai 2000. Es ist nicht nachvollziehbar, welche Randbedingungen dazu geführt haben. Der Unterschied im Labor Klima allein reicht dafür nicht aus. Die Messungen 58-64 sollten starke Schwankungen der Randbedingungen simulieren. So wurden Fenster und Türen für Durchzug geöffnet, Temperaturunterschiede von bis zu 5K geschaffen, an den Kabeln gewackelt: All dies hatte einen relativ geringen Einfluss auf das Ergebnis. Auch elektrostatische Aufladung spielt keine Rolle, wie der Vergleich zwischen Messung 8 und 15 zeigt.

6.3 Gruppe 3 (grün): Fallkörper mit Rand, $m=1922g$, mit Eisengestell

Ein Vergleich zur Gruppe 2 zeigt, dass das Eisengestell nur unwesentlichen Einfluss auf das Ergebnis hat. Es wurde hinzugefügt, um eine eventuelle Wechselwirkung zwischen Fallkörper und Eisengestell in KELLYs Originalversuchen nachzuvollziehen.

6.4 Gruppe 4 (violett): Fallkörper mit Rand, $m=1796g$

Die Abweichungen von weniger als 0,2% zwischen den Messungen 22-26, 31 und 28-32 sind, ebenso

wie in Gruppe 2, nicht nachvollziehbar.

6.5 Vergleich mit KELLY und HOLWERDA

Aus unseren bisherigen Messergebnissen lässt sich keine Kopplung zwischen dem elektromagnetischen und gravitativen Feld ableiten. Unsere Zwischenergebnisse wurden KELLY und HOLWERDA vorgestellt (Briefe vom 23.03.00 und 24.04.00). KELLY räumt mögliche Fehler in seinen früheren Versuchen ein und empfiehlt die Verwendung von noch größeren, *rotierenden* Fallkörpern. Er geht ansonsten aber nicht weiter auf unsere Ergebnisse ein. HOLWERDA versuchte ebenfalls die Fallversuche von KELLY zu reproduzieren. Er sandte uns einen Auszug aus seinem Labortagebuch. Allerdings hat er uns keine Ergebnisse seiner Versuche mitgeteilt. Nur soviel, dass er offenbar auch keinen positiven Effekt nachweisen konnte.

7 Ausblick

Weitere Versuche mit elektromagnetischen Fallkörpern erscheinen derzeit nicht sinnvoll. Für die weitere Suche nach einer EMG-Feldkopplung stellt dieser Versuchsaufbau jedoch eine gute Basis dar. Wenn in anderen Versuchen interessante Effekte entdeckt werden, können diese Aufbauten eventuell in Fallkörper verpackt werden. Eine Beeinflussung (z.B. Abschirmung) der Gravitation sollte sich wahrscheinlich auch durch eine Verlängerung der Fallzeiten bemerkbar machen.

8 Quellennachweis

- [1] KELLY 1994, Fallversuche, zusammengefasster Bericht von KELLY mit Fotos der mechanischen Aufbauten aus der zweiten Versuchsreihe, RA (15 Seiten+Deckblatt)
- [2] F. R. 1994, FAX an KELLY mit Kommentaren zu den Fallversuchen (4 S. + Anschreiben)
- [3] KELLY 1994, Handschriftliche Zeichnungen der EM Testplatten, Anlage zu [1] Mai'94(3 S.)
- [4] KELLY 1993, Fallversuche, in: Magnetismus in der Zukunft, Oktober 1993 (5 S. + 2 S. Deckblatt)
- [5] C.G.S. 1993, Brief an KELLY hinsichtlich der Berücksichtigung konventioneller (magnetischer) Effekte bei den Fallversuchen, Skizze mit Vorschlag für mehrfaches optisches Messverfahren im Fallversuch, Nov. 1993 (3 seitiges Anschreiben + 1 S. Anlagen; Anlagen 2-6 fehlen !!??)
- [6] KELLY 1993, Zusammenfassung der Fallversuche EGN, mit Fotos der mechanischen Aufbauten aus der ersten Versuchsreihe, Juli 1993 (17 S.)
- [7] L.A.E. 1993, Brief an KELLY mit Zusammenfassung einer statistische Analyse der Ergebnisse der Fallversuche, Februar 1993 (1. S)
- [8] EGN 1992, Überarbeitete Fassung der Axiome und Postulate zu den funktionalen Zusammenhängen der physikalischen Prozesse bei den Fallversuchen (1 S.)
- [9] T.N. 1999, Artikel über die Erfindungen von H.E. (1970er), Kernspin-Alignment und die Theorie des gravitomagnetischen Feldes (6 S.)
- [10] D.G./E.T. 1995, Erzeugung „makroskopisch beobachtbare supraleitende Zustände“ (MBSZ) durch Verwendung abrupt gepulster elektromagnetischer Stoßwellen (5+6 S.)
- [11] MODANESE, G. 1999, Gravitational Anomalies by HTC Superconductors: a 1999 Theoretical Status Report (26 S., www.gravity.org/nat.htm)
- [12] KELLY 1999, Anschreiben der EGN an Göde Wissenschaftsstiftung zu Materialergänzung 23. Oktober 1993 (1 S.)
- [13] C.G.S. 1993, besser lesbare Kopie des Briefes an KELLY (s.o. [5]) ... ergänzte Anlagen, 23. Nov 1993 (3 seitiges Anschreiben + 5 S. Anlagen: 13-1, 13-2, 13-4, 13-5, 13-6; Anlage 13-3 „Flat ... Drop Plate“ fehlt)

- [14] C.G.S. 1993/94, weiterer Briefwechsel mit KELLY: Rückfragen hinsichtlich technischer Details usw. 9. Juni 93 (14-1, 1 S.), 8. März 94 (14-2, 2 S.), 23. Mai 94 (14-3, 1 S.), 6. Juni 94 (14-4, 1 S.)
- [15] L.A.E. 1993, besser lesbare Kopie des Briefes an KELLY (s.o.[7]) ... mit ergänzten Anlagen (1. S + 2 S. Anlagen, z.T. bereits bekannt)
- [16] R&D Magazine, April 1994, Bericht über die Forschung am Fallturm in Bremen (2 S.)
- [17] Exot. Res. Report, Ausgabe Okt.-Dez. 98 S. 17-21, Bericht über D.L.-Technologie (4 S.)
- [18] Buchkopie E.G. „... der Schmetterling“ über die D.L.-Technologie, S. 54-57, 66, 104f., 132f., 142f., 148f. (9 S.)

9 Anhang

[Tabelle aller Fallversuche - Diagramme](#)