

Nutzung von Vakuumenergie:

Theoretische Grundlagen und ein Beispiel für einen Raumenergie-Motor

PACS-Klassifizierung:
PACS numbers: 88.05.Ec, 88.05.Gh, 88.05.Np, 88.90.+t

Eine Serie fünf wissenschaftlicher Artikel
von Claus Wilhelm Turtur
Wolfenbüttel, 07. April 2011 (living review, aktuelle Version)

Adresse des Autors:
Prof. Dr. Claus W. Turtur
Fachhochschule Braunschweig-Wolfenbüttel
Salzdahlumer Straße 46/48
Germany - 38302 Wolfenbüttel
Tel.: (++49) 5331 / 939 - 42220
Email.: c-w.turtur@ostfalia.de
Internet-page: <http://www.ostfalia.de/cms/de/pws/turtur/FundE/index.html>

Das grundlegende Prinzip der Wandlung von Raumenergie

Wolfenbüttel, den 28. Sept. 2010

Claus W. Turtur, University of Applied Sciences Braunschweig-Wolfenbüttel

Zusammenfassung

Es ist vollbracht: Der Mechanismus der Wandlung von Raumenergie ist verstanden. Auf dessen Basis werden sich nun Raumenergie-Konverter systematisch konstruieren lassen. Hier sind die Details.

Nachdem die Existenz der Raumenergie in verschiedenen Fachgebieten der Physik erkannt ist (siehe z.B. Astrophysik, Quantenelektrodynamik) und deren Wandelbarkeit in andere klassische Energieformen im Labor nachgewiesen wurde (siehe z.B. Casimir-Effekt) wurde auch deren Nutzbarkeit für die praktische Energie-Technologie im Labor prinzipiell nachgewiesen.

Nun da die Raumenergie manifest gemacht wurde, fragt man nach den prinzipiellen Grundlagen ihrer Wandlung in eine klassische Energieform, wie z.B. elektrische oder mechanische Energie. Diese Grundlagen wurden vom Autor des vorliegenden Artikels erkannt und hier beschrieben. Damit ist erstmals die fundamentale theoretische Grundlage zur praktischen systematischen Konstruktion von Raumenergie-Konvertern vorhanden. Die Arbeit enthält Konstruktionsrichtlinien für Raumenergie-Konverter, unter Verwendung eines dynamischen Finite-Elemente-Verfahrens (DFEM).

Einfache Raumenergie-Konverter können nach diesem Verfahren mit moderatem Aufwand durch einen DFEM-Algorithmus ersonnen werden. Für kompliziertere realistische Maschinen wird der Rechenaufwand hingegen ziemlich groß.

Eine kleine Abrundung erfährt der Artikel durch die Erläuterung einiger Beispiele für verschiedene Konsequenzen der Raumenergie in unserem Alltag. Diese reichen bis hinein in die Grundlagen der Stabilität der Materie.

1. Raumenergie in verschiedenen Fachgebieten der Physik

Nach dem heutigen Standardmodell der Astrophysik wird die Zusammensetzung des Universums (siehe [Teg 02], [Rie 98], [Efs 02], [Ton 03], [Cel 07], [und viele andere]) angegeben gemäß

- ca. 5 % aus uns bekannten Teilchen, also sichtbare Materie, Planeten, Lebewesen, etc.
- ca. 25...30 % aus unsichtbarer Materie, also aus noch nicht nachweisbaren Teilchen,
- ca. 65...70 % aus Raumenergie.

Die Messungen dazu basieren auf Beobachtungen der beschleunigten Expansion des Universums im Raum, die bekanntlich anhand der Doppler-Verschiebung charakteristischen Spektrallinien von Atomdämpfen stellarer und interstellarer Materie beruht. Allerdings resultiert aus diesem Zusammenhang die ungelöste Frage, warum diese Beschleunigung der Expansion

im Laufe der Jahre kontinuierlich zunimmt [Giu 00]. Dieser experimentelle Befund der Kosmologie widerspricht den theoretischen Erwartungen, denen zufolge die Expansion kontinuierlich abbremsen müßte, weil die Gravitationswechselwirkung der Materie (egal ob sichtbare oder unsichtbare Materie) für eine Anziehungskraft sorgt, die das Auseinanderdriften der Planeten abbremsen müßte. Auch für diese Frage findet sich im weiteren Verlauf des vorliegenden Artikels der Ansatz einer Antwort – sie basiert auf der Berücksichtigung der Raumenergie. Im übrigen wird an dieser Stelle bereits offensichtlich, dass die Fachgebiete der Astrophysik und der Kosmologie in ihren Standardmodellen die Existenz und die Wirkung der Raumenergie nicht nur akzeptieren, sondern sogar fordern.

Aber auch in der mikroskopischen Physik ist die Raumenergie allgemein akzeptiert und gefordert, namentlich in der sehr zentralen Quantentheorie. Richard Feynman benötigt für die Einführung der auf ihn zurückgehenden Quantenelektrodynamik sog. Vakuumpolarisationsereignisse, bei denen sich im leeren Raum (d.h. im Vakuum) spontan, also ohne äußere Anregung, virtuelle Teilchen-Antiteilchen-Paare bilden, die nach einer gewissen Zeit wieder annihilieren (siehe z.B. [Fey 49a], [Fey 49b], [Fey 85], [Fey 97]). Selbstverständlich enthalten diese Teilchen und Antiteilchen eine Masse (wie z.B. Elektronen und Positronen bei der Elektron-Positron-Paarbildung), weshalb sie nach der Masse-Energie-Äquivalenz auch Energie ($E = m \cdot c^2$) enthalten müssen. Auch wenn diese Materie (und Antimaterie) aufgrund der alsbaldigen Annihilation der virtuellen Materie-Antimaterie-Paare kurz nach deren Entstehung bereits innerhalb des von der Heisenberg'schen Unschärferelation zur Verfügung gestellten Rahmens wieder zerstrahlen muß, also wieder verloren geht, so kann sich diese Materie ebenso wie die zugehörige Antimaterie nicht ohne Anregung durch den Raum bilden – und die dafür nötige Energie entstammt dem Raum, also der Raumenergie, und zwar unbeschadet der Tatsache, dass diese Energie aus Gründen der Energieerhaltung innerhalb der Grenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation wieder verschwinden muss. Man spricht davon, dass diese „Energie aus dem Nichts“ innerhalb der Heisenberg'schen Unschärferelation wieder verschwinden muß, und zwar aus Gründen der Energieerhaltung. Das ändert aber nichts an der Tatsache, dass diese Energie vorhanden ist – namentlich als Raumenergie.

Sicherlich ist die Raumenergie bis heute wenig beachtet und noch lange nicht hinreichend erforscht. Alleine die Kenntnis der Vakuumpolarisationsereignisse beschreibt nur einen winzigen Bruchteil dessen, was es noch zu erforschen gilt. Deshalb enthält die Raumenergie auch vielerlei heute völlig unbekannte Komponenten. Unter all diese Komponenten sind aber auch alte Bekannte, die man gut zuordnen kann. Eine davon ist die Energie der Nullpunktsoszillationen der elektromagnetischen Wellen des Quantenvakuums. Damit hat es folgende Bewandnis: Bekanntlich kommt der harmonische Oszillator in der Quantentheorie niemals zur Ruhe, sondern er schwingt im Grundzustand immer noch mit der Energie $E = \frac{1}{2} \hbar \omega$ (siehe z.B. [Mes 76/79], [Man 93]). Dies ist eine fundamentale Erkenntnis der Quantentheorie, die natürlich auch für elektromagnetische Wellen gilt. Das Quantenvakuum ist also voller elektromagnetischer Wellen, die uns permanent umgeben. Wenn diese Konzeption sinnvoll ist, dann müßten sich diese elektromagnetischen Nullpunktswellen irgendwie nachweisen lassen, indem man dem Vakuum deren Energie entnehmen kann. Wäre es anders, dann wäre die Quantentheorie falsch. Dass die Quantentheorie richtig ist, und dass deren Konzeption stimmt, hat Hendrik Brugt Gerhard Casimir bereits anno 1948 theoretisch überlegt, indem er vorgeschlagen hat, zwei Metallplatten ohne elektrische Ladung parallel nebeneinander anzuordnen. Aufgrund der Energie der elektromagnetischen Nullpunktswellen des Quantenvakuums sollte dann eine anziehende Kraft zwischen den beiden Platten entstehen, deren Ausmaß der mit Hilfe der elektromagnetischen Nullpunktswellen des Quantenvakuums quantitativ bestimmen konnte [Cas 48]. Da der meßtechnische Nachweis sehr schwierig ist ([Der 56], [Lif 56], [Spa 58]), wurde Casimir damit lange Zeit nicht ernst genommen, obwohl

sein Nachweis der Raumenergie doch eigentlich nichts weniger war, als eine Überprüfung des generellen Sinngehaltes der Quantentheorie. Erst fast ein halbes Jahrhundert später, seit dem Nachweis der Casimir-Kräfte durch Lamoreaux [Lam 97] mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ wird Casimir und der nach ihm benannte Casimir-Effekt ernst genommen und akzeptiert. Zuvor hatte die Wissenschaftlergemeinschaft die Diskrepanzen der Raumenergie in der Quantentheorie einfach kommentarlos ignoriert, bis sie endlich erkannt hat, das Casimir die Probleme auflöst und die Fragen beantwortet. Damit ist seit 1997 auch im terrestrischen Labor die Existenz der Raumenergie praktisch bewiesen und allgemein anerkannt. Bereits wenige Jahre später sollte die industrielle Fertigung mikroelektronischer Bauteile, deren Miniaturisierung heute immer weiter vorangetrieben wird, in der praktischen Produktion gezwungen sein, die Casimir-Kräfte bei der Montage kleinster Bauelemente zu berücksichtigen.

So neu das Forschungsgebiet der Raumenergie und auch dessen Teilgebiet der elektromagnetischen Nullpunktswellen des Quantenvakuums noch ist, so dringend ist dessen Anwendung. Kann man nämlich die Energie dieser elektromagnetischen Nullpunktswellen praktisch nutzen, so könnte man eine saubere und unerschöpfliche Energieversorgung der Menschen daraus herleiten. Dass dies tatsächlich möglich ist, wurde inzwischen theoretisch überlegt und dann experimentell nachgewiesen [Tur 09]. Allerdings ist die dabei umgesetzte Leistung von 150 NanoWatt noch sehr gering, sodaß die genannte Arbeit bisher nur ein fundamentaler Grundlagen-Nachweis ist und noch keine technische Maschine für industrielle Anwendungen bereitstellt. Deshalb sollte man erwarten, dass nun der Bau einzelner Prototypen-Maschinen für die praktische Ingenieurtechnik ansteht. Doch eine Literatur-Recherche zeigt, dass es dafür bereits eine ganze Anzahl von Ansätzen gibt, deren Kenntnis allerdings nicht sehr bekannt ist. Eine einführende Übersicht in derartige Arbeiten findet man z.B. bei [Jeb 06]. Erfolgreiche Hinweise reichen von laienhaften „Selbermachern“ bis hin zu namhaften Einrichtungen wie dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) und führen sogar in geheime Forschungsarbeiten verschiedener Militäreinrichtungen und Geheimdienste ([Hur 40], [Nie 83], [Mie 84]). Alles in Allem ist klar, dass heute erreichbare Leistungen der Wandlung von Raumenergie schon um viele Zeherpotenzen den Wert von 150 NanoWatt übersteigen. Ganz offensichtlich ist es bereits gelungen, mit Maschinen im Bereich handhabbarer Abmessungen Leistungen im Bereich von KiloWatt aus der Raumenergie zu wandeln.

Auch wenn die Nutzbarkeit der sauberen, umweltfreundlichen und unerschöpflichen Energiequelle der Raumenergie bisher aufgrund der hohen geistigen Hürde, die zu deren Verwendung und Verbreitung zu überwinden ist, noch nicht allgemein bekannt ist, so steht deren Markteroberung doch in absehbarer Zukunft bevor, also binnen weniger Jahre oder Jahrzehnte [Sch 10], [Ruz 09]. Und diese Energieform wird einen immensen Aufschwung für die Industrie mit sich bringen, weil plötzlich alle Energieverbraucher, Firmen wie Privatleute, genug Energie zur Verfügung haben, ja sogar Energie in unbegrenzter Menge. So wie der Preisverfall der Halbleiterbauelemente nicht für eine Verarmung der Halbleiter-Industrie gesorgt hat, sondern für deren Aufschwung, so wird ein Preisverfall der Kilowattstunde für einen Aufschwung sorgen, der sogar der energieerzeugenden Industrie helfen wird. Um so deutlicher wird die Notwendigkeit, sich nicht nur von Anwenderseite mit der Nutzung dieser Raumenergie zu beschäftigen, wie die zahlreichen Praktiker, die die zahlreichen oben erwähnten Maschinen gebaut haben, sondern auch von wissenschaftlicher Seite deren Grundlagen zu verstehen und deren Konsequenzen zu beleuchten. Einen Beitrag zum Verständnis einiger Grundlagen der Raumenergie liefert der Autor des vorliegenden Artikels in [Tur 09]. Aber der hier vorliegende Artikel wird in den nachfolgenden Kapiteln soweit führen, dass die physikalischen Grundlagen ausgebreitet werden, nach denen sich eine systematische technische Konstruktion von Raumenergie-Konvertern in Angriff nehmen lässt.

2. Der Energiekreislauf der Wechselwirkungsfelder

Zunächst sei an den Energiekreislauf der elektrischen und der magnetischen Felder erinnert, der in [Tur 07a] und [Tur 07b] beschrieben wurde: Wie wir wissen, emittiert jede elektrische Ladung ein elektrisches Feld, dessen Feldstärke nach dem Coulomb-Gesetz bestimmt werden kann [Jac 81]. Dieses Feld enthält Feldenergie, die sich aus der Feldstärke berechnen lässt.

Die Feldstärke beträgt

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^3} \cdot \vec{r} \quad \text{mit } Q = \text{elektrische Ladung} \quad (1)$$

$$\vec{r} = \text{Abstand von der Ladung,}$$

$$\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A}\cdot\text{s}}{\text{V}\cdot\text{m}} = \text{elektrische Feldkonstante [Cod 00].}$$

Die Energiedichte des Feldes beläuft sich auf

$$u = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot |\vec{E}|^2 = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \right)^2 = \frac{Q^2}{32\pi^2 \epsilon_0 r^4}. \quad (2)$$

Da das Feld den Raum erfüllt, enthält es Energie. Nun ist einerseits aus der Relativitätstheorie und andererseits aus dem Mechanismus des Hertz'schen Dipolstrahlers bekannt, daß sich elektrische Felder (und ebenso magnetische Felder, Gleichfelder wie Wechselfelder) mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten (vgl. [Goe 96], [Pau 00], [Sch 02], u.a.). Deshalb emittiert die Ladung als Quelle des Feldes (die Quellen-Eigenschaft wird über die Divergenz des Feldes berechnet) permanent mit dem Feld auch Feldenergie.

Woher aber bezieht die Ladung aber diese Energie ?

Die Antwort verweist abermals auf die Raumenergie, nämlich auf den oben erwähnten Energiekreislauf: Einerseits wird eine Ladung im leeren Raum ständig mit Energie versorgt, und sobald sie nur mit dem leeren Raum in Verbindung steht, kann es sich nur um Energie aus ebendiesem leeren Raum handeln. Andererseits gibt das Feld selbst bei seiner Ausbreitung im Raum Energie an ebendiesen leeren Raum ab (wie in [Tur 07a] und [Tur 07b] nachgewiesen wurde). Die Ladung sammelt also Raumenergie ein, wandelt diese in Feldenergie, und das Feld gibt bei seiner Ausbreitung wieder Energie an den Raum zurück. Dies ist der zitierte Energiekreislauf. Der Funktions-Mechanismus für diese Art der Energiewandlung ist noch ungeklärt.

Aber einen solchen Energiekreislauf erkennt man nicht nur für das elektrostatische Feld, sondern auch für das magnetische Feld. Auch das wurde in [Tur 09] nachgewiesen. Da nun aber alle fundamentalen Wechselwirkungen der Natur durch ein geeignetes Potential (ein Skalarpotential Φ oder ggf. ein Vektorpotential \vec{A} beschrieben werden kann, lässt sich zu allen diesen grundlegenden Wechselwirkungen ein jeweiliges Feld angeben, das wir als Gradient des Skalarpotentials bzw. als Rotation des Vektorpotentials verstehen können. Damit lässt sich folgende Systematik aufschreiben:

• Bsp.: Tabelle 1: Elektrische Wechselwirkung und andere Wechselwirkungen

Wechselwirkung	Potential	Feldstärke	Energiedichte
Elektrostatische Wechselwirkung	$\Phi_{El}(\vec{r}) = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$ (nach Coulomb)	$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^3} \cdot \vec{r}$ (nach Coulomb)	$u_{El} = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \vec{E} ^2$
Elektromagnetische Wechselwirkung	Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r})$ mit $\vec{B}(\vec{r}) = \nabla \times \vec{A}(\vec{r})$	$d\vec{H}_i = dq_i \cdot \frac{\vec{v}_i \times (\vec{s}_i - \vec{r})}{4\pi \cdot \vec{s}_i - \vec{r} ^3}$ (nach Biot-Savart)	$u_{Mag} = \frac{\mu_0}{2} \cdot \vec{H} ^2$
Gravitation (statische WW)	$\Phi_{Gr}(\vec{r}) = -\gamma \cdot \frac{m}{r}$	$\vec{G}(\vec{r}) = \gamma \cdot \frac{m}{r^3} \cdot \vec{r}$	$u_{Grav} = \frac{1}{8\pi\gamma} \cdot \vec{G} ^2$
Gravimagnetische Wechselwirkung	Vektorpotential $\vec{N}(\vec{r})$ mit $\vec{K}(\vec{r}) = \nabla \times \vec{N}(\vec{r})$	$d\vec{K}_i = dm_i \cdot \frac{\vec{v}_i \times (\vec{s}_i - \vec{r})}{4\pi \cdot \vec{s}_i - \vec{r} ^3}$ (vgl. Thirring-Lense)	$u_{GM} = \frac{\beta}{2} \cdot \vec{K} ^2$ $= \frac{2\pi\gamma}{c^2} \cdot \vec{K} ^2$
Starke Wechselwirkung [Pau 10]	$V = -\frac{\alpha \hbar c}{r}$		
Schwache Wechselwirkung [Wik 10]	Potentials des Higgs-Feldes $V = -\mu \phi^\dagger \phi + \lambda (\phi^\dagger \phi)^2$		

Dabei gelten folgende Formel-Symbole und Feldkonstanten (Zahlenwerte nach [Cod 00]):

Q = elektrische Ladung

m = Masse (bei Gravitationswechselwirkung)

\vec{r} = Ortsvektor des Aufpunkts, an dem die Feldstärke zu bestimmen ist.

\vec{s} = Ortsvektor und \vec{v} = Geschwindigkeit der infinitesimalen bewegten Ladungselemente

q_i = infinitesimale bewegte Ladungselemente

m_i = infinitesimale bewegte Masseelemente

Φ_{El} = skalares Potential zum elektrischen Feld der Feldstärke \vec{E}

Φ_{Gr} = skalares Potential zum Gravitationsfeld der Feldstärke \vec{G}

$\vec{H} = \int d\vec{H}_i$ = elektromagnetische Feldstärke

$\vec{K} = \int d\vec{K}_i$ = gravimagnetische Feldstärke

Elektrische Feldkonstante: $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.987551788 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ (weil $\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12} \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$)

Magnetische Feldkonstante: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N \cdot s^2}{C^2}$. Es gilt: $\mu_0 \cdot \epsilon_0 = \frac{1}{c^2} \Rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi\epsilon_0} = \frac{4\pi}{c^2}$

Gravitations- Feldkonstante: $\gamma = 6.6742 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

Gravimagnetische Feldkonstante: $\beta = \frac{4\pi}{c^2} \cdot \gamma = 9.3255 \cdot 10^{-27} \frac{N \cdot s^2}{kg^2}$ Es gilt: $\frac{\beta}{\gamma} = \frac{4\pi}{c^2}$

Anzumerken sei, dass die gewählte Darstellung natürlich nicht die einzig mögliche Beschreibung Wechselwirkung zwischen miteinander in Beziehung stehenden Ladungen bzw. Massen ist. Die bekannteste alternative Beschreibung findet sich im Teilchenbild mit dem Austausch von Wechselwirkungsteilchen.

Wir wollen nun ausrechnen, wieviel Leistung die Ladung als Quelle des elektrischen Feldes bzw. die Masse als Quelle des Gravitationsfeldes abstrahlt.

- Für das erste Beispiel des elektrischen Feldes betrachten wir das Elektron als Quelle des elektrischen Feldes und setzen beginnen mit der Energiedichte seines Feldes an der Oberfläche des Elektrons.

$$u_{El} = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot |\vec{E}|^2 = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \left| \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R_e^2} \right|^2 = 1.45578 \cdot 10^{29} \frac{J}{m^3} \quad (3)$$

Zur Bestimmung der Feldstärke an der Oberfläche des Elektrons wurde der klassische Elektronenradius $R_E = 2.818 \cdot 10^{15} m$ (nach [COD 00]) eingesetzt. Beim Hinausströmen der Energie dieser Energiedichte durch eine infinitesimal dünne Schicht direkt an der Elektronen-Oberfläche durchströmt das Feld ebendiese infinitesimale Schicht der Dicke s mit der Lichtgeschwindigkeit c , sodaß ein gegebenes Feldelement aus dieser Schicht die Zeit $t_x = \frac{s}{c}$ benötigt, um diese dünne Schicht zu passieren.

Die dadurch abgestrahlte Energie ist demnach $W_{El} = u_{El} \cdot s \cdot A$. Sie läuft in der Zeit t_x durch die Elektronen-Oberfläche A .

$$\text{Das ergibt eine Leistung von } P_{El} = \frac{W_{El}}{t_x} = \frac{u_{El} \cdot s \cdot A}{s/c} = u_{El} \cdot A \cdot c \quad (4)$$

Setzt man die Elektronen-Oberfläche mit $A = 4\pi \cdot R_E^2$ ein, so führt dies aufgrund (3) zu

$$P_{El} = u_{El} \cdot A \cdot c = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \frac{Q^2}{16\pi^2 \epsilon_0^2 R_e^4} \cdot 4\pi \cdot R_E^2 \cdot c = \frac{c \cdot Q^2}{8\pi^2 \epsilon_0 R_e^2} = 4.355 \cdot 10^9 \frac{\text{Joule}}{\text{sec.}} \quad (5)$$

Dies ist immense Leistung, die das Elektron abstrahlt. Es handelt sich um einige GigaWatt. Um ein Gefühl dafür zu bekommen, rechnen wir die Energie-Abgabe nach $E = mc^2$ in Masse-Abgabe, und dementsprechend die Leistungs-Abgabe in Masse-Abgabe pro Zeit:

$\frac{P_{El}}{c^2} = \frac{1}{c^2} \cdot 4.355 \cdot 10^9 \frac{\text{Joule}}{\text{sec.}} = 4.8456 \cdot 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{sec.}}$ Soviel Masse verliert das Elektronen im klassischen Modell pro Sekunde dadurch, dass es ein elektrisches Feld erzeugt.

Da das Elektron selbst nur eine Masse von $m_{El} = 9.1094 \cdot 10^{-31} kg$ hat, wäre auf diese Weise seine eigene Ruhemasse bereits nach $\frac{m_{El}}{P_{El}/c^2} = \frac{9.1094 \cdot 10^{-31} kg}{4.8456 \cdot 10^{-8} \frac{kg}{\text{sec.}}} = 1.88 \cdot 10^{-23} \text{sec.}$ verbraucht.

Da dies bekanntlich nicht der Fall ist, ist offensichtlich klar, dass das Elektron aus irgend einer Quelle mit Energie versorgt werden muss. Wir stehen wieder einmal vor dem oben beschriebenen Energiekreislauf, bei dem das Vakuum (der leere Raum) das Elektron als Feldquelle mit Energie versorgt. **Das führt zu der Feststellung, dass die Existenz geladener Körper überhaupt nur aufgrund der Raumenergie möglich ist.**

- Aber auch das zweite Beispiel des Gravitationsfeldes können wir leicht numerisch abschätzen. Betrachten wir exemplarisch die Erde, auf der wir leben als Quelle eines Gravitationsfeldes, und übertragen wir die für das Elektron entwickelte Berechnung auf die Erde. Die Energiedichte des Feldes wurde in Tabelle 1 bereits benannt. Wir setzen nun Werte ein:

$$u_{Grav} = \frac{1}{8\pi\gamma} \cdot |\vec{G}|^2 = 5.75177 \cdot 10^{10} \frac{J}{m^3}, \quad (6)$$

für die Energiedichte des Gravitationsfeldes an der Erdoberfläche,

worin die Gravitationsfeldstärke an der Erdoberfläche allgemein bekannt ist mit $|\vec{G}| = 9.81 \frac{m}{s^2}$.

Berechnen wir die abgestrahlte Leistung gemäß (4) wieder zu $P_{El} = u_{El} \cdot A \cdot c$, so erhalten wir

$$P_{Grav} = u_{Grav} \cdot A \cdot c = u_{Grav} \cdot 4\pi R_E^2 \cdot c = 5.75177 \cdot 10^{10} \frac{J}{m^3} \cdot 4\pi \cdot (6371 \cdot 10^3 m)^2 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s} = 8.795 \cdot 10^{33} \frac{Joule}{sec}. \quad (7)$$

Nach $E = mc^2$ entspricht dies einem Masse-Verlust pro Zeit von

$$\frac{P_{Grav}}{c^2} = 9.786 \cdot 10^{16} \frac{kg}{sec} = 1.287 \cdot 10^{23} \frac{kg}{Jahr}.$$

In Anbetracht der Erdmasse von $m_{Erd} = 5.9736 \cdot 10^{24} kg$ sind das 2.154% der gesamten Erdmasse, die jedes Jahr zur Erzeugung des uns bekannten Schwerfeldes der Erde benötigt würden. Nach nicht einmal 47 Jahren wäre die Erde verbraucht. Dass dies nicht der Fall ist, liegt an der Versorgung mit Raumenergie. So wie die elektrische Ladung Raumenergie in elektrische Feldenergie umwandelt, so wandelt jede ponderable Masse Raumenergie in Gravitationsfeldenergie um.

Dass dies passiert, ist eindrucksvoll nachgewiesen. Was noch fehlt ist eine Klärung des Wandlungs-Mechanismus.

Dass geladene Körper wesentlich höhere Leistungen zwischen Raumenergie und Feldenergie konvertieren als ponderable Massen, sollte uns nicht verwundern, wird doch die elektromagnetische Wechselwirkung immer als die wesentlich stärkere der beiden Wechselwirkungen bezeichnet. Zum relativen Vergleich der Wechselwirkungs-Stärken könnte man die konvertierten Leistungen in Relation setzen und erhielte

$$\frac{P_{El}}{P_{Grav}} = \frac{8.795 \cdot 10^{33} \frac{Joule}{sec.}}{4.355 \cdot 10^9 \frac{Joule}{sec.}} \approx 2 \cdot 10^{24},$$

was den üblichen Abschätzungen zum Vergleich der relativen Wechselwirkungs-Stärken, die auf klassischen Überlegungen im Rahmen des Standardmodells der Teilchenphysik und nicht auf der Betrachtung der Raumenergie basieren [Hil 96], gar nicht unähnlich ist.

3. Die Stabilität der Atome

Ein ungelöstes Problem der Atomphysik, das vielen von uns noch aus dem Schulunterricht her bekannt ist, ist die Stabilität der Atome. Mitunter wird dieses Problem in Form eine Frage formuliert:

Warum fallen die Elektronen der Atomhülle nicht in die Atomkerne ?

Dahinter steckt folgende Erläuterung und Begründung:

Wenn die Elektronen auf Bahnen um den Atomkern umlaufen (egal ob man sie klassisch betrachtet, oder wie üblich im Bild der Quantenmechanik), dann erfahren sie eine Zentripetalbeschleunigung. Würden sie diese nicht erfahren, dann müßten sie tangential von ihren Atomkernen wegfliegen. Da sie aber offensichtlich nicht wegfliegen, muss eine Zentripetalbeschleunigung vorhanden sein.

Beschleunigte Ladung aber strahlt elektromagnetische Wellen ab, wie es z.B. bei der Erzeugung von Röntgenstrahlung ebenso genutzt wird, wie für die Grundlage des Mechanismus des Hertz'schen Dipolstrahlers. Elektronen in der Atomhülle müßten also, aufgrund der ihnen zuteil werdenden Zentripetalbeschleunigung, permanent elektromagnetische Wellen abstrahlen und somit permanent Energie abgeben. Dieser Energieverlust müßte dazu führen,

dass die Elektronen in den Atomkern fallen. Aber auch das ist bekanntlich nicht der Fall. Wir kennen stabile Atome, bei denen die Elektronen nicht in den Kern fallen. Wir alle bestehen aus solchen Atomen. Und wir beobachten bei diesen Atomen auch keine Abstrahlung elektromagnetischer Felder (außer der thermodynamisch bedingten Wärmestrahlung, die bei Annäherung an Null Kelvin auch verschwindet).

Im üblichen Standardmodell der Physik wird diese offene Frage einfach ausgeklammert und nicht beachtet. Elektronen kreisen um den Atomkern, ohne tangential wegzufiegen oder in den Atomkern zu fallen – und wir akzeptieren ohne Erklärung und Verständnis, dass es eben so ist.

Eine Erklärung findet sich aus der Raumenergie. Diese Erklärung wird auch in der Literatur bereits angedeutet [Val 08], und wird durch den oben erläuterten Energiekreislauf zwischen Raumenergie und Feldenergie prima verständlich:

Die Elektronen, auf ihren Bahnen um ihre Atomkerne, strahlen natürlich Energie ab, nämlich in Form elektromagnetischer Wellen. Dabei werden die Elektronen ständig aus der Raumenergie versorgt, was dazu führt, dass sie ihr Energieniveau halten können. Stabile diskrete Energieniveaus, wie sie die Quantenmechanik kennt, sind genau diejenigen Niveaus, auf denen die Versorgung mit Raumenergie im Gleichgewicht mit der Abstrahlung elektromagnetischer Wellen steht. (Dies ist eine These, deren Beweis weiter unten zitiert wird.) Die in Form von Feldenergie (von den Elektronen) abgestrahlte Feldenergie wird aber auf sehr kurzem Abstand gleich wieder in Raumenergie zurückgewandelt, weshalb man sie nach außen hin nicht als Strahlung wahrnehmen kann. Und wieder stehen wir von einem (hier in sich geschlossenen) Energiekreislauf. Um darauf hinzuweisen, dass diese zur Quantentheorie alternative Erklärung der stabilen Energieniveaus nicht abstrus ersonnen wurde oder gar grotesk ist, sei auf die zahlreichen in den angesehensten Fachjournals publizierten Arbeiten zur Stochastischen Elektrodynamik verwiesen (eine lange Literaturliste ist zu finden unter [Boy 66..08], aber auch bei [Boy 80], [Boy 85] gibt es Informationen). Eine angesehene Forschergruppe (Calphysics Institute) führt auf der Basis dieser Arbeiten Überlegungen zur Nutzung der Nullpunktsenergie des Vakuums zur Energieversorgung oder auch zur Weltraumfahrt durch [Cal 84..06].

Grundvoraussetzung dieser unter dem Namen „Stochastische Elektrodynamik“ in die Literatur eingegangene Theorie, ist das Postulat, dass die Nullpunktsoszillationen elektromagnetischer Wellen (die ursprünglich als Ergebnis der Quantentheorie erkannt wurden) existieren, und dass deren Spektrum den Grundzustand der freien elektromagnetischen Strahlung des bloßen Raumes definiert, somit also das Vakuumniveau. Weitere Annahmen und Voraussetzungen der Quantentheorie werden nicht benötigt.

Betrachtet man nun das Verhalten dieser Nullpunkts-Strahlung und deren Wechselwirkung mit der Materie unserer Welt, so wird eben diese Materie Energie aus der Strahlung der Nullpunktsoszillationen elektromagnetischer Wellen absorbieren und auch ebensolche Strahlung emittieren, denn auch geladene Elementarteilchen unterliegen einer permanenten Nullpunktsoszillation. Auf diese Weise lassen sich im Rahmen der „Stochastischen Elektrodynamik“ alle bis heute aus der Quantentheorie bekannten Phänomene völlig ohne Anwendung der Quantentheorie erklären. Zunächst ergibt sich die Strahlung schwarzer Körper und deren spektrale Charakteristik als Funktion der Temperatur aus der Bewegung der Elementarteilchen. Um der historischen Entstehung der Quantentheorie zu folgen, sei auch der Photoeffekt erwähnt, der sich ebenfalls mühelos in die Stochastische Elektrodynamik einreicht. Zu den bedeutenden Ergebnissen der Quantentheorie zählt auch die Erklärung der Energieniveaus der Hüllenelektronen in der Atomphysik. Im Sinne der Stochastischen

Elektrodynamik werden stabile Zustände (stabile Bahnen) genau dann erreicht, wenn die durch das Kreisen der Elektronen abgestrahlte Energie sich mit der aus der Strahlung der Nullpunktsoszillationen aufgenommenen Energie genau die Waage hält. (Dies ist in Analogie zur Grundlage des ersten Bohr'schen Postulats zusammen mit dem dritten Bohr'schen Postulat in der Quantentheorie zu verstehen. Auch das bestätigt den in der vorliegenden Arbeit hergeleiteten Energiekreislauf zwischen Feldenergie und Raumenergie.) Interessanterweise führt das Strahlungsgleichgewicht zwischen absorbierter und emittierter Strahlung der Stochastischen Elektrodynamik genau zu den selben diskreten Energieniveaus wie der klassische Ansatz der Quantentheorie.

Nicht nur Ergebnisse der Quantenmechanik, sondern auch Ergebnisse der Quantenelektrodynamik lassen sich mit der Stochastischen Elektrodynamik herleiten, z.B. der Casimir-Effekt. Zu den auf der Basis der Stochastischen Elektrodynamik bisher bereits erklärten Phänomenen gehört auch die van der Waals - Kraft, die Unschärferelation (die historisch erstmals von Heisenberg benannt wurde) und vieles andere mehr.

Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass die Stochastische Elektrodynamik natürlich Naturphänomene eigenständig erklärt und nicht versucht, den rechnerischen Formalismus der Quantentheorie zu reproduzieren. So ist zum Beispiel die Schrödinger-Gleichung als typische Formel der Quantentheorie nicht mit den Mitteln der Stochastischen Elektrodynamik zu erhalten, ebenso wie auch typische Gleichungen der Stochastischen Elektrodynamik nicht mit den Mitteln der Quantentheorie zugänglich sind. In diesem Sinne bilden die Stochastische Elektrodynamik und die Quantentheorie zwei voneinander unabhängig Gedankengebäude, die zwar die selben Naturphänomene beschreiben, die aber unterschiedlichen philosophischen Zugängen beruhen.

Natürlich ist die Stochastische Elektrodynamik, alleine schon aufgrund der im Vergleich zur Quantentheorie wesentlich geringeren Anzahl ihrer Anhänger, nicht so weit ausgearbeitet worden wie die Quantentheorie. Da sie aber in Übereinstimmung mit den heute bekannten experimentellen Naturbeobachtungen steht, erscheint es durchaus sinnvoll, sie auch für die Gedanken über die Nutzung der Energie der Nullpunktsoszillationen des Vakuums heranzuziehen – was durchaus interessante Ergebnisse versprechen könnte, weil gerade ebendiese Nullpunktsoszillationen das zentrale Fundament der Stochastischen Elektrodynamik bilden.

In diesem Sinne könnte man die Beziehung zwischen der Stochastischen Elektrodynamik und der Quantenmechanik sogar wie folgt etwa provokativ beschreiben:

Grundlage aller Naturerscheinungen, die von beiden Theorien betrachtet und erklärt werden, ist die Existenz der „Nullpunktsoszillationen elektromagnetischer Wellen im Vakuum“, kurz auch „Raumenergie“ genannt (ein wesentlicher Bestandteil davon). Auf dieser Grundlage der Raumenergie lassen sich zwei unterschiedliche mathematische Formalismen unabhängig voneinander aufbauen, (einerseits die Stochastische Elektrodynamik und andererseits die Quantentheorie), die beide gleichberechtigt in der Lage sind, die zitierten Naturerscheinungen zu erklären. Da beide Theorien die Raumenergie nicht nur anerkennen, sondern auch benötigen, ist das real existierende Fundament die Raumenergie. Die beiden Theorien hingegen sind nichts weiter als mathematische Gebäude, die benutzt werden, um aus der Raumenergie Schlußfolgerungen zu ziehen. Dieser Tatsache ist sich die Stochastische Elektrodynamik explizit bewußt, wohingegen die Erkenntnis der Raumenergie als Grundlage in der Quantentheorie nur implizit vorhanden ist und nicht jedem Benutzer der Quantentheorie bewußt wird. Da aber die Quantentheorie ohne die Raumenergie nicht funktionieren würde, basiert auch die Quantentheorie auf der Raumenergie.

An dieser Stelle möchte ich kurz eine Zwischen-Zusammenfassung der Abschnitte 1-3 geben:

1. Der dominante Anteil unserer Welt besteht aus Raumenergie (auch wenn wir sie nicht direkt sehen).
2. Objekte unseres Alltags wie z.B. Ladungen und Massen können nur aufgrund der Raumenergie existieren. Die Raumenergie ist die Grundlage aller Wechselwirkungen zwischen den Objekten unseres Alltags.
3. Auch die Existenz von Atome verdanken wir der Raumenergie. (Auch die Theorie der Atome basiert letztlich alleine auf der Raumenergie.)

4. Ein grundlegendes Verständnis des Feld-Begriffs

Nach [Tur 08] ist folgende Konzeption zur Erklärung elektrischer (und ebenso magnetischer Felder) möglich:

Der leere Raum enthält die bekannten Nullpunktsoszillationen des Quantenvakuums. Diese haben im feldfreien Vakuum bestimmte Wellenlängen (ein kontinuierliches Spektrum), aber im felderfüllten Raum werden diese Wellenlängen gegenüber deren Werten im feldfreien Raum verkürzt. Zugrund liegt dieser Konzeption eine Arbeit von Heisenberg und Euler, bei der aus dem Lagrange-Operator elektromagnetischer Wellen in elektrischen und in magnetischen Feldern auf den Einfluß der Felder auf die Propagationsgeschwindigkeit der Wellen geschlossen wird [Hei 36]. Was dabei herauskommt, ist die Aussage, dass die Lichtgeschwindigkeit im felderfüllten Raum niedriger ist, als im feldfreien Vakuum. (Letztere ist die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit.) Die alten Heisenberg'schen Arbeiten werden durch neuere Arbeiten von [Bia 70] und von [Boe 07] untermauert, bei denen sogar die Verlangsamung der Propagation der elektromagnetischen Wellen als Funktion der dafür verantwortlichen Feldstärke quantitativ ausgerechnet wird.

Wenn nun elektromagnetische Wellen im Raum durch elektrische und magnetische (Gleich-) Felder verlangsamt werden, so können wir dieses Verhalten auch auf die elektromagnetischen Nullpunktswellen (des Quantenvakuums) übertragen. Das Verlangsamen der Wellen ist eine Eigenschaft der Felder an sich. Auf dieser Basis läßt sich die Feldenergie als eine in der Verkürzung der Wellenlängen enthaltene Energie berechnen.

Damit verstehen wir das Anlegen eines elektrischen Feldes nach Abb.1. Auf der linken Seite ist eine Ladung „Q“ zu sehen, die ein elektrisches Feld erzeugt. In der Mitte gibt es eine Metallplatte, die das Feld abschirmt. Deshalb sind auf der feldbehafteten Seite der Metallplatte die Wellenlängen der Nullpunktsoszillationen verkürzt, auf der feldfreien Seite hingegen haben die Wellenlängen der Nullpunktsoszillationen ihre Werte des feldfreien Vakuums. Die Feldenergie, die von links her von der Ladung (als Feldquelle) auf die Metallplatte wandert, wird von der Metallplatte aufgenommen und verursacht eine anziehende Kraft. Diese ist im Rahmen der klassischen Elektrodynamik mit die Spiegelladungsmethode berechenbar [Bec 73].

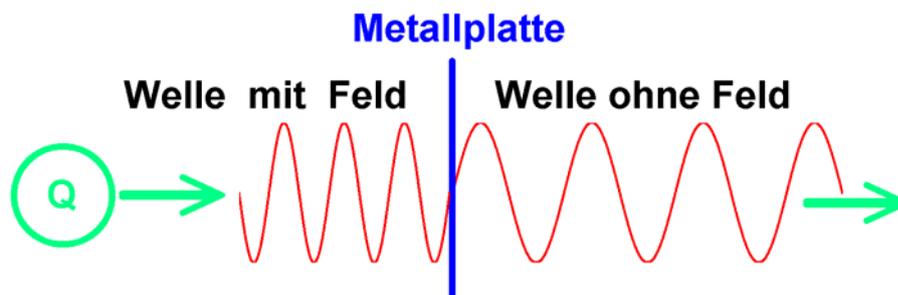


Abb.1:
Konzeption der elektrischen Felder als Verkürzung der Wellenlänge der Nullpunktsoszillationen des Quantenvakuums

Im übrigen sei erwähnt, dass der Einfluß der Felder auf die Propagationsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen (die für Wechselwirkungskraft verantwortlich sind), nicht gerade eben groß ist. Nach [Boe 07] wird die Veränderung der Propagationsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen aufgrund eines magnetischen Feldes beschrieben durch

$$\Delta n_{magn} = 1 - \frac{v}{c} = a \cdot \frac{\alpha^2 \hbar^3 \epsilon_0}{45 m_e^4 c^3} \cdot |\vec{B}|^2 \cdot \sin^2(\theta) = \begin{cases} 5.30 \cdot 10^{-24} \frac{1}{T^2} \cdot |\vec{B}|^2 \cdot \sin^2(\theta) & \text{für } a = 8, \parallel\text{-Modus} \\ 9.27 \cdot 10^{-24} \frac{1}{T^2} \cdot |\vec{B}|^2 \cdot \sin^2(\theta) & \text{für } a = 14, \perp\text{-Modus} \end{cases}$$

(mit $|\vec{B}|$ in Tesla),

$$\Rightarrow \Delta n_{Cotton-Mouton} = \left(1 - \frac{v}{c}\right)_{\perp} - \left(1 - \frac{v}{c}\right)_{\parallel} = 3.97 \cdot 10^{-24} \frac{1}{T^2} \cdot |\vec{B}|^2 \cdot \sin^2(\theta) \quad (8)$$

worin die Ausbreitungsrichtung des Photons und die Richtung des magnetischen Feldes im Winkel θ zueinander stehen und gemeinsam eine Ebene definieren, die den Bezug für die Zuordnung des \parallel -Modus ($a=8$) und des \perp -Modus ($a=14$) der Polarisation liefert.

Nach [Rik 00] und [Rik 03] beläuft sich die Wirkung elektrischer Felder dem Betrage nach auf

$$\Delta n_{Kerr} = \left(1 - \frac{v}{c}\right)_{\perp} - \left(1 - \frac{v}{c}\right)_{\parallel} \approx 4.2 \cdot 10^{-41} \frac{m^2}{v^2} \cdot |\vec{E}|^2 \quad (9)$$

Betrachtet man in analoger Weise das Wesen von Gravitationsfeldern, dann muss die Ausbreitung von Gravitations-Nullpunktswellen im Quantenvakuum betrachten. Das Gravitationsfeld wäre dann zu verstehen als ein Einfluß auf die Wellenlängen der besagten (postulierten) Gravitations-Nullpunktswellen. Dass man im Prinzip allen nicht nur der elektromagnetischen Wechselwirkung und der Gravitations-Wechselwirkung diese Konzeption zuordnen kann, sondern auch der Schwachen Wechselwirkung, sehen wir im nachfolgenden Abschnitt 5. Nicht direkt übertragbar ist diese Konzeption auf die Starke Wechselwirkung, die aber von der Theorie her im Standardmodell der Teilchenphysik noch nicht vollständig entwickelt und verstanden ist (siehe Abschnitt 5).

Was noch erwähnt werden sollte, ist der Unterschied zwischen den statischen Feldern (elektrostatisches Feld und statisches Gravitationsfeld) und den dynamischen Feldern (magnetisches Feld der Elektrodynamik und Gravimagnetisches Feld). Das es ein magnetisches Feld in der Elektrodynamik gibt, ist allgemein bekannt. Daß es ein dazu analoges Feld gibt, geht auf die theoretischen Arbeiten in [Thi 18] zurück, die auf der allgemeinen Relativitätstheorie basieren, die aber inzwischen experimentell bestätigt sind [Gpb 07].

Die Frage ist nun: Die statischen Felder verkürzen die Wellenlängen der Nullpunktsoszillationen, aber die dynamischen (magnetischen) tun es in vergleichbarer Weise. Worin liegt also der Unterschied zwischen den beiden Ausprägungen der Felder ?

Die Antwort ist überraschend einfach: Der Unterschied liegt in einer Koordinatentransformation, namentlich in der Lorentz-Transformation. Ruhe ich relativ zur Feldquelle (also z.B. relativ zur elektrostatischen Ladung), so wirkt nur deren elektrostatisches Feld auf mich. Bewege ich mich hingegen relativ zu dieser Feldquelle, so nehme ich die Feldquelle als Strom wahr und kann das von ihr erzeugte magnetische Feld berechnen. Einerseits läßt sich diese Berechnung nach den klassischen Formeln für Magnetfelder durchführen, andererseits aber auch aus der Berücksichtigung der relativistischen Längenkontraktion der Wellenlängen der Nullpunktswellen (aufgrund der Bewegung) [Dob 03].

Mit Bezug auf unser Bild der durch die Felder verkürzten Wellenlängen der Nullpunktswellen des Quantenvakuums bedeutet dies: Bewege ich mich relativ zur Feldquelle, so wirkt auf mich die Verkürzung der Wellenlängen der Nullpunktswellen mit einer relativistischen Längenkontraktion (im Vergleich zur Wahrnehmung eines relativ zur Feldquelle ruhenden Beobachters) und ich nehme dies als zusätzliche (Längen-)Kontraktion der Wellenlängen wahr. Durch meine Bewegung sind somit die Wellenlängen der Nullpunktswellen noch weiter verkürzt, als es alleine die elektrostatische Feldstärke (die von der Feldquelle erzeugt wird) verursachen würde. Und diese zusätzliche Verkürzung macht genau die Wellenlängenverkürzung durch das magnetische Feld aus.

Was bei der Ausbreitung der Felder auf keinen Fall vernachlässigt werden darf, ist deren endliche Propagationsgeschwindigkeit. Eine Veranschaulichung findet sich in Abb.2.

Wir beginnen mit der obersten Zeile dieser Abbildung. Wir sehen dort in grüner Farbe eine Kugel, die nicht elektrisch geladen ist. Die elektromagnetischen Nullpunktswellen des Quantenvakuums (in roter Farbe) laufen an dieser Kugel ungestört vorbei, sie tun dies mit Vakuumlichtgeschwindigkeit, weil sie im feldfreien Raum laufen.

In der nächsten (zweiten) Zeile von Abb.2 wird die Kugel mit einer elektrischen Ladung „Q“ aufgeladen, weshalb die jetzt durchlaufenden elektromagnetischen Nullpunktswellen des Quantenvakuums eine Verkürzung ihrer Wellenlänge erfahren. Auch diese Wellenlängen propagieren von der Feldquelle her kommend in den Raum. Sie laufen somit hinter den früher ausgesandten „roten“ Wellen her. Da die „blauen“ langsamer laufen als die „roten“, entsteht eine kleine Lücke zwischen beiden.

Solange die „grüne“ Kugel auf Potential bleibt (also aufgeladen ist), werden die durchlaufenden elektromagnetischen Nullpunktswellen des Quantenvakuums mit verkürzter Wellenlänge propagieren. Wir sehen dies in Zeile drei.

In Zeile 4 der Abb.2 ist nun die „grüne“ Kugel wieder vom Feld befreit, sodaß jetzt die elektromagnetischen Nullpunktswellen des Quantenvakuums wieder mit der feldfreien Wellenlänge propagieren. Wir sehen also wieder die Emission der „roten“ Wellen, die mit Vakuumlichtgeschwindigkeit laufen und somit die blauen Wellen etwas überholen. Dieser Geschwindigkeitsunterschied der Propagationsgeschwindigkeiten führt im Laufe der Zeit dazu, dass der Überlapp zwischen der nachlaufenden „roten“ und der voranlaufenden „blauen“ Welle immer größer wird, wie wir in den Zeilen 5 und 6 erkennen können.

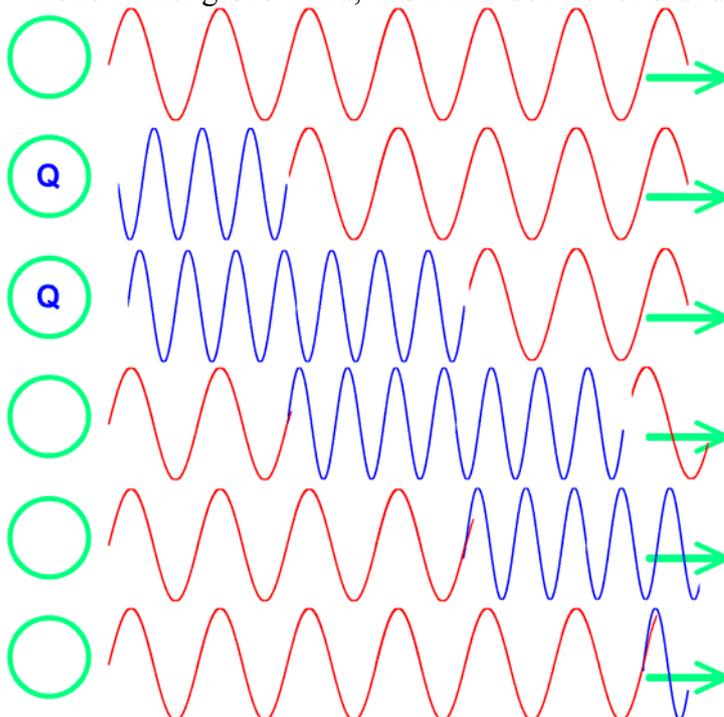


Abb.2:

Veranschaulichung der Ausbreitung elektrischer Felder durch den Raum als Funktion der Zeit.

Nach rechts ist eine Raumdimension der Ausbreitung aufgetragen, nach unten ist die Entwicklung der Situation durch verschiedene Zeitpunkte dargestellt.

Man beachte, dass sowohl der Überlapp, als auch die Lücke, zwischen der schnelleren „roten“ (feldfrei emittierten) und langsameren „blauen“ (im Feld emittierten) Wellen ständig zunimmt, weil sie permanent mit unterschiedlicher Geschwindigkeit weiterlaufen. Mit fortlaufender Zeit erinnert die Situation an einen Überholer im Straßenverkehr.

Die besondere Konsequenz dieser Situation liegt in der Folgerung, dass es Momente und Zeitabschnitte gibt, in denen die Wirkung der emittierten Leistung auf einen Beobachter („grüner Pfeil“ rechts im Bild) gänzlich fehlt (nämlich während der Lücken zwischen den „roten“ und den „blauen“ Wellenzügen), andererseits aber auch Zeitintervalle, in denen die emittierte Leistung des Feldes doppelt auf einen Beobachter auftrifft (nämlich während des Überlapps der „roten“ und der „blauen“ Wellenzüge).

- In den letztgenannten Zeiträumen (der doppelten Nullpunktswellen) lässt sich vermehrt Energie aus dem Nullpunktsfeld des Quantenvakuums entnehmen.
- In den erstgenannten Zeiträumen (der Lücken zwischen den Nullpunktswellen) kann das Feld keine Kräfte ausüben. In diesen Momenten lassen sich z.B. Magneten kräftefrei gegeneinander bewegen oder elektrische Ladungen kräftefrei gegeneinander verschieben.

Dies sollte eine praktische Nutzung für die Konversion der Raumenergie eröffnen, wenn man in der Lage ist, eine Maschine zu bauen, die immer zu den richtigen Zeitpunkten die richtigen Bewegungen ausführt. Ein Beispiel dafür könnte etwa folgender Mechanismus sein:

■ Während der Überlapp-Phase der Nullpunktswellen (doppelte Wirkung) erlaubt man den Bauteilen des Raumenergie-Konverters, der Coulombkraft zu folgen, also z.B. im Falle einer anziehenden Kraft eine geometrische Annäherung auszuführen. Dabei wird vermehrt Energie frei (mehr als gemäß der simplifizierten Vereinfachung des Coulomb-Gesetzes ohne Berücksichtigung der endlichen Propagationsgeschwindigkeit der Felder zu erwarten wäre).

■ Während der Zwischenraum-Phase der Nullpunktswellen (fehlende Wirkung in der Lücke) führt man die gegenteilige Bewegung der Bauteile des Raumenergie-Konverters aus, also die Bewegungsrichtung, die der Coulombkraft entgegensteht. Im Falle einer anziehenden Kraft wäre dies eine geometrische Entfernung. Dabei werden die sich anziehenden Körper ohne Kraftwirkung auseinanderziehen lassen (anders als bei der simplifizierten Vereinfachung des Coulomb-Gesetzes ohne Berücksichtigung der endlichen Propagationsgeschwindigkeit der Felder zu erwarten wäre).

Auf diese Weise lassen sich geschlossene Bahnen konstruieren, auf denen die eine Bewegungsrichtung (Hin-Richtung) mehr Energie freisetzt, als die andere Bewegungsrichtung (Rück-Richtung) zum schließen des geschlossenen Bahn-Zyklus verzehrt.

Mit dieser Erklärung ist das grundlegende Prinzip verstanden, nach dem elektrostatische und auch magnetische Raumenergie-Konverter arbeiten.

Bisher haben einzelne Erfinder intuitiv verschiedene Raumenergie-Konverter gebaut, und zwar vermittels „trial and error“. Aber mir ist Keiner bekannt, der das Wirkprinzip dieser Maschinen theoretisch erklären kann. Dass dabei kurzzeitige (hochfrequente) Impulse eine zentrale Rolle spielen, wundert nicht in Anbetracht der kurzen Laufzeitunterschiede der „roten“ (feldfrei erzeugten) Nullpunktswelle relativ zur „blauen“ (feldbehaftet erzeugten) Nullpunktswelle.

Mit der hier dargestellten Überlegung ist das Wirkprinzip der Raumenergie-Konversion fundamental bekannt. Auf diese Basis sollte es jetzt keine all zu großen Probleme mehr bereiten, dies als Konstruktionsgrundlage für optimierte Raumenergie-Konverter einzusetzen. Damit ist es nur noch eine Frage der Umsetzung dieses Wissens, bis zahlreiche Raumenergie-Konverter konstruiert und gebaut sein werden.

5. Praktische Konstruktionsverfahren für Raumenergiekonverter

Um einen vorhandenen Raumenergie-Konverter nachzurechnen oder einen neuen zu konstruieren, kann man folgende Schritte gehen.

1. Schritt: Vorbereitung durch eine klassische FEM-Berechnung

Geometrische Erfassung der vorhandenen Feldquellen (also der Magnete und der elektrischen Ladungen) und Darstellen dieser Geometrie auf dem Computer. Hierfür eignet sich z.B. gut die Methode der Finiten Elemente. Ein klassisches FEM-Programm könnte nun an dieser Stelle ansetzen und die Kräfte zwischen den verschiedenen Elementen (und somit zwischen den Bauteilen der Maschine) berechnen [Ans 08].

Dies wäre im Sinne der klassischen Elektrizitätslehre eine statische Berechnung, weil dabei die Zeitabhängigkeit der Ausbreitung der Felder im Raum vernachlässigt würde. Für typische im Labor oder in der Werkstatt von Menschenhand gebaute Maschinen ist diese vereinfachte statische Theorie (des Standardmodells der Elektrizitätslehre, auch wenn es oft irrtümlich mit den Namen „Elektrodynamik“ bezeichnet wird) hinreichend, denn die Abstände zwischen den Bauteilen der Maschinen sind so gering, dass man die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Felder schlichtweg vernachlässigen kann. Ist ein Elektromotor z.B. kleiner als ein Meter, so wäre die Ausbreitungsdauer der Magnetfelder mit Lichtgeschwindigkeit kleiner als $t = \frac{v}{s} \leq \frac{1m}{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}} = 3,3 \text{ NanoSekunden}$, um von einem Ende des Motors zu dessen anderem Ende zu propagieren. Für den praktischen Bau klassischer Maschinen spielen derartige kurze Zeiträume keine Rolle. Deshalb reicht für dafür die statische klassische Elektrizitätslehre völlig aus.

2. Schritt: Ergänzung der FEM-Berechnung durch eine echte Dynamik der Feld-Ausbreitung

(2.a.) Praktischer Fertigungsaspekt:

Will man einen Raumenergie-Konverter konstruieren, so muß man die in Abschnitt 4 dargestellten Prinzipien nutzen, die auf der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Felder beruhen. Experimentell und in der praktischen Fertigung muß man dabei die Zeiträume für die Ausbreitungsdauer der Felder mit Lichtgeschwindigkeit (mühsam und trickreich) herauspräparieren, d.h. man muß Maschinen bauen, bei denen entsprechend kurze und schnelle Bewegungen der Maschinen-Bauteile oder der Felder dafür sorgen, dass Bewegungen stattfinden, bei denen eine Abschnitt ernsthaften Ausmaßes in den kurzen Zeitabschnitten der Lücken und der Überlappe zwischen den „blauen“ und den „roten“ Wellen aus Abb.2 stattfinden. Hohe Drehzahlen, hochfrequente Signale oder kurze Pulse können typische Wege zu diesem Ziel sein.

(2.b.) Rechenverfahren:

Rechnerisch muß man zur Simulation derartiger Maschinen dem Finite-Elemente-Programm eine Zeitabhängigkeit der Ausbreitung der Felder hinzufügen. Es genügt also nicht nur wie bei Punkt (2.a.) die statische Positionserfassung der Komponenten der Maschine, sondern es müssen diese Komponenten in ihrer Bewegung durch Raum und Zeit vollständig erfasst werden. Zu den drei räumlichen Dimensionen der statischen Elektrizitätslehre kommt nun also zusätzlich die zeitliche Dimension hinzu – und zwar für alle bewegten Komponenten der Maschine, aber nicht nur für diese. Das Entscheidende ist nämlich eine weitere Ergänzung, sprich die Berücksichtigung der raum-zeitlichen Ausbreitung der Wechselwirkungsfelder, also der elektrischen und der magnetischen Felder, die für die Aktion der Maschine sorgen. Jede aktive Komponente einer Maschine sendet zum Zeitpunkt t_1 , zu dem sie sich am Ort $\vec{r}_1 = (x_1, y_1, z_1)$ befindet, ein Feld aus, welches selbst wieder als Funktion der Zeit durch den Raum läuft und zu einem späteren Zeitpunkt t_2 auf eine andere Komponente der Maschine am Ort $\vec{r}_2 = (x_2, y_2, z_2)$ ankommt und dort auf eine Wirkung auf diese ausübt. Für den Lauf einer Maschine muß dabei der Lauf ihrer aktiven Komponenten als Funktion der fortlaufenden Zeiten t_1 und t_2 berücksichtigt werden, nämlich in Form der funktionalen Abhängigkeiten von der Zeit, also $\vec{r}_1(t) = (x_1(t), y_1(t), z_1(t))$ und $\vec{r}_2(t) = (x_2(t), y_2(t), z_2(t))$, ggf. ... $\vec{r}_n(t) = (x_n(t), y_n(t), z_n(t))$ bei Maschinen, die aus n Komponenten bestehen. Dazu kommen in der Computersimulation des weiteren noch die Wechselwirkungsfelder, die jede dieser Komponenten als Funktion der fortlaufenden Zeiten und der sich ändernden Orte erzeugt, also $\vec{E}_1(x, y, z, t)$, $\vec{E}_2(x, y, z, t)$, ..., $\vec{E}_k(x, y, z, t)$ für die dynamische Ausbreitung der elektrischen Felder und $\vec{B}_1(x, y, z, t)$, $\vec{B}_2(x, y, z, t)$, ..., $\vec{B}_k(x, y, z, t)$ für die dynamische Ausbreitung der magnetischen Felder. Nur wenn man das räumlich-zeitliche-Verhalten aller Bauteile der Maschinen **und** das räumlich-zeitliche-Verhalten aller Felder vollständig erfasst und simuliert, wird die Berechnung eines Raumenergie-Konverters möglich. Diese Bedingung ist unverzichtbar, weil nur so die für die Konversion von Raumenergie entscheidende Nutzung der unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Nullpunktswellen in Abhängigkeit von der mit endlicher Geschwindigkeit propagierenden Felder erfassbar ist.

Am einfachsten zu berechnen sind natürlich die sog. „motionless-converter“, bei denen sich keine Bauteile bewegen, sondern nur Felder (siehe z.B. [Bea 02], Coler [Hur 40], [Nie 83], [Mie 84], und [Mar 88-98]..., nur um einige Beispiele zu nennen). Daß diese Geräte Raumenergie wandeln können, wurde empirisch beobachtet, aber bisher noch nicht theoretisch verstanden. Dieses Verständnis ist jetzt vorhanden auf der Basis der unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der (elektromagnetischen) Nullpunktswellen des Quantenvakuums, wie in Abschnitt 4 der vorliegenden Arbeit beschrieben und kann nach den vorangegangenen Ausführungen von Abschnitt 5 dazu benutzt werden, diese Maschinen quantitativ auf dem Computer zu simulieren – und zwar vollständig auf der Basis der Elektrodynamik unter Berücksichtigung der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen und magnetischen Felder.

Wir fassen mit wenigen Worten zusammen: Alle Komponenten einer Maschine zur Konversion (und Nutzung) von Raumenergie, die sich bewegen, müssen in ihrer Bewegung durch Raum und Zeit erfasst werden, und alle Felder, die jede Komponente der Maschine an jedem Ort zu jeder Zeit aussendet, müssen in deren Propagation durch Raum und Zeit erfasst werden. Treffen diese Felder auf Komponenten der Maschine, so müssen an den entsprechenden Orten und Zeitpunkten die zugehörigen Wechselwirkungskräfte berechnet werden.

Bisher bekannte FEM-Programme können dies nicht leisten, ebenso wenig wie bisher bekannte Rechenverfahren zur Berechnung von Maschinen, denn es ist in all diesen Rechenmethoden nicht vorgesehen. Auch wenn der Aufwand zur Erstellung eines um die zeitliche Betrachtung erweiterten FEM-Programms immens ist, so ist er doch unverzichtbar, weil er den aus logischer Sicht einzigen Weg darstellt, um eine systematische Berechenbarkeit der Konversion von Raumenergie erlangen und damit die systematische Konstruktion von Raumenergie-Konvertern zu ermöglichen.

Frage: Was muß passen, damit ein Raumenergie-Konverter funktionieren kann?

Antwort: Funktionieren wird ein Raumenergie-Konverter immer dann, wenn bei den gegebenen Abständen der miteinander in Wechselwirkung stehenden Bauteile der Maschine die Laufzeiten der Felder und die Frequenzen der Bewegung genau derart aufeinander abgestimmt sind, dass der Energie-benötigende (endotherme) Teil der Bewegung auf den Bereich der Lücke zwischen der „blauen“ und der „roten“ Welle fällt, wohingegen der Energie-freisetzende (exotherme) Teil der Bewegung auf den Bereich des Überlapps zwischen der „blauen“ und der „roten“ Welle trifft. Hat das Feld z.B. einen attraktiven (anziehenden) Charakter (wie z.B. zwischen zwei Ladungen mit unterschiedlichem Vorzeichen), dann ist ein in sich geschlossener Bewegungszyklus (z.B. eine Kreisbahn) so zu gestalten, dass die Annäherung der in Wechselwirkung stehenden Körper auf den Zeitraum des Überlapps der „blauen“ und der „roten“ Welle trifft, die Vergrößerung der Abstände der in Wechselwirkung stehenden Körper hingegen auf den Zeitraum Lücke zwischen der „blauen“ und der „roten“ Welle. Auf diese Weise werden die anziehenden beschleunigenden Kräfte verstärkt, wodurch die Maschine während des beschleunigenden Teils der Bewegung viel „Schwung“ aufnimmt, aber die abstoßenden bremsenden Kräfte werden abgeschwächt, was dazu führt, dass die Maschine während des bremsenden Teils der Bewegung wenig „Schwung“ verliert. Bei einer repulsiven (abstoßenden) Bewegung ist das Prinzip in analoger Weise umgekehrt anzuwenden, d.h. der Energie-liefernde (abstoßende) Teil der Bewegung muß auf die Phase des Überlapps (zur Verstärkung der Kräfte) gelegt werden, wohingegen der Energie-verzehrende (anziehende) Teil der Bewegung auf die Phase der Lücke (zur Abschwächung der Kräfte) gelegt werden muss.

An dieser Stelle stellt sich natürlich sofort die Frage, ob es möglich sein wird, real existierende Maschinen, in allen ihrer Komplexität, mit einem derart komplizierten Finite-Elemente-Algorithmus, wie dem hier vorgeschlagenen, zu erfassen. An jedem einzelnen Ort der Maschine ergibt sich zu jedem einzelnen Zeitpunkt der Bewegung ein eigenes Spektrum der Felder (und damit der Frequenzen der Nullpunktswellen), welches aus sehr vielen Frequenzanteilen besteht, weil die Felder und die Nullpunktswellen aus allen möglichen Richtungen zu diesem Ort laufen. Bei klassischen Maschinen ohne Raumenergie-Wandlung, wie sie millionenfach von Menschenhand produziert und verwendet werden, ergibt die Überlagerung all dieser Nullpunktswellen ein Spektrum, das nicht zur resonanten Anregung entsprechend Abschnitt 4 führt – anders als bei Maschinen mit Raumenergie-Wandlung, die nach dem oben erklärten Prinzip der resonanten Anregung durch geeignete zeitliche Abstimmung der Lücken und der Überlappe funktionieren.

Für einfache Systems aus wenigen sich bewegenden Ladungen oder aus wenigen sich bewegenden Magneten wird es nicht all zu mühsam sein, das Verfahren des **Dynamischen Finite-Elemente-Algorithmus** (DFEM) zu entwickeln. Aber für ausgefeilte selbstlaufende Magnetmotoren, die von Raumenergie angetrieben werden, wird eine systematisch Konstruktion und Optimierung mit dem hier vorgeschlagenen DFEM-Verfahren relativ rasch zu einem großen Rechenaufwand führen.

6. Die Reichweite der Wechselwirkungen

Die Gravitation und die elektromagnetische Wechselwirkung haben unendliche Reichweite, die starke und die schwache Wechselwirkung hingegen endliche Reichweite. Auch diese Eigenschaft muss sich mit dem Energiekreislauf der Raumenergie vertragen.

Alle vier fundamentalen Wechselwirkungen der Natur finden als Fernwechselwirkung zwischen den miteinander in Beziehung stehenden Teilchen statt (auch wenn die Abstände der Wechselwirkungspartner mikroskopisch gering sein können). Dies erfordert zweifelsfrei, dass die Wechselwirkungspartner Felder erzeugen, über die sie miteinander in Wechselwirkung treten – ansonsten käme keine Fernwechselwirkung zustande. Mit der Erzeugung der Felder ist auch klar, dass die in Wechselwirkungen stehenden Teilchen als Feldquellen Feldenergie abstrahlen.

Und damit kommen wir unweigerlich wieder auf oben dargestellte Energieerhaltung zurück, die die Existenz der Raumenergie fordert: Wenn die Wechselwirkungspartner nur mit dem bloßen Raum in Verbindung stehen, dann müssen sie die Versorgung zur Erzeugung der Feldenergie aus dem Raum bekommen. Und bei der Ausbreitung der Felder wird wieder Feldenergie an den Raum zurückgegeben.

Bei der Gravitation und bei der elektromagnetischen Wechselwirkung werden die Wechselwirkungsfelder während der Propagation der Feldstärke durch den Raum nur teilweise, aber niemals vollständig vom Raum absorbiert, sodaß die Wechselwirkung niemals vollständig verschwindet und demnach eine unendlich lange Reichweite hat. Die teilweise kontinuierliche Absorption der Feldenergie im Raum führt als lediglich zu einer kontinuierlichen Abschwächung der Feldstärke. Bei der starken und bei der schwachen Wechselwirkung hingegen ist die Reichweite endlich und kurz, d.h. die Wechselwirkungsfelder müssen auf endlich kurzem Abstand völlig vom Raum absorbiert werden.

Konzeptionell kann man dazu die Modellannahme aufstellen, dass jeder der vier fundamentalen Wechselwirkungen der Natur eine eigene Art von Nullpunktswellen im Quantenvakuum zukommt:

Fundamentale Wechselwirkung	Nullpunktswellen im Quantenvakuum (im Wellenbild)	Austauschteilchen (im Teilchenbild)	Reichweite
Gravitation	Gravitationswellen	Gravition	unendlich
Elektromagnetische Wechselwirkung	Elektromagnetische Wellen	Photon	unendlich
Starke Wechselwirkung	„starke Wellen“ (hypothetisch ?)	Gluon	endlich
Schwache Wechselwirkung	„schwache Wellen“ (hypothetisch ?)	w^+, w^-, z^0 – Bosonen	endlich

Dass jede der vier fundamentalen Wechselwirkungen eine eigene Art von Nullpunktswellen im Quantenvakuum benötigt, ist offensichtlich, denn es ist z.B. unmöglich, mit elektromagnetischen Wellen Gravitation zu erklären oder mit Gravitationswellen die Starke Wechselwirkung zu erklären, u.s.w.

Zur Erklärung der Reichweite der Wechselwirkungen kann die in der Literatur üblicherweise zitierte Konzeption zur Betrachtung der Reichweite der Schwachen Wechselwirkung verwandt werden. Diese paßt auf alle vier fundamentalen Wechselwirkungen bis auf die Starke Wechselwirkung, die noch nicht verstanden ist.

Die Starke Wechselwirkung, die für die Erklärung der Kernkräfte zuständig ist, welche auf den Austausch von Gluonen zurückgeführt werden, gilt derzeit als nicht vollständig (und nicht quantitativ) erklärbar. Dabei koppeln Farbladung tragende Teilchen (wie Quarks) untereinander, aber farbneutrale Quark-Kombinationen (wie Protonen und Neutronen) stellen Farb- ladungen der Wechselwirkungspartner nur dann fest, wenn sie einander „sehr nahe“ kommen, weil auf größere Entfernungen nur die in Summe feststellbare Farbneutralität (durch Kompen- sation der Farbladungen) wahrgenommen wird, und erst bei sehr kleinen Entfernungen (im Bereich von 10^{-15} Metern) die unterschiedlichen Farbladungen der Quarks erkannt (also aufgelöst) werden können. [Stu 06].

Lassen wir die Verständnis-Probleme der Starken Wechselwirkung im Standardmodell der Teilchenphysik außen vor, so bleibt uns die Erklärung der Reichweite

- der Gravitation,
- der Elektromagnetischen Wechselwirkung und der
- Schwachen Wechselwirkung

als Aufgabe.

Die endliche Reichweite der Schwachen Wechselwirkung führt man üblicherweise auf die Ruhemasse der Austauscheteilchen (w^+, w^-, z^0 - Bosonen) zurück: Diese Austauscheteilchen werden aus dem Quantenvakuum „zur Verfügung gestellt“ (im Standardmodell der Teilchen- physik ebenso wie in dem in der vorliegenden Arbeit oben erläuterten Energiekreislauf) und müssen aufgrund der Energieerhaltung innerhalb des von der Heisenberg'schen Unschärfe- relation zur Verfügung gestellten Rahmens wieder vom Quantenvakuum absorbiert werden. Es wird also eine Erschaffung der Wechselwirkungsteilchen aus dem Quantenvakuum ange- nommen, aber aus Gründen der Energieerhaltung können diese Teilchen nicht länger ex- istieren, als es die Zeitspanne der Energie-Zeit-Variante der Heisenberg'schen Unschärfe- relation erlaubt. Quantitativ sieht das so aus:

$$\text{Ruhemasse } m = \frac{91.1876 \text{ MeV}}{c^2} = \frac{1.460986 \cdot 10^{-8} \text{ J}}{\left(299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 1.6256 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

$$\text{Unschärferelation } \Delta E \cdot \Delta t \gtrsim h \Rightarrow \text{ Zerfallsdauer } \Delta t \approx \frac{h}{\Delta E} \approx \frac{6.6260693 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{1.460986 \cdot 10^{-8} \text{ J}} \approx 4.53534 \cdot 10^{-26} \text{ sec.}$$

Schneller als Lichtgeschwindigkeit können sich diese Teilchen auf keinen Fall bewegen, deshalb ist ihre Reichweite aufgrund der begrenzten Lebensdauer nach oben hin begrenzt gemäß $\Delta x \lesssim \Delta t \cdot c \approx 4.53534 \cdot 10^{-26} \text{ sec.} \cdot 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1.36 \cdot 10^{-17} \text{ Meter} = 1.36 \cdot 10^{-15} \text{ cm}$

Will man diese Konzeption in logischer Konsequenz auf die ruhemasselosen Photonen und auf die ebenso ruhemasselosen Gravitonen übertragen, so ergibt sich für die Gravitation und für die elektromagnetische Wechselwirkung folgende Situation, wenn wir aus dem Teilchen- bild ins Wellenbild wechseln:

Elektromagnetische Wellen haben eine Wellenlänge von λ und damit verbunden eine Energie von $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$.

Dieser ordnen wir eine bewegte Masse des Photons zu von $E = h \cdot \frac{c}{\lambda} = m \cdot c^2 \Rightarrow m = \frac{h}{c \cdot \lambda}$

Da das Quantenvakuum aus einem kontinuierlichen Spektrum elektromagnetischer Wellen besteht, ist die bewegte Masse der in Wechselwirkung stehenden Photonen kontinuierlich verteilt, und wir setzen in die Heisenberg'sche Unschärferelation ein:

$$\Delta E \cdot \Delta t \gtrsim h \Rightarrow m \cdot c^2 \cdot \Delta t \gtrsim h \Rightarrow \frac{h}{c \cdot \lambda} \cdot c^2 \cdot \Delta t \gtrsim h \Rightarrow \frac{c}{\lambda} \cdot \Delta t \gtrsim 1 \Rightarrow c \cdot \Delta t \gtrsim \lambda$$

Wird ein Photon (als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung) von einer Ladung (als Quelle des elektromagnetischen Feldes) aus dem Quantenvakuum „geschöpft“, dann muss es in den Grenzen der Heisenberg'schen Unschärferelation wieder an das Quantenvakuum zurückgegeben werden, und zwar aufgrund der Propagation mit Lichtgeschwindigkeit nach der Strecke $s = c \cdot \Delta t \approx \lambda$.

Die Reichweite der elektromagnetischen Wechselwirkung entspricht als der Wellenlänge der Photonen als Austauschteilchen, dies sind die Nullpunktswellen des Quantenvakuums. Da das Quantenvakuum aber ein kontinuierliches Spektrum hat, und die Länge der Wellenlängen bis unendlich geht, ist deren Reichweite ebenso lang. (Anmerkung: Hinsichtlich der Wellenlänge der Nullpunktswellen des Quantenvakuums ist ein Abschneideradius bei kurzen Wellenlängen im Bereich Planck-Länge in der Diskussion, um Divergenzprobleme bei der Berechnung der Nullpunktenergie des Quantenvakuums zu eliminieren. Ein Abschneiden der Wellenlängen im Bereich langer Wellenlängen ist nicht erforderlich und ist nicht Gegenstand einer Diskussion. [Whe 68].)

Im übrigen lässt sich die dargestellte Konzeption in logisch analoger Weise auf die Wechselwirkung der Gravitation übertragen.

7. Lösung der Diskrepanz der Masse von Feldquellen

Im Laufe der Jahrhunderte breiten sich die Felder permanent im Raum aus. Während die Feldenergie der Starken und der Schwachen Wechselwirkung aufgrund derer endlichen Reichweite bereits nach kurzer Ausbreitungsstrecke wieder vollständig vom Raum aufgenommen und in Raumenergie zurückgewandelt wird, breiten sich die anderen beiden Wechselwirkungen (Gravitation und Elektromagnetische Wechselwirkung) über unendliche Distanzen in den Raum aus. Deren Energie kann somit nur teilweise, aber niemals vollständig vom Raum zurückgenommen werden. Die Folge ist, dass die im Universum enthaltene Feldenergie (elektrischer, magnetischer und ebenso gravitativer Felder) im Laufe der Zeit permanent zunimmt. Aus Gründen der Energieerhaltung muß dann deren Gegenüber, die Raumenergie permanent abnehmen. Würde man die Menge und die Verteilung der Ladungen und der Massen im Universum kennen, so könnte man das Ausmaß dieses Raumenergie-Verlustes bestimmen. (Damit wird die Aussage, dass unser Universum zu ca. zwei Dritteln aus Raumenergie besteht, zur Momentaufnahme – betrachtet in kosmologischen Zeitspannen.)

Könnte man der Ausbreitung der Felder unendlich lange harren, so käme man zu der aus der Literatur bekannten Überlegung der Feldenergie der felderzeugenden Teilchen. Ein Beispiel hierfür findet man bereits in einem der weit verbreiteten Anfänger-Lehrbücher des Richard Feynman, in dem er die Bestimmung der Feldenergie des Elektrons vorrechnet:

Aus dem elektrischen Feld und der Energiedichte des Elektrons gemäß den Gleichungen (1) und (2) berechnet Feynman die Feldenergie im Außenraum des Elektrons unter Verwendung des klassischen Elektronenradius $R_E = 2.818 \cdot 10^{-15} m$ (nach [COD 00]):

$$\begin{aligned}
 u &= \frac{\epsilon_0}{2} \cdot |\vec{E}|^2 = \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \right)^2 = \frac{Q^2}{32\pi^2 \epsilon_0 r^4} \\
 \Rightarrow E_{Feld} &= \int_{R_E}^{\infty} u(\vec{r}) dV = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\vartheta=0}^{\pi} \int_{R_E}^{\infty} \frac{Q^2}{32\pi^2 \epsilon_0 r^4} \cdot r^2 \cdot \sin(\vartheta) dr d\vartheta d\varphi \\
 &= \frac{Q^2}{32\pi^2 \epsilon_0} \cdot \underbrace{\int_{R_E}^{\infty} \frac{1}{r^2} dr}_{\left[\frac{-1}{r} \right]_{R_E}^{\infty} = \frac{1}{R_E}} \cdot \underbrace{\int_{\vartheta=0}^{\pi} \sin(\vartheta) d\vartheta}_2 \cdot \underbrace{\int_{\varphi=0}^{2\pi} d\varphi}_{2\pi} = \frac{Q^2}{32\pi^2 \epsilon_0} \cdot \frac{4\pi}{R_E} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 \cdot R_E} = 8.1871 \cdot 10^{-14} \text{ Joule} \\
 \Rightarrow \frac{E_{Feld}}{c^2} &= 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Da aber aus Streuexperimenten bekannt ist, dass das Elektron in Wirklichkeit als punktförmiges Teilchen zu behandeln ist (bei einem Radius, der mit Sicherheit um einige Zehnerpotenzen kleiner ist als der klassische Elektronenradius, nämlich $r_{streu} < 10^{-18} m$, siehe z.B. [Loh 05], [Sim 80]), ist klar dass die Feldenergie des Elektrons wesentlich höher ist, als die oben angegebene. Die Feldenergie des Elektrons ist also viel größer als die Masse des Elektrons es erlauben würde.

Diese Tatsache hat immer wieder zu Diskussionen unter den Physikern geführt, weil hier eine vermeintliche Diskrepanz um einige Zehnerpotenzen nicht gelöst werden kann. Das Problem ist nämlich folgendes: Wenn man das Elektron im Raum bewegt, dann bewegt man das Feld dieses Teilchen mit – sofern man von einer instantanen Ausbreitung der Felder (mit unendlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit) ausgeht. Und um dieses Feld zu bewegen, müsste man die Massenträgheit der mit seiner Energie verbundenen Masse überwinden. Das Feld wäre dann als dessen starrer Bestandteil an das Elektron gebunden.

Die Lösung der Diskrepanz liegt in der Auflösung des Missverständnisses, welches der Diskrepanz zugrunde liegt. Die Sichtweise des starr an das Elektron gekoppelten Feldes ist nämlich ein Irrtum, demzufolge jede Bewegung des Elektrons auch immer eine Bewegung des gesamten Feldes zur Folge haben müsste. Das ist aber in Wirklichkeit gar nicht der Fall. In Wirklichkeit emittiert das Elektron sein elektrisches Feld, und dieses löst sich im Moment der Emission von seinem Emitter los und läuft als eigenständiges Objekt durch den Raum – mit endlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit (der Lichtgeschwindigkeit). Da das Feld nun (entkoppelt von seiner Ursache) für sich selbst durch den Raum läuft, findet keine Wechselwirkung mehr zwischen dem bereits emittierten Feld und dem Elektron statt, sodaß das freilaufende Feld nicht mehr auf die Massenträgheit des Elektrons zurückwirken kann. Damit wird die Diskrepanz zwischen dem klassischen Elektronenradius und dem Elektronenradius aus Streuexperimenten existenzlos. Das Elektron hat seine Masse – und die hat es unabhängig vom der Energie seiner Felder.

Auch an diesem Beispiel mag man erkennen, wie einfach die Berücksichtigung der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Felder hilft, altbekannte Unklarheiten in der Physik zu lösen. Das Problem geriet nach Jahrzehnten in Ermangelung einer Erklärung allmählich in Vergessenheit – hier ist die Lösung.

8. Mikroskopische Raumenergie-Konversion

Der Sinn dieses Abschnitts ist es, zu zeigen dass die Konversion von Raumenergie nichts exotisches ist, was man nur mit harten Anstrengungen und nach Überwindung großer Schwierigkeiten erreichen kann, sondern dass man diese Konversion überall um sich hat, und sie ständig im Alltag beobachtet. In Abschnitt 3 wurde ausgeführt, dass bereits das Atom (ebenso wie das Elektron) ein Raumenergie-Konverter ist - und wie wir alle wissen, kennen wir Atome sehr gut aus unserem Alltag. Wir wollen dieses Wissen über die Raumenergie-Konversion einzelner Atome nun durch eine kleine Berechnung untermauern, die die Verbindung zwischen der Raumenergie und den Elektronen der Atomhülle herausstreicht.

Ohne die Konversion der Raumenergie wären Atome prinzipiell nicht existenzfähig. Nun sehen wir aus der Theorie der Stochastischen Elektrodynamik, dass Atome besonders wirksam Raumenergie wandeln. Und auch Elektronen wandeln äußerst wirksam Raumenergie, wie wir in Abschnitt 2 sehen konnten. Ohne die Versorgung mit Raumenergie wären Elektronen nur für winzige Bruchteile einer Sekunde existenzfähig.

Das ruft natürlich die Frage wach, warum diese mikroskopischen Objekte so besonders effizient die Raumenergie wandeln können. Ein gemeinsames Kriterium all dieser mikroskopischen Objekten ist ihre Bewegung mit einer sehr hohen Frequenz. So führt z.B. die Geschwindigkeit, mit der die Elektronen in der Atomhülle um den Kern umlaufen, zu Frequenzen im Bereich einiger 10^{15} Hz, wie man z.B. am Elektron des Wasserstoffatoms abschätzen kann:

Nach dem Bohr'schen Atommodell kreist das Elektron um den Atomkern, wobei die anziehende Coulombkraft die Zentripetalkraft für die Kreisbewegung zur Verfügung stellt.

$$F_{El} = F_Z \Rightarrow \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r}$$

Mit den Bohr'schen Postulaten, aus denen die bekannten diskreten Bahnen folgen, wird daraus die Geschwindigkeit der Elektronen und deren Bahnradius berechnet:

$$v = \frac{n \cdot \hbar}{m_e \cdot r} \quad \text{und} \quad r = n^2 \cdot \frac{4\pi \epsilon_0 \cdot \hbar^2}{m_e \cdot e^2}$$

Von dort ist der Weg nicht weit, bis zur Umlauf-Frequenz des Elektrons auf der ersten Bahn (Quantenzahl $n=1$):

$$f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{\frac{n \cdot \hbar}{m_e \cdot r}}{2\pi \cdot n^2 \cdot \frac{4\pi \epsilon_0 \cdot \hbar^2}{m_e \cdot e^2}} = \frac{m_e \cdot e^4}{32\pi^3 \cdot \epsilon_0^2 \cdot \hbar^3 \cdot n^3} = 6579683942351511 \text{ sec}^{-1} = 6579684 \text{ GHz}$$

Daß bei einer derartig hohen Frequenz die zugehörige elektromagnetische Nullpunktswelle genug Energie hat, um das kreisende Elektron so zu versorgen, dass sich eine stabile Bahn ausbildet, ist gut vorstellbar, wenn man folgende Überlegung betrachtet. Die Energie einer elektromagnetischen Nullpunktswelle bei dieser Frequenz ist

$$W = h \cdot f = 6.6260693 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 6579683942351511 \text{ s}^{-1} = 4.3597 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 27.2114 \text{ eV} = 2 \cdot 13.6 \text{ eV}$$

Das entspricht genau der potentiellen Energie des Elektrons im Feld des Atomkerns.

Im Bohr'schen Atommodell wird nämlich die potentielle, die kinetische und die Gesamtenergie des Elektrons im Feld des Atomkerns angegeben mit

$$\left. \begin{aligned} E_{Pot} &= \frac{-m_e \cdot e^4}{4\epsilon_0^2 \cdot n^2 \cdot h^2} \\ E_{Kin} &= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{-m_e \cdot e^4}{8\epsilon_0^2 \cdot n^2 \cdot h^2} = -\frac{1}{2}E_{Pot} \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_n = E_{Kin} + E_{Pot} = \frac{1}{2}E_{Pot} = \frac{+m_e \cdot e^4}{8\epsilon_0^2 \cdot n^2 \cdot h^2} \Rightarrow E_{Pot} = 2 \cdot E_n$$

und im Grundzustand (n=1) ist $E_n = 13.6\text{eV}$. Und die potentielle Energie ist genau doppelt so viel.

Das Elektron hat also bei seinem Lauf um den Atomkern genau die selbe Frequenz wie diejenige elektromagnetische Nullpunktswelle, deren Energie die potentielle Energie des Elektrons versorgt, damit das Elektron nicht in den Kern fällt. Dies ist ein sehr klarer Beweis für die Verbindung zwischen dem Elektron in der Atomhülle und den elektromagnetischen Nullpunktsoszillationen, die dieses Elektron mit Energie versorgen.

Allem Anschein nach ist also die Wandlung von Raumenergie für genau diejenigen elektromagnetischen Nullpunktswellen besonders effizient, deren Frequenz mit der Frequenz der bewegten Felder des Raumenergie-Konverters übereinstimmt. Das ist insofern plausibel, als dass für diese Frequenz die Schwingung der Energie-spendenden Nullpunktsoszillation der Raumenergie in einer konstanten Phasenbeziehung zu der Schwingung des Energie-aufnehmenden Feldes im Raumenergie-Konverter schwingen kann. Diese konstante Phasenbeziehung hat zur Folge, dass die in Abschnitt 4 und Abbild 2 geforderte Abstimmung mit der Bewegung der Lücken und der Überlapp-Bereichen der „blauen“ und „roten“ Wellen gegeben ist – und zwar für alle einzelnen Perioden der Schwingung. Eine Kreisbewegung, wie beim Elektron des Wasserstoffs, erzeugt einmal pro Periode eine Feld-Lücke und einen Feld-Überlapp und wird daher von derjenigen Nullpunktsoszillation angeregt, deren Frequenz sich an die Abfolge der Lücken und Überlapp hält. Dies führt zu einer resonanten Anregung der Bewegung des Raumenergie-Konverters (also des kreisenden Elektrons) durch die frequenzgleiche Nullpunktsoszillation der Raumenergie.

Die Berechnung der Energieniveaus der Atomphysik aus der Versorgung der kreisenden Elektronen mit Raumenergie ist der zentrale Inhalt der Stochastischen Elektrodynamik. Dort führten derartige Überlegungen zu zahlreichen Publikationen in Physical Review. Hier ist die Überlegung am Beispiel des Elektrons des Wasserstoffatoms exemplarisch vorgeführt in weniger als fünf Formelzeilen – auf einer eigenständigen Erklärung basierend und unabhängig vom Formalismus der Stochastischen Elektrodynamik (oder gar der Quantenmechanik).

Ein weiteres Beispiel ist Versorgung des Elektrons als Quelle eines elektrischen und eines magnetischen Feldes mit Raumenergie. Klar verständlich ist die Versorgung des Magnetfelds. Das Elektron erzeugt dieses Magnetfeld aufgrund seiner Rotation um die eigene Achse, also aufgrund einer periodischen Bewegung (die man wieder als Überlagerung von Schwingungen darstellen kann). Das magnetische Moment des Elektrons ist (bis auf höhere Korrekturen der Quantenelektrodynamik, [Köp 97]) bekannt als $\mu = \frac{e \cdot \hbar}{2 \cdot m_e}$.

Andererseits berechnet man magnetische Momente im Allgemeinen mit $\mu = A \cdot I$, wo A = Querschnittsfläche der stromdurchflossenen Leiterschleife und I = Strom ist. Bringt man diese beiden Formel zusammen, so kann man die Strom ausrechnen mit $I = \frac{\mu}{A} = \frac{e \cdot \hbar}{2m_e \cdot r_e^2}$.

Setzt man dort die Ladung des Elektrons und den klassischen Elektronenradius ein, so erhält man wegen $t = \frac{e}{T}$ die Umlaufdauer und daraus unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Ladung auf der gesamten Oberfläche des Elektrons als homogen verteilt angenommen wird und nicht alleine an dessen Äquator kreist (was zu dem Faktor $\frac{3}{8}$ führt) die Frequenz

$$\omega = \frac{3 \cdot \hbar}{8 m_e r_e} = 15405884737 \text{ sec}^{-1} \approx 15.4 \text{ GHz} .$$

Zwar steckt hierin mit $W = h \cdot f = 6.6260693 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot \frac{15405884737 \text{ s}^{-1}}{2 \pi} = 1.62466 \cdot 10^{-24} \text{ J} = 1.014 \cdot 10^{-5} \text{ eV}$

deutlich weniger Energie als in der Bahnbewegung eines Elektrons um Wasserstoffkern, aber auch dieser Energiebetrag muß von der Natur mit Raumenergie versorgt werden und kann daher zur Nutzung der Energie der entsprechenden elektromagnetischen Nullpunktselle des Vakuums verwendet werden.

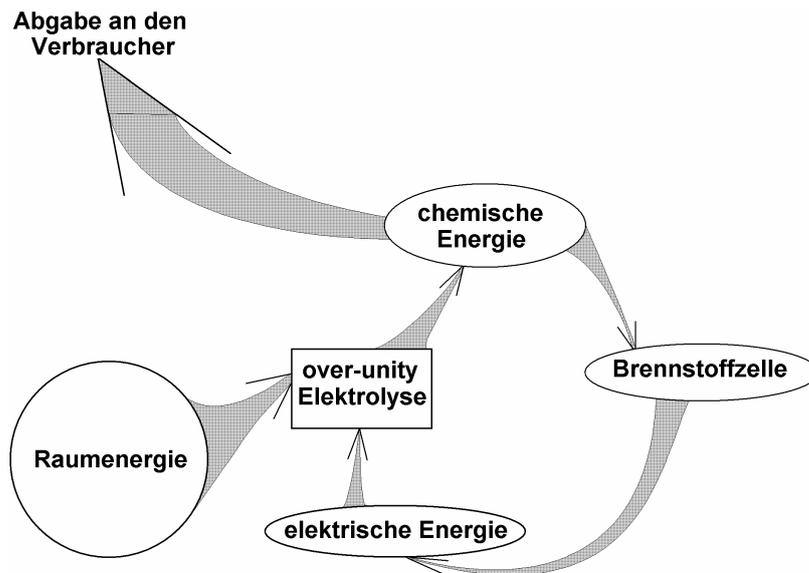
Die Versorgung des elektrostatischen Felds des Elektrons wirft derzeit noch die Frage nach der zugrunde liegenden Schwingung oder Bewegung auf, die eine Kompression der Wellenzüge der Nullpunktsellen gemäß Abb.2 verursacht. Auf jeden Fall muss es eine solche Nullpunkts-Schwingung geben, weil das Elektron als Teilchen auch den Gesetzen der Quantentheorie bzw. der Stochastischen Elektrodynamik unterliegt, die allen Objekten Nullpunkts-Schwingungen aufzwingen. Hier besteht noch etwas Forschungsbedarf. Daß diese Versorgung mit Sicherheit stattfindet beweist nicht zuletzt das erfolgreiche Experiment aus [Tur 09].

Auf jeden Fall wird sofort klar, dass Raumenergie-Konverter um so effizienter und leistungsfähiger arbeiten, desto höher die Resonanzfrequenz ihrer schwingenden Felder sind. Das gilt für Magnetmotoren (die z.B. als Selbstläufer kreisen) in gleicher Weise wie für bewegungslose Konverter. Das Entscheidende ist immer die Frequenz mit der sich die Felder bewegen, die für die Konversion der Raumenergie verwendet werden. Ziel einer optimierten Raumenergie-Maschine ist also:

1. Hohe Feldfrequenz
2. Hohe Anzahl der Teilchen, die Raumenergie aufnehmen
3. Möglichst große Intervalle des Überlapps und der Lücken zwischen den feldbehafteten Nullpunkts-Wellen und den feldfreien Nullpunkts-Wellen.

9. Wasserstoff-Konverter

Immer wieder findet man Wasserstoff-Raumenergie-Konverter, bei denen Wassermoleküle in Wasserstoff und Sauerstoff elektrolysiert werden, und zwar mit erheblicher over-unity, also mit Wirkungsgraden von weit über 100% (siehe z.B. [Alm 09], [Bro 10]). Das heißt, dass der für Elektrolyse aufzuwendende elektrische Energiebetrag um ein Vielfaches geringer ist, als der in der chemischen Energie der isolierten Gase Wasserstoff und Sauerstoff enthaltene Energiebetrag. Im Klartext bedeutet das: Für jedes Watt elektrische Energie, das man zum Betreiben der Elektrolyse aufwenden muß, bekommt man viele Watt chemische Energie zurück, die man z.B. durch Verbrennen des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff in thermische oder in mechanische Energie wandeln könnte oder mit Hilfe einer Brennstoffzelle wieder in elektrische Energie. Auf diese Weise lassen sich z.B. Selbstläufer der Wasser-Elektrolyse gemäß Abb.3 bauen.

**Abb.3**

Energiefluß im selbstlaufenden Wasserstoff-Elektrolyseur als Raumenergie-Konverter

Der Mechanismus dieser over-unity Wasser-Elektrolyse ist noch in der Diskussion [Nag 10]. Klar ist aber bereits: Die Elektronen in den Atomhüllen der Wasserstoff- und der Sauerstoff-Atome spielen die entscheidende Rolle, denn bei der Elektrolyse muß die kovalente Bindung dieser Atome miteinander aufgebrochen werden. Wir erinnern uns also in diesem Zusammenhang an die Abschnitte 3 und 8 des vorliegenden Artikels. Und darauf basiert die zu prüfende Hypothese: Wenn nun die Elektronen, die aufgrund der naturgegebenen Versorgung mit Raumenergie auf ihren Bahnen bleiben können, mit Raumenergie überversorgt werden, dann kann man möglicherweise die Elektronen aus ihren Energieniveaus, in denen sie eine kovalente Bindung eingehen und aufrecht erhalten, auf andere (höhere) Energieniveaus bringen, sodaß die kovalente Bindung aufbricht, damit diese nicht länger die Atome zu Wassermolekülen zusammenhalten kann. Da wir aus Abschnitt 8 wissen, dass eine hochfrequente Anregung besonders viel Raumenergie aufnimmt (weil die damit in Verbindung stehende Nullpunktsoszillation in ihrer Energie mit der Frequenz zunimmt gemäß $w = h \cdot f$), regt man sinnvollerweise die Elektrolyse mit einer hohen Frequenz an. Aber es genügt nicht einfach eine Erhöhung der Anregungsfrequenz, denn die anregenden Frequenzen werden wohl genau darauf abzustimmen sein, dass die für die kovalente Bindung verantwortlichen Elektronen, resonant aus den zur kovalenten Bindung benötigten Energieniveaus herausgehoben werden. Vielleicht kann es einen Versuch wert sein, die Anregungsfrequenz auf den 2s-Zustand des Wasserstoff-Atoms einzustellen, um das Elektron vom 1s-Zustand in den 2s-Zustand anzuheben. Die Frequenz dazu kann man dann wie oben beschrieben berechnen gemäß:

$$E_{Pot} = 2 \cdot E_n = \frac{-m_e \cdot e^4}{4\epsilon_0^2 \cdot n^2 \cdot h^2} = \frac{2 \cdot 13.6 eV}{2^2} = 6.8 eV = 1.0895 \cdot 10^{-18} J$$

$$\Rightarrow f = \frac{E_{Pot}}{h} = \frac{1.0895 \cdot 10^{-18} J}{6.62607 \cdot 10^{-34} J \cdot s} = 1644232788811913 \text{ Hz} \approx 1644.23 \text{ THz}$$

Das ist nicht gerade eben eine niedrige Frequenz, aber möglicherweise kann man sie erzeugen durch extreme kurz Pulse, die Komponenten in diesem Bereich des Fourier-Spektrums enthalten. Vielleicht könnte es auch eine Alternative sein, elektromagnetische Wellen in diesem Frequenzbereich auf optische Weise zu erzeugen (nämlich als UV-Licht mit einer Wellenlänge von $\lambda = \frac{c}{f} = 182 \text{ nm}$). Wahrscheinlich ist es auch sinnvoll, wenn man nicht nur

diese eine Frequenz probiert, sondern den Frequenz-Bereich in der genannten Größenordnung durchscant, weil die kovalente Bindung des Wasserstoffs an das Sauerstoff-Atom auch einen Einfluß auf die Energieniveaus der Elektronen ausübt.

10. Resumée

Mit der vorliegenden Arbeit ist der **Mechanismus** der Wandlung von Raumenergie gefunden und erklärt. Seine Grundlagen wurden dargestellt. Darüberhinaus wurde aber auch eine Berechnungsmethode erläutert, nach der sich die Funktionsweise eines jeden Raumenergie-Konverters (auf der Basis der Methode der Finiten Elemente) konkret durchrechnen lässt.

Dahinter steckt folgende Idee:

Bei der Wandlung von Raumenergie in klassische Energie muß im Konverter ein (elektrisches, magnetisches oder gravitatives) Feld schwingen, und diese Schwingung wird aus der Raumenergie wie folgt versorgt: Da die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Nullpunktswellen des Quantenvakuums vom angelegten Feld abhängt, kann man durch Exposition geeigneter Felder einerseits **Lücken** und andererseits **Überlapp**e der Nullpunktswellen erzeugen, während denen die Wechselwirkungskraft verstärkt oder ausgesetzt ist. Führt man geeignete Bewegungen von wechselwirkenden Teilchen (Ladungsträgern) immer gezielt während der Lücken bzw. Überlapp durch, so kann man Bewegungen im Coulomb-Potential bzw. im Gravitations-Potential bei ausgesetzter oder bei verstärkter Wechselwirkungskraft durchführen und so energetische Vorteile gegenüber der rein Bewegung im rein konservativen statischen Potential erreichen. Die so gewonnene Energie lässt sich im Raumenergie-Konverter nutzen.

Zur Untermauerung dieser Sichtweise wurden Beispiele aus der Natur (wie etwa das Elektron mit seinem Spin um die eigene Achse, oder das Elektron in der Atomhülle) referenziert, die von der Nullpunktenergie des Quantenvakuums angetrieben werden.

Ein kleiner allernächster Schritt, der zu tun sein wird, ist die Realisation des DFEM-Algorithmus wie beschrieben, zuerst zur Berechnung eines einfachen zumindest dem Prinzip nach funktionsfähigen Raumenergie-Konverters (zunächst ohne Beachtung der praktischen Realisierbarkeit in einer Maschine). Dies sollte nicht allzu kompliziert sein. Es hat den Sinn, das Konzept der DFEM-Methode zu verifizieren.

Der wichtige größere nächste Schritt, ist die Umsetzung des DFEM-Algorithmus in eine gute Software, die für die systematische Berechnung des Designs und der Konstruktion guter Raumenergie-Konverter geeignet ist, die man dann auch praktisch herstellen kann.

Literatur-Hinweise

- [Alm 09] GEET-Reaktor von Paul Pantone
<http://www.science-explorer.de/plasmareaktor.htm>
Erfolgreiche Weiterentwicklung von Theo Almeida-Murphy,
vorgestellt auf der Konferenz „Neue Energie-Technologien“ von Adolf und Inge Schneider,
Bruchsal, Sept. 2009
- [Ans 08] Finite Elemente Programm ANSYS, John Swanson (1970-2008)
ANSYS, Inc. Software Products, <http://www.ansys.com>
- [Bea 02] Motionless Electromagnetic Generator, Tom Bearden et. al.
US Patent, 6,362,718 vom 26. März 2002
Erfinder: Patrick L. Stephen, Thomas E. Bearden, James C. Hayes, Kenneth D. Moore,
James L. Kenny
Auch nachzulesen unter <http://www.cheniery.org/>

- [Efs 02] The Monthly Notices of the Royal Astronomical Society
George Efstathiou, Volume 330, No. 2, 21. Feb. 2002
- [Fey 49a] The Theory of Positrons, Richard P. Feynman
Phys. Rev. 76, No.6 (1949), p.749-759
- [Fey 49b] Space-Time Approach to Quantum Electrodynamics, Richard P. Feynman
Phys. Rev. 76, No.6 (1949), p.769-789
- [Fey 85] QED. Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie, Richard P. Feynman
Übersetzter Nachdruck von 1985, Serie Piper, ISBN: 3-492-03103-X
- [Fey 97] Quantenelektrodynamik: Eine Vorlesungsmitschrift, Richard P. Feynman
Deutsche Übersetzung im Oldenbourg Verlag. 1997. ISBN 3-486-24337-3
- [Fey 01] Feynman Vorlesungen über Physik, Band II: Elektromagnetismus und Struktur der Materie,
Richard P. Feynman, Robert B. Leighton and Matthew Sands
Oldenbourg Verlag, 3.Auflage. 2001. ISBN 3-486-25589-4
- [Giu 00] Das Rätsel der kosmologischen Vakuumenergiedichte und die beschleunigte Expansion des
Universums, Domenico Giulini und Norbert Straumann
arXiv:astro-ph/0009368 v1, 22. Sept. 2000
- [Goe 96] Einführung in die Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie, Hubert Goenner
Spektrum Akademischer Verlag, 1996. ISBN 3-86025-333-6
- [Gpb 07] Gravity- Probe- B Experiment, Francis Everitt et. al.
zu finden in (2008) unter <http://einstein.stanford.edu/index.html>
- [Hei 36] Folgerungen aus der Diracschen Theorie des Positrons
W. Heisenberg und H. Euler, 22.Dez.1935, Zeitschrift für Physik (1936), S.714
- [Hil 96] Elementare Teilchenphysik, Helmut Hilscher
Vieweg Verlag, ISBN 3-528-06670-9
- [Hur 40] The Invention of Hans Coler, Relating To An Alleged New Source Of Power.
R. Hurst, B.I.O.S. Final Report No. 1043, B.I.O.S.Trip No. 2394
B.I.O.S. Target Number: C31/4799, British Intelligence Objectives Sub-Committee
- [Jac 81] Klassische Elektrodynamik, John David Jackson
Walter de Gruyter Verlag. 1981. ISBN 3-11-007415-X
- [Jeb 06] Die Urkraft aus dem Universum, Klaus Jebens
Jupiter-Verlag. 2006. ISBN 3-906571-23-8
- [Köp 97] Einführung in die Quanten - Elektrodynamik
G.Köpp und F.Krüger
B.G.Teubner Verlag, Stuttgart 1997, ISBN 3-519-03235-X
- [Lam 97] Demonstration of the Casimir force in the 0.6 to 6 μm range
Steve K. Lamoreaux, Phys. Rev. Lett., Vol.78, Issue 1, Jan-6-1997, p.5-8
DOI: 10.1103/PhysRevLett.78.5
- [Lif 56] The theory of molecular attractive forces between solids.
Jewgeni M. Lifschitz, Sov. Phys. JETP 2, 73–83 (1956)

- [Loh 05] Hochenergiephysik, Erich Lohrmann
Teubner Verlag, 2005. ISBN 3-519-43043-6
- [Man 93] Quantenfeldtheorie, Franz Mandl und Graham Shaw
Aula-Verlag, Wiesbaden, 1993. ISBN 3-89104-532-8
- [Mar 88-98] ▪ Der Kugellager-Motor und der Huber-Effekt,
Stefan Marinov, raum&zeit 32 (1988) 81-84
▪ Repetition of Silvertooth's experiment for measuring the aether drift",
Stefan Marinov, Speculations in Science and Technology 12 No.3 (1989) 187-179
▪ Propulsive and Rotating Ampère Bridges and the Principle of Relativity
Stefan Marinov, Physics Essays 4 No.1 (1991) 30-36
▪ The Missing Magnetic Force Law, Galilean Electrodynamics 9 No.2
Stefan Marinov, (March/April 1998) 35-37
- [Mes 76/79] Quantenmechanik, Bände 1 + 2, Albert Messiah, Walter de Gruyter Verlag
ISBN 3-11-003686-X (Band 1, 1976) und ISBN 3-11-003687-8 (Band 2, 1979)
- [Mie 84] Kompendium Hypertechnik. Tachyonenenergie, Hyperenergie, Antigravitation.
Sven Mielordt, Berlin, 1984
Nachdruck der 4. Auflage vom raum&zeit Verlag, ISBN 3-89005-005-0
- [Nag 10] private communication, Paul Nagy und Christian Preinfalk, Sept. 2010
- [Nie 83] Konversion von Schwerkraft-Feld-Energie. Revolution in Technik, Medizin, Gesellschaft.
Von Hans A. Nieper
MIT-Verlag, Oldenburg, 1983, 4. erw. Auflage, ISBN 3-925188-00-2
- [Pau 00] Relativitätstheorie, Wolfgang Pauli
Nachdruck im Springer-Verlag, 2000. ISBN 3-540-67312-1
- [Pau 10] Online Skript „Teilchen und Kerne“ von S. Paul und W. Weise
Physik-Department der TU-München, 2010
<http://www.e18.physik.tu-muenchen.de/skript/index.html>
- [Rie 98] Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological
Constant, Adam G. Riess et. al.
arXiv:astro-ph/9805201, 15. Mai. 1998
- [Rik 00] Magnetoelectric birefringences of the quantum vacuum
G. L. J. A. Rikken and C. Rizzo, 2000, Phys. Rev. A, Vol.63, 012107 (2000)
- [Rik 03] Magnetoelectric anisotropy of the quantum vacuum
G. L. J. A. Rikken and C. Rizzo, 2003, Phys. Rev. A, Vol.67, 015801 (2003)
- [Ruz 09] Ein praktischer Nachweis der Dunklen Energie
Claus W. Turtur, Raum&Zeit, 2.Jahrgang, Heft 2, Oktober 2009, S.67
- [Sch 02] Gravitation, Ulrich E. Schröder
Verlag Harri Deutsch, 2002. ISBN 3-8171-1679-9
- [Sch 10] Kongreß „Autonome Energiesysteme“, NET-Journal, Jg.Nr. 15, Heft 7/8, Juli/Aug.2010
Jupiter Verlag, Adolf und Inge Schneider, ISSN 1420-9292
Die Reihe der NET-Journale befaßt sich seit vielen Jahren mit der Nutzung der Raumenergie

- [Sim 80] Absolute electron-proton cross sections at low momentum transfer measured with a high pressure gas target system
G.G.Simon, Ch.Schmitt, F.Borkowski, V.H.Walther
Nucl. Phys. A, vol.333, issue 3, (1980), p.381-391
- [Spa 58] Measurement of attractive forces between flat plates.
Marcus J. Spaarnay, Physica. Band 24, 1958, S. 751.
- [Stu 06] Kurzes Lehrbuch der Physik
Herbert A. Stuart, Gerhard Klages
Springer-Verlag, 18. Auflage, 2006, ISBN 978-3-540-23146-2
- [Teg 02] Measuring Spacetime: from Big Bang to Black Holes
Max Tegmark, arXiv:astro-ph/0207199 v1, 10. Juli 2002
Slightly abbreviated version in: Science, 296, 1427-1433 (2002)
- [Thi 18] Über die Wirkung rotierender ferner Massen in Einsteins Gravitationstheorie
Hans Thirring und Josef Lense, Phys. Zeitschr. 19, Seiten 33-39 Jahrgang 1918
- [Ton 03] Cosmological Results from High-z Supernovae
John L. Tonry, et. al., arXiv:astro-ph/0305008, 1. Mai 2003
- [Tur 07a] Two Paradoxes of the Existence of electric Charge
Claus W. Turtur, arXiv:physics/0710.3253 v1 (Okt.2007)
- [Tur 07b] Two Paradoxes of the Existence of magnetic Fields, Claus W. Turtur
PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 113, (19. December 2007)
- [Tur 08] A QED-model for the Energy of the Vacuum and an Explanation of its Conversion into Mechanical Energy, Claus W. Turtur
PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 138, (4. Sept. 2008)
- [Tur 09] Wandlung von Vakuumenergie elektromagnetischer Nullpunktsoszillationen in klassische mechanische Energie, Claus W. Turtur, 1. Auflage 2009, Europäischer Hochschuleverlag, ISBN 978-3-941482-54-8
Conversion of the Zero-point Energy of the Quantum Vacuum into Classical Mechanical Energy, Claus W. Turtur, 1. Auflage 2009, Europäischer Hochschuleverlag, ISBN 978-3-941482-60-9
- [Val 08] Zero Point Energy, The fuel of the future
Thomas Valone, Integrity Research Institute, 2008. ISBN 978-0-9641070-2-1
- [Wik 10] Higgs-Mechanismus, Wikipedia
<http://de.wikipedia.org/wiki/Higgs-Mechanismus>
- [Whe 68] Einsteins Vision
Wie steht es heute mit Einsteins Vision, alles als Geometrie aufzufassen ?
John Archibald Wheeler. 1968. Springer Verlag

Adresse des Autors:

Prof. Dr. Claus W. Turtur
University of Applied Sciences Braunschweig-Wolfenbüttel
Salzdahlumer Strasse 46 / 48
Germany – 38302 Wolfenbüttel
Email: c-w.turtur@ostalia.de
Tel.: (+49) 5331 / 939 – 42220

An english version of the article is available at:
http://philica.com/display_article.php?article_id=206

Demonstration eines einfachen Algorithmus zur Auslegung von Raumenergie-Konvertern

Wolfenbüttel, den 9. Okt. 2010

Claus W. Turtur, Fachhochschule Braunschweig-Wolfenbüttel

Zusammenfassung

In [Tur 10] wurde das grundlegende Prinzip der Wandlung von Raumenergie erklärt, mit dessen Verständnis unter anderem auch systematisch Raumenergie-Konverter konstruiert werden können. Das Berechnungsverfahren für eine derartige Konstruktion wurde als dynamische Finite-Elemente-Methode (DFEM) eingeführt, bei der zusätzlich zum statischen FEM die endliche Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungs-Felder berücksichtigt wird.

Um das Verfahren zu veranschaulichen, damit jedermann einen DFEM-Algorithmus zur Auslegung von Raumenergie-Konvertern erstellen kann, wurde ein kleines Rechenbeispiel entwickelt, welches hier (einschließlich eines kurzen Muster-Programms) dargestellt und erläutert ist.

1. Ein möglichst einfacher und anschaulicher Aufbau

Dies ist das erste Mal, dass überhaupt ein DFEM-Algorithmus zur Berechnung von Raumenergie-Konvertern konkret entwickelt wurde. Deshalb wählt man einen möglichst einfachen und unkomplizierten Aufbau, um das Prinzip so übersichtlich wie irgend möglich zu veranschaulichen. Da die Konversion von Raumenergie nichts Exotisches ist, ist es nicht schwierig einen simplen Aufbau zu finden, der diesen Ansprüchen gerecht wird: Wir wählen ein eindimensionales Pendel, bei dem zwei Massen durch eine Feder miteinander verbunden sind – das ist alles – mehr benötigt man nicht. Diese Anordnung, wie sie in Abb.1 dargestellt ist, könnte in jedem Anfänger-Lehrbuch zu finden sein.

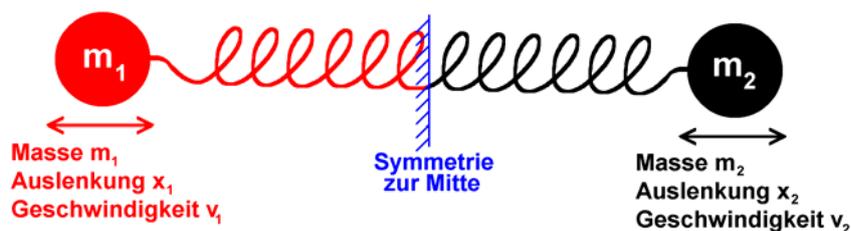


Abb. 1:

Zwei Massen, die durch eine Feder verbunden sind, vollführen eine harmonische Schwingung.

Will man diese Anordnung nach Abb.1 direkt auf ein einfaches Anfänger-Beispiel zurückführen, so fixiert man eine träge Masse mit einer Feder an einer Wand und beobachtet harmonische Schwingungen gemäß der Differentialgleichung (1) ohne Reibung und ohne Anregung. Die Lösung nach (2) ist ebenfalls allgemein bekannt.

$$\text{Differentialgleichung} \quad m \cdot \ddot{x}_1 + D \cdot x_1 = 0 \quad (\text{bzw. } m \cdot \ddot{x}_2 + D \cdot x_2 = 0) \quad (1)$$

$$\text{Lösung} \quad x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0) \quad , \quad (2)$$

mit den in der Literatur üblichen Bezeichnungen.

Selbstverständlich ist dabei die Amplitude konstant und es wird keine Raumenergie gewandelt.

Setzt man jedoch für die beiden Körper m_1 und m_2 zwei elektrisch geladene Kugeln oder zwei Magnete ein, so kommt eine zusätzliche Anziehungskraft zwischen den beiden hinzu, die von deren Abstand abhängig ist, und zwar umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes. Im Falle elektrischer Ladungen gilt dabei das (erste) Coulomb-Gesetz für elektrische Ladungen nach (3), im Falle zweier Dauermagnete gilt das sog. zweite Coulomb-Gesetz für Dipol-Dipol-Kräfte gemäß (4). Die beiden Gesetze unterscheiden sich nur durch den Proportionalitätsfaktor und durch die Tatsache, dass im einen Fall Ladungen Q_1, Q_2 , im anderen Falle die magnetischen Polstärken p_1, p_2 einzusetzen sind. In beiden Fällen klingt aber die Kraft proportional $1/r^2$ ab [Ber 71]. Aus diesem Grunde erkennen wir, dass die Berechnung elektrostatischer Raumenergie-Maschinen völlig analog zur Berechnung magnetischer Raumenergie-Maschinen vorzunehmen ist, da nur konstante Faktoren auszutauschen sind. Andere Kraft-Weg-Gesetze wären übrigens auch kein Problem, denn sie erfordern lediglich eine Änderung zweier Zeilen im Algorithmus aus Abschnitt 3, nämlich von

```
FEL1:=+Q1*Q2/4/pi/epo/r/Abs(r); {Elektrostatische Kraft zw. Q1 & Q2}
FEL2:=-Q1*Q2/4/pi/epo/r/Abs(r); {Elektrostatische Kraft zw. Q1 & Q2}
```

$$F_{Ladungen} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \tag{3}$$

$$F_{Magnete} = f \cdot \frac{p_1 \cdot p_2}{r^2} \tag{4}$$

Setzt man L_0 als Länge der ungespannten Feder ein, so müssen wir anstelle der Differentialgleichung (1) zur Beschreibung des Pendels jetzt die Differentialgleichung zur (5) verwenden:

$$m \cdot \ddot{x}_1 + D \cdot x_1 + \frac{C_{EM}}{\left(\frac{L_0}{2} + x_1\right)^2} = 0 \quad (\text{bzw. } m \cdot \ddot{x}_2 + D \cdot x_2 + \frac{C_{EM}}{\left(\frac{L_0}{2} + x_2\right)^2} = 0), \tag{5}$$

wobei C_{EM} die obengenannten Proportionalitätsfaktoren und die elektrischen Ladungen bzw. die magnetischen Polstärken enthält. Je nach Polarität der magnetischen Dipole kann C_{EM} positiv oder negativ sein. Hier sind außer den Trägheitskräften und den Federkräfte auch Magnetkräfte bzw. Coulomb-Kräfte zu berücksichtigen.

Die Lösung dieser Differentialgleichung (5) ist dann natürlich nicht mehr simpel in analytischer Form durch einen Sinus-Ausdruck wie in (2) anzugeben. Durch eine Computer-Iteration erhält man die Lösung, wie dargestellt in Abb.2.

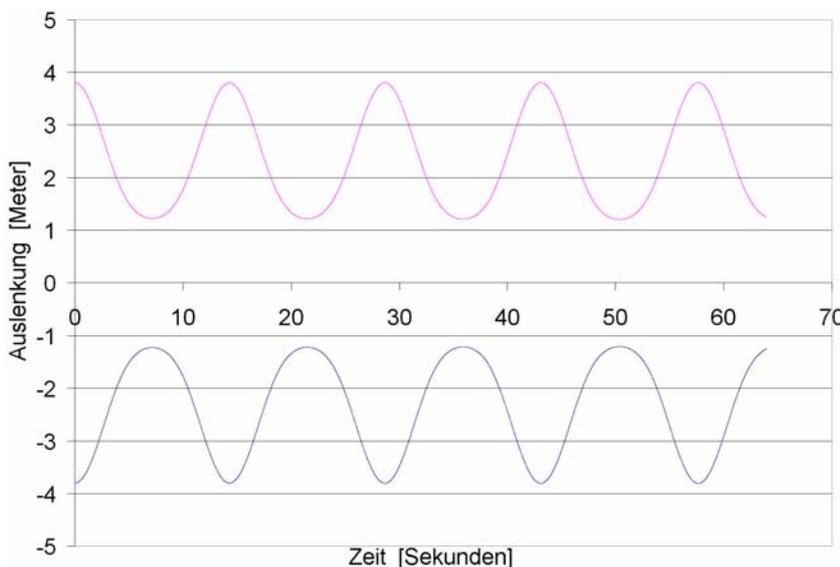


Abb. 2:

Darstellung der beiden Bahnkurven der Körper 1 und 2 nach Abb.1, wobei die beiden Körper elektrisch geladen sein können, oder aus Dauermagneten bestehen können. Die Schwingung ist offenkundig anharmonisch. Die Feder ist senkrecht zwischen der blauen und der violetten Kurve gespannt.

Man erkennt die Umwandlung potentieller Energie (im elektrischen Feld oder im Magnetfeld) in Federenergie und kinetische Energie. Selbstverständlich ist auch hier noch keine Raumenergie im Spiel. Die Amplituden sind konstant, und wir erkennen die Energieerhaltung. Die Computersimulation der Bewegung ist in dem in Abschnitt 3 wiedergegebenen Source-Code unter „Teil 2“ zu finden. Da noch kein Zugriff auf die Raumenergie getätigt wird, handelt es sich um einen klassischen statischen FEM-Algorithmus (mit nur zwei Elementen).

2. Einbringen der Dynamik: Vom FEM zum DFEM

Wir wollen nun den Aufbau von Abb.1 mit der Ausbreitung der elektrischen bzw. der magnetischen Felder mit endlicher Propagationsgeschwindigkeit betrachten. In der statischen Elektrizitätslehre wird die Ausbreitungsdauer dieser Felder vernachlässigt und somit deren Propagationsgeschwindigkeit in Näherung als Unendlich angesetzt. Dies widerspricht natürlich der Relativitätstheorie, nach der die Lichtgeschwindigkeit eine prinzipielle obere Grenze aller Geschwindigkeiten überhaupt ist. Auch wenn diese Näherung in vielen Fällen gut ist, so steht sie einem Verständnis der Raumenergie-Maschinen und der Raumenergie-Konversion diametral entgegen (siehe [Tur 10]). Deshalb wollen wir nun auf diese Näherung verzichten, um die Wandlung von Raumenergie verstehen zu können.

Übrigens beläuft sich die Propagationsgeschwindigkeit im Vakuum auf Lichtgeschwindigkeit, in Materie liegt sie niedriger.

Wir müssen also nun Gleichung (5) und Abb.2, denen die Näherung unendlichen Propagationsgeschwindigkeit der Felder zugrunde liegt, durch eine präzise Betrachtung ersetzen. Das tun wir jetzt: Zur Lösung von Gleichung (5) waren die Kräfte in Teil 2 des Algorithmus (siehe Abschnitt 3) nur nach dem statischen Coulomb-Gesetz berechnet worden, für die dynamische Betrachtung müssen wir jetzt jedoch die Felder als eigenständige Objekte ansehen und deren Laufzeit berücksichtigen, so wie dies in Abb.3 veranschaulicht ist. Dabei sieht man zwei Körper, die sich nach links und rechts bewegen, wobei die zeitliche Entwicklung der Situation in der Zeitschritten wiedergegeben ist, nämlich in drei übereinander stehenden Zeilen.

Zum Zeitpunkt t_a befindet sich Wechselwirkungspartner (Magnet oder Ladung) Nr.1 am Ort $x_{1,a}$ und Wechselwirkungspartner Nr.2 am Ort $x_{2,a}$. In diesem Moment t_a emittiert Nr.1 ein Feld, das unter anderem auch in Richtung auf Nr.2 hin läuft (roter Pfeil). Dieser Teil des Feldes ist verantwortlich, für die Wechselwirkungskraft, die Nr.1 auf Nr.2 ausübt. Nun läuft dieses Feld(-Paket) auf Nr.2 zu (roter Pfeil), aber währenddessen bewegt sich Nr.1 auch nach rechts, läuft also hinter dem Feld her. Nr.2 hingegen bewegt sich nach links, läuft also dem Feld entgegen. Wir sehen diese Entwicklung, wenn wir von Zeitpunkt t_a zum Zeitpunkt t_b weitergehen. Schließlich läuft die Zeit weiter bis t_c . Dies ist der Zeitpunkt, zu dem das Feld den Partner Nr.2 erreicht.

Für das Einsetzen in der Coulomb-Gesetz stellen wir nun die Frage: Welche Feldstärke sieht in diesem Moment der Partner Nr.2 ?

Die Antwort ist ganz einfach: Wir benutzen das Coulomb-Gesetz nach Gleichung (3) bzw. (4) und setzen den Abstand ein, den das Feld **tatsächlich** durchlaufen hat. Dies ist der mit dem blauen Pfeil gekennzeichnete Abstand in Abb.3. Partner Nr.2 sieht also zum Zeitpunkt t_c ein schwächeres Feld, als man es nach dem statischen Coulomb-Gesetz (mit dem Abstand des grünen Pfeils) erhalten würde. Würden die beiden Partner nicht einander entgegen laufen, sondern sich voneinander entfernen, so wäre die Situation genau umgekehrt, und Partner Nr.2

würde ein stärkeres Feld sehen, als man es nach dem statischen Coulomb-Gesetz ausrechnen würde. Diese Verhältnisse sind in Abb.4 veranschaulicht.

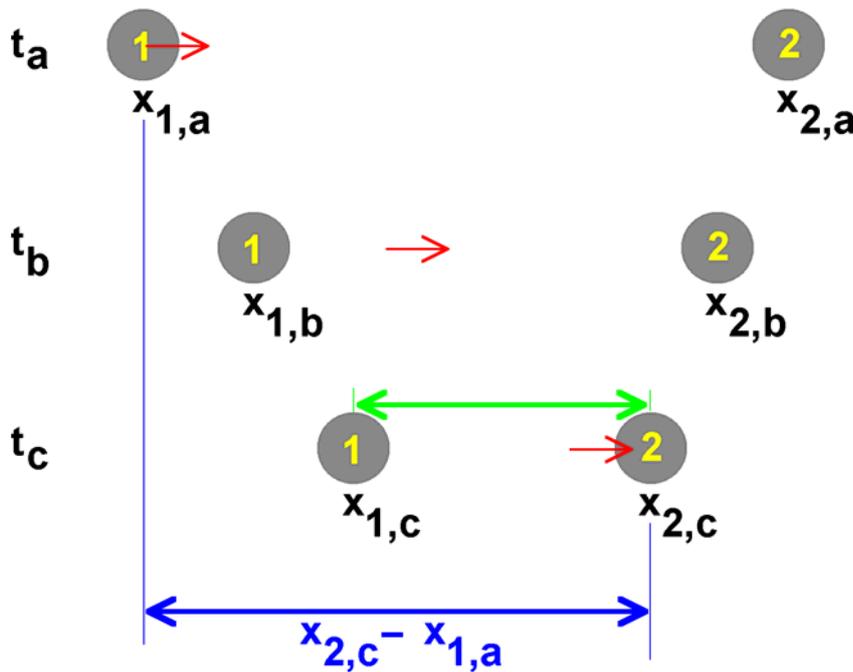


Abb. 3: Veranschaulichung des Einflusses der Bewegung von Magneten oder elektrischen Ladungen auf die emittierte Feldstärke. Grundlage des Verständnisses ist die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Felder. Hier dargestellt ist die Situation zweier sich voneinander entfernender Körper.

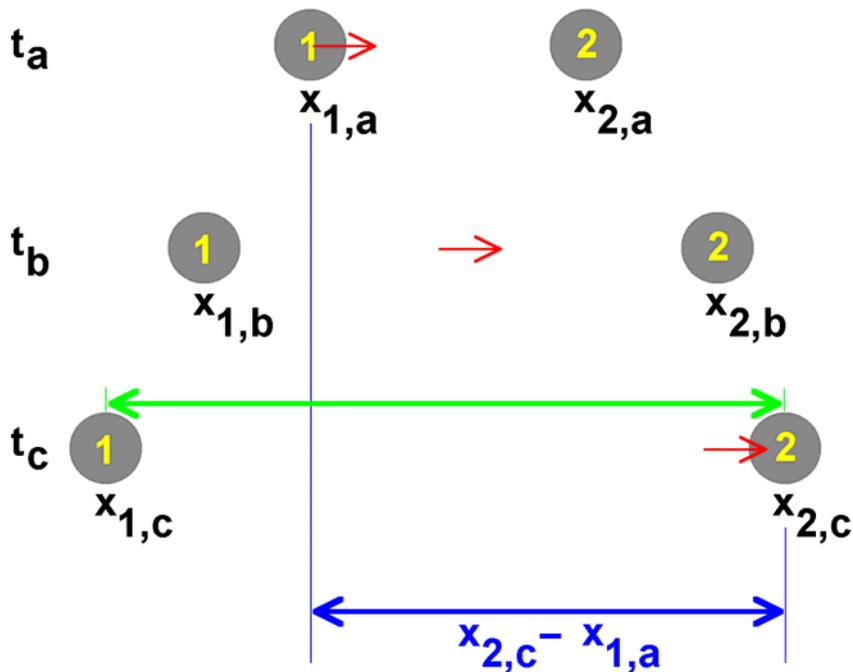


Abb. 4: Veranschaulichung des Einflusses der Bewegung von Magneten oder elektrischen Ladungen auf die emittierte Feldstärke. Grundlage des Verständnisses ist die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Felder. Hier dargestellt ist die Situation zweier aufeinander zulaufender Körper.

Stellt man es nun geschickt an, so kann man die beiden Ladungen aus Abb.1 (die mit einer Feder aneinander fixiert sind), so zueinander schwingen lassen, dass sie immer genau in den Zeitintervallen, in denen sie sich voneinander entfernen (also in denen beide nach außen schwingen), eine verminderte Coulomb-Anziehungskraft spüren, hingegen aber in den Zeitintervallen, in denen sie aufeinander zukommen (also in denen beide nach innen schwingen), eine erhöhte Coulomb-Anziehungskraft spüren. Im Falle einer anziehenden Coulomb-Kraft führt das dazu, dass sich die Schwingung allmählich selbsttätig aufschaukelt und die Feder immer stärker auseinander gezogen bzw. zusammengedrückt wird, ohne mit klassischer Energie angeregt zu werden. Eine Veranschaulichung sehen wir in Abb.5. Die

Feldstärke ist in Fehlfarbandarstellung aufgetragen. In der ersten Zeile sehen wir eine ruhende Feldquelle (Ladung oder Magnet), die ein statisches Feld erzeugt. Solange die Ladung ruht, ist die Feldstärke konstant, und daher ist auch keine dynamische Betrachtung nötig. Bewegt sich nun aber die Feldquelle nach rechts (zweite Zeile in Abb.5), so wird das Feld nach rechts verringert, wie wir es zum Zeitpunkt t_c in Abb.3 sehen. Der umgekehrte Fall einer Bewegung der Feldquelle nach links (dritte Zeile in Abb.5) entspricht dem Zeitpunkt t_c in Abb.4 und somit einer Erhöhung der Feldstärke. Zwei Feldquellen, die relativ zueinander oszillieren (dies ist unser Aufbau seit Abb.1), erzeugen somit am Ort der jeweils anderen Feldquelle eine oszillierende Feldstärke (siehe Abb.5), und dadurch eben kommt jene Modulation der Feldstärke zustande, die für das oben beschriebene Aufschaukeln der Schwingung verantwortlich zeichnet. Das geht natürlich nur, wenn die Zufuhr von Raumenergie in die Schwingung über viele Perioden hinweg synchron verläuft. In diesem Fall tritt eine Resonanz der Anregung auf, und wir haben wirkungsvollen Raumenergie-Motor. Hierbei wird Raumenergie in klassische Schwingungs-Energie umgewandelt – wie in [Tur 10] erklärt.

Dies ist natürlich nur möglich, wenn die Oszillationen der Felder mit den Oszillationen der schwingenden Massen gut synchronisiert sind, und zwar über viele Perioden der Schwingung. Unter dieser Einstellung ist die Anregung der Schwingung aus der Energie der Nullpunktswellen resonant, und wir haben eine Maschine, die die Energie der Nullpunktswellen in klassische Schwingungs-Energie wandelt.

Umgekehrt ist es natürlich auch möglich die Schwingungen der beiden Wechselwirkungspartner gegenphasig genau derart einzustellen, dass eine erhöhte anziehende Feldstärke immer dann auftritt, wenn sich die zwei sich anziehenden Partner voneinander entfernen wollen, aber eine verringerte anziehende Feldstärke immer in den Zeiträumen vorliegt, zu denen sich die beiden (sich anziehenden) Partner einander annähern wollen. In diesem Falle bremst die Dynamik des Coulomb-Gesetzes die Schwingung, d.h. es wird klassische Schwingungs-Energie in Raumenergie umgewandelt.



Abb. 5:

Illustration der oszillierenden Felder, wie sie von oszillierenden Ladungen oder Magneten emittiert werden.

Die Situation ist nicht überraschend, weil bekanntlich der Hertz'sche Dipolstrahler nach genau dem hier dargestellten Mechanismus arbeitet.

Das Prinzip der Raumenergie-Wandlung kann also, wenn man es verstanden hat, in beide Richtungen angewandt werden: Einerseits zur Konversion von Raumenergie in eine klassische Energieform, aber andererseits auch zur Konversion klassischer Energie in Raumenergie. Welche der beiden Richtungen in der Maschine realisiert wird, ist nur eine Frage der Einstellung der Systemparameter: Dabei sind prinzipiell immer aufeinander abzustimmen:

- Die Propagationsgeschwindigkeit der Felder und
- Die Bewegungsgeschwindigkeit der bewegten Feldquellen (Massen).

In unserem Beispiel-Algorithmus bedeutet dies eine Abstimmung der Auslenkungen und Amplituden der schwingenden Körper, deren Massen, der Hooke'schen Federkonstanten und schließlich auch Ladungen, mit deren Hilfe die nötigen Coulomb-Kräfte erzeugt werden. Anstelle der Ladungen könnte man auch Dauermagnete einsetzen und deren Dipolstärken als anzupassende Systemparameter angeben.

Um das Gesagte zu beweisen, wurde in der vorliegenden Arbeit ein übersichtlicher „Dynamischer Finite-Elemente“ (DFEM) – Algorithmus entwickelt, der die Schwingung zweier elektrisch geladener Kugeln mit Feder aus Abb.1 realisiert und dabei die endliche Propagationsgeschwindigkeit der Felder berücksichtigt. Wir haben also im Prinzip die selbe Anordnung die bei statischer Betrachtung zu den Auslenkungen in Abb.2 führt. Wir führen jetzt aber eine dynamische Betrachtung durch und kommen zu den Auslenkungen in Abb.6, Abb.7 und Abb.8. Die Einstellung der Systemparameter (in unserem Algorithmus) wird dabei wie folgt angegeben:

Zu Abb.6:

- Propagationsgeschwindigkeit der Felder $c = 1.4 \text{ m/s}$
- Ladungen Q_1 und Q_2 je $3 \cdot 10^{-5} \text{ C}$
- Hooke'schen Federkonstante $D = 2.7 \text{ N/m}$
- Ruhelänge der unbelasteten Feder $RLL = 8.0 \text{ m}$
- Startpositionen der beiden Kugel bei $x_1 = -3.0 \text{ m}$ und $x_2 = +3.0 \text{ m}$.

Wie man erkennt, nimmt die Amplitude zu Beginn der Schwingung rasch zu. Offenkundig sind die Bewegung der Massen auf die Laufzeiten der Coulomb-Felder derart abgestimmt, dass sich die Bewegung aufschaukelt. Erreichen die Auslenkungen nun aber bestimmte Werte, so werden die Geschwindigkeiten der Kugeln so groß, dass ihr Vergleich mit der Propagationsgeschwindigkeit der Felder kein weiteres Aufschaukeln der Bewegung ermöglicht. Es stellt sich dann eine konstante Amplitude ein. Würde man nun dieser Schwingung mechanisch Energie entziehen, so würde sich Amplitude zwar verkleinern wollen, aber dem steht das Aufschaukeln der Schwingung aufgrund der Laufzeiten der Coulomb-Felder entgegen. Die so entnehmbare mechanische Leistung wäre dann die Nutzleistung des Raumenergie-Motors in diesem Betriebszustand, die wir in Abschnitt 5 analysieren.

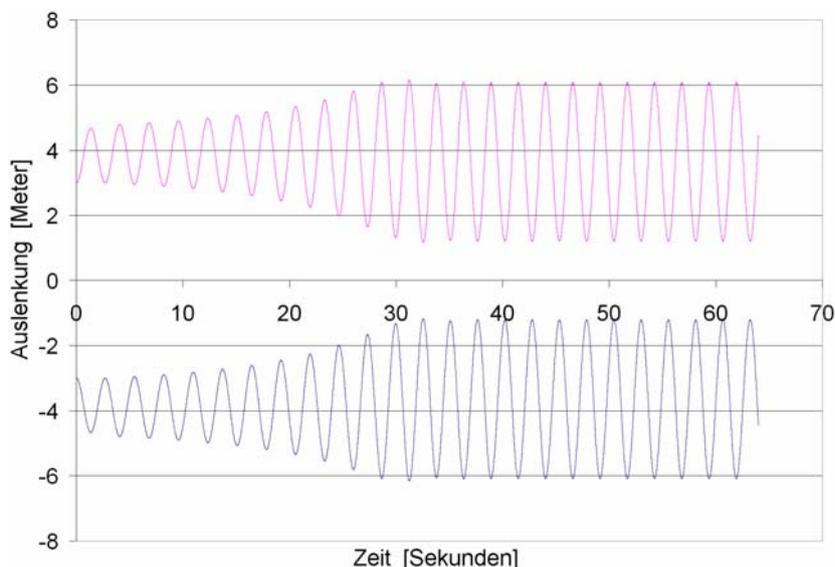


Abb. 6:

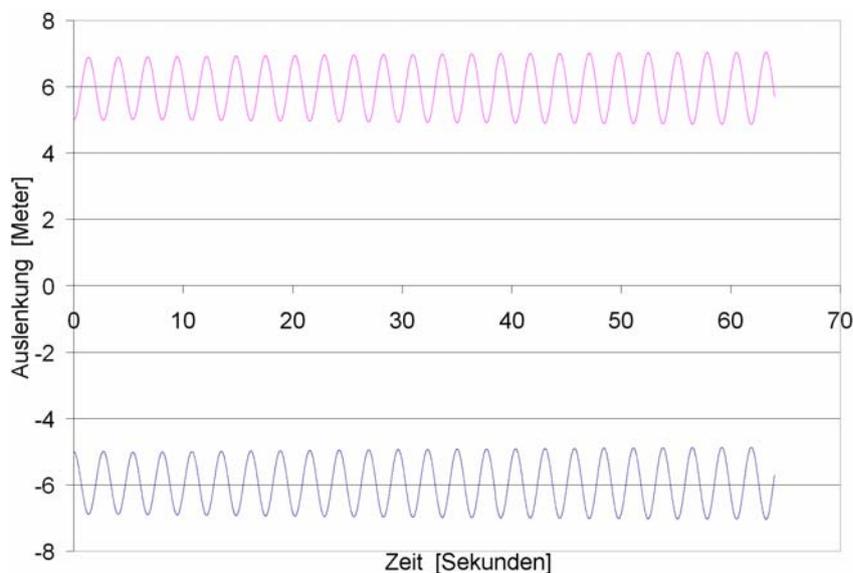
Beispiel für einen Betriebszustand des harmonischen Oszillators nach Abb.1 als Raumenergie-Konverter. Dargestellt ist die Vergrößerung der Amplitude der Schwingung aufgrund der zugeführten Raumenergie.

Zu Abb.7:

Verändert man die Systemparameter nur geringfügig, so verhält sich das System komplett anders. Eine kleine Veränderung der Propagationsgeschwindigkeit der Felder und der Feder (Abmessung der Feder und Startposition der Körper) im Vergleich zu Abb.6 sorgt dafür, dass das System sich nicht mehr aufschaukeln kann, weil die Geschwindigkeiten der Felder und Massen nicht mehr dementsprechend aneinander angepaßt sind:

- Propagationsgeschwindigkeit der Felder $c = 1.4 \text{ m/s}$
- Ladungen Q_1 und Q_2 je $3 \cdot 10^{-5} \text{ C}$
- Hooke'schen Federkonstante $D = 2.7 \text{ N/m}$
- Ruhelänge der unbelasteten Feder $RLL = 12.0 \text{ m}$
- Startpositionen der beiden Kugel bei $x_1 = -5.0 \text{ m}$ und $x_2 = +5.0 \text{ m}$.

In diesem Betriebszustand ist die Maschine kein Raumenergie-Motor mehr.

**Abb. 7:**

In diesem Betriebszustand wird der harmonische Oszillator nach Abb.1 ohne Konversion von Raumenergie betrieben.

Zu Abb.8:

Eine winzige weitere Veränderung der Systemparameter führt uns in die entgegengesetzte Richtung, bei der das System klassische mechanische Energie vernichtet und diese in Raumenergie konvertiert.

Im Vergleich zu Abb.6 wurde nur die Hooke'schen Federkonstante verändert, sonst nichts. Damit aber wurde die Schwingungsfähigkeit des Systems dahingehend verändert, dass die Laufzeiten der Felder dem Lauf der Kugeln entgegenstehen und die Bewegung abgebremst wird.

- Propagationsgeschwindigkeit der Felder $c = 1.4 \text{ m/s}$
- Ladungen Q_1 und Q_2 je $3 \cdot 10^{-5} \text{ C}$
- Hooke'schen Federkonstante $D = 3.5 \text{ N/m}$
- Ruhelänge der unbelasteten Feder $RLL = 8.0 \text{ m}$
- Startpositionen der beiden Kugel bei $x_1 = -3.0 \text{ m}$ und $x_2 = +3.0 \text{ m}$.

In diesem Betriebszustand ist die Maschine ein umgekehrter Raumenergie-Konverter, der Raumenergie erzeugt anstatt sie zu nutzen. Damit haben wir nun das Wissen, auf Raumenergie nach Bedarf zugreifen zu können. Ähnlich wie ein Sterling-Motor Wärmeenergie in mechanische Energie umwandeln kann oder ebenso gut vice versa mechanische

Energie in Wärmeenergie (je nachdem ob man den Thermodynamischen Kreisprozess rechtsherum oder linksherum laufen lässt), können wir nun Raumenergie-Konverter nach Belieben einstellen und abgleichen.

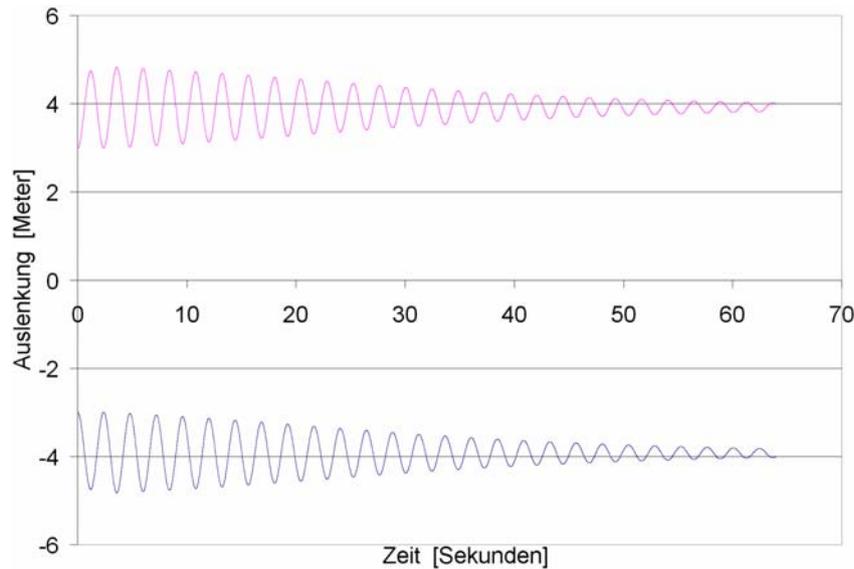


Abb. 8:

In diesem Betriebszustand konvertiert der harmonische Oszillator nach Abb.1 sogar mechanische Energie in Raumenergie.

Die Konsequenz ist eine Erhöhung der Feldstärke, die von dem Apparat in den Raum abfließt.

Bemerkung zu den Absolutwerten der Parameter:

Die Zahlenwerte wurden alle so gewählt, dass durchweg handliche Zahlen und Größen entstehen. Dies dient der Optimierung der Anschaulichkeit für die Leser. Natürlich ist die Propagationsgeschwindigkeit der Felder in Wirklichkeit wesentlich größer als in unserem kleinen Zahlbeispiel. Aber das ist gewollt, denn es fördert die Anschaulichkeit.

Die Wiedergabe des Algorithmus in der Publikation hat den Sinn, dass alle Leser nun ein konkretes Beispiel für das Rechenverfahren von Raumenergie-Motoren sehen. Auf dieser Basis sollten Ingenieure und Naturwissenschaftler nun in der Lage sein, nach eigenem Belieben Raumenergie-Maschinen zu konstruieren. Die in [Tur 10] dargestellte Erläuterung war für diesen etwas abstrakt, aber das nun vorgestellte Rechenbeispiel ist konkret und greifbar genug, die Sache allen interessierten Fachleuten zugänglich und greifbar zu machen.

Besonders klar beantwortet sich die Frage nach der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse: Wer daran zweifelt ist herzlich eingeladen, sich den untenstehenden Algorithmus per „copy-and-paste“ auf den eigenen Computer zu laden und ihn dort laufen zu lassen. Alles was man dafür benötigt, ist die Programmiersprache „PASCAL“ [Bor 99]. Wer darüber hinaus noch eine systematische Variation der Systemparameter durchprobiert, kann Erfahrungen im Umgang mit Raumenergie-Maschinen sammeln.

Reale Raumenergie-Maschinen für die technische Produktion und Anwendung sind freilich komplizierter als die hier dargestellte. Sie bestehen selten aus nur zwei Magneten und einer Feder. Aber es sollte für Fachleute kein Problem sein, den Algorithmus auf zusätzliche Wechselwirkungspartner zu erweitern, die für zusätzliche Komponenten einer Raumenergie-Maschine stehen. Dass hier exemplarisch ein DFEM-Programm mit nur zwei finiten Elementen vorgeführt wurde, hat den Zweck der Maximierung der Übersichtlichkeit für die Leser. Aus ebendiesem Grunde wurde auch der Quell-code vollständig veröffentlicht.

3. Quell-codes der Computeralgorithmen

```

Program Oszillator_im_DFEM_mit_OVER_UNITY;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs;

Var epo,muo   : Double; {Naturkonstanten}
    c         : Double; {Propagationsgeschwindigkeit der Wellen und Felder}
    D         : Double; {Federkonstante}
    m1,m2     : Double; {Massen der beiden Körper}
    Q1,Q2     : Double; {Ladungen der beiden Körper}
    RLL,FL    : Double; {Ruhelage-Länge und gespannte Länge der Feder}
    r         : Double; {Abstand für die verzögerte Propagation der Felder}
    diff,ds,ds1 : Double; {Hilfsvariablen}
    FK1,FK2   : Double; {Federkräfte auf die beiden Körper Nr.1 und Nr.2}
    FEL1,FEL2 : Double; {Elektrische Kräfte auf die Körper Nr.1 und Nr.2}
    delt      : Double; {Zeitschritte für die Bewegungen der Ladungen und Felder}
    x1,x2,v1,v2 : Array [0..200000] of Real48; {Zeit,Orte,Gescheindigkeiten der Ladungen}
    t         : Double; {Hilfsvariable für die Laufzeit der Felder vorab}
    a1,a2     : Double; {Beschleunigungen der beiden Körper}
    i         : Integer; {Laufvariable, Zählung der Ladungsorte}
    tj,ts,tr  : Extended;{Variablen zur Bestimmung der Feld-lauf-dauer in Teil 3}
    ianf,iend : Integer; {Anfang und Ende des Plot-Bereichs}
    Abstd     : Integer; {Jeder wievielte Datenpunkt soll geplottet werden ?}
    Ukp,UkpAlt : Double; {Zum Ermitteln der Umkehrpunkte in Teil 3}
    unten,neu : Boolean; {Charakterisierung des letzten Umkehrpunktes}
    AmplAnf,AmplEnd : Double; {Zwecks Bestimmung der Zunahme der Amplitude}
    Reib      : Double; {Fuer Reibungskraft}
    P         : Double; {Leistung}
    Pn        : Double; {Zahl der Werte zur Leistungsermittlung}

Procedure Wait;
Var Ki : Char;
begin
  Write('<W>'); Read(Ki); Write(Ki);
  If Ki='e' then Halt;
end;

Procedure Excel_Datenausgabe(Name:String);
Var fout : Text; {Daten-File zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    Zahl : String;
    i,j : Integer; {Laufvariablen}
begin {Daten für Excel aufbereiten und ausgeben;}
Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File öffnen}
For i:=ianf to iend do {von "plotanf" bis "plotend"}
begin
  If (i mod Abstd)=0 then
  begin
    { Zuerst die Zeit als Argument;}
    Str(i*delt:10:5,Zahl);
    For j:=1 to Length(Zahl) do
    begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
      If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
    end;
  end;
end;
end;

```

```

    If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
end;
Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung}
{ Dann als erste Funktion die Position des Teilchens 1:}
Str(x1[i]:10:5,Zahl);
For j:=1 to Length(Zahl) do
begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
  If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
  If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
end;
Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung}
{ Dann als zweite Funktion die Position des Teilchens 2:}
Str(x2[i]:10:5,Zahl);
For j:=1 to Length(Zahl) do
begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
  If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
  If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
end;
Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung}
{ Dann als dritte Funktion die Geschwindigkeit des Teilchens 1:}
Str(v1[i]:10:5,Zahl);
For j:=1 to Length(Zahl) do
begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
  If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
  If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
end;
Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung}
{ Dann als vierte Funktion die Geschwindigkeit des Teilchens 2:}
Str(v2[i]:10:5,Zahl);
For j:=1 to Length(Zahl) do
begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
  If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
  If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
end;
Writeln(fout,""); {Zeilen-Trennung}
end;
end;
Close(fout);
end;

Begin {Hauptprogramm}
{ Initialisierung - Vorgabe der Werte: }
D:=0; r:=0; {Zur Vermeidung von Delphi-Meldungen}
epo:=8.854187817E-12;{As/Vm} {Magnetische Feldkonstante, fuer spaeter}
muo:=4*pi*1E-7;{Vs/Am} {Elektrische Feldkonstante, fuer spaeter}
c:=Sqrt(1/muo/epo);{m/s} {Lichtgeschwindigkeit einsetzen, fuer spaeter}
m1:=1;{kg} {Masse des Körpers Nr.1}
m2:=1;{kg} {Masse des Körpers Nr.2}
delt:=1E-3;{sec.} {Äquidistante Zeitschritte für Bewegungen}
ianf:=0; iend:=100000; {Nummer des ersten und letzten Zeitschritts}
Abstd:=2; {Jeder wievielte Datenpunkt soll geplottet werden ?}

Writeln('Oszillator im DFEM mit OVER-UNITY:');
Writeln('epo=',epo:20;'; muo=',muo:20;'; c=',c:20);
Writeln('m1,m2=',m1:15;','m2:15;'; D=',D:15);
Writeln;

```

```

{ Beginn des Rechenprogramms.}
{ Teil 1 waren Vorbereitungen bei der Programm-Erstellung ohne bleibenden geistigen Nährwert}

{ Teil 2: Test -> anharmonische Schwingung, mit elektr. Ladung, oder Magnet: STATISCH !}
For i:=ianf to iend do
begin
  x1[i]:=0; x2[i]:=0; {Orte zu Null setzen}
  v1[i]:=0; v2[i]:=0; {Geschwindigkeiten zu Null setzen}
end;
i:=0; {t:=i*delt;} {Zeitschritte in Abständen von delt.}
Q1:=2.01E-5{C}; Q2:=2.01E-5{C}; {Ladungen der beiden Körper}
D:=0.20;{N/m} {Federkonstante}
RLL:=6.0;{m} {Ruhelage-Länge der Feder} {Ruhelage-Positionen bei +/-RLL/2}
x1[0]:=-3.8; x2[0]:=+3.8; {Startpositionen der Massen mit Vorspannung}
v1[0]:=00.00; v2[0]:=00.00; {Startgeschwindigk. der schwingenden Massen}
{ Jetzt beginnt die schrittweise Ermittlung der Bewegung;}
Repeat
  i:=i+1;
  FL:=x2[i-1]-x1[i-1]; {Federlänge}
  FK1:=(FL-RLL)*D; {pos. Kraft zieht nach rechts, neg. Kraft nach links}
  FK2:=(RLL-FL)*D; {pos. Kraft zieht nach rechts, neg. Kraft nach links}
  FEL1:=0; FEL2:=0;
  If FL<=1E-20 then
  begin
    Writeln;
    Writeln('Exception: Federlaenge bei Teil 2 zu kurz in Schritt ',i);
    Excel_Datenausgabe('XLS-Nr-02.DAT');
    Writeln('Daten wurden gespeichert in "XLS-Nr-02.DAT", dann Abbruch der Berechnung.');
```

Wait; Halt;

```

  end;
  If FL>1E-20 then
  begin
    FEL1:=+Q1*Q2/4/pi/epo/FL/Abs(FL); {Elektrostatische Kraft zw. Q1 & Q2}
    FEL2:=-Q1*Q2/4/pi/epo/FL/Abs(FL); {Elektrostatische Kraft zw. Q1 & Q2}
  end;
{Kontrolle;} If i=1 then Writeln('El.-kraefte: ',FEL1,' und ',FEL2,' Newton');
{Kontrolle;} If i=1 then Writeln('Federkraefte: ',FK1,' ' und ',FK2,' Newton');
  a1:=(FK1+FEL1)/m1; a2:=(FK2+FEL2)/m2; {Beschleunigungen der beiden Körper}
  v1[i]:=v1[i-1]+a1*delt; {So verändert die Beschl. die Geschw. des Körpers 1}
  v2[i]:=v2[i-1]+a2*delt; {So verändert die Beschl. die Geschw. des Körpers 2}
  x1[i]:=x1[i-1]+v1[i-1]*delt; {So verändert die Geschw. die Pos. des Körpers 1}
  x2[i]:=x2[i-1]+v2[i-1]*delt; {So verändert die Geschw. die Pos. des Körpers 2}
Until i=iend;
Excel_Datenausgabe('XLS-Nr-02.DAT'); {Orte und Geschw. als Fkt der Zeit}
Writeln('Teil 2 ist fertig.');
```

```

{ Teil 3: Test -> Mit endlicher Propagationsgeschwindigkeit der Felder}
P:=0; Pn:=0; {Leistung zu Null setzen}
For i:=ianf to iend do
begin
  x1[i]:=0; x2[i]:=0; {Orte zu Null setzen}
  v1[i]:=0; v2[i]:=0; {Geschwindigkeiten zu Null setzen}
end;
i:=0; {Laufvariable: Beginn der Zählung der Orte und der Geschwindigkeiten}
c:=1.4; {Sqrt(1/muo/epo);} {Hier Propagationsgeschwindigkeit einsetzen}

```

```

Q1:=3E-5{C}; Q2:=3E-5{C}; {Ladungen der beiden Körper}
D:=2.7;{N/m}           {Federkonstante}
RLL:=8.0;{m}   {Ruhelage-Länge der Feder} {Ruhelage-Positionen bei +/-RLL/2}
x1[0]:=-3.0; x2[0]:=+3.0; {Startpositionen der Massen mit Vorspannung}
v1[0]:=00.00; v2[0]:=00.00; {Startgeschwindigk. der schwingenden Massen}
Ukp:=x2[0]; UkpAlt:=Ukp; unten:=true; neu:=true; {Vorgabe des ersten unteren Umkehrpunktes}
Writeln('Umkehrpunkt: ',Ukp:12:6,' m ');
{ Jetzt beginnt die schrittweise Ermittlung der Bewegung;}
Repeat
  i:=i+1;
  FL:=x2[i-1]-x1[i-1]; {Federlänge}
  FK1:=(FL-RLL)*D; {Federkraft: pos. Kraft zieht nach rechts, neg. Kraft nach links}
  FK2:=(RLL-FL)*D; {Federkraft: pos. Kraft zieht nach rechts, neg. Kraft nach links}
{ Berechnung der Feld-lauf-dauer, Feld-lauf-strecke und daraus Feld-stärke}
  FEL1:=0; FEL2:=0;
  tj:=i; ts:=i; {ich nehme i als Maß für die Zeit}
  {Zuerst eine natürlichzahlige Iteration;}
{ Writeln('tj=',tj*delt:9:5,' ts=',ts*delt:9:5,'=>',x2[Round(tj)]-x1[Round(ts)]-c*(tj-ts)*delt:9:5); }
  Repeat
    ts:=ts-1;
    diff:=x2[Round(tj)]-x1[Round(ts)]-c*(tj-ts)*delt;
  { Writeln('tj=',tj*delt:9:5,' ts=',ts*delt:9:5,'=>',diff:9:5); }
  Until ((diff<0)or(ts<=0));
  If diff>=0 then {Vor Beginn beim Zeitpunkt Null waren die Körper am Ausgangspunkt ruhend}
  begin
    r:=x2[Round(tj)]-x1[0];
  { Writeln('diff>=0; r=',r); }
  end;
  If diff<0 then {Jetzt noch eine Nachkomma-Positions-Bestimmung als lineare Iteration}
  begin
  { Writeln('diff<0 ==> tj=',tj,' ts=',ts); }
    Write('x2[',Round(tj),']=',x2[Round(tj)]:13:9);
    Write(' und x1[',Round(ts),']=',x1[Round(ts)]:13:9);
    Write(' und x1[',Round(ts+1),']=',x1[Round(ts+1)]:13:9); Writeln; }
    ds:=x2[Round(tj)]-x1[Round(ts)]-c*(tj-ts)*delt;
    ds1:=x2[Round(tj)]-x1[Round(ts+1)]-c*(tj-(ts+1))*delt;
  { Writeln('ds1=',ds1:13:9,' und ds=',ds:13:9); }
    tr:=ts*delt+delt*(-ds)/(ds1-ds); {für die lineare Interpolation}
    tj:=tj*delt;
  { Write('tj=',tj:13:9,' und tr_vor=',tr:13:9); }
    tr:=(tj-tr); {interpolierter Feldemissionszeitpunkt}
    r:=c*tr; {interpolierter echter Abstand}
  { Writeln(' und tr=',tr:13:9,' und r=',r:13:9); }
  end;
  If r<=1E-10 then
  begin
    Writeln;
    Writeln('Exception: Federlaenge bei Teil 3 zu kurz in Schritt ',i);
    Excel_Datenausgabe('XV-03.DAT');
    Writeln('Daten wurden gespeichert in "XV-03.DAT", dann Abbruch der Berechnung. ');
    Wait; Halt;
  end;
  If r>1E-10 then {Jetzt in das Coulomb-Gesetz einsetzen;}
  begin
    FEL1:=+Q1*Q2/4/pi/epo/r/Abs(r); {Elektrostatische Kraft zw. Q1 & Q2}
    FEL2:=-Q1*Q2/4/pi/epo/r/Abs(r); {Elektrostatische Kraft zw. Q1 & Q2}
  end;

```

```

end;
Reib:=0.0; {Reibung: Berechnung beginnt hier.}
If i>=10000 then
begin
  If FEL1>0 then FEL1:=FEL1-Reib;
  If FEL1<0 then FEL1:=FEL1+Reib;
  If FEL2>0 then FEL2:=FEL2-Reib;
  If FEL2<0 then FEL2:=FEL2+Reib;
  P:=P+Reib*Abs(x1[i]-x1[i-1])/delt;
  Pn:=Pn+1;
end; {Reibung: Berechnung endet hier.}
{Kontrolle:} If i=1 then Writeln('El.-kraefte: ',FEL1,' und ',FEL2,' Newton');
{Kontrolle:} If i=1 then Writeln('Federkraefte: ',FK1,' und ',FK2,' Newton');
a1:=(FK1+FEL1)/m1; a2:=(FK2+FEL2)/m2; {Beschleunigungen der beiden Körper}
v1[i]:=v1[i-1]+a1*delt; {So verändert die Beschl. die Geschw. des Körpers 1}
v2[i]:=v2[i-1]+a2*delt; {So verändert die Beschl. die Geschw. des Körpers 2}
x1[i]:=x1[i-1]+v1[i-1]*delt; {So verändert die Geschw. die Pos. des Körpers 1}
x2[i]:=x2[i-1]+v2[i-1]*delt; {So verändert die Geschw. die Pos. des Körpers 2}
{ If (i mod 1000)=0 then Writeln('Feldstaerke= ',Q1/4/pi/epo/r/Abs(r),' N/C'); }
{ Bestimmung der Umkehrpunkte, damit ich die Amplituden nicht extra im Excel auswerten muß.}
If unten then
begin
  If x2[i]>Ukp then begin Ukp:=x2[i]; end;
  If x2[i]<Ukp then
  begin
    Writeln('Umkehrpunkt: ',Ukp:12:6,' m , Amplitude=',Abs(UkpAlt-Ukp));
    If Not(neu) then AmplEnd:=Abs(UkpAlt-Ukp);
    If neu then begin AmplAnf:=Abs(UkpAlt-Ukp); neu:=false; end;
    unten:=Not(unten); UkpAlt:=Ukp;
  end;
end;
If Not(unten) then
begin
  If x2[i]<Ukp then begin Ukp:=x2[i]; end;
  If x2[i]>Ukp then
  begin
    Writeln('Umkehrpunkt: ',Ukp:12:6,' m , Amplitude=',Abs(UkpAlt-Ukp));
    If Not(neu) then AmplEnd:=Abs(UkpAlt-Ukp);
    If neu then begin AmplAnf:=Abs(UkpAlt-Ukp); neu:=false; end;
    unten:=Not(unten); UkpAlt:=Ukp;
  end;
end;
Until i=iend;
Writeln('Zunahme der Amplitude: ',AmplEnd-AmplAnf:12:6,' Meter. ');
Writeln('Die Leistung lautet',P/Pn,' Watt. ');
Excel_Datenausgabe('XV-03.DAT'); {Orte und Geschw. als Fkt der Zeit}

Wait; Wait;
End.

```

4. Hintergrund-Erläuterung

Die Konzeption, die zur Entwicklung der hier vorgestellten dynamischen Ausbreitung der Wechselwirkungsfelder geführt hat, wurde in [Tur 10] eingehend diskutiert: Danach ist eine mögliche Vorstellung der physikalischen Entitäten, die mit elektrischen und magnetischen Feldern verbunden sind, die Verkürzung der Wellenlängen der Nullpunktswellen der des Quantenvakuums. Diese verkürzten Wellenlängen gehen einher mit den nach [Hei 36] reduzierten Propagationsgeschwindigkeiten dieser Wellen im Bereich der Felder. Werden die Felder instantan ein- und aus- geschaltet, so entstehen dadurch Lücken zwischen den Wellenzügen, die von den unterschiedlichen Feldstärken beeinflusst werden. Weniger scharf als ein plötzliches ein- und aus- Schalten sind kontinuierliche Bewegung der Feldquellen, die dann zu den in Abb.3, Abb.4 und Abb.5 erläuterten Konsequenzen führen. Aufgrund der Kontinuität der Bewegung der Feldquellen tritt hier eine kontinuierliche Modulation der Feldstärken auf, die von unterschiedlichen Bewegungszuständen der Feldquelle entspringt.

Um die Ausführungen aus Abschnitt 2 zu ergänzen, betrachten wir den Fall einer statisch ruhenden Feldquelle, wie sie in der obersten Zeile von Abb.5 zu sehen ist. Aufgrund ihres Feldes verkürzt sie die Wellenlängen und verlangsamt die Propagation der Nullpunktswellen des Quantenvakuums in ihrer unmittelbaren Nähe sehr stark, weil dort die Feldstärke am größten ist. Entfernen sich aber diese Nullpunktswellen aufgrund ihres Laufs durch den Raum von der Feldquelle, so laufen sie selbsttätig in Zonen geringerer Feldstärke und daher müssen sie ihre Verkürzung und Verlangsamung selbsttätig reduzieren. Dies muss natürlich genau in solcher Weise geschehen, dass keine Löcher zwischen den Nullpunkts-Wellenpaketen bei der Ausbreitung in statischen Feldern entsteht (denn statische Felder ruhender Ladungen enthalten ja gerade keine Dynamik). In der Reduktion der Verkürzung der Wellenlängen und der gleichzeitigen Reduktion der Verringerung der Propagationsgeschwindigkeit der Wellen in Feldern liegt die Dissipation der Energie in Raumenergie, die wir von der Ausbreitung der Felder in Raum kennen. Betrachten wir dazu noch die folgende Überlegung:

Wie wir aus [Boe 07] für magnetische Felder und aus [Rik 00], [Rik 03] für elektrische Felder wissen, ist die Verringerung der Propagationsgeschwindigkeiten v der Nullpunkts-Wellen, eine Funktion der Feldstärke, und zwar in der Form.

$$\left(1 - \frac{v}{c}\right) = P_e \cdot |\vec{E}|^2 \quad \text{für elektrische Felder} \quad \text{und} \quad (6)$$

$$\left(1 - \frac{v}{c}\right) = P_b \cdot |\vec{B}|^2 \quad \text{für magnetische Felder} , \quad (7)$$

mit P_e und P_b als Proportionalitätsfaktoren.

Durch einfache Termumformungen erhalten wir sofort die Veränderung der Länge eines Nullpunkts-Wellenpakets und die Veränderung seiner Geschwindigkeit beim Durchlauf durch eine sich ändernde Feldstärke, wie sie in Abb.9 veranschaulicht ist:

$$(6) \Rightarrow v_1 = c \cdot \left(1 - P_e \cdot |\vec{E}|^2\right) \quad \text{und} \quad \Rightarrow v_2 = c \cdot \left(1 - P_e \cdot |\vec{E}|^2\right) \quad \text{für elektrische Felder} \quad (8)$$

$$(7) \Rightarrow v_1 = c \cdot \left(1 - P_b \cdot |\vec{B}|^2\right) \quad \text{und} \quad \Rightarrow v_2 = c \cdot \left(1 - P_b \cdot |\vec{B}|^2\right) \quad \text{für magnetische Felder.} \quad (9)$$

Setzt man die Geschwindigkeiten für eine gegebene Dauer der Propagation in Relation, so erhält man

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = const. \Rightarrow \frac{\Delta s_1}{v_1} = \frac{\Delta s_2}{v_2} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\Delta s_1}{\Delta s_2} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow L_2 = L_1 \cdot \frac{1 - P_e \cdot |\vec{E}_2|^2}{1 - P_e \cdot |\vec{E}_1|^2} , \quad (10)$$

bzw. für Magnetfelder
$$L_2 = L_1 \cdot \frac{1 - P_b \cdot |\vec{B}_2|^2}{1 - P_b \cdot |\vec{B}_1|^2} \quad (11)$$

Der Faktor zwischen L_1 und L_2 beschreibt die Änderung der Länge des Wellenpaketes beim Übergang von einer Feldstärke in eine andere.

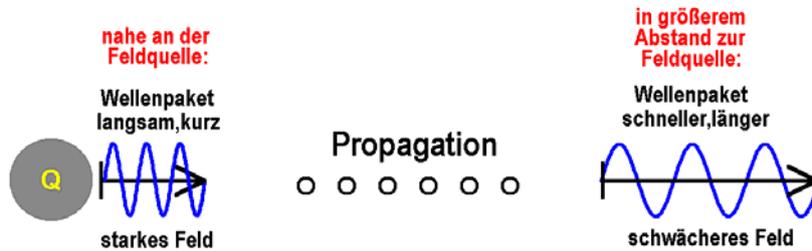


Abb. 9: Veranschaulichung der Propagation von Wellenpaketen der Nullpunktswellen durch variierende Feldstärken.

Diese Überlegung entspricht die Tatsache, dass die Nullpunkts-Wellenpakete mit ihrem Verhalten hinsichtlich einer Kompression oder Verlängerung der Wellenlängen und hinsichtlich ihrer Propagationsgeschwindigkeiten und Längenänderungen den Feldstärke-Bedingungen der von ihnen durchlaufenen Felder gemäß Abb.3 und Abb.4 folgen.

5. Gewandelte Leistung

Natürlich stellt sich die Frage, wie viel Raumenergie gewandelt wird, sinnvollerweise pro Zeiteinheit. Wir fragen also nach der gewandelten Leistung. Dies bezieht sich selbstverständlich auf die Systemeinstellungen zu Abb.6, denn dabei ist die Maschine ein Raumenergie-Konverter.

Da Leistung nur gegen einen Widerstand entnommen werden kann, und nicht solange die Maschine kraftlos dreht, führen wir Reibung in den Algorithmus ein. (Wir könnten auch irgend eine andere Kraft einsetzen, aber Reibung ist sehr bequem.) Um das Rechenbeispiel so überschaubar wie möglich zu halten, verwenden wir eine geschwindigkeitsunabhängige Festkörperreibung ein, die auch als Coulomb'sche Reibung bekannt ist. Diese lässt sich als konstante Kraft F_R einleiten, die im Algorithmus aus Abschnitt 3 mittels der Variable „Reib“ definiert wurde. Sie wird mit Beginn der Sekunde 10 eingeschaltet und bleibt dann bis zum Ende der Betrachtung bei Sekunde 100 erhalten (auch wenn die graphische Darstellung nur geringfügig mehr als 65 Sekunden umspannt). Über den Zeitraum von 90 Sekunden (10 bis 100) verläuft auch die Mittelwertbildung bei der Leistungserfassung, die als Betragmittelwert ausgeführt wird.

Zu Kontrollzwecken setzen wir die Reibungskraft zuerst mit $F_R = 0$ ein und erhalten das Verhalten, das wir aus Abb.6 bereits kennen mit einem Amplitudenzuwachs von 3.20 Metern während der Beobachtungsdauer von 60 Sekunden. Betrachten Sie bitte hierzu Abb.10.

Dann erhöhen wir schrittweise die Reibungskraft und stellen überraschenderweise fest, dass sich dadurch der Amplitudenzuwachs nicht verringert, sondern erhöht. Reibung bremst nicht, sondern sie treibt zusätzlich an !

Die Feststellung ist also die: Wenn wir dem schwingenden System Energie entnehmen, dann schaukelt es sich noch (etwas) stärker auf, als ein kraftlos laufendes System (siehe blaue Kurve in Abb.10). Dies kann nur dadurch verstanden werden, dass mit zunehmender Energie-Entnahme (aus der Maschine) auch zunehmend mehr und mehr Raumenergie gewandelt wird. Daß dies tatsächlich der Fall ist, sehen wir an dem mit der Reibungskraft linearen Ansteigen der violetten Leistungs-Kurve in Abb.10. Allem Anschein nach verändert die Reibungskraft

die Bewegung der beiden schwingen Körper in solcher Weise, dass die oben erläuterte Aufnahme von Raumenergie verbessert wird.

Dies steht auch in Übereinstimmung mit Beobachtungen verschiedener Raumenergie-Experimentatoren. Auch wenn diese ihre Maschinen mehr aus Intuition aufgebaut haben, als auf der Basis einer vorhandenen Theorie, passiert es im erfolgreichen Falle der Wandlung von Raumenergie immer wieder, dass die Maschinen plötzlich zu schnell werden und auch mit mechanischen Bremsen nicht mehr beherrschbar sind. Raumenergie-Maschinen können dann so schnell werden, dass sie aufgrund von Energie-Überlastung bersten oder zerbrechen, obwohl die Bremse immer stärker angezogen wird [Har 10]. Betrachtet man Abb.10, so ist dies verständlich, weil das Bremsen die Parameter der Raumenergie-Konversion eher dahingehend verändert, dass die Maschine noch mehr Fahrt aufnimmt, als im ungebremsten Zustand.

Jeder Praktiker wird einwenden: Massiv Bremsen geht immer. Sicherlich ist dies der Fall. Wie wir in Abb.10 sehen, gibt es einen kritischen Reibungswert, bei dem die Leistungsaufnahme ziemlich schlagartig abfällt und damit aufgrund der großen Reibung die Amplitude schlagartig zusammenbricht. Offensichtlich ist hier die Wirkung der Bremse so stark, dass die Bewegung der felderzeugenden Teile plötzlich nicht mehr den oszillierenden Feldern mit ihren endlichen Propagationsgeschwindigkeiten folgen können. Dass dieses „aus dem Takt kommen“ der auf die Frequenz abgestimmten Maschine kein ganz scharfer Übergang, sondern auch eine endliche Breite hat, sehen wir den entsprechenden Ausschnitt von $F_R = 0.334 \dots 0.344 \text{ N}$ aus Abb.10 heraus vergrößern. Diese Vergrößerung ist in Abb.11 wiedergegeben.

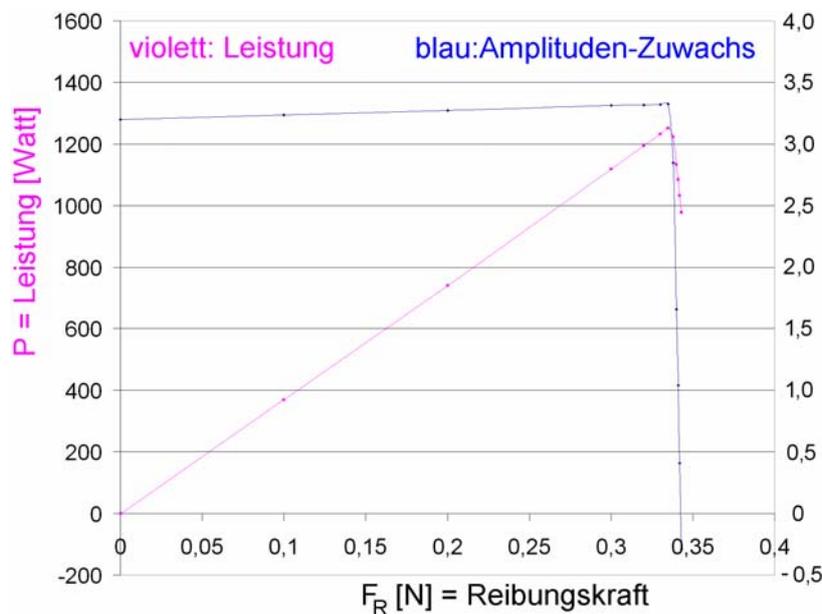
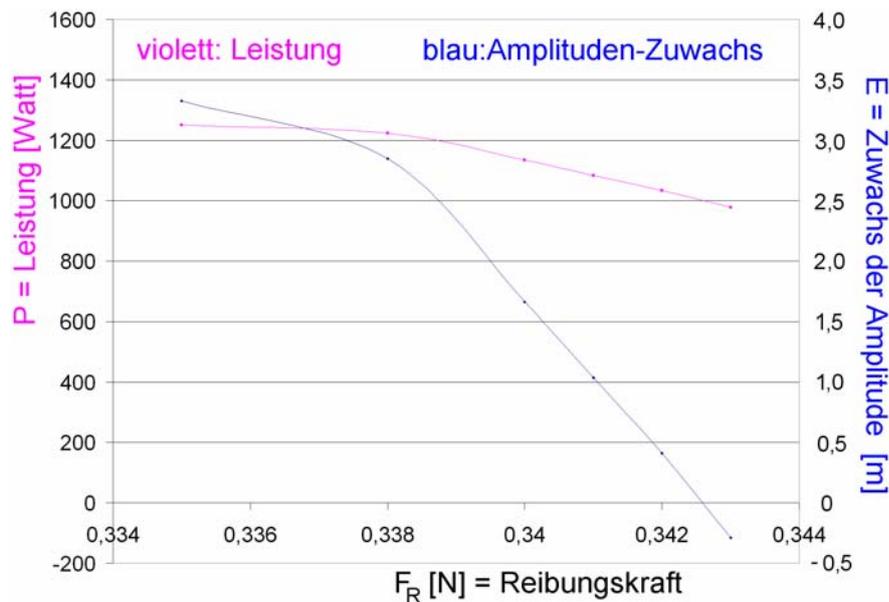


Abb. 10:

Darstellung des Amplitudenzuwachs (Skalierung auf der rechtsseitigen Ordinate) und der aufgenommenen Leistung (Skalierung auf der linksseitigen Ordinate) einer Raumenergie-Maschine bei zunehmender aus dem Quantenvakuum konvertierter Leistung (hier dargestellt als Reibung).

Die Vergrößerung in Abb.11 lässt erkennen, dass die Leistung nicht völlig schlagartig einbricht, sondern dass ein Maximum mit einer gewissen Breite vorhanden ist. Eine optimale Nutzung der Raumenergie ist also genau dann gegeben, wenn die Reibung gerade eben noch nicht stark genug ist, die Maschine zum Stillstand zu bringen.

**Abb. 11:**

Vergrößerte Darstellung zu Abb.10 im Bereich des Leistungs-Maximums der Raumenergie-Maschine.

Ein negativer Amplituden-Zuwachs (blaue Kurve unter Null) ist übrigens durchaus verständlich. In diesem Bereich ist die Reibung derart stark, dass die Schwingung in etwa auf der Anfangsamplitude bleibt und dann sogar noch geringfügig absinkt. Im praktischen Betrieb dürfte es allerdings nicht ganz einfach sein, einen Raumenergie-Konverter so zu steuern und zu regeln, dass man genau beim Maximum der Leistungsaufnahme bleibt. Sicherer wird der Betrieb vermutlich dann, wenn man die Reibung etwas geringer einstellt.

Literatur-Hinweise

- [Ber 71] Bergmann-Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik
H.Gobrecht, Verlag Walter de Gruyter, 1971, ISBN 3-11-002090-0
- [Boe 07] Exploring the QED vacuum with laser interferometers
Daniël Boer und Jan-Willem van Holten, arXiv:hep-ph/0204207v1,
verschiedene Versionen von 17. April 2002 bis 1. Feb. 2008
- [Bor 99] Borland Pascal (Delphi 5 aus 1999 oder neuere Version)
- [Har 10] Beispiel von Guy Hary am Kongress „Autonome Energiesysteme“, 3.-5. Sept. 2010
auf Schloss Hofen in Lochau bei Bregenz, Veranstalter: Schweizerische Vereinigung
für Raumenergie SVR, Jupiter-Verlag/TransAltec AG, Zürich
- [Hei 36] Folgerungen aus der Diracschen Theorie des Positrons
W. Heisenberg und H. Euler, 22.Dez.1935, Zeitschrift für Physik (1936), S.714
- [Rik 00] Magnetoelectric birefringences of the quantum vacuum
G. L. J. A. Rikken and C. Rizzo, 2000, Phys. Rev. A, Vol.63, 012107 (2000)
- [Rik 03] Magnetoelectric anisotropy of the quantum vacuum
G. L. J. A. Rikken and C. Rizzo, 2003, Phys. Rev. A, Vol.67, 015801 (2003)
- [Tur 10] The fundamental Principle of the Conversion of Zero-point-energy of the Vacuum
Claus W. Turtur, PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article no.206, (28. Sept. 2009)
- [Hinweis] Auf eine umfangreiche Referenz- und Literatur- Liste wird bei [Tur 10] verwiesen.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. Claus W. Turtur
University of Applied Sciences Braunschweig-Wolfenbüttel
Salzdahlumer Strasse 46 / 48
Germany – 38302 Wolfenbüttel
Email: c-w.turtur@ostalia.de
Tel.: (+49) 5331 / 939 – 42220

An english version of the article is available at:
http://philica.com/display_article.php?article_id=207

DFEM-Simulationsrechnung eines Raumenergie-Konverters mit realistischen Parametern für einen praktischen Aufbau

Claus W. Turtur

Ostfalia Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Braunschweig-Wolfenbüttel
Salzdahlumer Straße 46 – 48, Germany, 38302 Wolfenbüttel
Email: c-w.turtur@ostfalia.de, Tel.: (++49) 5331 / 939 – 42220

(veröffentlicht in PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article no. 213, 7. Dez. 2010)

PACS numbers: 88.05.Ec, 88.05.Gh, 88.05.Np, 88.90.+t

Zusammenfassung

Ein theoretisches Simulationsverfahren für Raumenergie-Konverter auf der Basis einer dynamischen Finite Elemente Methode (DFEM) wurde entwickelt und vorgestellt in [Tur 10a], [Tur 10b]). Dies war jedoch nur die Ausarbeitung des Rechenverfahrens, enthielt aber noch keine realistischen Parameter die einen experimentellen Aufbau ermöglichten. Wie man darüberhinaus ein realisierbares System berechnen kann, zeigt die hier vorgestellte Arbeit.

Die entscheidende Grundlage dabei ist die Steuerung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder, welche für die Funktionsweise des Konverters verantwortlich sind. Im hier vorgestellten Beispiel sind dies die Felder der elektromagnetischen Wechselwirkung, wobei ein Kondensator und eine Spule derart aufeinander abgestimmt werden, dass die Frequenz einer elektromagnetischen Schwingung mit der Frequenz einer mechanischen Schwingung übereinstimmen muß. Von der Präzision der Abstimmung hängt die Wandlung der Raumenergie ab.

1. Die Rechenmethode „DFEM“ der dynamischen Finiten Elemente

Die hier verwendete DFEM-Rechenmethode hat der Autor der vorliegenden Arbeit in [Tur 10a], [Tur 10b] eingeführt, und zwar im erstgenannten Artikel theoretisch entwickelt und im zweiten anhand eines Rechenbeispiels veranschaulicht. Für den Fall der elektromagnetischen Wechselwirkung wurde ein Raumenergie-Konverter nach den Regeln der Elektrodynamik berechnet. Der einzige aber entscheidende Unterschied zwischen den klassischen Rechenmethoden der FEM, wie sie in den Ingenieurwissenschaften weit verbreitet ist, und der hier benutzten DFEM-Methode liegt in der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder, die die Kräfte zwischen den miteinander in Wechselwirkung stehenden Bauteilen vermitteln. Während bei klassischen FEM-Ingenieur-Berechnungen diese Propagationsgeschwindigkeit in Näherung als unendlich betrachtet wird, setzt die Methode der DFEM eine endliche Propagationsgeschwindigkeit ein und trägt damit der Auswirkung der Relativitätstheorie Rechnung, nach der unendliche Geschwindigkeiten physikalisch unmöglich sind.

Zwar wird die unendliche Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder in der klassischen Elektrotechnik grundsätzlich als sehr gute Näherung bezeichnet, aber in Wirklichkeit ist ebendiese Näherung der Grund dafür, dass die klassischen Elektrotechnik nicht in der Lage ist, Raumenergie-Konverter zu berechnen oder auch nur zu verstehen. Aus dem Blickwinkel der klassischen Elektrotechnik ist die genannte Näherung durchaus verständlich. Denkt man nämlich z.B. an einen Elektromotor, bei dem die Anziehungskräfte zwischen Stator und Rotor eine Distanz von $s = 10\text{cm}$ zu überwinden haben, dann würde eine Propagation der Felder mit Lichtgeschwindigkeit, wie sie nach der Relativitätstheorie zu fordern wäre, eine zeitliche Verzögerung verursachen von gerade eben

$$t = \frac{s}{c} = \frac{0.1\text{m}}{3 \cdot 10^8\text{m}} = 0.333\text{nano Sec.} \quad (1)$$

Dass Elektroingenieure bei der Auslegung von Elektromotoren keine zeitlichen Verzögerungen im Sub-Nanosekunden Bereich berücksichtigen, erscheint auf den ersten Blick absolut einleuchtend.

Bedenkt man aber, dass ebendiese Näherung der unendlichen Wechselwirkungsgeschwindigkeit, wie in den Grundlagen zur Entwicklung der DFEM-Rechenmethode erläutert, die Konstruktion von Raumenergie-Motoren prinzipiell verhindert, dann stellt sich die Sache völlig anders dar. Dann verhindert nämlich die genannte Näherung die Erschließung einer neuartigen umweltfreundlichen Energiequelle.

Natürlich erscheint es zunächst äußerst schwierig, Elektromotoren unter Berücksichtigung der endlichen Propagationsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wechselwirkungskräfte (bzw. Felder) zu entwickeln. Lässt man nämlich die Wechselwirkungsfelder durch den leeren Raum propagieren, so müßte man einen neuartigen Elektromotor (zur Raumenergie-Konversion) derart konstruieren, dass die obengenannten Nanosekunden-Bruchteile in einer Art und Weise zur Konversion von Raumenergie genutzt werden könnten, wie sie bei bisher bekannten Elektromotoren noch nicht entdeckt ist. Es wundert nicht, dass diese Aufgabe von vielen Kollegen als unlösbar betrachtet wird, und deshalb die Möglichkeit der Wandlung von Raumenergie nicht für erreichbar gehalten wird. Um zunächst zu demonstrieren, dass dieses Dilemma dem Prinzip nach überwindbar ist, wurde im Rechenbeispiel von [Tur 10b] eine handliche Propagationsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wechselwirkungskräfte eingesetzt, um die Numerik erfaßbar zu machen. Zur Einführung und zur Veranschaulichung der Rechenmethode als Grundlagenarbeit genügt dies, aber im Sinne einer experimentellen Überprüfbarkeit fehlt dabei noch eine realisierbare Anordnung, die sich nachbauen lässt. Ein derart praktisch experimentell ausführbarer Aufbau erfordert nämlich eine Beeinflussung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungskräfte. Könnte man diese in einem realen Aufbau wesentlich niedriger einstellen als die Vakuumlichtgeschwindigkeit, dann würde die praktische Handhabung der Propagationszeiten in den Bereich des Machbaren rücken. Dass eine solche Beeinflussung, und sogar eine Steuerung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungskräfte durchaus bereits bekannt ist, wissen wir z.B. aus der Leitungstheorie (z.B. [Bau 10], [Kow 10], [Stö 10]), unter deren Aussagen wir auch die Propagationsgeschwindigkeit elektrischer Felder in einfachen elektrischen Leitungen finden, die als Laufgeschwindigkeit elektrischer Signale festgestellt wird. Bekanntlich weicht diese Geschwindigkeit spürbar nach unten von der Vakuumlichtgeschwindigkeit ab. Beim Entwurf moderner hochfrequent getakteter Leiterplatten wird dieser Aspekt üblicherweise berücksichtigt.

Würde es uns nun gelingen, die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder bewußt zu steuern und auf gewünschte Werte einzustellen, dann entkämen wir dem Dilemma der Nanosekunden-Bruchteile nach Gleichung (1). Könnten wir die Propagationsgeschwindigkeit wesentlich absenken, also z.B. um ganze Zehnerpotenzen, dann stünden uns handhabbare Zeitintervalle für die Verarbeitung der Raumenergie wandelnden Signal-Impulse zur Verfügung.

2. Die Steuerung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungen

Um die Einstellung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder auf praktisch handhabbare Werte anzugehen, betrachten wir die Inhalte der in Abschnitt 1 genannten Leitungstheorie. Danach ist die Laufgeschwindigkeit eines elektrischen Impulses (in einer Zweidrahtleitung).

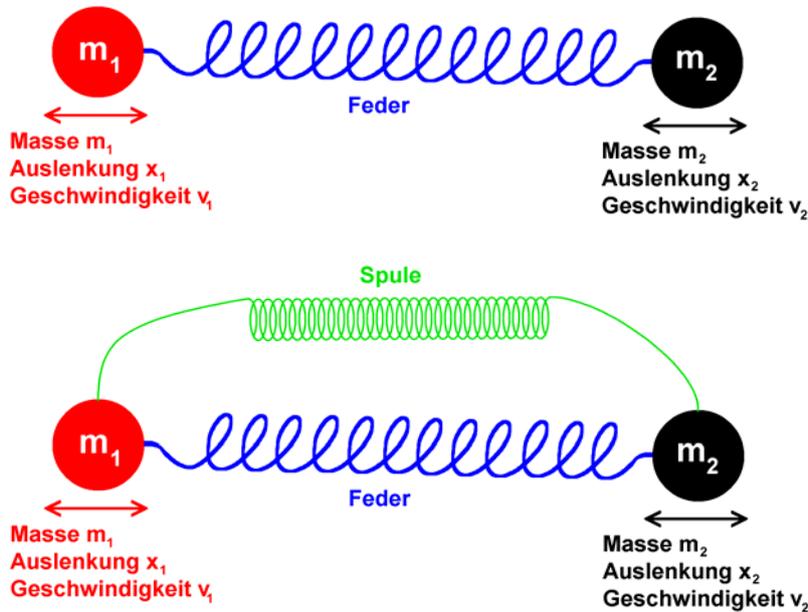
$$v = \frac{1}{\sqrt{L' \cdot C'}} \quad \text{mit } L' = \frac{L}{a} = \text{Induktivitätsbelag} \quad (2)$$

und $C' = \frac{C}{a} = \text{Kapazitätsbelag einer Leitung der Länge } a .$

Man müßte also nur eine Anordnung mit einer sehr großen Induktivität und einer sehr großen Kapazität finden, um eine Propagationsgeschwindigkeit der Signale zu erhalten, die soviel kleiner als die Lichtgeschwindigkeit wird, daß sie in den handhabbaren Bereich gelangen kann.

Glücklicherweise ist eine Anordnung mit einer Induktivität und einer Kapazität als Schwingkreis bereits gut bekannt, sodaß man hier gut auf reichlich vorhandenen Erkenntnissen aufbauen kann [Tuc 10]. Um den theoretischen Zugang möglichst übersichtlich zu gestalten, wollen wir also das bereits vollzogene Rechenbeispiel aus [Tur 10b] wieder verwenden, welches mit zwei elektrisch geladenen Massen bereits einen Kondensator enthält, und wollen es um eine Induktivität erweitern. Die beiden

Elektroden des Kondensators sind zwei geladene Kugeln (m_1, m_2), die mit einer Feder nach Abb.1 verbunden sind. Die für die Wechselwirkung entscheidende Propagationsgeschwindigkeit des elektrischen Feldes wurde durch das Vakuum zwischen den beiden Kondensatorplatten vorgegeben. Fügen wir nun eine Spule hinzu, so können wir die Schwingung der elektrischen Ladungen steuern, denn sie ist im Sinne eines elektrischen Schwingkreises nicht länger darauf begrenzt, alleine und ausschließlich mit den sich bewegenden Massen-Kondensatorplatten mitzuschwingen. Dies führt zu einer Anordnung nach Abb.2.

**Abb. 1:**

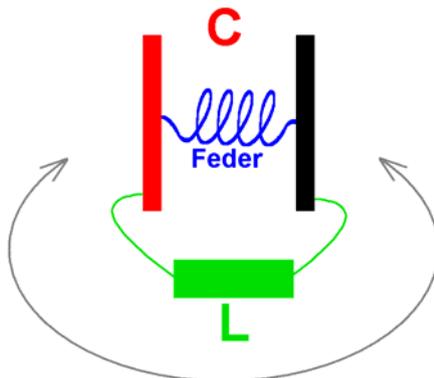
Zwei Massen, die durch eine Feder verbunden sind, vollführen eine harmonische Schwingung. Sind die Massen als Kondensatorplatten elektrisch geladen, so kann man zumindest theoretisch Raumenergie damit wandeln.

Abb. 2:

Eine Spule bildet zusammen mit den Kondensatorplatten m_1, m_2 einen elektrischen Schwingkreis, der für die Schwingung der Ladungen verantwortlich ist. Allerdings beeinflussen die Coulombkräfte zwischen den Kondensatorplatten die mechanische Schwingung der Massen m_1, m_2 .

Die entscheidende Begrenzung der Bewegungsgeschwindigkeit der elektrischen Ladungen, und damit der von ihnen erzeugten Felder, ist jetzt nicht mehr die Propagation der Felder im Vakuum, sondern die Propagation der Ladungen im Spulendraht. Hierin liegt die entscheidende Steuerung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder.

Die Darstellung nach Abb.2 entspricht der Sprechweise der Mechaniker. Würde man sie in die Sprechweise der Elektriker übersetzen, so müßte man ein Schaltbild gemäß Abb.3 zeichnen.

**Abb. 3:**

Aus elektrischer Sicht wird die Anordnung zu einem LC-Schwingkreis, dessen Kondensatorplatten federnd gegeneinander schwingen können, woraus sich eine oszillierende Veränderung der Kapazität ergibt. Trotzdem wird die Schwingung der Ladung durch deren Bewegung im LC-Schwingkreis dominant bestimmt, wie durch den grauen Doppelpfeil markiert.

Wie in Abb.3 zu erkennen ist, wird die Bewegung der Ladung durch deren Verhalten im LC-Schwingkreis bestimmt. Damit folgt die elektrische Feldstärke zwischen den Kondensatorplatten dem elektrischen LC-Schwingkreis, sodaß nicht mehr die Propagationsgeschwindigkeit der Felder im Vakuum sondern die Propagationsgeschwindigkeit der Ladungen im grün gezeichneten Draht, aus dem auch die Spule gewickelt ist, die feldbedingten Anziehungskräfte zwischen den Kondensatorplatten bestimmt. Durch Einstellen der Werte der Induktivität L und der Kapazität C lässt sich somit die für das Verhalten der Kräfte entscheidende Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungskräfte steuern. Dies ist eine Möglichkeit, die in Abschnitt 1 geforderte Steuerung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungen zu realisieren.

4. Ein Algorithmus zur Simulation der Felder und der bewegten Massen

Der Quellcode des im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelten DFEM-Algorithmus ist im Anhang vollständig abgedruckt und stellt ein lauffähiges Programm in Delphi-Pascal dar [Bor 99]. Die physikalischen Inhalte, auf deren Basis dieser Algorithmus entwickelt wurde, sind in den Abschnitten 4 und 5 erläutert.

Wir beginnen mit dem schrittweisen Aufbau der Schwingkreis-Simulation. Dabei ist der erste Schritt zunächst die Simulation einer harmonischen Schwingung in einem einfachen LC-Schwingkreis ohne Feder und ohne bewegliche Kondensatorplatten. Auch der Ohm'sche Widerstand des Spulendrahtes wird in diesem allerersten Schritt zunächst noch nicht betrachtet. Diese simple Anordnung ist klassisch vollständig verstanden und gestattet daher eine sichere Kontrolle des im Hinblick auf später folgende DFEM-Berechnungen entwickelten Algorithmus. Wir betrachten hierzu Abb.4.

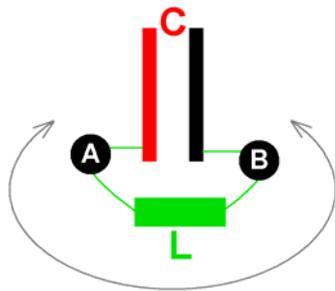


Abb. 4:

Einfacher klassischer LC-Schwingkreis als Vorarbeit und zum Einstieg in die Entwicklung des im Text beschriebenen DFEM-Algorithmus. Die simple mit klassischer Elektrotechnik nachvollziehbare Anordnung dient dem Zweck der Absicherung des Algorithmus und dessen Ergebnisse. Die markierten Punkte „A“ und „B“ werden wir zwecks Anwendung der Kirchhoff'schen Regeln benutzen.

Für das Entladen des Kondensators mit endlicher Geschwindigkeit können wir bequem den üblichen klassischen Weg nachvollziehen und auf die typischerweise dafür verwendeten Differentialgleichungen zurückgreifen. Dazu setzen wir nach Kirchhoff's Maschenregel die Summe aller Spannungen in der einzigen vorhandenen Masche zu Null:

$$U_C + U_L = 0 \quad (3)$$

Darin ist die Spannung über dem Kondensator und die Spannung über der Spule:

$$\text{nach der Definition der Kapazität } C = \frac{Q}{U} \Rightarrow U_C = \frac{1}{C} \cdot Q \quad (4)$$

$$\text{nach dem Induktionsgesetz: } U_L = -L \cdot \frac{d}{dt} I = -L \cdot \dot{Q} \quad (5)$$

$$\Rightarrow U_C + U_L = \frac{1}{C} \cdot Q - L \cdot \dot{Q} = 0 \quad \text{als Differentialgleichung der harmonischen Schwingung.} \quad (6)$$

Da die Differentialgleichungen im Laufe der weiteren Entwicklungen aufgrund der variablen Kapazität des Kondensators nicht mehr analytisch zu lösen sein werden, beginnen von Anfang an mit der Entwicklung einer numerischen Iteration zur Lösung der Differentialgleichung (auch in Falle der einfachen harmonischen Schwingung). Wiederzufinden ist dies im „1. Teil“ des Computeralgorithmus. Nach gegebenen Anfangsbedingungen zur Zeit $t=0$ schreitet die Zeit in kleinen Schritten Δt kontinuierlich fort. Die Anfangsbedingung selbst besteht in einer Aufladung des Kondensators auf das Maximum der anzulegenden Spannung, also $Q(t=0) = C \cdot U$ und $\dot{Q}(t=0) = 0$ sowie $\ddot{Q}(t=0) = 0$.

Das Fortschreiten der Zeit beginnt dann mit einer Veränderung des $\dot{Q}(t) = i(t)$ aufgrund der Tatsache, dass der Entladestrom des Kondensators in der Spule eine Spannung induziert, nämlich

$$\ddot{Q}(t_i) = \frac{-U}{L} = \frac{-Q(t_{i-1})}{L \cdot C} \quad (7)$$

Zwei Integrationsschritte führen dann zu

$$\dot{Q}(t_i) = \dot{Q}(t_{i-1}) + \ddot{Q}(t_i) \cdot \Delta t \quad \text{und} \quad (8)$$

$$Q(t_i) = Q(t_{i-1}) + \dot{Q}(t_i) \cdot \Delta t \quad (9)$$

Auf diese Weise wird Zeitschritt für Zeitschritt die Ladung (als Funktion der Zeit) und deren zeitliche Ableitungen verändert, entsprechend den Vorgaben des LC-Schwingkreises. Für unsere Überlegungen dabei entscheidend ist die endliche Flußgeschwindigkeit (also Propagationsgeschwindigkeit) der Ladungsträger. Hier erweist sich die Differentialgleichung (des Schwingkreises) als ein elegantes und probates Mittel zur Berechnung dieser Propagationsgeschwindigkeit. Das Ergebnis des Algorithmus entspricht im übrigen völlig der bekannten klassischen Lösung der Differentialgleichung (6), auf deren graphische Darstellung verzichtet wird, weil sie allgemein bekannt ist.

Im nächsten Arbeitsschritt führen wir den real existierenden Ohm'schen Widerstand der Spule in Simulationsrechnung ein. Soll der Aufbau tatsächlich experimentell nachvollziehbar sein, so genügt nicht die Berechnung eines idealisierten Raumenergie-Konverters ohne Ohm'schen Widerstand, sondern es muss hinreichend viel Raumenergie (pro Zeiteinheit) gewandelt werden, daß die Verluste im Ohm'schen Widerstand der Anordnung abgedeckt werden können. Zur Entwicklung der Differentialgleichung, die immer noch vollständig dem einfachen klassischen Bild folgt, betrachten wir Abb.5.

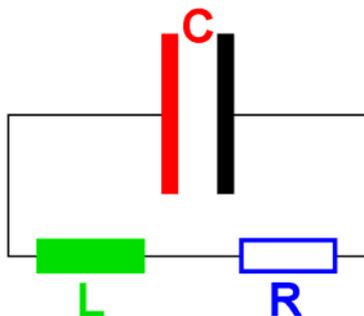


Abb. 5:

Einfacher klassischer LC-Schwingkreis unter Berücksichtigung der „Reibungsverluste“ im Ohm'schen Widerstand des Spulendrahtes.

Wieder ist nach Kirchhoff's Maschenregel die Summe aller Spannungen in der einzigen vorhandenen Maschen Null:

$$U_L + U_R + U_C = 0 \quad (10)$$

Darin sind die Spannungen über Kondensator, Spule und Widerstand:

$$\text{nach der Definition der Kapazität } C = \frac{Q}{U} \Rightarrow U_C = \frac{1}{C} \cdot Q \quad (11)$$

$$\text{nach dem Induktionsgesetz: } U_L = -L \cdot \frac{d}{dt} I = -L \cdot \dot{Q} \quad (12)$$

$$\text{nach dem Ohm'schen Gesetz: } U_R = R \cdot I \quad (13)$$

$$\Rightarrow U_L + U_R + U_C = -L \cdot \dot{Q} + R \cdot \dot{Q} + \frac{1}{C} \cdot Q = 0 \text{ als Differentialgleichung der gedämpften Schwingung.} \quad (14)$$

Aufgrund dieser Differentialgleichung müssen wir (7), (8) und (9) ersetzen durch

$$\ddot{Q}(t_i) = \frac{R}{L} \cdot \dot{Q}(t_{i-1}) + \frac{1}{L \cdot C} \cdot Q(t_{i-1}) \quad (15)$$

Zwei Integrationsschritte führen nun zu

$$\dot{Q}(t_i) = \dot{Q}(t_{i-1}) + \left(\ddot{Q}(t_i) - \frac{R}{L} \cdot \dot{Q}(t_{i-1}) \right) \cdot \Delta t \quad \text{und} \quad (16)$$

$$Q(t_i) = Q(t_{i-1}) + \dot{Q}(t_i) \cdot \Delta t \quad (17)$$

Wieder gehen wir in die schrittweise Iteration des Algorithmus und finden das selbe Ergebnis wie die wohlbekannte klassische Berechnung, welche auf der analytischen Lösung der Differentialgleichung basiert. Bekanntlich sinkt aufgrund des Ohm'schen Widerstands die endliche Flußgeschwindigkeit der Ladungsträger geringfügig gegenüber der Situation aus Abb.4 ab.

Anmerkung: Man beachte bitte, dass in Gleichung (16) das \dot{Q} sowohl auf der linken, als auch auf der rechten Seite auftritt. Für die Benutzung der Gleichung (16) im DFEM-Algorithmus wurde sie daher nach \dot{Q} aufgelöst, wie man auch im Quellcode des Programms im Anhang erkennen kann.

Für das Beispiel der Werte $L = 0.126331 \text{ Henry}$, $C = 8.85419 \cdot 10^{-11} \text{ Farad}$ und $R = 2000 \Omega$ bei einer Anfangsladung von $Q(t=0) = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ entsprechend einer Spannung des Kondensators von 338.82 Volt ,

sowie $\dot{Q}(t=0)=0$ und $\ddot{Q}(t=0)=0$ erkennen wir in Abb.6 die Darstellung sowohl der klassischen Lösung als auch das Ergebnis des Algorithmus wieder (da beide Lösungen identisch sind). Bis hier wurden nur klassisch bekannte Ergebnisse reproduziert, zu dem Zweck, die Entwicklung des DFEM-Algorithmus zu verifizieren.

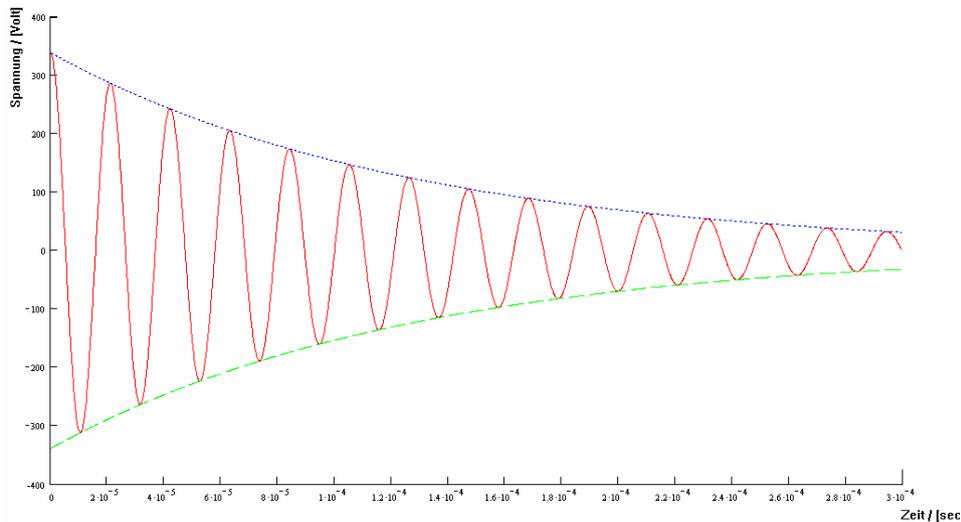


Abb. 6: Reproduktion der gedämpften Schwingung des LC-Schwingkreises mit zusätzlichem Ohm'schem Widerstand. Die Hüllkurven in grüner und in blauer Farbe geben die exponentielle Abnahme der Amplitude im Verlauf der fortschreitenden Zeit wieder.

Die numerischen Werte der Systemparameter sind übrigens noch nicht im Hinblick auf den später zu berechnenden Raumenergie-Konverter angesetzt, sondern im Hinblick auf eine bequeme graphische Darstellung der gedämpften Schwingung, also im Hinblick auf die bequeme Verifikation.

5. Die Berechnung des Raumenergie-Konverters aus Abschnitt 3

Mit Abschnitt 4 ist die Vorbereitung des DFEM-Algorithmus erfolgreich abgeschlossen, und wir können uns seinem eigentlichen Zweck zuwenden, der Simulation des gedämpften Schwingkreises mit zusätzlicher mechanischer Schwingung der Kondensatorplatten gemäß Abb.7, das sich von Abb.2 bzw. Abb.3 nur dadurch unterscheidet, daß ein Ohm'scher Widerstand (nämlich des Spulendrahtes) eingefügt wurde.

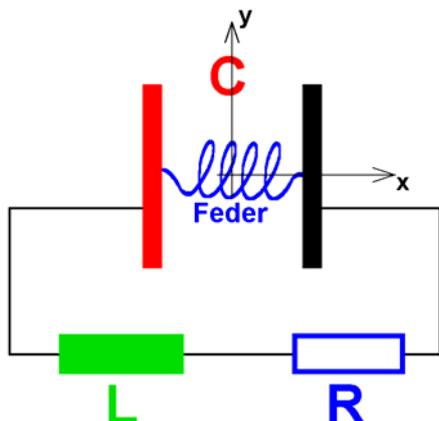


Abb. 7:

LCR-Schwingkreis, der aufgrund der variablen Kapazität des Kondensators „C“ nicht zu einer gedämpften Schwingung führt, sondern je nach Einstellung der Systemparameter zu einer Umwandlung von Energie zwischen mechanischer Schwingungsenergie, elektrischer Schwingungsenergie und Raumenergie. Die Richtung der Energieumwandlung ist empfindlichst abhängig von der Abstimmung der mechanischen Schwingung und der elektrischen Schwingung relativ zueinander. Aufgrund der zeitlichen Variation von $C=C(t)$ ist die Differentialgleichung der Schwingung nicht mehr analytisch lösbar, sodaß die iterative Lösung des DFEM-Algorithmus erforderlich wird.

Die wesentliche Änderung gegenüber der klassischen gedämpften Schwingung (von Abb.5 und Abb.6) ist das Hinzukommen der Feder zwischen den Kondensatorplatten, die zu einer mechanischen Schwingung der Kondensatorplatten führt. Vordringliches Ziel unseres nächsten Arbeitsschrittes ist also die Aufnahme dieser mechanischen Schwingung in den DFEM-Algorithmus. Dies geschieht anhand einer Weiterentwicklung unserer Schwingungs-Differentialgleichung.

Bekanntlich ähnelt die Differentialgleichung der mechanischen Schwingung der Differentialgleichung der elektrischen Schwingung sehr, sodaß wir sie von dort in Analogie (mit kleinen Abänderungen) übertragen können:

$$\ddot{x}(t_i) = \frac{-D}{m} \cdot \left(x(t_{i-1}) - \frac{CD}{2} \right) + \frac{1}{m \cdot 4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2(t_i)}{(2 \cdot x(t_i))^2} \quad \text{basiert auf der Federkraft und der Coulombkraft} \quad (18)$$

mit m =Masse und D = Hooke'sche Federkonstante

Zwei Integrationsschritte führen nun zu

$$\dot{x}(t_i) = \dot{x}(t_{i-1}) + \ddot{x} \cdot \Delta t \quad \text{und} \quad (19)$$

$$x(t_i) = x(t_{i-1}) + \dot{x}(t_i) \cdot \Delta t \quad (20)$$

Dabei befinden sich die beiden Kondensatorplatten symmetrisch zum Koordinatenursprung an den Positionen $-x(t_i)$ und $+x(t_i)$, sodaß sich die Coulombkraft ergibt als $F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2}{(2 \cdot x(t_i))^2}$, weil der

Abstand der beiden Kondensatorplatten zueinander $2 \cdot x(t_i)$ beträgt. Für die Berechnung der Federkraft müssen wir hingegen eine andere Länge einsetzen, nämlich die Veränderung der Federlänge relativ zur ungespannten Feder. Mit CD = Länge der ungespannten Feder ergibt sich die genannte Strecke der Federspannung (bzw. Kompression) als Veränderung der Federlänge gegenüber CD gemäß $CD - 2 \cdot x(t_i)$, unter Berücksichtigung des Vorzeichens von $x(t_i)$. Betrachtet man die Bewegung der Kondensatorplatten als symmetrisch um den Koordinatenursprung, welcher nach Abb.7 im Symmetriezentrum des Kondensators verankert wurde, dann erfährt jede Hälfte der Feder mit der an ihr montierten Kondensatorplatte genau die Hälfte dieser Auslenkung und wir erhalten eine Federkraft von $F_F = -D \cdot \left(x(t_i) - \frac{CD}{2} \right)$, wie in Gleichung (18) verwendet.

Bei der Auswertung der Gleichungen (18), (19) und (20) sind die mechanischen Parameter aus den Gegebenheiten des mechanischen Pendels aus der Feder und den Kondensatorplatten zu entnehmen. Die Ladung $Q(t)$ hingegen variiert als Funktion der Zeit, indem sie den Gegebenheiten des elektrischen Schwingkreises folgt. Das $Q(t)$ in Gleichung (18) ist also einzusetzen mit den Formeln, die wir aus den Gleichungen (15), (16), (17) erhalten. Auf diese Weise wirkt der elektrische Schwingkreis auf die mechanische Schwingung ein, und umgekehrt wirkt die mechanische Schwingung auf den elektrischen Schwingkreis zurück, weil der mechanische Abstand der Kondensatorplatten die Kapazität des Kondensators beeinflusst.

Tatsächlich führt dieser Ansatz zu der Möglichkeit, Raumenergie und klassische Energie ineinander umzuwandeln, wobei zwei Formen der klassischen Energie zu berücksichtigen sind, nämlich mechanische und elektrische Energie. Die Wandlung kann übrigens in beide Richtungen gehen, also wahlweise Raumenergie in klassische Energie oder umgekehrt klassische Energie in Raumenergie. (Außerdem kann auch elektrische in mechanische Energie gewandelt werden.) Wir werden dies in den nachfolgenden Erklärungen sehen, wenn wir einige Ergebnisse des DFEM-Algorithmus betrachten.

Setzen wir nun realitätsnahe Systemparameter ein:

Für den Kondensator:

- Plattenfläche des Kondensators: $A_C = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$
- Abstand der Kondensatorplatten: $d_C = 2 \text{ mm}$

Man könnte z.B. den Kondensator durch Aufspannen einer leitfähigen Folie auf einen 2 mm dicken Rahmen realisieren.

- Dielektrikum zwischen den Kondensatorplatten: $\epsilon_r = 3$

Damit ergibt sich eine Kapazität des Kondensators von $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A_C}{d_C}$

Für die Spule (als zylindrische Spule):

- Spulenlänge $l_S = 8 \text{ cm}$
- Spulenradius $R_S = 5 \text{ cm}$ Querschnittsfläche $A_S = \pi \cdot R_S^2$

- Zahl der Windungen $n = 34600$
- Magnetischer Spulenkern mit Permeabilität $\mu_r = 12534$

Damit ergibt sich eine Induktivität der Spule von $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot n^2 \frac{A_S}{l_S}$

Für den Ohm'schen Widerstand des Spulendrahts:

- Spezifischer Widerstand des Kupfers $\rho_{Cu} = 1.7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ [Koh 96]

- Dicke des Spulendrahts $D_d = 0.2 mm \Rightarrow$ Querschnittsfläche $A_D = \pi \cdot \left(\frac{D_d}{2}\right)^2$

\Rightarrow Drahtlänge des Spulendrahtes $L_D = 2\pi R_S \cdot n$

Damit ergibt sich ein Ohm'scher Widerstand des Spulendrahts $R = \rho_{Cu} \cdot \frac{L_D}{A_D}$

Für die mechanische Schwingung der Kondensatorplatten:

Man könnte als Folie, die man zu einem Kondensator aufspannt, eine dünne flexible Kunststoff-Folie verwenden, die man mit einer Aluminium-Schicht bedampft.

- Dichte von Aluminium $\rho_{Al} = 2.7 \frac{Kg}{cm^3}$
 - Dichte der Kunststoff-Folie $\rho_F = 1.5 \frac{Kg}{cm^3}$
 - Dicke des Aluminiums $d_{Al} = 2 \mu m$
 - Dicke der Kunststoff-Folie $d_F = 10 \mu m$
 - Hooke'sche Federkonstante der federnd gelagerten Folie $D_H = 1.00 \frac{N}{m}$
- \Rightarrow Mechanische Masse der Folie-Aluminium-Kondensatorplatten $m = A_C \cdot d_{Al} \cdot \rho_{Al} + A_C \cdot d_F \cdot \rho_F$

Für die Anfangsbedingungen des elektrischen Schwingkreises:

- Ladung auf dem Kondensator zu Beginn der Schwingung $Q(0) = 2 \cdot 10^{-10} C$

\Rightarrow Kondensatorspannung zu Beginn der Schwingung $U_C = \frac{Q}{C} = \frac{2 \cdot 10^{-10} C}{1.328 \cdot 10^{-10} F} = 1.50588 Volt$

Selbstverständlich können die Parameter im Rahmen der realistisch erreichbaren Grenzen variiert werden. Die hier gezeigten Werte sind diejenigen, die zur Berechnung von Abb.8 geführt haben, wobei die violette Kurve die schwingende elektrische Ladung des $Q(t)$ Schwingkreises in Einheiten von $nC = 10^{-9} Coulomb$ wiedergibt, und die blaue Kurve die mechanische Schwingung der Kondensatorplatten in Form von $x(t_i)$ in $mm = 10^{-3} m$ darstellt.

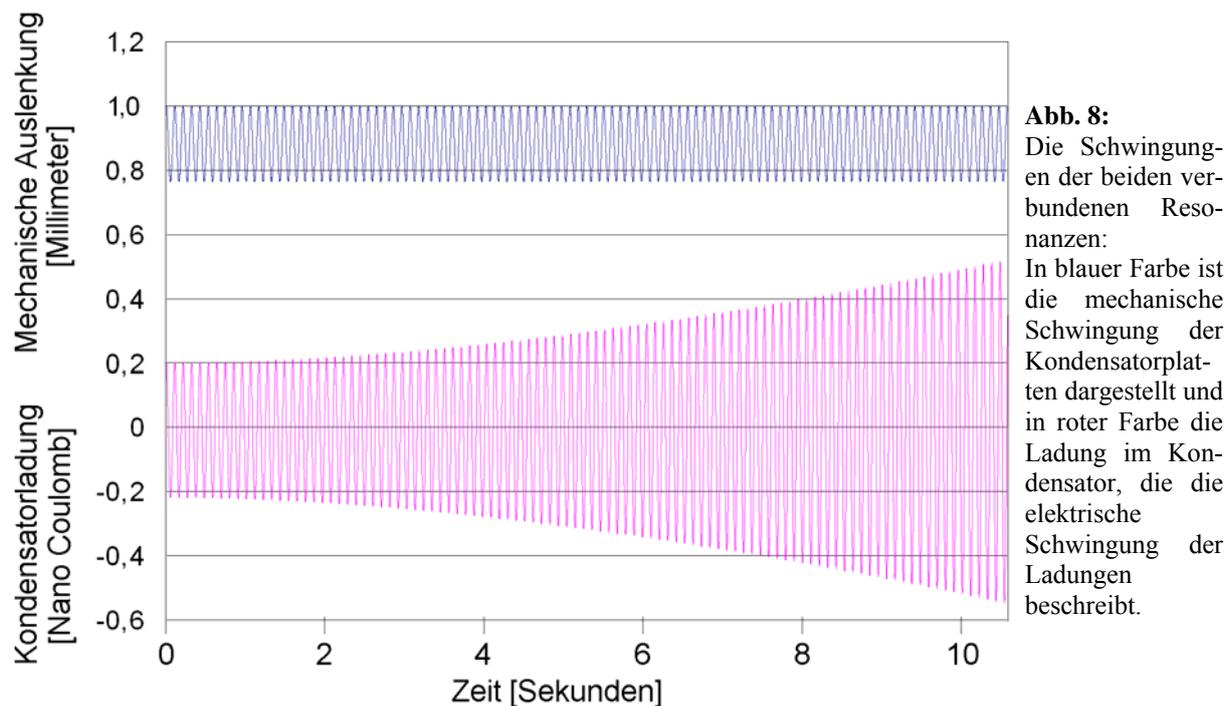
Um das System auf die Wandlung von Raumenergie abzustimmen, müssen die beiden Resonanzen einerseits des elektrischen Schwingkreises und andererseits des mechanischen Schwingkreises aneinander angeglichen werden. Ist diese doppelte Resonanz erreicht, so wird die Wandlung von Raumenergie möglich.

Allerdings bedenke man dabei, dass die Einstellung einer einfachen Resonanz (wie z.B. bei einem elektrischen Schwingkreis eines Funksenders- oder Empfängers) schon gewisse technische Anforderungen stellt. Um so schwieriger ist die Abstimmung der doppelten Resonanz, wie sie zum Betreiben des Raumenergie-Konverters nötig wird. Man braucht sich also nicht wundern, dass der Betrieb eines Raumenergie-Konverters nicht nur den korrekten Aufbau der Anlage erfordert, sondern auch sehr wesentliche Anstrengungen hinsichtlich der Abstimmung der „doppelten Resonanz“.

Deshalb wirkt sich eine Veränderung der Systemgrößen besonders empfindlich auf das Verhalten der Anordnung aus, sodaß bereits geringfügige Veränderungen gewaltige Wirkungen erzielen können. Deshalb wird auch bei der Abstimmung der Systemparameter im DFEM-Algorithmus die „doppelte Resonanz“ erst dann erreicht, wenn eine ganze Anzahl von Parametern auf 4-5 signifikante Stellen

genau justiert wurden. Not the manufacturing of the zero-point-energy converter is the central difficulty, but the proper adjustment to operate it. For instance Coler's converter has been built up many times, but the adjustment was not reproduced until today. With out DEFM-algorithm is should be possible to compute, how the Coler-converter has to be adjusted [Hur 40], [Mie 84], [Nie 83].

Auf diesem Hintergrund verstehen wir nun die technischen Schwierigkeiten und Mühen, die viele Menschen mit der Inbetriebnahme von Raumenergie-Motoren haben. Ist die Einstellung aber gelungen, so sehen wir die Kurve zu der bereits erwähnten Berechnung in Abb.8, die eine eindeutige Zunahme der klassische Energie erkennen lässt, ohne der Vorhandensein einer klassischen Energieversorgung.



Eine numerische Auswertung der DFEM-Daten, die in Abb.8 dargestellt sind, lässt übrigens klar die Zunahme der klassischen Energie erkennen, die aus der Raumenergie herrühren muss, weil keine andere Energieversorgung mit dem Aufbau in Verbindung steht:

- Die zum Zeitpunkt $t_A = 0$ vorhandene Energie wird dem System aus den Anfangsbedingungen hermitgegeben. Sie beträgt:
 - Mechanische Energie zu Beginn $W_{mech,A} = 1.981001 \cdot 10^{-8} \text{ Joule}$
 - Elektrische Energie zu Beginn $W_{elektr,A} = 5.71700 \cdot 10^{-10} \text{ Joule}$
- Die zum Zeitpunkt $t_E = 10.59 \text{ sec}$ ist ohne Versorgung mit klassischer Energie entstanden. Sie beträgt:
 - Mechanische Energie am Ende $W_{mech,E} = 1.981246 \cdot 10^{-8} \text{ Joule}$
 - Elektrische Energie am Ende $W_{elektr,E} = 3.712196 \cdot 10^{-9} \text{ Joule}$
- Damit sind beide klassische Energieformen im Laufe der Zeit $t_E - t_A = 10.59 \text{ sec}$ ohne Versorgung mit klassischer Energie angewachsen um

$$\Delta W_{mech} = W_{mech,E} - W_{mech,A} = 2.44 \cdot 10^{-12} \text{ Joule}$$

$$\Delta W_{elektr} = W_{elektr,E} - W_{elektr,A} = 3.1404 \cdot 10^{-9} \text{ Joule}$$
- Die Summe der beiden Energiegewinne ist somit $\Delta W_{elektr} + \Delta W_{mech} = 3.1429 \cdot 10^{-9} \text{ Joule}$.

Dieser Energiebetrag wurde aus Raumenergie gewandelt, da dem System keine klassische Energie zugeführt wurde.

6. Der entscheidende Punkt: Die Parameter und Abmessungen des Systems

Dass nicht der Bau des Raumenergie-Konverters die eigentliche Schwierigkeit ist, sondern die Abstimmung der Systemparameter, verstehen wir nicht nur nach den Erläuterungen von Abschnitt 5, sondern auch bei der praktischen Variation der Parameter im Umgang mit dem DFEM-Algorithmus. Um dies deutlich zu veranschaulichen, wurde eine winzige Änderung eines einzigen Systemparameters vorgenommen, die dazu führt, dass das System nicht mehr dem Abb.8 folgt, sondern dem Abb.9:

- Hooke'sche Federkonstante $D_H = 1.00 \frac{N}{m} \Rightarrow$ Abb.8
- Hooke'sche Federkonstante $D_H = 0.99 \frac{N}{m} \Rightarrow$ Abb.9

Alle anderen Parameter wurden aus Abschnitt 5 beibehalten.

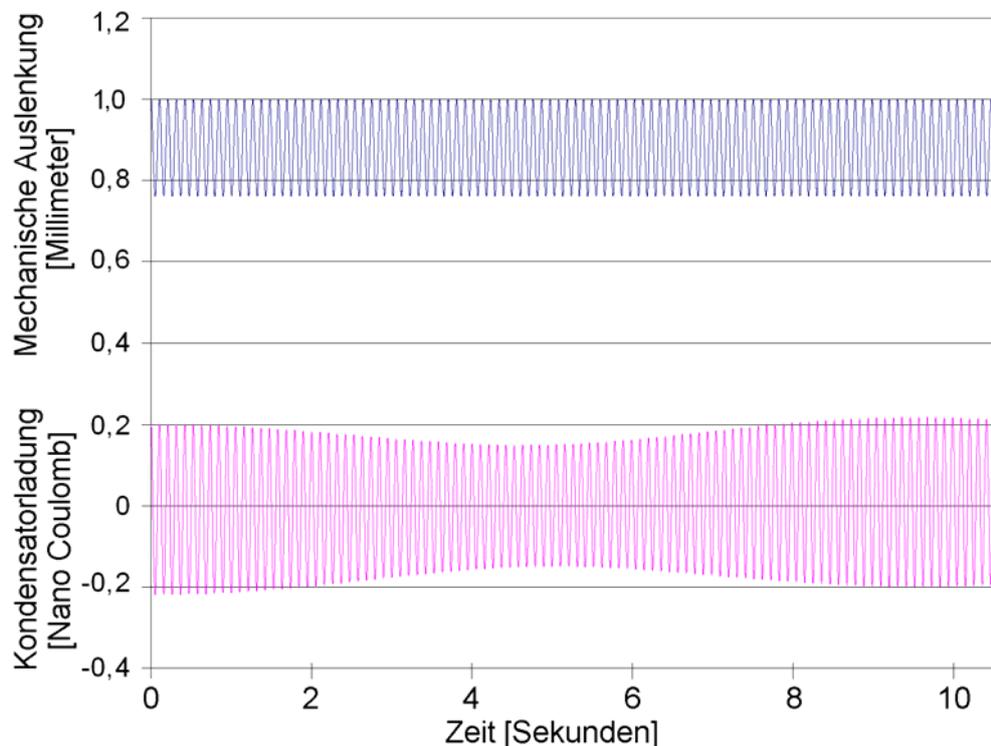


Abb. 9:

Im Gegensatz zu Abb.8 ist hier keine kontinuierliche Wandlung von Raumenergie zu sehen, sondern eine Wandlung in beide Richtungen. Zu Beginn wird klassische Energie in Raumenergie gewandelt, in der zweiten Hälfte des zeitlichen Verlaufs ist es umgekehrt.

Anders als in Abb.8, nimmt in Abb.9 die mechanischen Energie nicht zu, sondern ab. Die elektrische Energie nimmt in Abb.9 sogar zunächst ziemlich deutlich ab. Allerdings führt diese Abnahme der elektrischen Schwingung zu einer Veränderung des Betriebszustands des Systems, sodaß auch der Verlust an klassischer Energie nicht stabil läuft, sondern nach einigen Sekunden etwas klassische elektrische Energie aus Raumenergie wiedergewonnen wird.

Die mangelnde zeitliche Konstanz des Energie-Wandlungs-Phänomens ist übrigens auf die mangelnde Genauigkeit der Abstimmung der Systemparameter zurückzuführen. Würde man die Systemparameter mit einer Genauigkeit von vier oder fünf signifikanten Stellen abstimmen, so würde das System wesentlich länger in einem konstanten Betriebszustand verbleiben können. Je präziser die Systemparameter aufeinander abgestimmt werden, um so länger kann das System stabil laufen, d.h. um so langsamer passieren die zeitlichen Veränderungen der Betriebszustände des Systems. Will man dieses Problem des „Asynchron-Werdens“ der (beiden) aufeinander abzustimmenden Resonanzen vermeiden, so kann man durch Zufuhr einer kleinen Menge externer Steuer-Energie das System periodisch immer wieder in einen wohldefinierten Zustand zurückversetzen (Bsp.: [Kep 10], [Hor 10]).

Um zu demonstrieren, wie sehr sich das System durch geringfügige Veränderungen der Systemparameter in jede beliebige Richtung steuern lässt, betrachten wir Tabelle 1.

Zeile	INPUT: System-Parameter			OUTPUT: System-Reaktion		Anm.
	Federkonstante	Permeabilität		ΔW_{mechan}	ΔW_{elektr}	
1	$D_H = 1.00 \frac{N}{m}$	$\mu_r = 12534$	\Rightarrow	$+2.44 \cdot 10^{-12} J$	$+3.129 \cdot 10^{-9} J$	siehe Abb.8
2	$D_H = 1.00 \frac{N}{m}$	$\mu_r = 12770$	\Rightarrow	$+2.44 \cdot 10^{-12} J$	$+1.103 \cdot 10^{-12} J$	
3	$D_H = 1.00 \frac{N}{m}$	$\mu_r = 12430$	\Rightarrow	$+2.44 \cdot 10^{-12} J$	$-4.23 \cdot 10^{-10} J$	
4	$D_H = 0.99 \frac{N}{m}$	$\mu_r = 12534$	\Rightarrow	$-3.24 \cdot 10^{-12} J$	$-2.84 \cdot 10^{-11} J$	siehe Abb.9

Tabelle 1: Reaktion des Raumenergie-Konverter-Systems auf eine Variation der Systemparameter

Offensichtlich ändert sich sogar die Richtung der Energie-Wandlung bereits bei einer geringfügigen Variation einzelner Systemparameter. So beobachten wir

- In Zeile 1 \rightarrow Zunahme der mechanischen Energie, und Zunahme der elektrischen Energie
 In Zeile 2 \rightarrow Zunahme der mechanischen Energie, und Zunahme der elektrischen Energie
 In Zeile 3 \rightarrow Zunahme der mechanischen Energie, aber Abnahme der elektrischen Energie
 In Zeile 4 \rightarrow Abnahme der mechanischen Energie, und Abnahme der elektrischen Energie

Beiliebige Kombinationen sind möglich, deren Verhalten je nach Qualität der Abstimmung der Parameter noch nicht einmal zeitlich konstant sein muss.

7. Die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder

Die in unserem Beispiel entscheidende Wechselwirkung ist die elektromagnetische. Die dafür verantwortliche elektrische Ladung bestimmt mit ihrer Bewegung die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkung. Die Laufstrecke dieser Ladung ist der Spulendraht. Der Sichtweise der Leitungstheorie folgend, müßte man dann die Laufgeschwindigkeit der Spannungsimpulse (und ebenso der Feldimpulse, im Sinne einer Druckwelle) im Spulendraht als die für die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkung entscheidende Größe ansehen, weil die Begrenzung der Geschwindigkeit durch die langsamste Komponente im System definiert wird – und dies ist nicht die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit, sondern eben die Laufgeschwindigkeit der Impulse im Spulendraht. Rein interessehalber wollen diese Geschwindigkeit nun abschätzen.

- Die Länge des Spulendrahtes ergibt sich aus der Zahl der Windungen und der Länge jeder einzelnen Windung, (mit den Formelsymbolen und den zugehörigen Werten aus Abschnitt 5) gemäß:

$$\text{Drahtlänge des Spulendrahtes } L_D = 2\pi R_S \cdot n = 2\pi \cdot 0.05m \cdot 34600 = 10870m. \quad (21)$$

(In Wirklichkeit ist diese Drahtlänge ein wenig größer, weil die äußeren Windungen der Spule aufgrund ihrer Lage einen etwas größeren Windungsradius haben.

- Die Laufzeit des Signals ergibt sich aus der Schwingungsfrequenz, bzw. aus der Periodendauer T . Während der Dauer eine Schwingungsperiode einmal hin- und einmal zurück, jeweils über die Strecke der Spulendrahtlänge L_D . Durch Auswertung der Abbildungen 8 und 9 erkennen wir in Abb.8 \rightarrow 101 Perioden der elektrischen Schwingung und in Abb.9 \rightarrow 100.5 Perioden der elektrischen Schwingung. Der Unterschied einer halben Periode bedingt auch den Unterschied in der Energiewandlung, und er ist nicht durch den elektrischen Schwingkreis bedingt, sondern durch den Einfluß der mechanischen Schwingung auf den elektrischen Schwingkreis. Deshalb arbeiten wir mit dem Mittel der beiden Werte und erhalten:

$$\text{Periodendauer } T = \frac{10.59 \text{ sec.}}{100.75 \text{ Perioden}} = 0.105112 \frac{\text{sec.}}{\text{Periode}} \quad (22)$$

- Die Laufgeschwindigkeit der Ladung im Draht, die die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkung definiert, ist somit

$$v = \frac{2 \cdot L_D}{T} = \frac{2 \cdot 10870 \text{ m}}{0.105112 \text{ sec.}} = 206.8 \frac{\text{km}}{\text{sec.}} = 6.89 \cdot 10^{-4} c . \quad (23)$$

Sie ist nur ein kleiner Bruchteil der Vakuumlichtgeschwindigkeit. Das demonstriert einerseits, wie gut und wie umfangreich die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder bzw. der Wechselwirkungskräfte beeinflussbar ist. Das demonstriert aber auch, in welchem handhabbaren Bereich diese Geschwindigkeit gebracht werden kann. Andererseits zeigt uns unsere Untersuchung aber auch deutlich, wie sehr diese Propagationsgeschwindigkeit sich alleine schon durch die Einstellung der Systemparameter beeinflussen lässt. Es genügt also nicht, Standard-Gleichungen der Leitungstheorie zur Berechnung der Propagationsgeschwindigkeit heranzuziehen, sondern man muss diese aus dem System heraus direkt bestimmen. Dass die Differentialgleichungen des Schwingkreises nicht nur ein probates Mittel dafür darstellen, sondern sogar den sinnvollen Rechenweg, wurde offensichtlich. Nicht die Drahtlänge des Spulendrahtes ist entscheidend, sondern auch sehr viele andere Größen, so z.B. auch die Permeabilität des Spulenkerns.

8. Die Entnahme einer klassischen elektrischen Leistung

Will man bestimmen, wieviel Leistung das System als Selbstläufer aus der Raumenergie entnehmen kann, dann schaltet man einen Lastwiderstand als Verbraucher mit dem Ohm'schen Widerstand des Spulendrahtes in Reihe, wie es in Abb.10 zu sehen ist.

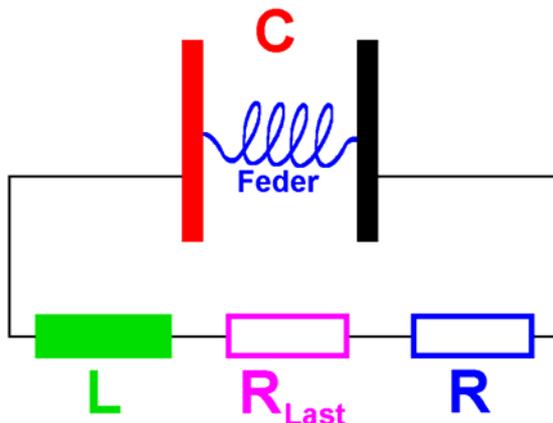


Abb. 10:

Unser Raumenergie-Schwingkreis wurde um einen Lastwiderstand R_{Last} erweitert, der mit dem Ohm'schen Widerstand R der Spule in Reihe geschaltet ist.

Dieser Lastwiderstand dient als Verbraucher und entnimmt der selbstlaufenden (aus Raumenergie gespeisten) Schwingung permanent Energie.

Im DFEM-Algorithmus genügt es, die Widerstände R und R_{Last} zu einem Gesamtwiderstand zu addieren.

Verwendet man z.B. einen Lastwiderstand von $R_{Last} = 334 \text{ k}\Omega$, so ergibt sich unter den in Abschnitt 5 und Abb.8 genannten Systemparametern eine erzeugte Leistung von $P = 2.32 \cdot 10^{-11} \text{ Watt}$, wobei der Lastwiderstand so eingestellt wurde, dass er die Amplitude der elektrischen Spannung über dem Kondensator auf einen zeitlich konstanten Wert herunterdrückt. Diese Kondensatorspannung hat dann einen Wert von $U_C = 1.50 \text{ Volt}$.

Die elektrische Leistung wurde übrigens als Integralmittelwert berechnet, wobei wegen der Gleichheit des Stromes durch alle elektrischen Bauelemente (aufgrund der Kirchhoff'schen Maschenregel) die Berechnung auf den Zusammenhang

$$\begin{aligned} P &= U \cdot I = R_{Last} \cdot I^2 = R_{Last} \cdot \dot{Q}^2 \\ \Rightarrow \text{entnommene Energie } \bar{E} &= \int_0^{10.59 \text{ sec}} R_{Last} \cdot \dot{Q}(t)^2 dt . \\ \Rightarrow \text{Leistungsmittelwert } \bar{P} &= \frac{\bar{E}}{10.59 \text{ sec}} \end{aligned} \quad (24)$$

zurückgeht.

Die genannte Leistung ist nicht gerade eben groß, deshalb möchte man sie gerne steigern. Dies ist in der Tat kein Problem, weil die Maximalspannung am Kondensator (also die Spannungsamplitude) bei einem sehr bescheidenen Wert von $U_C = 1.50 \text{ Volt}$ liegt. Erhöht man diese Kondensatorspannung auf gerade eben $U_C = 2.00 \text{ Volt}$ und paßt die anderen Systemparameter soweit erforderlich an, so erzielt man bereits eine beachtliche Steigerung der entnehmbaren Leistung. Man beachte den Vergleich:

- $U_C = 1.50 \text{ Volt}$, $D = 1.000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, $Q(0) = 2.000 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ bei $R_{\text{Last}} = 334 \text{ k}\Omega$ (mit $\mu_r = 12534$)

$\Rightarrow P_{\text{Last}} = 2.32 \cdot 10^{-11} \text{ Watt}$ Entnahme in der elektr. Last und $E_{\text{Zunahme}} = 9.6 \cdot 10^{-12} \text{ Joule}$ im Kondensator
Die insgesamt aus der Raumenergie entnommene Leistung ist also bei dieser Einstellung

$$P_{\text{Last}} + \frac{E_{\text{Zunahme}}}{\Delta t} = 2.32 \cdot 10^{-11} \text{ Watt} + \frac{9.6 \cdot 10^{-12} \text{ Joule}}{10.59 \text{ sec.}} = 2.41 \cdot 10^{-11} \text{ Watt} .$$

- $U_C = 2.00 \text{ Volt}$, $D = 1.341 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, $Q(0) = 2.665 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ bei $R_{\text{Last}} = 230 \text{ k}\Omega$ (mit $\mu_r = 12539$)

$\Rightarrow P_{\text{Last}} = 1.278 \cdot 10^{-10} \text{ Watt}$ Entnahme in der elektr. Last und $E_{\text{Zunahme}} = 1.16 \cdot 10^{-8} \text{ Joule}$ im Kondensator
plus $E_{\text{Zunahme}} = 9.13 \cdot 10^{-12} \text{ Joule}$ mechanisch

Die insgesamt aus der Raumenergie entnommene Leistung ist also bei dieser Einstellung

$$P_{\text{Last}} + \frac{E_{\text{Zunahme}}}{\Delta t} = 1.278 \cdot 10^{-10} \text{ Watt} + \frac{1.16 \cdot 10^{-8} \text{ Joule}}{10.59 \text{ sec.}} = 1.22 \cdot 10^{-9} \text{ Watt}$$

- Alleine schon die Erhöhung der Kondensatorspannung von 1.5 Volt auf 2.0 Volt bewirkt eine deutliche Steigerung der aus der Raumenergie gewandelten Leistung um mehr als einen Faktor 50. Das bietet noch viel Spielraum nach oben für Experimentatoren.

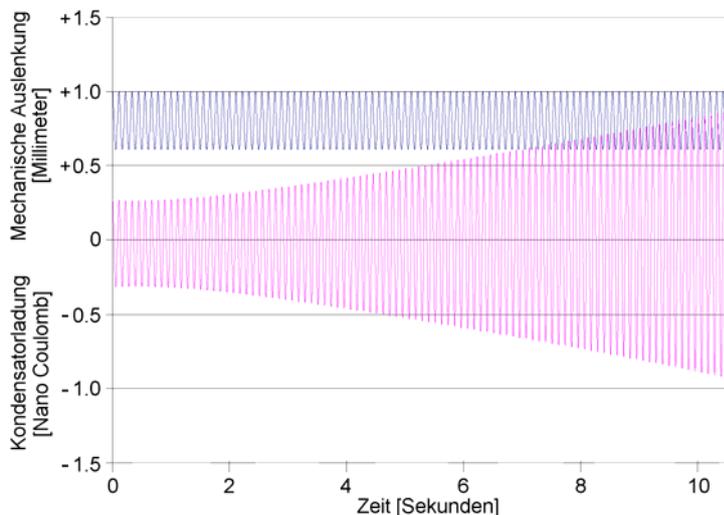


Abb.11:

Graphische Darstellung der Auslenkungen (elektrisch und mechanisch) bei einer Spannungsamplitude am Kondensator von $U_C = 2.00 \text{ Volt}$.

Interessanterweise führt eine Erhöhung des Lastwiderstandes (ebenso wie dessen Absenkung) nicht zu einer Zunahme der elektrisch entnommenen Leistung im Lastwiderstand (entsprechend $P = R_{\text{Last}} \cdot I^2$), sondern zu einer Verstimmung der „Doppelresonanz“, bei der sowohl die entnommene Last-Leistung absinkt, als auch die Energie-Zunahmen in Kondensator, und zwar die Zunahme der elektrischen Schwingungsenergie ebenso wie die Zunahme der mechanischen Schwingungsenergie der Kondensatorplatten.

Da die Optimierung des Betriebszustandes eines Raumenergie-Konverters für eine im Experiment aufzubauende Anordnung individuell nach den vorhandenen Materialien und Abmessungen durchgeführt werden muß, wird in der vorliegenden Arbeit der Quell-Code des DFEM-Algorithmus abgedruckt, damit alle geschickten Experimentatoren sich für ihre eigenen Aufbauten die Einstellung der Systemgrößen optimieren können. Man achte darauf, dass eine Erhöhung der Kondensatorspannung die

Anziehungskräfte zwischen den Kondensatorplatten (bereits im Ruhezustand) erhöht und daher die Federsteifigkeit der Feder (zwischen den Kondensatorplatte) erhöht werden muss, um eine Berührung der Kondensatorplatte (und damit einen Kurzschluß) auszuschließen.

Als möglichen Aufbau für einen Kondensator hat der Autor an eine dünne Kunststoff-Folie gedacht (z.B. Mylar-Folie, oder ähnliches), die mit einer dünnen Metallschicht beschichtet (z.B. bedampft) ist. Auf diesem Hintergrund versteht man auch im Quellcode die Berechnung der Masse der Kondensatorplatten oder ebenso die Federkonstante (nach Hooke), die auf die Flexibilität der Folie zurückgeht. Zwei solche Folien lassen sich z.B. bequem auf einen dünnen Kunststoff-Rahmen spannen, um einen Kondensator aus zwei gut parallel zueinander ausgerichteten (flexiblen) Platten herzustellen (siehe Abb.12). Die vertikale Vorspann-Kraft der Kunststoff-Folie bestimmt hierbei die Federkonstante.

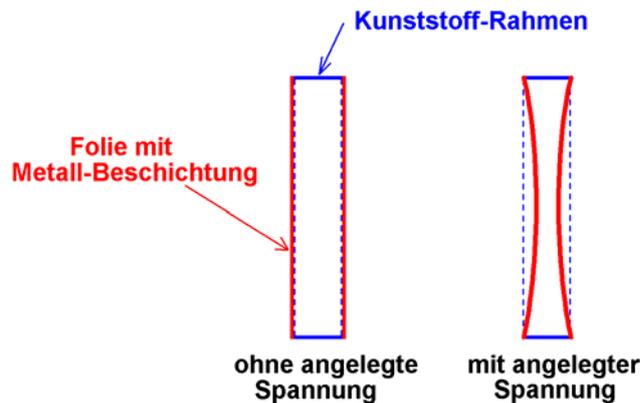


Abb. 12:
Experimentiervorschlag für einen Kondensator mit flexiblen Kondensatorplatten, bei geringem Plattenabstand zwecks Erreichens einer hohen Kapazität.

Resumée

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass man die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder in elektrischen und magnetischen Motoren so gut beeinflussen und steuern kann, dass es möglich wird, leistungsfähige Raumenergie-Konverter und Motoren zu konstruieren. Wie dies funktioniert, wurde in der hier vorliegenden Arbeit aufgezeigt.

Allerdings ist die Kontrolle der Systemeinstellungen ein erhebliches Problem. Man muß die Systemparameter sehr präzise dabei aufeinander abstimmen, weil mehrere Resonanzen miteinander in Übereinklang gebracht werden müssen. Deshalb ist die Aufgabe der System-Justage wohl sogar schwieriger als die Aufgabe, das Konverter-System aufzubauen. Energiearme Trigger-Pulse (zum periodischen System-Reset) könnten helfen, den Raumenergie-Konverter leichter stabil betreiben zu können.

Literatur-Referenzen

- [Bau 10] Leitungstheorie – eine Repetition, Werner Baumberger, Sept. 2010
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
<http://www.hochfrequenzelektronik.ch/hfg/02-Skript%20Leitungstheorie.pdf>
- [Bor 99] Borland Pascal (Delphi 5 aus 1999 oder neuere Version)
- [Hor 10] Proposal for a test of a motionless zero-point-energy converter
Claus W. Turtur and Johannes Horvath, 4. Juni 2010
http://www.philica.com/display_observation.php?observation_id=61
- [Hur 40] The Invention of Hans Coler, Relating To An Alleged New Source Of Power.
R. Hurst, B.I.O.S. Final Report No. 1043, B.I.O.S.Trip No. 2394
B.I.O.S. Target Number: C31/4799, British Intelligence Objectives Sub-Committee

- [Kep 10] Keppe Motor Manual 1.0, 2008, Norberto Keppe and Cláudia B. S. Pacheco.
<http://www.keppemotor.com/> and <http://www.keppemotor.com/manual1.php>
- [Kes 10] Einen Anstoß zur Entwicklung der vorliegenden Arbeit erhielt der Autor nach seinem Vortrag „Grundlegende Prinzipien zur Wandlung von Raumenergie“ bei der Konferenz „Energie, Information, Zeit und Raum“ am 6.-7. Nov. 2010 in Zürich. Dieser geistige Anstoß wurde im Anschluß an die Fragerunde aus dem Auditorium formuliert, namentlich von Herrn Bernd Kessler.
- [Koh 96] Praktische Physik, 3 Bde., Friedrich Kohlrausch, et. al.
Verlag B.G.Teubner Stuttgart, 1996, ISBN-13: 978-3519230014
- [Kow 10] Grundlagen der Leitungstheorie, Wolfgang Kowalsky, 2010
<http://www.tu-braunschweig.de/ihf/studium/vorlesungen/down>
- [Mie 84] Kompendium Hypertechnik. Tachyonenenergie, Hyperenergie, Antigravitation.
Sven Mielordt, Berlin, 1984
Reprint of the 4. edition, raum&zeit Verlag, ISBN 3-89005-005-0
- [Nie 83] Konversion von Schwerkraft-Feld-Energie. Revolution in Technik, Medizin, Gesellschaft.
Hans A. Nieper, MIT-Verlag, Oldenburg, 1983, 4. erw. Auflage, ISBN 3-925188-00-2
- [Stö 10] Taschenbuch der Physik, Horst Stöcker, 2010
Verlag Harri Deutsch, ISBN 978-3-8171-1860-1
- [Tuc 10] Serienschwingkreis, Skript der Technischen Universität Chemnitz, 2010
http://www.tu-chemnitz.de/physik/AFKO/phys1/comp0506/Comp_Sci_26.doc
- [Tug 10] Skript zum Serienschwingkreis, 2010
<http://itp.tugraz.at/wiki/index.php/RLC-Serienschwingkreis>
- [Tur 10a] The Fundamental Principle of the Conversion of Zero-point-energy of the Vacuum
Claus W. Turtur, PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 206, (28. Sept. 2010)
- [Tur 10b] Example of a simple Algorithm for the Construction of Zero-point-energy Converters
Claus W. Turtur, PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 207, (9. Okt. 2010)

Anhang: Der Quellcode des DFEM-Simulationsalgorithmus

```

Program Harmonischer_Oszillator_im_DFEM;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs;

Var epo,muo      : Double;  {Naturkonstanten}
    v            : Double;  {Propagationsgeschwindigkeit der Ströme}
    CA,CD,C      : Double;  {Platten-Kondensator: Plattenfläche, Plattenabstand, Kapazität}
    GG3          : Double;  {Gleichgewichtsposition der flexiblen Platten, Teil 3,
Federkraft=Coulombkraft}
    SP3          : Double;  {Plattenabstand mit flexiblen Platten, Teil 3, mechanische Vorspannung}
    UC,UL{,UR}   : Double;  {Spannung über Kondensator, Spule, Widerstand}
    SN,SL,SA,SR  : Double;  {Luft-Spule: Windungszahl, Spulenlänge, Querschnittsfläche, Spulen-Radius}
    L            : Double;  {Induktivität der Luft-Spule}
    DL           : Double;  {Drahtlänge des Spulendrahtes}
    epr,mur      : Double;  {Epsilon_r und Mü_r für Kondensator und Spule}
    rho,R        : Double;  {spezifischer und Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes}
    AD           : Double;  {Querschnittsfläche des Spulendrahtes}
    Q,Qp,Qpp     : Array[0..200000] of Double;  {Ladung auf dem Kondensator als Fkt der Zeit}
    x,xp,xpp     : Array[0..200000] of Double;  {Auslenkung jeder einzelnen Kondensatorplatte}
    dt           : Double;  {Zeitschritte}
    N            : LongInt;  {Anzahl der Zeitschritte insgesamt}
    i            : LongInt;  {Laufvariable zum Durchzählen der Zeitschritte}
    Abstd        : Integer;  {Jeder wievielte Punkte soll geplottet werden}
    rhoAL,rhoFol: Double;  {Dichte von Aluminium und Folie}
    dAL,dFol     : Double;  {Dicke der Aluminium-Kondensatorplatten und der Folie}
    D            : Double;  {Federsteifigkeit der Federn zwischen den Kondensatorplatten}
    m            : Double;  {(mechanische) Masse der Aluminium-Kondensatorplatten}
    omfol,fFol   : Double;  {Eigenkreisfrequenz und Eigenfrequenz der Kondensatorplatten-Schwingung}
    F            : Double;  {Anziehungskraft zwischen den Kondensatorplatten}
    Sternl       : Double;  {Hilfsvariable}
    Fc,Fd        : Double;  {Kräfte: Coulombkraft und Federkraft}
    MacheFiles   : Boolean;  {Sollen die Ergebnisse auf die Magnetplatte geschrieben werden ?}
    om           : Double;  {Kreisfrequenz Omega}
    Rlast        : Double;  {Elektrischer Lastwiderstand}

Procedure Wait;
Var Ki : Char;
begin
  Write('<W>'); Read(Ki); Write(Ki);
  If Ki='e' then Halt;
end;

Procedure Excel_Datenausgabe(Name:String);
Var fout : Text;  {Daten-File zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    Zahl : String;
    lv,j  : Integer; {Laufvariable}
    A0    : Double; {abklingende Amplitude der gedämpften Schwingung}
begin {Daten für Excel aufbereiten und ausgeben;}
  Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File Öffnen}
  For lv:=0 to N do {von "plotanf" bis "plotend"}
  begin
    If (lv mod Abstd)=0 then
    begin
      { Zuerst die Zeit als Argument:}
      Str(lv*dt*1e6{nafo_sec.}:14:10,Zahl);
      For j:=1 to Length(Zahl) do
      begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
        If Zahl[j]>'.' then write(fout,Zahl[j]);
        If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
      end;
      Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung}
    end;
    { Dann als (erste) Funktion die Spannung über dem Kondensator:}
    Str(Q[lv]/C{Volt}:14:7,Zahl);
    For j:=1 to Length(Zahl) do
    begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
      If Zahl[j]>'.' then write(fout,Zahl[j]);
      If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
    end;
    Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung}
  end;
  { Dann als (zweite) Funktion die Einhüllende der abklingenden Schwingung:}
  A0:=Q[0]/C/sin(arctan(sqrt(1/L/C-R*R/4/L/L)/(R/2/L))); {klassische}
  Str(A0*exp(-R/2/L*lv*dt){Volt}:20:10,Zahl); {Formeln}
  For j:=1 to Length(Zahl) do
  begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}

```

```

        If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
        If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
    end;
    Writeln(fout,'');    {Zeilen-Trennung}
end;
end;
Close(fout);
end;

Procedure Excel_andere_Ausgabe(Name:String);
Var fout  : Text;    {Daten-File zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    Zahl  : String;
    lv,j  : Integer; {Laufvariable}
begin {Daten für Excel aufbereiten und ausgeben;}
    Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File öffnen}
    For lv:=0 to N do {von "plotanf" bis "plotend"}
    begin
        If (lv mod Abstd)=0 then
        begin
            { Zuerst die Zeit als Argument:}
            Str(lv*dt*1e6{nano_sec.}:14:10,Zahl);
            For j:=1 to Length(Zahl) do
            begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
                If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
                If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
            end;
            Write(fout,chr(9));    {Daten-Trennung}
            { Erste Funktion: }
            Str(x[lv]{Volt}:20:14,Zahl);
            For j:=1 to Length(Zahl) do
            begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
                If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
                If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
            end;
            Write(fout,chr(9));    {Daten-Trennung}
            { Zweite Funktion: }
            Str(Q[lv]*1E6{Volt}:20:14,Zahl);
            For j:=1 to Length(Zahl) do
            begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
                If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
                If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
            end;
            Writeln(fout,'');    {Zeilen-Trennung}
        end;
    end;
    Close(fout);
end;

Procedure Excel_Raumenergieausgabe(Name:String);
Var fout  : Text;    {Daten-File zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    Zahl  : String;
    lv,j  : Integer; {Laufvariable}
begin {Daten für Excel aufbereiten und ausgeben;}
    Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File öffnen}
    For lv:=0 to N do {von "plotanf" bis "plotend"}
    begin
        If (lv mod Abstd)=0 then
        begin
            { Zuerst die Zeit als Argument:}
            Str(lv*dt*1e6{nano_sec.}:14:10,Zahl);
            For j:=1 to Length(Zahl) do
            begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
                If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
                If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
            end;
            Write(fout,chr(9));    {Daten-Trennung}
            { Dann als (erste) Funktion die Spannung über dem Kondensator:}
            Str(x[lv]{Volt}:14:7,Zahl);
            For j:=1 to Length(Zahl) do
            begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
                If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
                If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
            end;
            Writeln(fout,'');    {Zeilen-Trennung}
        end;
    end;
    Close(fout);
end;
end;

```

```

Procedure Excel_eine_Kolumne(Name:String);
Var fout : Text; {Daten-File zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    Zahl : String;
    lv,j : Integer; {Laufvariable}
begin {Daten für Excel aufbereiten und ausgeben;}
    Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File öffnen}
    For lv:=0 to N do {von "plotanf" bis "plotend"}
    begin
        If (lv mod Abstd)=0 then
        begin
            Str(x[lv]{Volt}:20:14,Zahl); {Hier trage ich das zu plottende Feld ein.}
            For j:=1 to Length(Zahl) do
            begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
                If Zahl[j]<>'.' then write(fout,Zahl[j]);
                If Zahl[j]='.' then write(fout,',');
            end;
            Writeln(fout,','); {Zeilen-Trennung}
        end;
    end;
    Close(fout);
end;

Function Plapos(z:LongInt):Double; {Iterative Ermittlung der Position der Kondensatorplatten.}
Var xs : Double; {Startwert}
    sw : Double; {Schrittweite}
    an,ab : Boolean;
begin
    xs:=0;
    If z=0 then xs:=CD/2; {Die Position der beiden Platten liegt bei +/-xs.}
    If z>0 then xs:=x[z-1]; {Dies kann ggf. vom vorigen Arbeitsschritt übernommen werden.}
    sw:=xs/20;
    Repeat
        sw:=sw/10;
        an:=false; ab:=false;
        Repeat
            Fc:=1/4/pi/epo*q[z]*q[z]/(2*xs)/(2*xs);
            Fd:=D*(xs-CD/2); {Die Feder wird gegenüber CD ausgelenkt.}
            If Fc+Fd>0 then begin xs:=xs-sw; an:=true; end;
            If Fc+Fd<0 then begin xs:=xs+sw; ab:=true; end;
            If xs<=1e-10 then
            begin
                Writeln ('Plattenberuehrung. Coulombkraft ist zu stark. Algorithmus abgebrochen.');
                Wait; Wait; Halt;
            end;
        Until (an and ab);
    Until (sw<xs/1e14);
    Plapos:=xs;
end;

Procedure Amplituden_anzeigen;
Var i : Integer;
    schreibe : Boolean;
    SteigX,SteigQ : Boolean;
    BildX,BildQ : Array[0..200] of Double;
    zvx,zvQ : Integer;
    eq,lq,ex,lx : Double;
    Wmech1,Wmech2,Wel1,Wel2:Double;
begin
    { Zuerst die x-Amplituden:}
    SteigX:=false; If x[1]>x[0] then SteigX:=true;
    schreibe:=false; zvx:=0;
    Writeln(' I: t/[sec.] | x/[m] | Q[i]');
    For i:=1 to N do
    begin
        If SteigX then
        begin
            If x[i]<x[i-1] then begin schreibe:=true; SteigX:=Not(SteigX); Write('X-Max:'); end;
            end;
            If Not(SteigX) then
            begin
                If x[i]>x[i-1] then begin schreibe:=true; SteigX:=Not(SteigX); Write('X-Min:'); end;
                end;
            If schreibe then
            begin
                Writeln(i:6,' ',i*dt:7:5,' | ',x[i],' | ',Q[i]); {Wait;}
                BildX[zvx]:=x[i]; zvx:=zvx+1;
            end;
            schreibe:=false;
        end;
    end;
end;

```

```

zvx:=zvx-1;
{ Danach die Q-Amplituden:}
SteigQ:=false; If Q[1]>Q[0] then SteigQ:=true;
schreibe:=false; zvQ:=0;
Writeln('      I:      t/[sec.] |          x/[m]          |          Q[i]');
For i:=1 to N do
begin
  If SteigQ then
  begin
    If Q[i]<Q[i-1] then begin schreibe:=true; SteigQ:=Not(SteigQ); Write('Q-Max:'); end;
    end;
    If Not(SteigQ) then
    begin
      If Q[i]>Q[i-1] then begin schreibe:=true; SteigQ:=Not(SteigQ); Write('Q-Min:'); end;
      end;
      If schreibe then
      begin
        Writeln(i:6,': ',i*dt:7:5,' | ',x[i],' | ',Q[i]); {Wait;}
        BildQ[zvQ]:=Q[i]; zvQ:=zvQ+1;
        end;
        schreibe:=false;
      end;
      zvQ:=zvQ-1;
    } Jetzt der Überblick über "Spitze-Spitze":}
    Writeln('Orte, Spitze-Spitze:');
    i:=2; ex:=BildX[i]-BildX[i-1];
    Repeat
      Writeln(i,': ',BildX[i]-BildX[i-1]);
      lx:=BildX[i]-BildX[i-1];
      i:=i+2;
    Until (i>=zvx);
    Writeln('Ladungen, Spitze-Spitze:');
    i:=2; eq:=BildQ[i]-BildQ[i-1];
    Repeat
      Writeln(i,': ',BildQ[i]-BildQ[i-1]);
      lq:=BildQ[i]-BildQ[i-1];
      i:=i+2;
    Until (i>=zvQ);
    Write('Gesamtaenderung, Orts-Amplitude: ');
    If Abs(lx)>Abs(ex) then Write('+');
    If Abs(lx)<Abs(ex) then Write('-');
    om:=pi*zvx/N/dt; Writeln('Kreisfrequenz omega= ',om);
    Writeln(Abs(lx-ex));
    Wmech1:=m/2*(ex*ex)*om*om; Wmech2:=m/2*(lx*lx)*om*om;
    Writeln('Mechanische Energie zu Beginn: ',Wmech1,' Joule');
    Writeln('Mechanische Energie am Ende: ',Wmech2,' Joule');
    Writeln('Mechan. Energie-Veränderung: ',Wmech2-Wmech1,' Joule');
    Write('Gesamtaenderung, Ladg-Amplitude: ');
    If Abs(lq)>Abs(eq) then Write('+');
    If Abs(lq)<Abs(eq) then Write('-');
    Writeln(Abs(lq-eq));
    Well:=L/2*(eq*eq)*om*om; Wel2:=L/2*(lq*lq)*om*om;
    Writeln('Elektrische Energie zu Beginn: ',Well,' Joule');
    Writeln('Elektrische Energie am Ende: ',Wel2,' Joule');
    Writeln('Elektr. Energie-Veränderung: ',Wel2-Well,' Joule'); Writeln;
    Writeln('Summe: Gesamt-Energiegewinn: ',Wmech2-Wmech1+Wel2-Well,' Joule'); Writeln;
  end;

  Procedure Leistung_berechnen; {Über dem Lastwiderstand "Rlast", als Integralmittelwert}
  Var i : Integer;
      P : Double; {Leistung im Zeitintervall dt}
      Eges: Double; {Gesamtenergie über den gesamten Zeitraum}
  begin
    Eges:=0;
    For i:=0 to N do
    begin
      P:=+Rlast*Qp[i]*Qp[i];
      Eges:=Eges+P*dt;
    end;
    Writeln('Eges= ',Eges,' Joule in ',N*dt,' sec. ');
    Writeln('=> Leistung Pmittel= ',Eges/(N*dt),' Watt');
  end;

  Begin {Hauptprogramm}
  { Initialisierung - Vorgabe der Werte: }
  { Allgemeine Werte: }
  epo:=8.854187817E-12{As/Vm}; {Magnetische Feldkonstante}

```

```

muo:=4*pi*1E-7{Vs/Am};           {Elektrische Feldkonstante}
v:=Sqrt(1/muo/epo){m/s};         {Zunächst Lichtgeschw. als Bewegungsgeschw. der Ladungen}
Abstd:=1;                          {Jeder wievielte Punkte soll geplottet werden}
{ Kondensator: }
CA:=0.1*0.1{m^2}; CD:=0.002{m};   {Kondensator-Geometrie, Plattenfläche, Plattenabstand}
epr:=3;                             {Dielektrikum im Kondensator}
C:=epo*epr*CA/CD;                  {Kapazität des unverformten Platten-Kondensators}
{ Spule: }
SN:=34600; SL:=0.08{m}; SR:=0.05{m}; SA:=pi*SR*SR{m^2};           {Spulen-Geometrie}
{mur:=12534;                          {Spulenkern ist nötig, zur Abstimmung der Frequenz}
L:=muo*mur*SN*SN*SA/SL;              {Induktivität}
rho:=1.7E-8{Ohm*m}; {Spez. Widerstand von Kupfer, je nach Temperatur, Kohlrausch,T193}
AD:=pi*0.0002*0.0002{m^2};          {Querschnittsfläche des Spulendrahtes}
R:=rho*2*pi*SR*SN/AD{Ohm};          {Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes}
DL:=SN*2*pi*SR;                      {Drahtlänge des Spulendrahtes}
{ Mechanische Schwingung der Kondensatorplatten:}
rhoAL:=2700{kg/m^3}; {Dichte von Aluminium}
rhoFol:=1500{kg/m^3}; {Dichte der Kunststoff-Folie}
{dAL:=2e-6{m};          {Dicke der Aluminium-Kondensatorplatten: 10_Mü}
dFol:=10e-6{m};        {Dicke der Kunststoff-Folie: 10_Mü}
{D:=1.0{N/m};          {Federsteifigkeit der Federn zwischen den Kondensatorplatten}
m:=CA*dAL*rhoAL+CA*dFol*rhoFol; {mechanische Masse der Aluminium-Kondensatorplatten}
omFol:=Sqrt(D/m);      {Schwingungs-Eigenkreisfrequenz der Kondensatorplatten_Folie}
fFol:=omFol/2/pi;     {Schwingungseigenfrequenz der Kondensatorplatten_Folie}
{ Bewußte Erzeugung von Leistung}
Rlast:=0;             {Ohm}                               {Elektrischer Lastwiderstand}
{ Start der elektrischen Schwingung: }
{Q[0]:=2E-10{C}; Qp[0]:=0; Qpp[0]:=0;          {Ladung auf dem Kondensator zu Beginn}
UC:=Q[0]/C{V};          {Spannung über dem Kondensator zu Beginn, das Dielektrikum isoliert}
dt:=3.53E-4{sec.};     {Zeitschritte}
N:=30000;               {Anzahl der Zeitschritte insgesamt}
{ Start der mechanischen Schwingung: }
x[0]:=Plapos(0);       {Iterative Ermittlung der Position der Kondensatorplatten.}
GG3:=x[0];{Gleichgewichtsposition der flexiblen Platten, Teil 3, Federkraft=Coulombkraft}
SP3:=CD/2;{Vorgabe:Plattenabstand mit flexiblen Platten, Teil 3, mechanische Vorspannung}
F:=1/4/pi/epo*Q[0]*Q[0]/(2*x[0])/(2*x[0]);    {Anziehung nach dem Coulomb-Gesetz}
                                           {Der Ort jeder Platte liegt bei CD/2+x[i]}
xp[0]:=0; xpp[0]:=0;   {Festhalten der Platten bis zum Zeitpunkt t=0}
MacheFiles:=true;     {Sollen die Ergebnisse auf die Magnetplatte geschrieben werden ?}
{ Anzeigen der Startwerte:}
Writeln('DFEM-Berechnung des LC - Schwingkreises:'); Writeln;
Writeln('epo=',epo:20,'; muo=',muo:20,'; v=',v:20);
Writeln('C=',C:20,' Farad; L=',L:20,' Henry');
Writeln('Klass. Schwingkreis, Eigenfrequ. fo=2*pi/Sqrt(L*C)=' ,2*pi/Sqrt(L*C),' Hz');
Writeln(' ==> Schwingungsdauer T=1/fo=' ,2*pi*Sqrt(L*C),' sec. ');
Writeln('Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes:',R,' Ohm');
Writeln('Drahtlaenge des Spulendrahtes:',DL,' Meter');
Writeln('Querschnittsfläche des Spulendrahtes:',AD*1e6:10:5,' mm^2');
Writeln('Volumen der Spule: ',DL*AD*1E6:10:5,' cm^3');
Writeln('Gewicht der Spule: ',DL*AD*1E6*8.92:10:5,' Gramm'); {Dichte Cu: 8.92 g/cm^3}
Writeln('Spannung ueber dem Kondensator zu Beginn:',UC:12:5,' Volt');
Writeln('Ges. Zeitspanne der Berechnung: ',N*dt,' sec. in ',N,' Schritten');
Writeln; Writeln('Daten der mechanischen Schwingung der Kondensatorplatten:');
Writeln('Masse der Kondensatorplatten m= ',m*1000:10:5,' Gramm');
Writeln('Schwingungseigenfrequenz der Kondensatorplatten: fFol= ',fFol:10:7,' Hz. ');
Writeln('Anziehung jeder Kondensatorplatte zu Beginn: Kraft F= ',F,' N');
Writeln('Verformung jeder Kondensatorplatte zu Beginn: F/D= ',F/D,' m');
Writeln('Plattenposition der ungeladenen Kondensatorplatten: ',CD/2);
Writeln('Plattenposition, geladen, zu Beginn: X[0]: ',X[0]);
Writeln('Genauigkeit der Plattenposition => Differenzkraft: ',Fc+Fd,' N');
Writeln('Startposition der Platten für die Schwingg, Teil 3: ',SP3:10:7,' m');
Writeln('Kapazitaet des unverformten Kondensators: C= ',epo*epr*CA/CD,' Farad');
Writeln('Kapazitaet des verformten Kondensators: C[0]= ',epo*epr*CA/(2*x[0]),' Farad');
Writeln('Dabei: Erhöhung der Kapazitaet um ',epo*epr*CA*(1/2/x[0]-1/CD),' Farad');
Writeln('Gesamtdauer der Berechnung: ',N*dt,' sec. ');
Writeln; {Wait;}

{ Beginn des Rechenprogramms.}
Writeln('1.Teil -> Klassische Harmonische Schwingung, ohne Dämpfung:');
Writeln(' t/[sec.] | Uc/[V] | ');
For i:=1 to N do
begin
UC:=Q[i-1]/C; UL:=-UC;
Qpp[i]:=UL/L;
Qp[i]:=Qp[i-1]+Qpp[i]*dt;
Q[i]:=Q[i-1]+Qp[i]*dt;
{ Writeln(i*dt:11:9,' | ',Q[i]/C:7:2,' | '); }
end;
If MacheFiles then Excel_Datenausgabe('Teil_01.dat'); Writeln;

```

```

{-----}
Writeln('2.Teil -> Klassische Gedampfte Schwingung, mit Ohm`schem Widerstand:');
Writeln(' t/[sec.] | Uc/[V] | '); { R:=2000; {Erhöhter Widerstandswert zum Testen}
For i:=1 to N do
begin
  Qpp[i]:=-1/L/C*Q[i-1]-R/2/L*Qp[i-1];
  { Qp[i]:=(Qp[i-1]+Qpp[i]*dt)/(1+R/L*dt); } {alternative einfachere Näherung}
  Qp[i]:=Qp[i-1]+(Qpp[i]-R/2/L*Qp[i-1])*dt; {vgl. s=1/2*a*t^2}
  Q[i]:=Q[i-1]+Qp[i]*dt;
  { Writeln(i*dt:11:9,' | ',Q[i]/C:7:2,' | '); }
end;
If MacheFiles then Excel_Datenausgabe('Teil_02.dat'); Writeln;

{-----}

Writeln('3.Teil -> Schwingung mit geladenem Kondensator und Raumenergie-Wandlung');
{ Writeln(' t/[sec.] | x/[m] | Q[i]'); }
x[0]:=SP3; {Startposition der Kondensatorplatten für die mechanische Schwingung}
For i:=1 to N do
begin
  Fd:=-D*(x[i-1]-CD/2); {Federkraft gegenüber CD}
  Fc:=-Q[0]*Q[0]/4/pi/epo/(2*x[i-1])/(2*x[i-1]); {Coulombkraft}
  xpp[i]:=(Fc+Fd)/m; {Beschleunigung}
  xp[i]:=xp[i-1]+xpp[i]*dt;
  x[i]:=x[i-1]+xp[i]*dt;
  If x[i]<=1e-10 then
  begin
    Writeln ('Plattenberuehrung. Coulombkraft ist zu stark. Algorithmus abgebrochen. ');
    Wait; Wait; Halt;
  end;
  C:=epo*epr*CA/(2*x[i]);
  Qpp[i]:=-1/L/C*Q[i-1]-(R+Rlast)/2/L*Qp[i-1];
  Qp[i]:=Qp[i-1]+(Qpp[i]-(R+Rlast)/2/L*Qp[i-1])*dt;
  Q[i]:=Q[i-1]+Qp[i]*dt;
  { Writeln(i*dt:11:9,' | ',x[i], ' | ',Q[i]); }
end;
If MacheFiles then Excel_andere_Ausgabe('Teil_03.dat'); Writeln;
Amplituden_anzeigen;
Leistung_berechnen;

{-----}

Wait; Wait;
End.

```

DFEM-Simulation eines Raumenergie-Konverters mit realistischen Abmessungen und einer Leistungsabgabe im Kilowatt-Bereich.

von Claus W. Turtur

Wolfenbüttel, den 7. Feb. 2011

Ostfalia Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Braunschweig-Wolfenbüttel
Salzdahlumer Straße 46 – 48 38302 Wolfenbüttel Germany
Email: c-w.turtur@ostfalia.de Tel.: (+49) 5331 / 939 – 42220
Internet-Seite: <http://www.ostfalia.de/cms/de/pws/turtur/FundE>

(veröffentlicht in PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article no. 219)

PACS numbers: 88.05.Ec, 88.05.Gh, 88.05.Np, 88.90.+t

Zusammenfassung

In bisherigen Arbeiten hat der Autor ein Verfahren zur theoretischen Berechnung von Raumenergie-Konvertern als Dynamische Finite-Elemente-Methode (DFEM) präsentiert. Dabei wurden die physikalischen Grundlagen der Raumenergie-Konversion ausgearbeitet und einfache Prinzipbeispiele für die Berechnung von Raumenergie-Konvertern vorgeführt, deren Leistung allerdings nur im Nanowatt- oder im Mikrowatt-Bereich lag, und daher nur für einen Grundlagen-Beweis ausreicht, nicht aber für eine technische Nutzung.

Der Weg zum leistungsstarken Raumenergie-Motor im Kilowatt-Bereich erforderte noch einige Arbeit, deren Ergebnisse der Autor im vorliegenden Artikel vorstellt. Anders als bei den bisherigen Grundlagenuntersuchungen handelt es sich dabei um einen magnetisch operierenden Konverter, da die Leistungsdichte bei praktisch erzeugbaren Magnetfeldern um einige Zehnerpotenzen höher liegt, als bei entsprechenden elektrischen Feldern. Im vorliegenden Artikel führt der Autor Schritt für Schritt die Lösung aller einzelnen Probleme vor, die ihn schließlich zum geeigneten Raumenergie-Magnetmotor im Kilowatt-Bereich geführt haben. Das Ergebnis ist ein Raumenergie-Motor mit einem Durchmesser von 9 cm und einer Höhe von 6.8 cm, der eine Leistung von 1.07 Kilowatt erzeugt.

1. Die Aufgabenstellung

Einen prinzipiellen Nachweis für die Nutzbarkeit der Raumenergie hat der Autor in [Tur 09] vorgestellt. Ein Basisverständnis der fundamentalen naturwissenschaftlichen Grundlagen der Raumenergie-Konversion wurde in [Tur 10a] aufgezeigt, allerdings konnten dabei noch keine im praktischen Aufbau umsetzbaren Parameter eingesetzt werden. Diesen Schritt zu einem praktisch realisierbaren Modell geht [Tur 10b], wobei allerdings die Leistung noch so klein ist, dass sie allenfalls zur Erzeugung sehr energiearmen Hörschalls ausreichen kann.

Der jetzt vorgestellte letzte Schritt in der logischen Kette der Theorie ist somit der Weg zum Raumenergie-Motor mit einer Leistung, die für eine technische Nutzung sinnvolle Werte erreicht. Dies ist mit der vorliegenden Arbeit gelungen, wobei ein handlicher Aufbau, der bequem auf einem Labortisch dargestellt werden kann, eine Leistungsentnahme von gut einem Kilowatt erlaubt. Aus Sicht der Raumenergie-Konversion könnte die Leistungsdichte noch wesentlich erhöht sein, denn die tatsächliche Begrenzung der entnehmbaren Leistung ist durch die Belastbarkeit des zur Verfügung stehenden Materials bedingt, namentlich durch die Feldstärke eines Dauermagneten und durch die maximale zulässige Stromdichte von Kupferdraht.

Mit dem nachfolgend präsentierten Modell ist nunmehr die Theorie so weit entwickelt, dass ein experimenteller Aufbau des Raumenergie-Motors wünschenswert wird. Der nächste logische Schritt ist also kein theoretischer, sondern eine praktische Realisation.

2. Ein Erster Einstieg in die Lösung

Unser Lösungsweg setzt auf auf dem aus [Tur 10b] bekannten DFEM-Modell, welches mit dem Beispiel einer gekoppelten Schwingung aus einem mechanischen Oszillator und einem elektrischen Schwingkreis abschließt, welches in Bild 1 zu sehen ist.

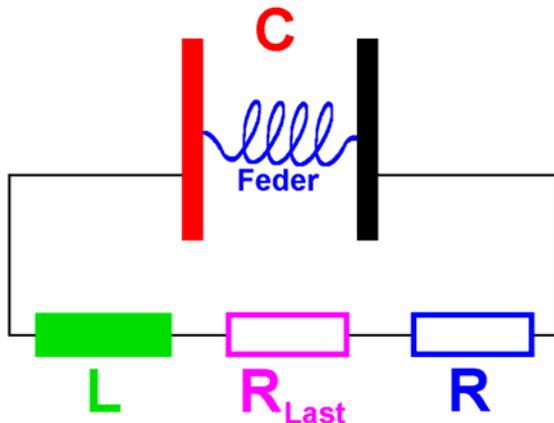


Bild 1:

LCR-Schwingkreis, bei dem ein Plattenkondensator elektrostatisch aufgeladen wird, aber aufgrund des variablen Plattenabstands eine veränderliche Kapazität hat. Koppelt man eine mechanische Schwingung der Kondensatorplatten, die durch eine mechanische Feder vermittelt wird, in geeigneter Weise mit der elektrischen Schwingung der elektrischen Ladungen in einem elektrischen Schwingkreis, in welchem der besagte Plattenkondensator die Rolle des C-Gliedes spielt, so kann bei geeigneter Einstellung der Systemparameter die Umwandlung von Raumenergie in mechanische Schwingungsenergie und elektrische Schwingungsenergie vorgenommen werden. Die Wirkung der Spule wird durch einen Spulenkern mit hoher Permeabilität verstärkt.

Leistung entnommen werden kann dem System entweder auf mechanischem Wege aus der Schwingung der Kondensatorplatten, was in Bild 2 dargestellt ist, oder auf elektrischem Wege über den Lastwiderstand R_{Last} , der mit dem Ohm'schen Widerstand R der Spule in Reihe geschaltet ist.

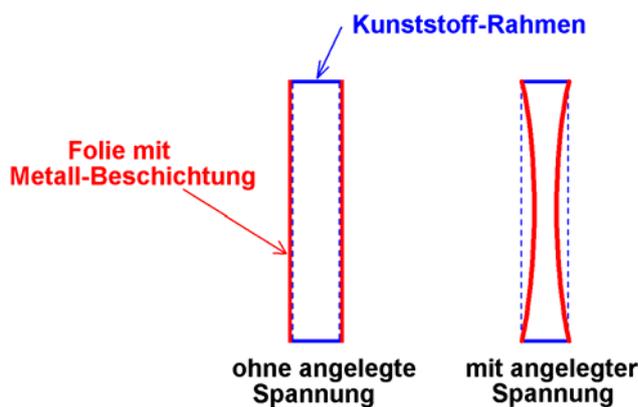


Bild 2:

Variabler Kondensator mit flexiblen Kondensatorplatten aus dehnbare dünner Plastikfolie. Zur Realisation könnte man die flexible Plastikfolie mit einer Metallschicht bedampfen und auf einen Rahmen aufspannen. Die Anordnung würde dann im Schwingkreis von Bild 1 mit Raumenergie versorgt werden und so ohne Zufuhr klassischer Energie permanent schwingen.

Die Vibration der Plastikfolie würde sich dann bei geeigneter Frequenz als Hörschall bemerkbar machen, der aufgrund der Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs (mit einer Hörgrenze von 10^{-12} Watt/m²) sehr bequem nachweisbar sein sollte. Man sollte ihn hören können, ohne dass man eine Energieversorgung der Schallquelle braucht.

Leider ist die entnehmbare Leistung auf den Bereich des Hörschalls beschränkt, wo typische Werte im Bereich der Nanowatt oder Microwatt durchaus nicht ungewöhnlich sind. Das in der zu Beginn von Abschnitt 2 genannte Beispiel erreicht nach Optimierung aller Systemparameter gerade mal eine Leistung von $P = 1.22 \cdot 10^{-9}$ Watt. Für einen prinzipiellen Grundlagenbeweis der direkt körperlich (über einen Höreindruck) erfahrbaren Nutzung von Raumenergie mag dies ein schönes Beispiel ergeben, sodaß ein praktischer Aufbau sicherlich den ein- oder anderen Kollegen vom Sinn und Zweck der Raumenergie-Forschung überzeugen mag. Für eine technische Nutzung zur Energieversorgung der Menschheit ist diese Leistung indes um etliche Zehnerpotenzen zu gering. Man stellt also nun die beiden Fragen:

- Auf welchem Weg wäre es möglich, die Leistungsdichte des Systems wesentlich zu erhöhen ?
- Durch welche Technik wird es möglich, eine höhere Leistung aus dem Systems auszukoppeln ?

Desweiteren kommt als Frage hinzu:

- Der Betrieb des Konverters nach Bild 1 und Bild 2 erfordert eine äußerst kritische Abstimmung der Systemgrößen. Gibt es eine Möglichkeit, die Operabilität des Systems zu stabilisieren ?

Im übrigen sei angemerkt, dass wir zunächst mit der Darstellung einiger Gedankengänge beginnen wollen, die noch nicht den endgültigen Weg zur Lösung zeigen, sondern nur einzelne geistige

Zwischenschritte dorthin. Man könnte darüber diskutieren, ob die Darstellung solcher Durchgangsschritte nötig ist. Im Sinne einer reinen Ergebnis-Darstellung wäre sie sicher verzichtbar, aber ohne die Darstellung dieses geistigen Weges würde man das Endergebnis in Abschnitt 6 nicht verstehen können. Aus diesem Grund ist auch der Weg dorthin unverzichtbar. Außerdem hilft die Darstellung der Zwischenschritte und Sackgassen den Kollegen, die selben Sackgassen probieren zu müssen. Allerdings wird aus Gründen der Übersicht bewusst darauf verzichtet, jeden einzelnen Durchgangsschritt, in allen Details und Herleitungen auszubreiten.

Unter den obengenannten drei Fragen zur Steigerung der Ausgangsleistung suchen wir uns die letztgenannte für den Einstieg aus.

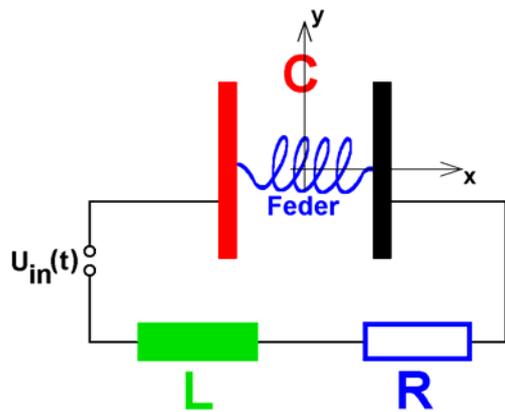
3. Stabilisierung des Betriebs von Raumenergie-Konvertern mittels Pulsbetrieb

Das Problem mit der Einstellung der Systemparameter bei von Menschenhand gebauten Raumenergie-Konvertern resultiert aus dem zeitlichen Auseinanderdriften der beiden aufeinander abzustimmenden Resonanzen, namentlich der mechanischen Resonanz und der Resonanz des elektrischen Schwingkreises. Sind die beiden Resonanzfrequenzen nicht völlig identisch, was bei jedem Aufbau aus praktischen Gründen immer der Fall sein wird, so nimmt die Phasendifferenz zwischen den beiden Schwingungen im Laufe der Zeit mehr und mehr zu. Dadurch laufen die Schwingungen auseinander und die Abstimmung der endlichen Propagationszeiten der Wechselwirkungskräfte wird mit wachsender Phasendifferenz zunehmend geringer. Aus diesem Grunde ist der Konversion von Raumenergie eine apparativ bedingte Grenze gesetzt, nämlich in folgender Art und Weise:

Mit abnehmender Abstimmung der Propagationszeiten der Wechselwirkungskräfte sinkt auch die pro Zeiteinheit konvertierte Raumenergie, also die konvertierte Leistung. Das System erreicht dadurch schließlich einen Zustand, ab dem es sich aus der Raumenergie heraus nicht weiter aufschaukeln kann, und läuft damit selbsttätig in einen stabilen Zustand hinein. Maßnahmen zur Stabilisierung sind also nicht erforderlich, aber:

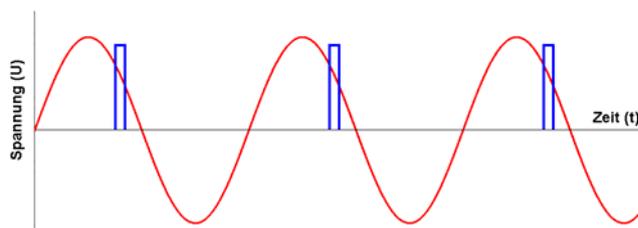
Die in dem so erreichten stabilen Betriebszustand konvertierte Leistung ist durch die Abstimmung der Systemparameter begrenzt, also nur durch die Einstellung der Apparatur, und nicht durch eine natürliche Grenze. Daraus entwickelt sich die Idee: Will man die Leistung erhöhen, dann müsste man das „Abstimmungsproblem“ der beiden Resonanzen lösen. Dafür geeignet sollte der Pulsbetrieb sein, bei dem das System periodisch immer wieder eine winzig kleine Steuerenergie als Input zugeführt bekommt, die ähnlich einem Trigger-Impuls einen „Reset“ des Systemzustands bewirkt, also das Einnehmen eines wohldefinierten Ausgangszustandes, bei dem eine optimale Abstimmung der beiden Resonanzen aufeinander gegeben ist. Von diesem Trigger-Moment an driften die beiden Resonanzen natürlich wieder auseinander, aber wir warten mit der Gabe der nächst folgenden Trigger-Pulses nicht zu lange, sodaß sich das System immer noch in einem gut abgestimmten Doppelresonanz-Zustand befindet, und den nächsten Trigger-Abstimmungs-Pulses bereits bekommt, bevor die Abstimmung zu schlecht wird. Dies ist der Grund, warum in der hier vorgestellten Arbeit die DFEM-Simulation einer Triggerung durch Pulsbetrieb versucht wurde. Ingenieure nennen einen derartigen Betrieb „phase lock“, weil die Phasen der beiden Schwingungen aneinander gekoppelt werden. Dadurch wird ein all zu weites Auseinanderdriften der Schwingungsphasen verhindert.

Da das elektrische Triggern wesentlich leichter ist als das mechanische Triggern, verwenden wir die mechanische Position der Schwingung als Trigger-Geber, durch dessen geometrische Stellung die Gabe eines elektrischen Trigger-Pulses ausgelöst werden soll. Der Trigger-Puls soll dann also in elektrischer Form in den Schwingkreis eingebracht werden, wie in Bild 3 zu sehen, das eine Erweiterung des Aufbaus von Bild 1 um einen Spannungs-Input für die Trigger-Pulse darstellt.

**Bild 3:**

Hinzufügen eines Inputs für Trigger-Pulse zu unserem Raumenergie-Konverter, der die Möglichkeit zur Verfügung stellen soll, die Schwingung der elektrischen Resonanz auf die Schwingung der mechanischen Resonanz abzustimmen.

Das typische Aussehen der Trigger-Pulse, die nach der mechanischen Schwingung ausgerichtet sind, kann man in Bild 4 exemplarisch erkennen.

**Bild 4:**

Rot: Mechanischen Schwingung, an der die Trigger-Pulse ausgerichtet werden.

Blau: Leistungsschwache Trigger-Pulse

Die für die Berechnung der elektrischen Schwingung zugrunde liegenden Differentialgleichungen bekommen wir damit wie folgt unter Benutzung der Spannungen, die wir nach Kirchhoff's Maschenregel aufsummieren [Ger 95]:

$$U_L + U_R + U_C = U_{in}(t)$$

$$\Rightarrow U_L + U_R + U_C = -L \cdot \ddot{Q} + R \cdot \dot{Q} + \frac{1}{C} \cdot Q = U_{in}(t). \quad (1)$$

Darin sind die Spannungen über Kondensator, Spule und Widerstand:

$$\text{nach der Definition der Kapazität } C = \frac{Q}{U} \Rightarrow U_C = \frac{1}{C} \cdot Q \quad (2)$$

$$\text{nach dem Induktionsgesetz: } U_L = -L \cdot \frac{d}{dt} I = -L \cdot \ddot{Q} \quad (3)$$

$$\text{nach dem Ohm'schen Gesetz: } U_R = R \cdot I \quad (4)$$

Dies ist eine inhomogene Differentialgleichung 2. Ordnung, deren Störfunktion gemäß Bild 4 eingesteuert wird.

Die mechanische Schwingung folgt dann der Differentialgleichung:

$$m \cdot \ddot{x}(t_i) = -D \cdot \left(x(t_{i-1}) - \frac{CD}{2} \right) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2(t_i)}{(2 \cdot x(t_i))^2} \quad \text{basierend auf der Federkraft und der Coulombkraft} \quad (5)$$

mit m =Masse und D = Hooke'sche Federkonstante

Dabei befinden sich die beiden Kondensatorplatten symmetrisch zum Koordinatenursprung an den Positionen $-x(t_i)$ und $+x(t_i)$, sodaß sich die Coulombkraft ergibt als $F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2}{(2 \cdot x(t_i))^2}$, weil der

Abstand der beiden Kondensatorplatten zueinander $2 \cdot x(t_i)$ beträgt. Für die Berechnung der Federkraft müssen wir hingegen eine andere Länge einsetzen, nämlich die Veränderung der Federlänge relativ zur ungespannten Feder. Mit CD = Länge der ungespannten Feder ergibt sich die genannte Strecke der Federspannung (bzw. Kompression) als Veränderung der Federlänge gegenüber CD gemäß $CD - 2 \cdot x(t_i)$, unter Berücksichtigung des Vorzeichens von $x(t_i)$. Betrachtet man die Bewegung der Kondensatorplatten als symmetrisch um den Koordinatenursprung, welcher im Symmetriezentrum des Kondensators verankert wurde, dann erfährt jede Hälfte der Feder mit der an ihr montierten

Kondensatorplatte genau die Hälfte dieser Auslenkung und wir erhalten eine Federkraft von $F_F = -D \cdot \left(x(t_i) - \frac{CD}{2} \right)$, wie in Gleichung (5) verwendet.

Die Kopplung der mechanischen Schwingung mit der elektrischen Schwingung erkennt man einerseits im letzten Summanden von Gleichung (5), mit dem der elektrische Teil des Aufbaus in die mechanische Schwingung einwirkt, und andererseits in Gleichung (1), wo die Kapazität C durch den mechanischen Schwingkreis beeinflusst wird.

Tatsächlich läßt sich damit ein unbefristet stabiler Betrieb des Raumenergie-Konverters erzielen, wie man unschwer in Bild 5 und Bild 6 erkennen kann.

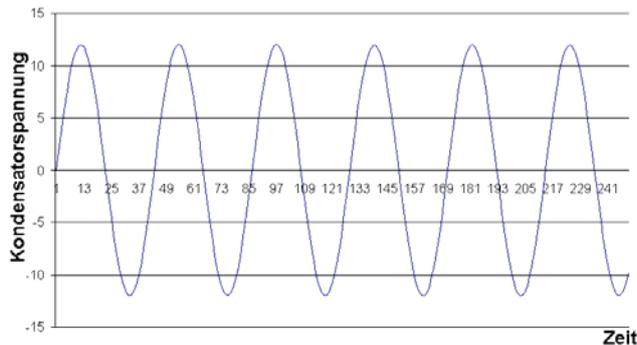


Bild 5:

Die Ladungen schwingen im Kondensator sinusförmig.

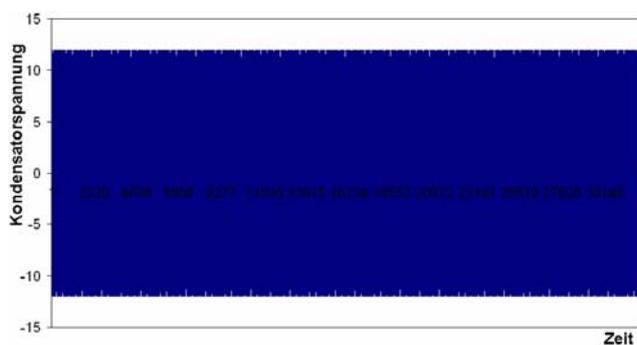


Bild 6:

Betrachtet man die Schwingung über einen längeren Zeitraum, dann reicht die Auflösung der Pixel zwar nicht mehr, um den Sinus zu erkennen, aber man sieht sehr klar die zeitlich unbegrenzt stabil laufende Schwingung.

Will man dem System Energie entnehmen, so kann man z.B. versuchen, dem Lastwiderstand elektrische Leistung zu entziehen, indem man in Gleichung (1) den Widerstand als Summe aus dem Ohm'schen Widerstand des Spulendrahtes und dem in Serie geschalteten Lastwiderstand auffaßt, gemäß der nachfolgenden Gleichungen (6), (7):

$$R = R_{Spule} + R_{Last} \quad (6)$$

$$\text{mit der Leistungsentnahme } P_{ent} = U_{Last} \cdot I_{Last} = R_{Last} \cdot I_{Last}^2 \quad (7)$$

Zwecks Leistungs-Entnahme optimiert man den Lastwiderstand in der Weise, daß eine zu starke Dämpfung der Schwingung vermieden wird, sodaß der Raumenergie-Motor gerade eben stabil laufen kann. Was dabei an Leistung in einem Beispiel im Rahmen der vorliegenden Arbeit maximal entnommen werden konnte, sind auch wieder nur wenige Mikrowatt, wobei ungünstigerweise ein Plattenkondensator von etlichen Quadratmetern Fläche vonnöten war. Mit verschiedenen Konfigurationen der System-Parameter konnten bei Kondensator-Plattenflächen zwischen 6 m² und 20 m² Leistungen im Bereich einiger Nanowatt bis maximal einiger Zehn Mikrowatt gewonnen werden.

Trotz dieser geringen entnehmbaren Leistung ist das Ergebnis ermutigend, weil die entnommene Leistung wesentlich größer ist als die für die Trigger-Pulse benötigte aufzuwendende Leistung. Offensichtlich werden die Trigger-Pulse wirklich nur zur Steuerung benötigt, und deren mitgeführte Leistung bzw. Energie steht unbedeutend im Hintergrund. Simulationsbeispiele, bei denen die gewonnene Leistung der mechanischen Schwingung um Faktoren in der Größenordnung von 10⁶ stärker war, als die über die elektrischen Trigger-Pulse in das System eingebrachte Leistung, waren keine Seltenheit.

Zusätzlich war festzustellen, dass die mechanische Schwingung der Kondensatorplatten wesentlich mehr Energie aufnimmt als die elektrische Schwingung im LCR-Schwingkreis. Daher stellt sich natürlich die Frage, ob mechanisch dem System mehr Leistung entnommen werden kann als auf elektrischem Wege. Um dies zu untersuchen, legt man eine gleichbleibende mechanische Reibung an, ungeachtet der Frage, ob und wie den Kondensatorplatten mit mehreren Quadratmetern Fläche bei einer Amplitude der mechanischen Oszillation von wenigen Millimetern, deren mechanische Leistung wohl dosiert entnommen werden kann. Zu diesem Zweck ergänzt man die Differentialgleichung (5) der mechanischen Schwingung um eine Lastkraft konstante F_{Last} und erhält so die Schwingungs-Differentialgleichung (8) der gedämpften Schwingung.

$$m \cdot \ddot{x}(t_i) = -D \cdot \left(x(t_{i-1}) - \frac{CD}{2} \right) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2(t_i)}{(2 \cdot x(t_i))^2} - F_{Last} \quad (8)$$

Die Lastkraft stellt eine konstante Kraft dar, die der Beschleunigung entgegenwirkt (daher das negative Vorzeichen), und die zu einem frei bestimmbar Zeitpunkt zugeschaltet werden kann.

Auf diese Weise konnte zum Beispiel ein Konverter simuliert werden, bei dem

eine Eingangsleistung von $P_{input,elektr} = 1.354 \cdot 10^{-7} \text{ Watt}$

einer Ausgangsleistung von $P_{output,elektr} = 1.350 \cdot 10^{-7} \text{ Watt}$

plus $P_{output,mechan} = 2.611 \cdot 10^{-5} \text{ Watt}$ gegenüberstand.

Auch wenn die entnommene Ausgangsleistung die Leistung elektrischen Input-Trigger-Pulse um einen Faktor 194 überwiegt, so bleibt die erzielbare Gesamtleistung doch bei wenig mehr als 260 Mikrowatt begrenzt (vgl Bild 7), und das bei einer Fläche der Kondensatorplatte von 6 m^2 .

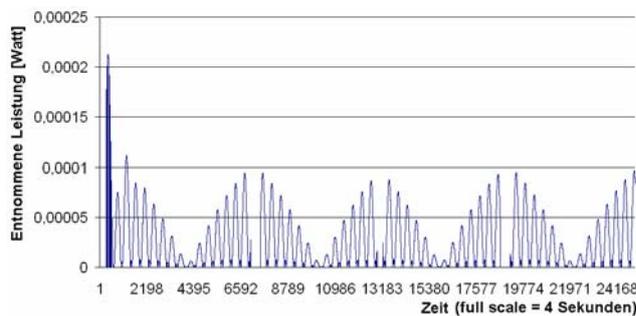


Bild 7a: Entnommene mechanische Leistung

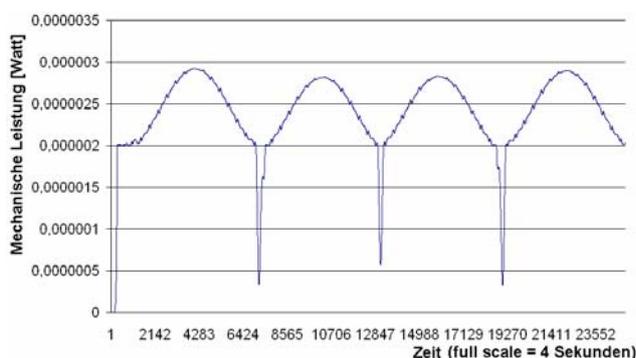


Bild 7b: Im Schwinger verbleibende mechanische Leistung.

Die elektrischen Leistungswerte sind sehr gering und werden daher hier nicht dargestellt.

Auch dieses Beispiel können wir bei weitem noch nicht als die Lösungen des Problems betrachten, auch wenn der Puls-Betrieb uns hilft, mit der Leistungen im oberen Mikrowattbereich schon fast an die Milliwatt-Grenze heranzukommen.

Vergleichende Tests mit einer geschwindigkeitsproportionalen Lastkraft $F_{Last} = \beta \cdot \dot{x}$ erlauben zwar das überschreiten der Milliwatt-Grenze, führen aber immer noch nicht zur Lösung des Problems der Leistungs-Entnahme aus dem Raumergie-Konverter. Bild 8 geht auf eine geschwindigkeitsproportionale Lastkraft zurück, wobei eine mechanische Leistungs-Entnahme von gut 4.5 Milliwatt erzielt

wurde. Die Trigger-Pulse sind an der Phasenlage der mechanischen Schwingung ausgerichtet. Zu Beginn des Laufs ist noch keine mechanische Leistungsentnahme vorhanden, und die Trigger-Pulse stoßen die Schwingung an, weshalb die Amplitude der Oszillation permanent zunimmt. Zum Zeitpunkt $t = 100 \text{ sec.}$ wird der mechanische Lastwiderstand (in Form einer geschwindigkeitsproportionalen Reibung) zugeschaltet, und zwar genau so stark, dass die Amplitude der Oszillation auf konstanten Niveau gehalten wird. Dies ermöglicht die besagte mechanische Leistung-Entnahme von gut 4.5 Milliwatt. Daß durch die mechanische Dämpfung die Schwingungsfrequenz abgesenkt wird (im Vergleich zur ungedämpften Schwingung), ist ein typisches Verhalten gedämpfter Schwingungen, das uns nicht stört, weil die Trigger-Pulse sich am Lauf der schwingenden Bewegung ausrichten.

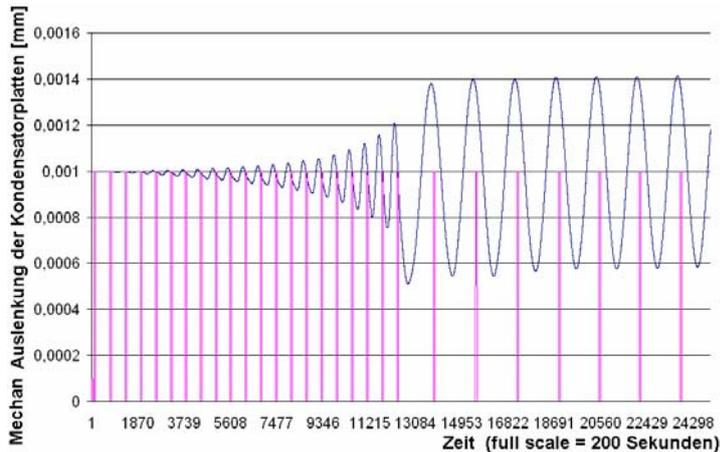


Bild 8:

blau: mechanische Auslenkung der Kondensatorplatten in Metern. Dabei liegt die Ruhelageposition bei 1.0 Millimeter = 0.001 Meter. Die Auslenkung ist gegenüber der Ruhelageposition zu verstehen.

violett: Elektrische Leistungszufuhr durch die Trigger-Pulse. Deren Spannungs-Amplitude beträgt 0.1 Volt.

Da in diesem Simulations-Beispiel aber die Kondensatorplatten eine Masse von je 440 kg aufweisen, und die Federsteifigkeit der Federn zwischen den Kondensatorplatten bei 86487 N/m liegt, verliert dieser Konverter seinen praktischen Sinn, auch wenn die Vorgaben des Simulations-Beispiels rein theoretisch erfüllbar (realisierbar) aussehen.

4. Leistungsentnahme aus der Spule

Nachdem wir nun feststellen mussten, dass wir dem Kondensator sehr schlecht Energie entnehmen können, wollen wir versuchen, ob wir der Spule Energie entnehmen können. Dies führt uns zu einem Aufbau, dessen Prinzip in Bild 9 dargestellt ist.

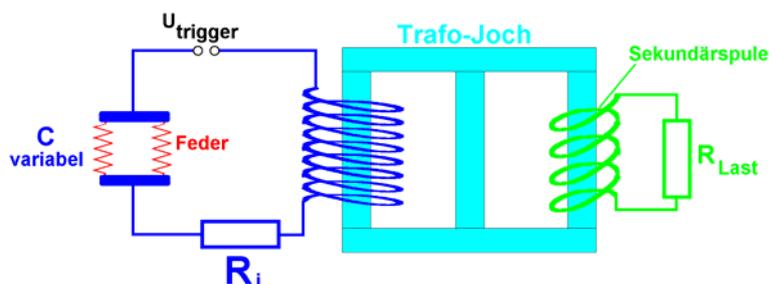


Bild 9:

Vorschlag, um die Entnahme-Möglichkeit von Energie aus dem Raumenergie-Konverter zu verbessern.

Dabei wird der im Bild 1 erwähnte Spulenkern zu einem Transformator-Joch erweitert, so dass die im LRC-Schwingungskreis befindlichen Spule zur Primärspule eines Transformators wird, über dessen Sekundärspule wir versuchen wollen, dem System Energie zu entnehmen. Getragen wird der Versuch von der Hoffnung, durch geeignete Gestaltung des Wicklungsverhältnisses (Primärspule zu Sekundärspule) eine Intendanzanpassung bewirken zu können, die eine Steigerung der Leistungsentnahme erlaubt.

Die Primärspule erzeugt mit ihren Spulenstrom ein Magnetfeld [Stö 07] von

$$H = \frac{n \cdot I}{\sqrt{l^2 + 4R^2}} \quad \text{mit } n = \text{Zahl der Windungen in der Primärspule} \quad (9)$$

$l = \text{Länge des Spulenkörpers}$
 $R = \text{Radius des Spulenkörpers}$

Daraus berechnen wir die magnetische Induktion und den magnetischen Fluss, sowie die induzierte Spannung in der Sekundärspule:

$$B = \mu_0 \mu_r \cdot H \Rightarrow \phi = \int_A \vec{B} d\vec{A} \Rightarrow U_{ind} = -m \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad \text{mit } m = \text{Zahl der Sekundär-Windungen} \quad (10)$$

Setzt man die genannten Beziehungen ineinander ein, so erhält man bei homogenem Magnetfeld für den magnetischen Fluss im Joch, der in der Sekundärspule den gleichen Wert hat wie in der Primärspule den Wert:

$$\phi = \int_A \vec{B} d\vec{A} = B \cdot A = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{n \cdot I}{\sqrt{l^2 + 4R^2}} \cdot \pi R^2 = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{\pi R^2}{\sqrt{l^2 + 4R^2}} \cdot n \cdot \frac{dQ}{dt}, \quad (11)$$

wobei die zuletzt gewählte Schreibweise an den Gebrauch in den Schwingungs-Differentialgleichungen angepasst wurde.

Damit lässt sich das Verhältnis der zeitlichen Ableitungen der Ströme in der Primärspule und in der Sekundärspule herleiten gemäß

$$\underbrace{U_{ind,2} = -n_2 \cdot \frac{d\phi}{dt}}_{\text{wegen } \phi_1 = \phi_2} = -\mu_0 \mu_r \cdot n_2^2 \cdot \frac{\pi R_1^2}{\sqrt{l_1^2 + 4R_1^2}} \cdot \frac{d^2 Q_1}{dt^2} = -L_2 \cdot \dot{Q}_2 = -\mu_0 \mu_r \cdot n_2^2 \cdot \frac{\pi R_2^2}{\sqrt{l_2^2 + 4R_2^2}} \cdot \frac{d^2 Q_2}{dt^2}, \quad (12)$$

wobei wir die Induktivitäten der beiden Spulen angeben mit

$$L_1 = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{\pi R_1^2}{\sqrt{l_1^2 + 4R_1^2}} \cdot n_1^2 \quad \text{und} \quad L_2 = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{\pi R_2^2}{\sqrt{l_2^2 + 4R_2^2}} \cdot n_2^2. \quad (13)$$

Damit lassen sich die primärseitigen Größen $Q_1, \dot{Q}_1, \ddot{Q}_1$ und die sekundärseitigen Größen $Q_2, \dot{Q}_2, \ddot{Q}_2$ ineinander umrechnen, sodass wir die Leistungsentnahme aus dem System berechnen können.

Damit lässt sich umrechnen, in welcher Weise die Sekundärspule durch einen zur Primärspule parallel geschalteten Widerstand Einzug in die Schwingungs-Differentialgleichungen finden kann.

Die Umrechnung führt nach einer langwierigen Herleitung zu der Differentialgleichung (14), die an dieser Stelle nur genannt aber nicht hergeleitet werden soll, weil sich letztlich erweisen wird, dass sich auf dem hier angedachten Weg auch keine erhebliche Steigerung der aus dem System entnehmbaren Leistung erzielen lassen kann.

$$\ddot{Q}_L = \underbrace{\frac{-1}{C \cdot (R + R_V)} \dot{Q}_L}_{\text{Term für die Leistungsentnahme}} + \underbrace{\frac{-1}{C \cdot L} \cdot \frac{R_V}{R + R_V} Q_L}_{\text{entspricht dem Kondensator}} + \underbrace{\frac{R}{L} \cdot \frac{R_V}{R + R_V} \dot{Q}_L}_{\text{entspricht dem Ohm'schen Widerstand des Spulendrahts}} - \underbrace{\frac{1}{L} \cdot \frac{R_V}{R + R_V} \cdot U_0(t)}_{\text{entspricht der Trigger-Pulsspannung}}, \quad (14)$$

worin gilt: R = Ohm'scher Widerstand des Spulendrahts
 R_V = Verbraucher-Widerstand
 C = Kapazität
 L = Induktivität
 $U_0(t)$ = ggf. anregende Spannung im Pulsbetrieb

Hiermit ist es nun gelungen, dem Konverter eine Leistung von 63 Milliwatt zu entnehmen, allerdings immer noch unter Maßgabe der bei Bild 8 beschriebenen unrealistischen Kondensatorplatten. Ohne die mehr als 20 Systemparameter, die zur der DFEM-Simulation von Differentialgleichung (14) benötigt werden, einzeln angeben zu wollen, lässt sich folgern, dass auch die im Bild 9 vorgeschlagene Vorgehensweise nur eine geringfügige Verbesserung der Situation darstellt, aber nicht den erhofften Durchbruch zur Lösung. Aus diesem Grunde soll auch hier auf eine Darstellung aller einzelnen Details verzichtet werden.

5. Variabilität der Spule

Nach diesen Erkenntnissen kommen wir zurück zu den Fragen am Ende des Abschnitts 2, die uns einen Weg zur Lösung des Energieentnahme-Problems aus dem Raumenergie-Konverter weisen sollen. Wir müssen nun feststellen, dass der Puls-Betrieb offensichtlich doch nicht die gesuchte Lösung ist, und kehren daher zurück zu den anderen beiden am Ende des Abschnitts 2 gestellten Fragen:

Um eine höhere Leistung aus dem System auskoppeln zu können, müssen wir eine höhere Leistungsdichte im System erreichen. Der Schwachpunkt im System ist der Plattenkondensator mit seiner ausgesprochen geringen Kapazität. Eine Plattenfläche von wenigen Quadratmetern mit einem Plattenabstand im Zentimeter-Bereich führt zu einer reichlich niedrigen Kapazität. Dem Beispiel zu Bild 8 lag eine Kapazität von 79.7 nF zu Grunde bei einer Plattenfläche von 6m².

Wollen wir die Leistungsdichte und die Energiedichte im System steigern, dann brauchen wir wegen der Gleichungen (15) und (16) die Möglichkeit, einen wesentlich größeren Kondensator zu verwenden, denn der Kondensator ist aufgrund seiner kleinen Kapazität unter allen Komponenten diejenige mit der geringsten Energie und Energiedichte.

$$\text{Energie des Kondensators} \quad E_c = \frac{1}{2} C \cdot U^2 \quad (15)$$

$$\text{Energie der Spule} \quad E_L = \frac{1}{2} L \cdot I^2 \quad (16)$$

Eine Vergrößerung der Kapazität lässt sich ohne größeren Aufwand mit handelsüblichen Kondensatoren darstellen. Damit verlieren wir aber die Möglichkeit, die Kondensatorplatten variabel gegeneinander schwingen zu lassen. Gehen wir auf diesem Hintergrund nochmals zum Anfang zurück und betrachten Bild 1, so wird klar, dass wir die Variabilität des elektrischen Schwingungskreises, die wir zur Steuerung der Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungskräfte (zwecks Raumenergie-Konversion) verwendet haben, gar nicht unbedingt benötigen. Ebenso gut können wir die Variabilität des Kondensators auch durch eine Variabilität der Spule ersetzen. Damit kommen wir zu einer Anordnung wie in Bild 10. Eine gute Ankopplung der mechanischen Schwingung an die elektrische Schwingung setzt voraus, dass beide Schwingungen etwa gleich große Energiemenge und Leistungen aufnehmen können.

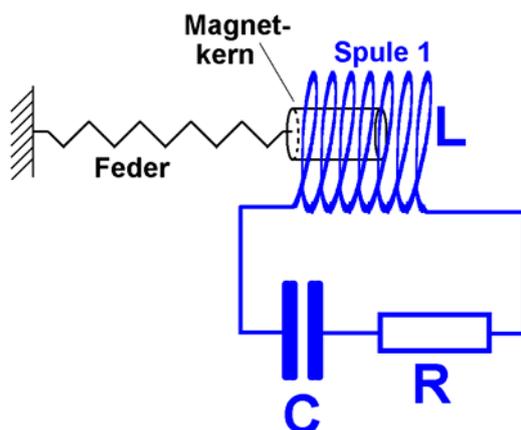


Bild 10:

Vorschlag zur Verbesserung des Raumenergie-Motors, namentlich zur Verbesserung der Ankopplung der elektrischen Schwingung an die mechanische Schwingung.

Die Variabilität der Induktivität wird erreicht durch einen Spulenkern mit einer von 1 verschiedenen Permeabilität $\mu_r \neq 1$.

Dabei wird ein Spulenkern mit einer deutlich von 1 verschiedenen Permeabilität beweglich in die Spule eingebracht, so dass eine Schwingung des Spulenkerns die Induktivität der Spule drastisch verändert. Der Spulenkern wird nun an einer Feder fixiert, sodass die mechanische Oszillation nicht mehr die Kapazität des Kondensators verändert, sondern die Induktivität der Spule. Da es nun möglich wird, die Energiedichte des Kondensators wesentlich zu vergrößern, und damit auch die Energiedichte des gesamten Schwingkreises, können wir mit wesentlich höheren elektrischen Leistungen arbeiten, als bisher.

Das Verfahren hat allerdings den Nachteil eines erheblichen mathematischen Aufwands, da wir jetzt die Induktivität der Spule in Abhängigkeit von der Position des Spulenkerns berechnen müssen, und

Das Feld eines Leiterelementes der Schleife 1 am Ort eines Leiterelementes der Schleife 2 lautet dann (vgl. [Jac 81])

$$d\vec{H} = \frac{q_1 \cdot \vec{v}_1 \times (\vec{s}_1 - \vec{s}_2)}{4\pi \cdot |\vec{s}_1 - \vec{s}_2|^3} \cdot \frac{d\varphi}{2\pi} \quad (17)$$

Summation über alle Leiterschleifen-Elemente der Schleife 1 führt uns dann zu dem von der gesamten Leiterschleife erzeugten Feld:

$$\vec{H} = \oint_{(A)} d\vec{H} \quad \Rightarrow \quad \vec{B} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \vec{H} \quad (18a)$$

Da das Magnetfeld eines zylindrischen Dauermagneten die gleiche Gestalt hat, wie das Magnetfeld einer zylindrischen Spule, können wir diese Formel zur Berechnung der Magnetfelder beider genannter Komponenten benutzen.

Die Lorentz-Kräfte auf die Stromelemente der Spule 2 (im Feld der Spule 1) berechnen wir mit der üblichen Formel

$$d\vec{F} = I_2 \cdot (d\vec{l}_2 \times \vec{B}) \quad (18b)$$

Führt man all diese Kreuzprodukte und zum Teil vektorwertigen Integrationen aus und setzt schließlich deren Ergebnisse in die Summationen über alle Wechselwirkungen zwischen allen Leiterschleifenpaaren ein, dann erkennt man die Zylindersymmetrie der Aufgabenstellung. Daraus findet man:

Die radiale Komponente des Feldes des Dauermagneten übt bei der Bewegung des Magnetkerns relativ zur Spule Lorentzkkräfte auf die Ladungsträger aus, die diese in axialer Richtung verschieben wollen, also senkrecht zur Laufrichtung der Spulendrähte. Da in dieser Richtung kein Stromfluss möglich ist, führen diese Kräfte zu einer mechanischen Verschiebung des Spulenkerns relativ zur Spule. Dies sind die Lorentzkräfte, deren Berechnung oben angedeutet wurde.

Die axialen Komponenten der Magnetfelder, die in Richtung der Spulenachsen weisen, üben bei der Bewegung des Magnetkerns relativ zur Spule Lorentzkkräfte auf die Ladungsträger aus, die in angularer Richtung die Ladungsträger im Spulendraht verschieben, also in der Richtung, in der ein Stromfluss aufgrund der Laufrichtung der Drähte möglich ist. Dies nehmen wir als induzierte Spannung wahr, die die Bewegung des Magnetkerns in der Spule erzeugt.

Der magnetische Fluss, den der Magnetkern in der Spule erzeugt, lässt sich nach längerer Herleitung ermittelnder gemäß

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \mu_0 \cdot H_x \cdot A = \frac{\mu_0 \cdot \pi \cdot r_1^2 \cdot r_2^2 \cdot I_2}{2 \cdot (r_2^2 + (x_1 - x_2)^2)^{3/2}} \quad (19)$$

Dabei ist der Spulenstrom I_2 als derjenige Strom zu verstehen, der durch die Spule 2 fließen muss, um das vom Dauermagneten erzeugte Magnetfeld zu simulieren.

Die zeitliche Ableitung des magnetischen führt dann zu der induzierten Spannung, die die Bewegungen des Magnetkerns in die Spule einbringen. Dies ist nach geeigneten Umrechnungen darzustellen als

$$U_{ind} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{-\mu_0 \cdot \pi \cdot r_1^2 \cdot r_2^2 \cdot I_2}{2 \cdot \Delta t} \cdot \left(\frac{1}{(r_2^2 + (x_1 - x_2(t))^2)^{3/2}} - \frac{1}{(r_2^2 + (x_1 - x_2(t - \Delta t))^2)^{3/2}} \right) \quad (20)$$

Somit haben wir nun die Möglichkeit zur Berechnung

- der Magnetkräfte, die die stromdurchflossene Spule auf den Magneten ausübt, sowie
- der induzierten Spannung, die der bewegte Magnet in die Spule hinein bringt, gefunden.

Damit lässt sich nun das in Bild 10 dargestellte System im DFEM-Algorithmus simulieren.

Aufgrund der Simulation lernen wir ein technisches Problem kennen, das uns noch immer daran hindert, nennenswerte Leistungen aus dem Raumenergie-Konverter-System zu entnehmen. Diese Schwierigkeit besteht aus zwei Aspekten, die einander entgegenstehen:

Der eine Aspekt liegt in der Ruhemasse des Dauermagneten. Regen wird das Konverter-System durch eine mechanische Bewegung des Dauermagneten an, dann induzieren wir aufgrund der geometrischen Schwingung des Dauermagneten einige Spannungspulse in der Spule, die aber nicht ausreichen, um eine elektrische Schwingung im elektrischen Schwingungskreis dauerhaft anzuregen. Aufgrund der Massenträgheit des Dauermagneten, der in seiner mechanischen Schwingung von der Feder ständig gebremst und wieder beschleunigt werden muss, ist es nicht möglich, eine Bewegungsgeschwindigkeit des Magneten zu erreichen, die groß genug sein würde, um eine hinreichende elektrische Energie in den elektrischen Schwingkreis einzukoppeln. Ein Energie-Übergang von der mechanischen in die elektrische Schwingung wird also durch die Masse des Dauermagneten behindert. Wir können diesen Aspekt auch aus der Sicht der Feder betrachten und sagen: Ist die Feder zu schwach, dann schwingt der Magnet zu langsam, und die niedrige Bewegungsgeschwindigkeit führt dazu, dass zu wenig Spannung in die Spule induziert wird. Ist die Feder hingegen zu stark, dann wird die mechanische Amplitude des Magneten zu klein, und die Ankopplung an den elektrischen Schwingkreis klappt ebenfalls nicht.

Den anderen Aspekt der Schwierigkeit erkennt man, wenn man versucht, das System von elektrischer Seite aus anzuregen. Alleine schon aufgrund des Ohm'schen Widerstands des Spulendrahtes, ist die elektrische Schwingung eine gedämpfte. Sie klingt viel zu rasch ab, um an den trägen Dauermagneten genug Energie übertragen zu können, so dass dieser aufschwingen könnte.

Wollte man im System die mechanische Bewegung an die elektrische Schwingung anpassen, dann müsste man die beiden aufeinander abstimmen, was sich nur dann als möglich herausstellt, wenn man die Masse des Dauermagneten als ausgesprochen klein ansetzt. So klein müsste sie sein, dass die Dichte des Magnetmaterials geringer wäre, als die Dichte der Luft. Da dies offensichtlich unmöglich ist, erlaubt der gesamte gewählte Aufbau nach Bild 10 noch nicht einmal einen vernünftigen Betrieb des Systems als Raumenergie-Konverter. Und da das System nicht in der Lage ist, als Raumenergie-Motor zu schwingen, steht keine Energie für eine Entnahme zur Verfügung.

Trotzdem nähern wir uns mit dem dargestellten Konverter-System spürbar der Lösung des Problems. Wir erkennen nämlich, daß das Einzige was uns im Wege steht, die Massenträgheit der ständig ihre Bewegungsrichtung umkehrenden Masse ist. Kämen wir in die Lage, den Magneten nicht umkehren lassen zu müssen, sondern ihn in einer fortlaufenden Bewegung periodisch zu führen, dann stünden wir direkt vor der Lösung des Problems. Eine solche gleichförmige Bewegung, die sich doch periodisch endlos wiederholt, ist eine Kreisbewegung. Die Lösung des Problems liegt also in einer Rotation des Magneten. Dass die Massenträgheit des Magneten bei einer gleichförmigen Rotation nicht stört, liegt auf der Hand. Dass die gleichförmige Rotation trotzdem eine periodische Bewegung ist, sieht man, wenn man die kartesischen Komponenten der Bewegung betrachtet. Da dieser Ansatz uns tatsächlich zu einem gut funktionierenden Raumenergie-Konverter führen wird, sei ihm ein eigener Abschnitt in dieser Arbeit gewidmet, nämlich der nachfolgende.

6. Die Lösung: Ein Raumenergie-Motor mit rotierendem Magneten

Wir wollen für die mechanische Rotation einen runden Magneten verwenden, aber für die Induktion elektrischer Spannung in die Spule ist ein homogenes Magnetfeld vorteilhaft. (Darüberhinaus werden die Berechnungen der DFEM-Simulation einfacher und übersichtlicher, wenn wir ein homogenes Magnetfeld verwenden können. Dies ist im Hinblick auf die Rechner-Laufzeit des DFEM-Algorithmus durchaus von Bedeutung), sodaß ein Magnet entsprechen Bild 13 zum Einsatz kommen soll.

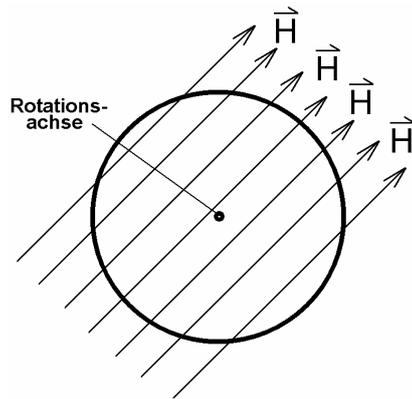


Bild 13: Ein runder Magnet, der ein homogenes Magnetfeld erzeugt. Solche Magneten gibt es zu kaufen.

Dieser Magnet rotiere in einer Spule, deren n Windungen in guter Näherung alle an einem Ort angesetzt werden, also nicht nebeneinander. Da der Magnet nicht durch Translation (wie in Absch. 5) mit der Spule in Wechselwirkung steht, sondern jetzt durch Rotation, ist dies eine gute Näherung.

Ebenfalls der Rotation geschuldet ist die Tatsache, dass wir jetzt nicht mehr linear wirkende Kräfte berechnen müssen, sondern Drehmomente, um den mechanischen Teil des Systems wirklich als reine Drehbewegung darstellen zu können. Wir betrachten also das Drehmoment auf einen magnetischen Dipol im Magnetfeld. Wegen „actio = reactio“ können wir dazu wahlweise das Drehmoment einer Spule im homogenen Magnetfeld betrachten, oder ebenso gut das Drehmomente eines Magneten mit homogenem Magnetfeld in einer Spule. Beide Betrachtungen führen zu selben Drehmoment. Da das Magnetfeld des Dauermagneten homogen ist, ist die Berechnung des Drehmoments der Spule im homogenen Magnetfeld des Dauermagneten die einfachere Variante, für die wir uns nachfolgend entscheiden.

Das magnetische Dipolmoment \vec{m} einer Spule folgt Gleichung (21), das Drehmoment der Spule im Magnetfeld folgt Gleichung (22) [Tip 03].

$$\vec{m} = n \cdot I \cdot \vec{A} \quad , \quad \text{mit} \quad I = \text{Strom} \quad (21)$$

$$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B} = n \cdot I \cdot \vec{A} \times \vec{B} \quad \vec{A} = \text{Querschnittsfläche mit Normalenvektor} \quad (22)$$

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} \quad \vec{m} = \text{Dipolmoment} \quad (23)$$

$$\vec{M} = \text{Drehmoment}$$

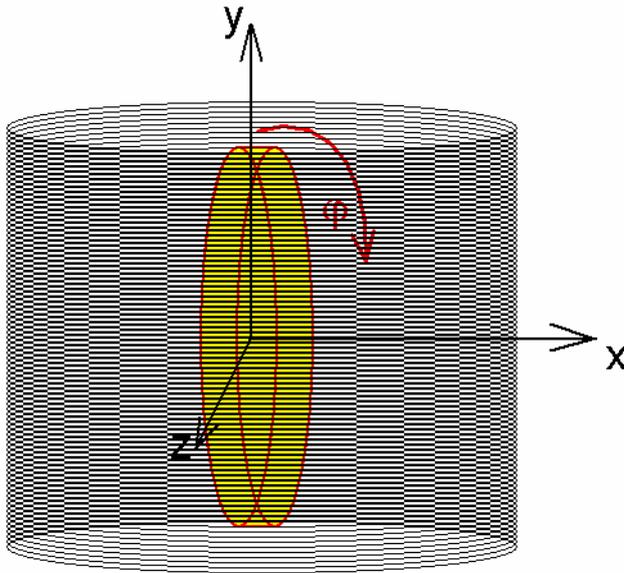
Diese Drehmoment-Berechnung steht für die mechanische Wirkung der Spule auf den Magneten. Mit seiner Hilfe berechnen wir die Ankopplung der mechanischen Kräfte an die elektrischen Spulenströme. So geht Energie von der elektrischen Schwingung in die mechanische Schwingung über.

Die umgekehrte Ankopplung, nämlich die des elektrischen Kreises an die mechanische Bewegung des Magneten müssen wir über die induzierte Spannung, die der rotierende Dauermagnet in der Spule erzeugt, berechnen. Diese Ankopplung beschreibt, wie Energie von der mechanischen Schwingung in die elektrische Schwingung hinüberkommen kann. Die Berechnung geht über den magnetischen Fluß ϕ , den der Dauermagnet in die Spule einbringt. Er lautet

$$\phi = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = \vec{B} \cdot \vec{A} = |\vec{B}| \cdot |\vec{A}| \cdot \cos(\varphi) \quad \text{mit} \quad \varphi = \varphi(t) = \text{Winkel zwischen der Magnetfeld-} \quad (24)$$

Richtung und der Flächen-Normalen
auf der Spulen-Querschnittsfläche

Die Vorstellung wird unterstützt durch Bild 14.

**Bild 14:**

Anordnung des Dauermagneten in der Spule. Der Dauermagnet rotiert um die x-Achse, sodaß der Winkel $\varphi(t)$ zwischen den Magnetfeldlinien und der y-Achse anzutragen ist.

Die induzierte Spannung ist dann

$$U_{\text{ind}} = -n \cdot \frac{d\phi}{dt} = -n \cdot |\vec{B}| \cdot |\vec{A}| \cdot \frac{d}{dt} [\cos(\varphi(t))] = \underbrace{+n \cdot |\vec{B}| \cdot |\vec{A}| \cdot \sin(\varphi(t))}_{\text{Kettenregel beim Ableiten}} \cdot \dot{\varphi}(t) \quad (25)$$

Für das Drehmoment, das den rotierenden Magneten beschleunigt oder bremst, ist somit die x-Komponente von \vec{M} verantwortlich. Da die Vektorrechnung nach Gleichung (22) am bequemsten in kartesischen Koordinaten ausführen ist, schreiben wir (wobei das Weglassen der Vektorpfeile eine Betragsbildung bedeutet):

$$\vec{m} = n \cdot I \cdot \vec{A} = n \cdot I \cdot A \cdot \vec{e}_y = n \cdot I \cdot A \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (26)$$

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} = \mu_0 H \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ \cos(\varphi(t)) \\ \sin(\varphi(t)) \end{pmatrix} \quad (27)$$

$$\Rightarrow \vec{M} = \vec{m} \times \vec{B} = n \cdot I \cdot A \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \times \mu_0 H \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ \cos(\varphi(t)) \\ \sin(\varphi(t)) \end{pmatrix} = \mu_0 \cdot n \cdot I \cdot A \cdot H \cdot \begin{pmatrix} \sin(\varphi(t)) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (28)$$

Wir bekommen also für die entscheidende x-Komponente des Drehmoments:

$$M_x = B_0 \cdot n \cdot I \cdot A \cdot \sin(\varphi(t)) \quad \text{wegen } \vec{B}_0 = \mu_0 H \quad (29)$$

Die Induktivität der zylindrischen Spule kann man nun aus einer Standard-Formelsammlung verwenden [Stö 07] gemäß

$$L = \frac{\mu_0 \cdot A \cdot n^2}{l}, \quad \text{mit } l = \text{Spulenlänge} \quad (30)$$

Da die Rotation von selbst (also ohne Rückstellkraft) in ihren Ausgangspunkt zurückkehrt, ist keine Rückstellfeder und keine harmonische Schwingung nötig. Auf dieser Tatsache basierend, wollen wir nun die Differentialgleichungen für die Bewegung des Systems aufbauen.

Der elektrische Teil der Differentialgleichungen kann unverändert aus unseren bisherigen Überlegungen übernommen werden und folgt somit den Gleichungen (1), (2), (3), (4), wobei die anregende

Spannung $U_{in}(t)$ zu Null gesetzt werden soll, da wir ohne externe Energiezufuhr arbeiten können. Daß die Maschine als Selbstläufer hinreichend robust und stabil läuft, werden wir im weiteren Verlauf des Abschnitts 6 erkennen.

Der mechanische Teil der Differentialgleichungen basiert nun auf einer Drehbewegung, für die gilt

$$J \cdot \ddot{\varphi} = M_x = B_0 \cdot n \cdot I \cdot A \cdot \sin(\varphi(t)) \quad (31)$$

$$\Rightarrow \ddot{\varphi} - \frac{B_0 \cdot n \cdot I \cdot A}{J} \cdot \sin(\varphi(t)) = 0 \quad [\text{Dub 90}] \quad (32)$$

mit $J = \frac{1}{2} m_T r_M^2 = \text{Trägheitsmoment (der Rotation) des zylindrischen Magneten}$

$m_T = \text{Träge Masse des Magneten}$

$r_M = \text{Radius des Magneten (halber Durchmesser)}$

Diese Differentialgleichung führt in der Tat zu einer Drehbewegung.

Gekoppelt sind die Differentialgleichungen (1), (2), (3), (4) mit der Differentialgleichung (32) über die Magnetkräfte und über die induzierte Spannung. Da das System gekoppelter inhomogener Differentialgleichungen 2. Ordnung auch noch nichtlineare Störfunktionen enthält, wurde die Lösung numerisch iterativ durchgeführt, mit einem DFEM-Algorithmus, dessen Quell-Code im Anhang abgedruckt ist. Den eigentlichen Lösungskern für die Differentialgleichungen sieht man im Hauptteil des Pascal-Programms [Bor 99]. Die Kopplung der Differentialgleichungen sieht man in den Gleichungen (33) und (34), wobei allerdings im Quellcode die Aufnahme von Integrationskonstanten bei der schrittweise iterativen Lösung der Differentialgleichungen zu beachten ist [Bro 08]. Die Werte den Integrationskonstanten der jeweiligen schrittweisen Lösung sind wie üblich den Anfangsbedingungen des Systems entnommen.

$$\ddot{\varphi}(t) = -\frac{B_0 \cdot n \cdot A}{J} \cdot \dot{Q}(t) \cdot \sin(\varphi(t)) \quad (33)$$

$$\ddot{Q}(t) = \frac{B_0 \cdot n \cdot A}{L} \cdot \dot{\varphi}(t) \cdot \sin(\varphi(t)) \quad (34)$$

Zuerst müssen wir den Algorithmus verifizieren: Zum Test der Drehmoment-Berechnung wurde die Spule mit einem konstanten Strom beaufschlagt, der zylindrische Dauermagnet mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit gestartet, und die Drehung des Dauermagneten in der Spule berechnet (siehe Bild 15). Man erkennt die Modulation der Winkelgeschwindigkeit durch die Magnetkräfte.

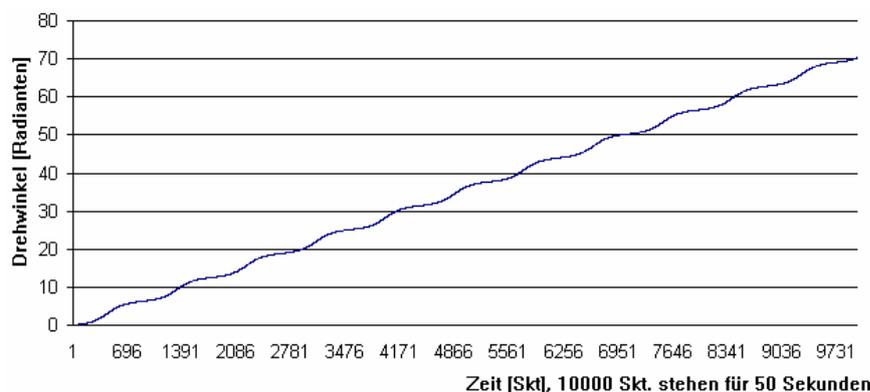


Bild 15:

Illustration der Winkelgeschwindigkeit, die durch die Magnetkräfte während der Rotation permanent beeinflusst wird.

Im übrigen findet man eine Abweichung der Winkelbeschleunigung vom sinusförmigen Verlauf, wie in Bild 16 zu sehen.

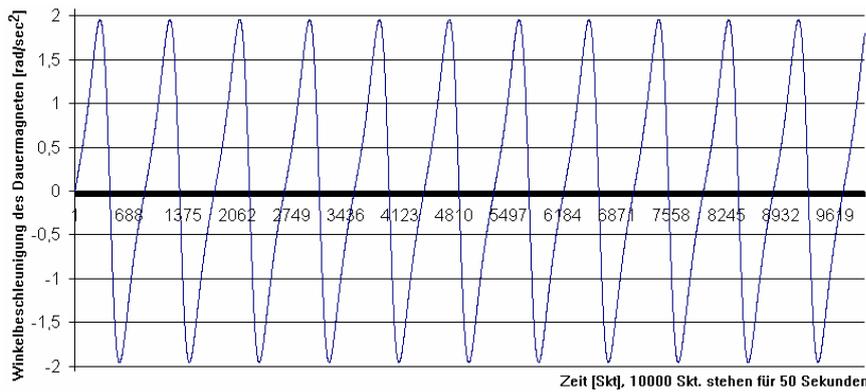


Bild 16:
Die Winkelbeschleunigung führt zum Verlauf der Winkelgeschwindigkeit nach Bild 15.

Startet man nun die Drehbewegung mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit und erlaubt der Spule, induzierte Spannung aufzunehmen und ihrerseits auch Magnetkräfte auf die Drehbewegung auszuüben, dann findet man je nach Einstellung der Systemparameter sehr unterschiedliche Verläufe des Drehwinkels und der Ladung. Ein Beispiel dafür sieht man in Bild 17 (Drehwinkel) und Bild 18 (Spulenstrom), wobei die Gesamtenergie im System einwandfrei erhalten ist. Die Summe aus der kinetischen Energie der Rotation des Magneten, der Energie der Spule und der Energie des Kondensators ist konstant, da sich potentielle Energie des Magneten im Feld der Spule sofort in elektrische Energie (in Spule und Kondensator) umwandelt.

Zur Veranschaulichung: Während des Laufs des rotierenden Magneten wird eine Spannung in der Spule induziert, die die Energie im elektrischen Schwingkreis und damit auch den Strom in der Spule ändert. Dies wiederum wirkt zurück auf das Magnetfeld, in dem der Magnet zu rotieren hat, was naturgemäß dessen Winkelgeschwindigkeit beeinflusst. Dies ist der Grund für die Veränderung der Bewegung im Laufe der Rotation.

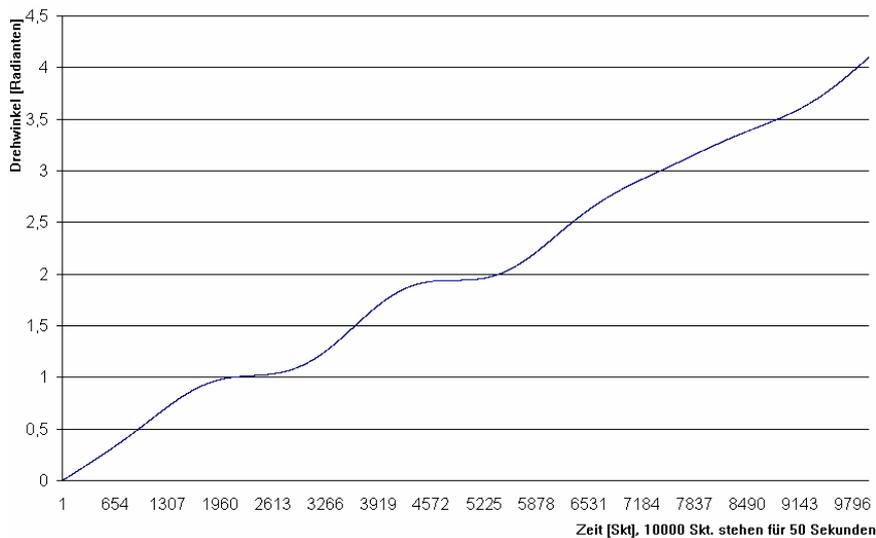


Bild 17:
Drehwinkel des Magneten in der Spule

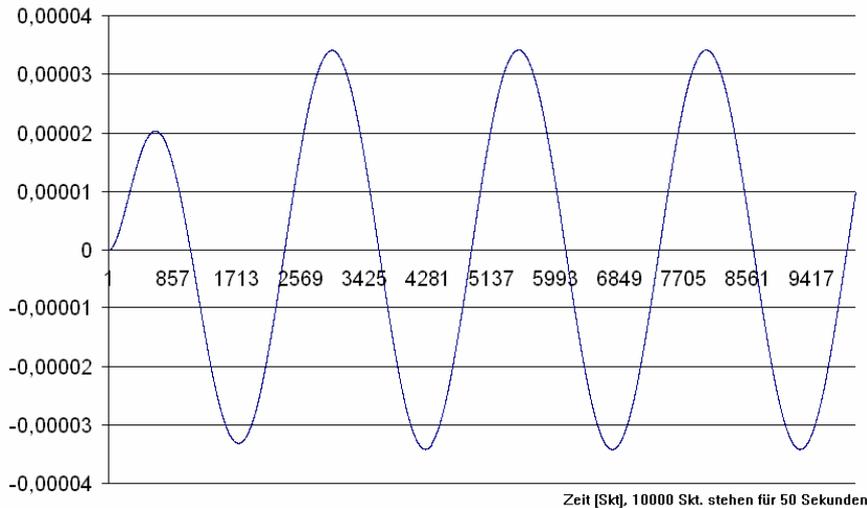


Bild 18:
Spulenstrom, den der Magnet aufgrund seiner Bewegung (Rotation) in der Spule hervorruft.

Berücksichtigt man den Ohm'schen Widerstand des Spulendrahts (und ggf. noch einen Lastwiderstand), so lässt sich folgender Test ausführen: Man starte die Drehbewegung mit gegebener Winkelgeschwindigkeit (als Anfangsbedingung der Differentialgleichungen), aber ohne (freie) elektrische Ladung im Schwingkreis. Die Bewegung des Magneten induziert eine Spannung in die Spule, die wiederum Verluste am Ohm'schen Widerstand verursacht. Dadurch wird die kinetische Energie der Rotation im Laufe der Zeit verringert (siehe Bild 19) und der Spulenstrom nimmt ebenso ab (siehe Bild 20).

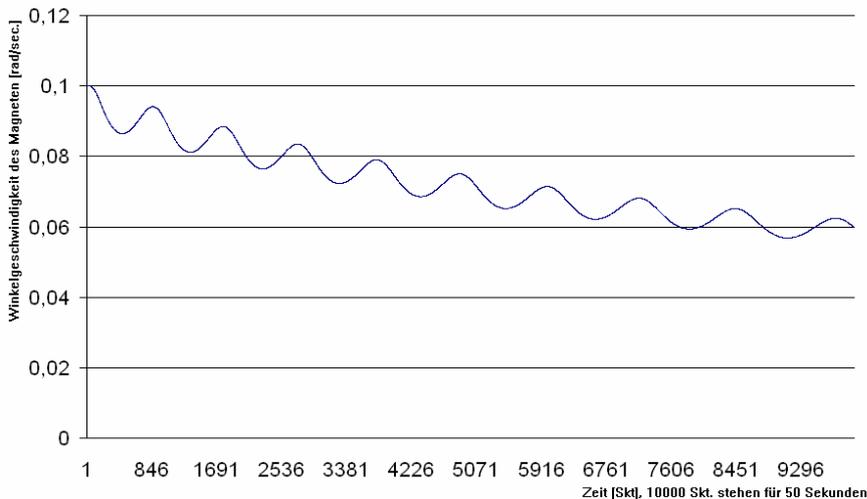


Bild 19:
Winkelgeschwindigkeit als Funktion der Zeit

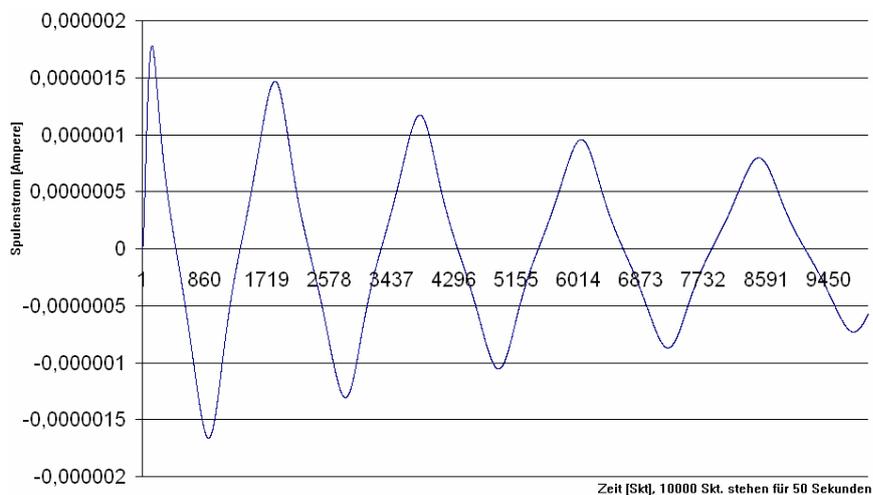


Bild 20:
Spulenstrom als Funktion der Zeit

Setzt man zum Zwecke der Verifikation der Energieerhaltung den Ohm'schen Widerstand (Spulendraht und Last) zu Null, so erkennt man einwandfrei die Erhaltung der Energie-Gesamtsumme (Bild

24) aus der Spulenergie (Bild 21), der Kondensatorenergie (Bild 22) und der Rotationsenergie des Magneten (Bild 23) [Bec 73] – solange die Systemparameter nicht auf die Wandlung von Raumenergie abgestimmt sind.

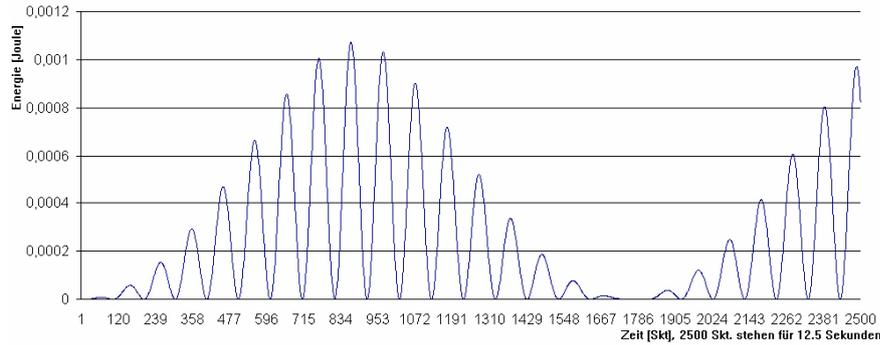


Bild 21:
Spulenergie

$$E_S = \frac{1}{2} L \cdot I^2$$

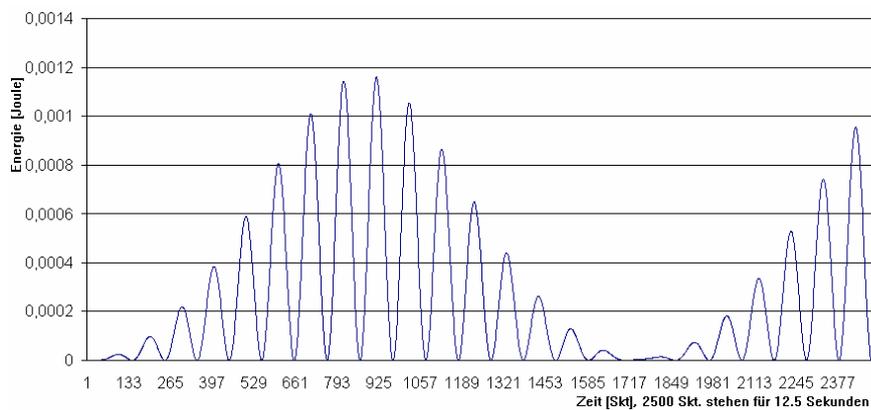


Bild 22:
Kondensatorenergie

$$E_C = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

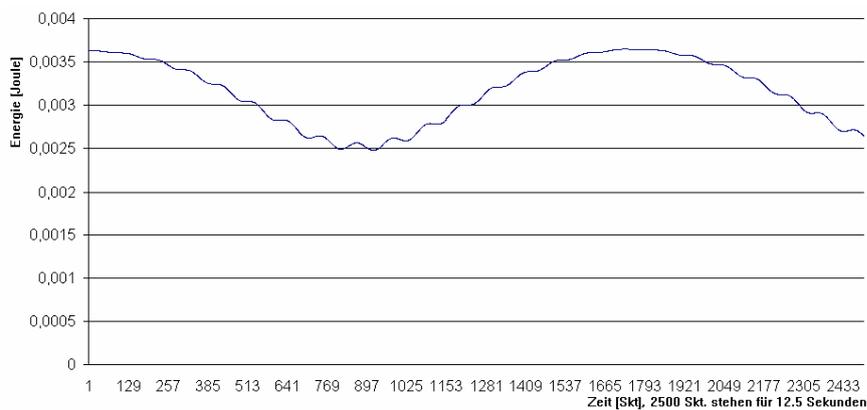


Bild 23:
Rotationsenergie

$$E_R = \frac{1}{2} J \cdot \omega^2$$

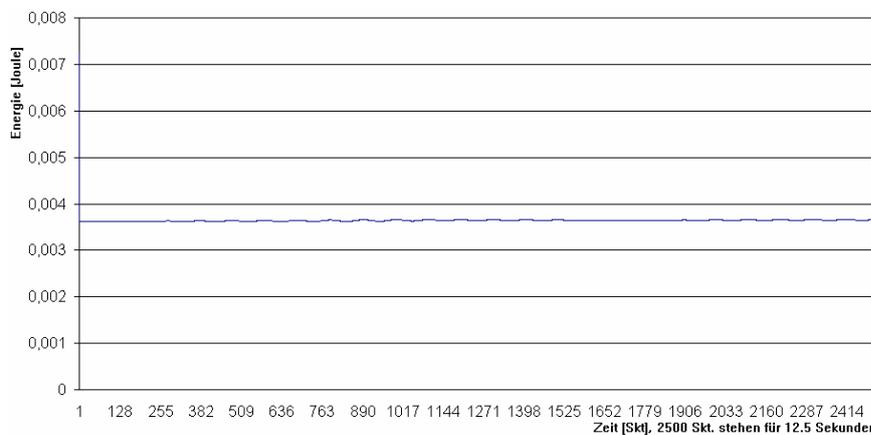


Bild 24:
Gesamt-Energiesumme

$$E_{Ges} = E_S + E_C + E_R$$

Sie ist bis auf numerisches Rauschen beim Lösen der Differentialgleichung konstant.

Wir beginnen nun die Abstimmung der Systemparameter zwecks Wandlung von Raumenergie. Dazu müssen die beiden Frequenzen der elektrischen Schwingung und der Rotationsbewegung aufeinander abgestimmt werden, aber sie dürfen nicht identisch sein, weil die Leistungsentnahme aus dem

elektrischen Schwingkreis für eine Verstimmung der Eigenfrequenz der elektrischen Schwingung sorgt.

Wir tasten uns also an die Abstimmung der Systemparameter dadurch heran, dass wir alle Ohm'schen Widerstände zu Null setzen, den Magnetrotor mit einer definierten Drehzahl starten und den elektrischen Schwingkreis auf die selbe Drehzahl abstimmen (ohne dass zu Beginn elektrische Energie im elektrischen Schwingkreis ist). Dadurch finden wir die gesuchte Doppel-Resonanz (mechanisch und elektrisch), die ein Aufschaukeln der Schwingung ermöglicht, wobei die hinzugekommene Energie aus der Raumenergie stammt. Haben wir diesen Punkt gefunden, so können wir langsam die Ohm'schen Widerstände hochfahren, aber in kleinen Schritten, unter gleichzeitiger Nachjustage der Abstimmung des elektrischen Schwingkreises mit der Rotation. Schritt für Schritt erhöhen wir den Ohm'schen Widerstand so lange bis er den Wert des Widerstandes des Spulendrahtes erreicht. Dabei achten wir darauf, dass wir bei der Justage-Prozedur die Doppel-Resonanz nicht verlieren, indem wir permanent die Kapazität des Kondensators ebenso nachjustieren wie die Windungszahl der Spule (und andere Systemparameter).

Ist dieser Punkt gefunden, so läuft der Rotor sicher und reproduzierbar mit diesen Parametern als Selbstläufer. Mit diesen Parametern starten wir den Motor mit gegebener Anfangsdrehzahl (d.h., der Motor wird einmalig von Hand angeworfen – danach läuft er von alleine weiter, mit Versorgung aus Raumenergie), und messen dann die Winkelgeschwindigkeit des Rotors (siehe Bild 25) und den Spulenstrom (Bild 26). Jetzt erkennen wir, dass die Gesamtenergie des Systems nicht mehr konstant ist, weil das System an die Raumenergie angekoppelt ist (Bild 27). Nun ist die Gesamtenergiesumme der klassischen Energie nicht mehr konstant, denn in die Energieerhaltung muß die gewandelte Nullpunktsenergie des Quantenvakuums mit einbezogen werden.

Übrigens kann man bei falscher Einstellung der Systemparameter auch umgekehrt klassische Energie in Raumenergie wandeln. Dies lässt sich feststellen, wenn man bei falscher Einstellung der Systemparameter den Motor permanent antreibt, ihm also permanent Energie zuführt. Dabei muß man dann nämlich mehr Energie zuführen, als in den Ohm'schen Widerständen des Spulendrahtes und des Lastwiderstandes verbraucht wird. Das heißt, dass in diesem Operationszustand die Gesamtenergiesumme nicht konstant ist, sondern im Laufe der Zeit abnimmt. Der Verlust an Energie, das aus der klassischen Energieerhaltung nicht erklärt werden kann, hat seinen Grund in der Umwandlung von klassischer Energie in Raumenergie. Das bedeutet, dass die Maschine in beiden Richtungen arbeiten kann – je nach Einstellung der Systemparameter: Einerseits kann sie Raumenergie in klassische Energie wandeln, aber andererseits auch klassische Energie in Raumenergie.

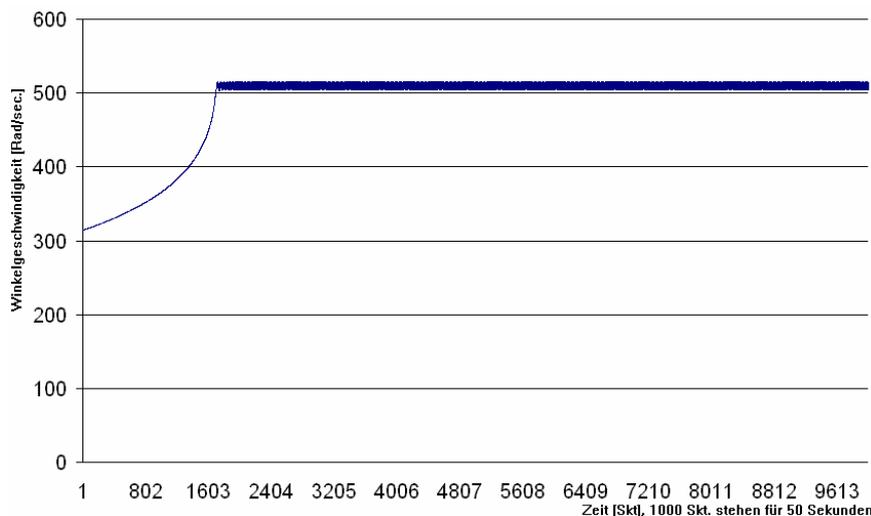


Bild 25:
Winkelgeschwindigkeit

Aufgrund der hohen Drehzahl löst die graphische Darstellung die einzelnen Schwingungsanteile nicht mehr auf.

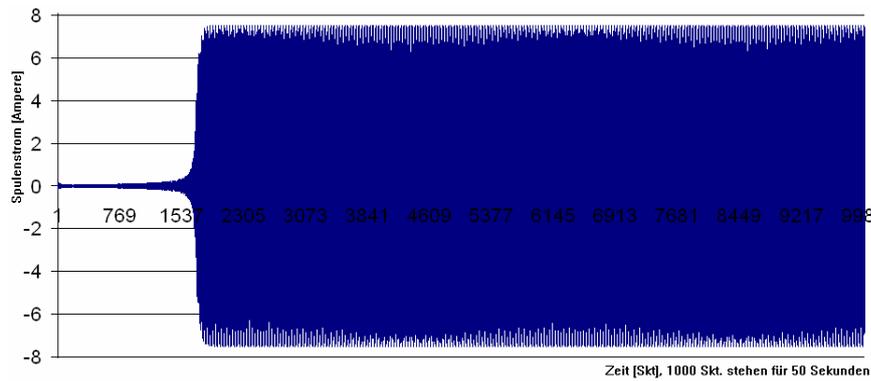


Bild 26:
Spulenstrom

Aufgrund der hohen Drehzahl löst die graphische Darstellung die einzelnen Schwingungsanteile nicht mehr auf.

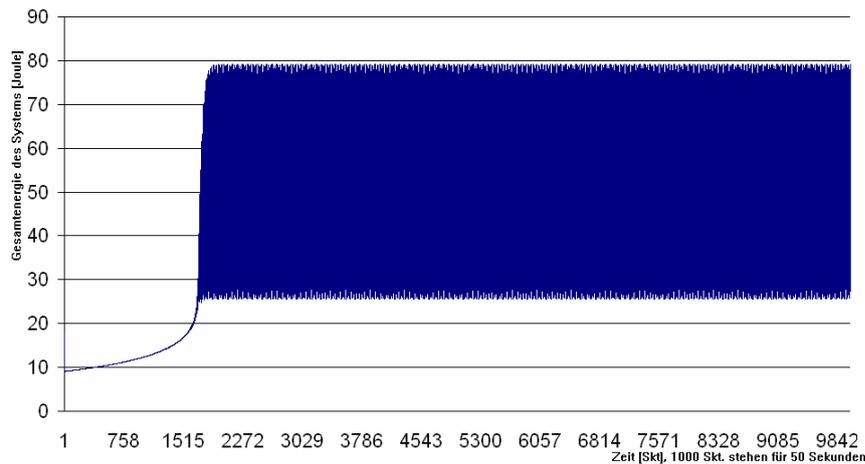


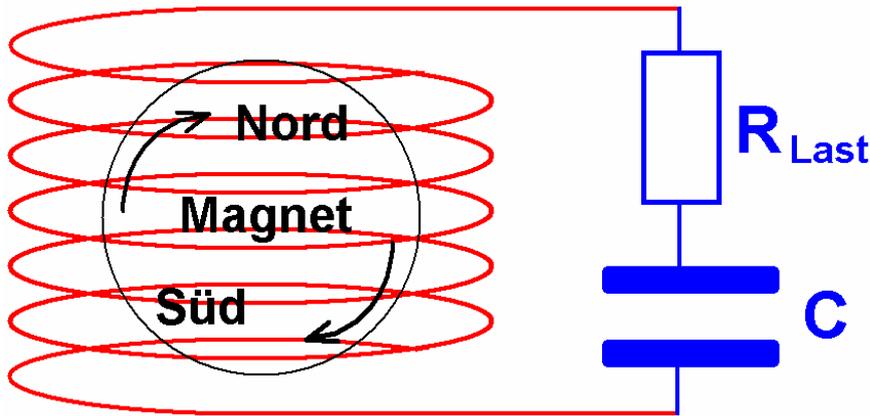
Bild 27:
Gesamtenergie des Systems

Aufgrund der hohen Drehzahl löst die graphische Darstellung die einzelnen Schwingungsanteile nicht mehr auf.

Offensichtlich beginnt das System anfangs, sich mechanisch aufzuschaukeln, es gewinnt also Raumenergie, und zwar genau so viel, bis die Drehzahl einen Wert erreicht, ab dem eine weitere Erhöhung der Drehzahl für eine Verschlechterung der Abstimmung der Systemparameter sorgen würde. An diesem Punkt hört eine mechanische Beschleunigung der Rotation auf, weil eine schnellere Drehung weniger Energie aus der Raumenergie gewinnen würde, sodaß eine zusätzliche Energiezufuhr zur weiteren Beschleunigung nicht zur Verfügung steht. Dies ist beim Zeitpunkt ca. 1700 Skt. erreicht. Da das System aber in diesem Punkt Raumenergie wandelt, geht der damit verbundene Energiegewinn zunächst in die elektrische Schwingung hinein, sodaß diese sich aufschaukelt. Das geht relativ rasch und dauert noch nicht einmal 200 Skt. der Zeit. Hat nun auch die elektrische Schwingung den Punkt erreicht, an dem eine weitere Zunahme der Energie für eine Verringerung der Raumenergie-Wandlung sorgen würde, so kann auch der elektrische Schwingkreis keine weitere Energie mehr hinzubekommen.

Auf diese Weise stabilisiert sich das System von selbst, sodaß eine periodische Anregung (Triggerung) im Pulsbetrieb gar nicht nötig ist. Das System kann also als Selbstläufer arbeiten. Begriffsprägung: Den so erreichten Betriebszustand des Raumenergie-Konverters können wir als „**energetisch gesättigt**“ bezeichnen.

Wir beginnen nun, zusätzlich zum Innenwiderstand des Spulendrahtes einen Lastwiderstand einzuführen (siehe Bild 28). Dieser entzieht dem System permanent Energie, welche wir als die Nutzenergie bzw. Nutzleistung des Raumenergie-Konverters verstehen. Dadurch kommt in der Differentialgleichung der elektrischen Schwingung zusätzlich zum Ohm'schen Widerstand noch ein Lastwiderstand hinzu, den wir in Serie schalten (siehe Gleichung 35). Die Berechnung der entnommenen Leistung folgt Gleichung 36.

**Bild 28:**

Dieser Aufbau führt letztlich zum dem im Beispiel durchgerechneten leistungsstarken Raumenergie-Konverter. Er löst nun endlich das Problem der Leistungsentnahme aus dem System.

$$-L \cdot \ddot{Q}(t) + (R + R_{Last}) \dot{Q}(t) + \frac{1}{C} \cdot Q(t) = 0 \quad (35)$$

$$P_{Last} = U_{Last} \dot{Q} = R_{Last} \dot{Q}^2 \quad (36)$$

Das Entscheidende dabei ist, dass der Konverter nicht ganz im Zustand der „energetischen Sättigung“ verbleibt, sondern kurz vorher betrieben wird, in einem Zustand, in dem der Zugewinn der Gesamtenergie aus der Raumenergie möglichst groß ist. Diesen Zustand kann man aus der Theorie heraus bequem einstellen, weil sich der Ohm'sche Widerstand langsam steigern lässt, bis ein Betrieb mit maximalem Leistungs-Output erreicht ist. (Geeignete Parameter findet man im Quellcode im Anhang.) Allerdings erfordert diese Energie-Entnahme zu Beginn einen Abgleich der anderen Systemparameter, wie etwa der Windungszahl der Spule oder Kapazität des Kondensators, etc... Ein derartiger Abgleich ist im experimentellen Aufbau wesentlich schwieriger als in der theoretischen DFEM-Simulation. Kennt man jedoch die Parameter für einen leistungsstarken Betrieb, dann kann man diesen Betriebszustand beliebig oft mit voller Belastung reproduzieren.

Da die Einstellung der Systemparameter schon in der Theorie recht schwierig war, obwohl diese Parameter sehr bequem und exakt variiert werden können (anders als im Experiment, wo die Veränderung der Aufbaus eben nicht nur das Betätigen weniger Tasten am Computer erfordert), erscheint es schlechterdings unmöglich, den Aufbau ohne theoretischen Hintergrund in die Praxis umsetzen zu können. Um den theoretischen Hintergrund allen Menschen zur Verfügung zu stellen, sind in der vorliegenden Publikation nicht nur die Formeln mit Erläuterungen präsentiert, sondern auch der Quell-code des Rechenprogramms, das nun jeder benutzen kann: Aus der Theorie müssen wir lernen, wie man der Raumenergie-Konverter bauen und einstellen muß, und da wir dies nun berechnet haben, können wir ihn hoffentlich im Labor nachbauen. Ohne die Theorie findet man nicht den geeigneten Arbeitspunkt zur Wandlung von Raumenergie.

Ist das System einmal eingestellt, so läuft es stabil, solange man nicht versucht, mehr Energie zu entnehmen, als es liefern kann. Will man mehr Leistung haben, so muß man einen größeren Motor verwenden, und das sollte kein Problem sein, denn unser Modell hat einen Durchmesser von 9 cm und eine Höhe von 6.8 cm – das ich nicht sehr viel – und wir werden bald sehen, dass er eine Leistung von 1.07 Kilowatt erzeugt.

Sinkt der Verbrauch über den Lastwiderstand, so sinkt auch die aus der Raumenergie gewandelte Leistung, weil das System den „energetisch gesättigten Zustand“ nicht überholen kann. Im Unterschied zu manch anderem Raum-Konverter-System (aus der Literatur) hat das hier vorgestellte System den Vorteil, nicht überdrehen zu können, wenn die Belastung fehlt oder zu gering wird, wie es z.B. bei einer Entwicklung von [Har 10] passiert ist. Der hier vorgestellte Konverter ist also vergleichsweise unfallsicher.

Frage: Kann die Leistungsdichte von 1.07 Kilowatt bei einem Zylinder von 9 cm x 6.8 cm noch gesteigert werden ?

Antwort: JA !

In Wirklichkeit könnte man durch Optimierung der Parameter selbst einem derart kleinen Raumenergie-Motor noch wesentlich höhere Leistungen wandeln (da wäre auch der Megawatt-Bereich kein Problem), denn die Energiedichte der Raumenergie ist immens. Tatsächlich wurde aber im vorliegenden Beispiel eine weitere Optimierung der Systemparameter wieder zurückgenommen, weil bei einer gewandelten Leistung von ca. 1kW die Leistungsdichte bereits die Belastbarkeit des Materials erreicht. Der Magnet dreht mit 6000 Umdrehungen pro Minute, was bei guter Lagerung kein Problem sein sollte. Der Kupferdraht mit 1.0 mm^2 Leiter-Querschnittsfläche wird von einem Wechselstrom in der Spitze mit $I_{\max} = 18$ Ampere durchflossen (der Effektivwert ist natürlich geringer), was für den Draht schon an die Grenze geht.

Wir betrachten einige Details des Betriebs des DFEM-Beispiel-Raumenergie-Motors:

Der Spulenstrom (siehe Bild 29) ist ein Wechselstrom, der sich wie schon in Bild 26 gesehen aufschaukelt. Man beachte, dass Bild 29 eine andere Zeitskala hat als Bild 26, was ein Erkennen des Schwingungen in der Graphik erleichtert. Man beachte aber auch, dass die Spulenenergie (wie in Bild 32 gezeigt) immer wieder periodisch zurück zu Null muß. Es muß während jeder Umdrehung des Magneten Momente geben, in denen die Spule kein Magnetfeld erzeugt, weil erst das periodische Ein- und Ausschalten des Magnetfeldes die Raumenergie wandelnde Rotation des Magneten ermöglicht. Es gibt im Verlauf jeder Umdrehung zwei Momente, zu denen der Spulenstrom ein Magnetfeld erzeugt, welches den Magneten beschleunigt. Dazwischen sind aber Momente, in denen dieses Feld den Magneten wieder abbremst würde – und genau in dieser Zeitspanne befinden sich die Ladungen im Kondensator, sodaß der Spulenstrom verschwindet und kein Magnetfeld vorhanden ist, das den Magneten abbremst könnte. Daß dadurch der Magnet beschleunigt wird, ist offensichtlich, was man auch daran erkennen kann, dass in Bild 30 der Drehwinkel nicht konstant als Funktion der Zeit hochläuft, sondern der Magnet immer schneller dreht. Wir erkennen dies ganz eindeutig, wenn wir in Bild 31 die Winkelgeschwindigkeit betrachten, die zunächst zunimmt, bis der Konverter schließlich die „energetische Sättigung“ erreicht. Daß die Winkelgeschwindigkeit nicht kontinuierlich zunimmt, sondern immer eine überlagerte Oszillation trägt, ist klar, weil der rotierende Magnet während eines Umlaufs zweimal beschleunigt wird, und dazwischen nicht. In den Phasen zwischen den Beschleunigungen wird der rotierende Magnet sogar etwas abgebremst, weil die Ladungen, die den Spulenstrom erzeugen, nur mit endlicher Geschwindigkeit die Spule verlassen können. Daß sich dabei die Gesamtenergie des Systems aufschaukelt (mit Versorgung aus der Raumenergie), weil die Phasen der Beschleunigung gegenüber den Phasen der Abbremsung dominieren, zeigt Bild 33. Offensichtlich ist aber auch die Summe aus der Spulenenergie, der Kondensatorenergie und der kinetischen Energie der Rotation einer kleinen überlagerten Oszillation unterworfen, die aus dem Schwingverhalten des elektrischen Schwingkreises herrührt.

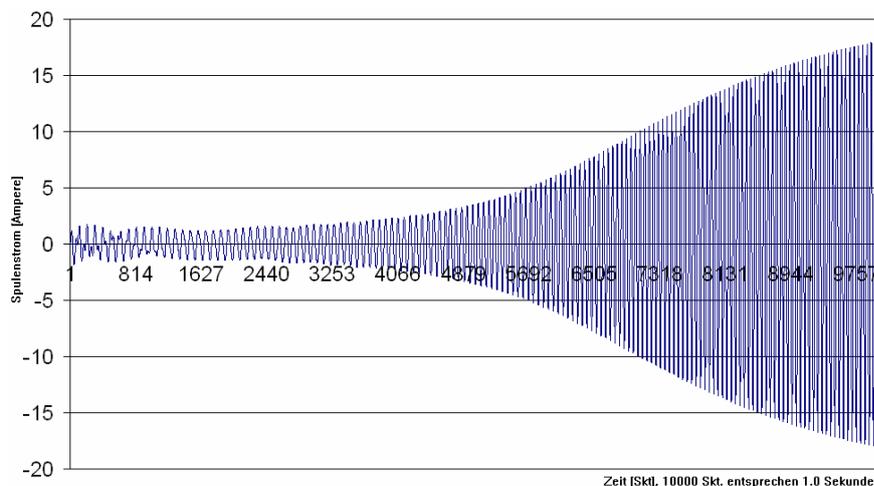


Bild 29:
Spulenstrom

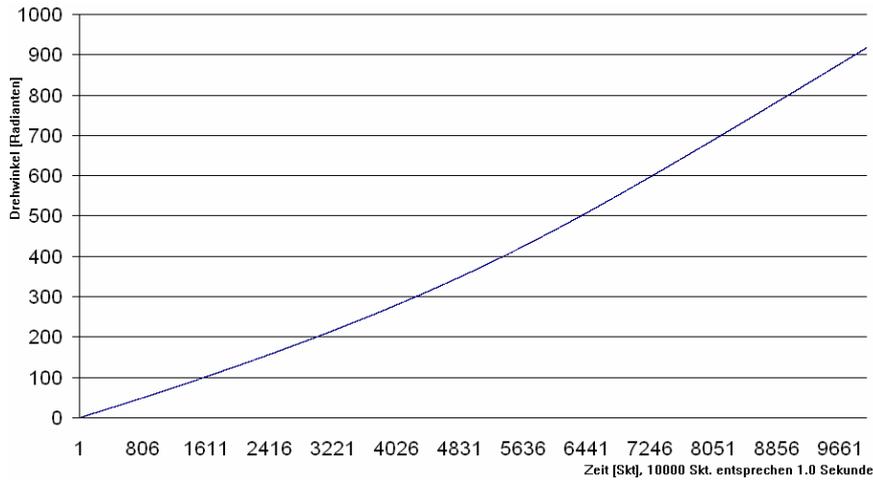


Bild 30:
Drehwinkel

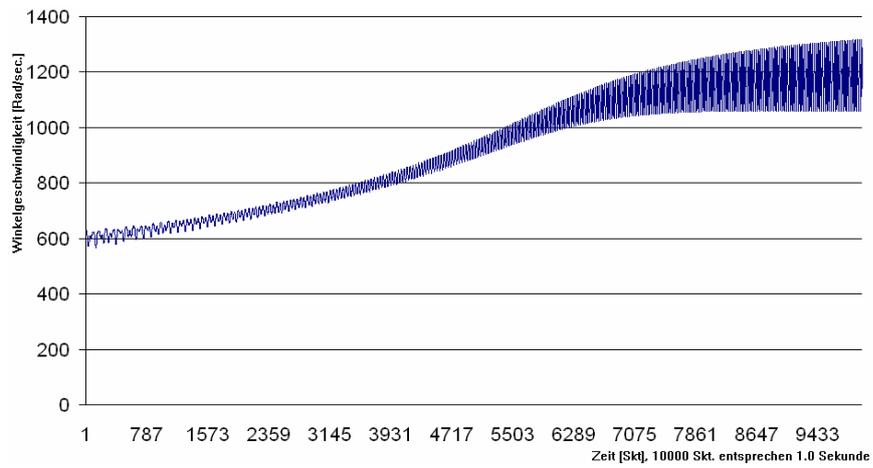


Bild 31:
Winkelgeschwindigkeit

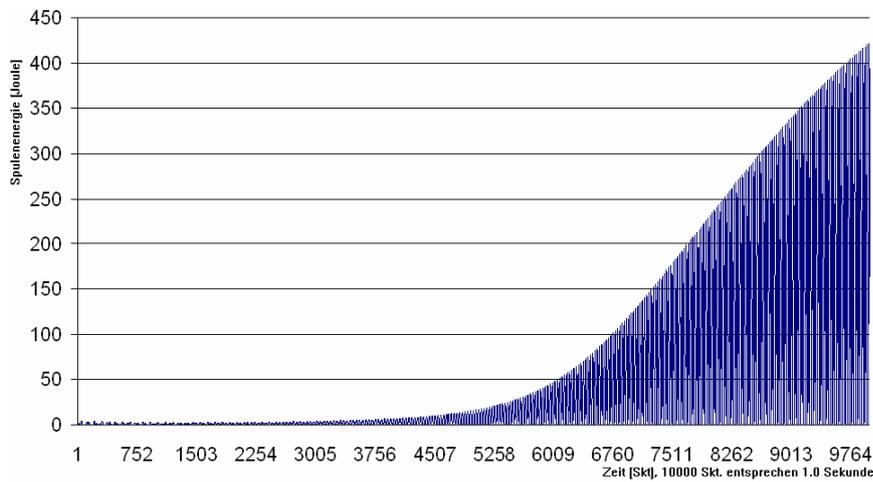


Bild 32:
Spulenergie

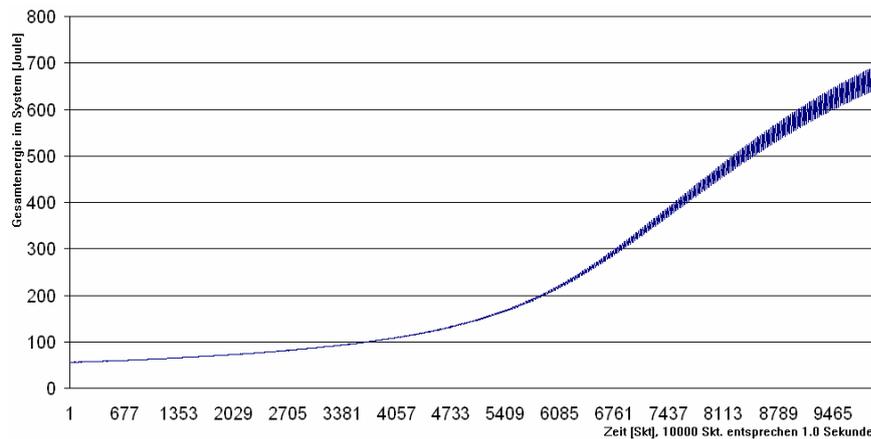


Bild 33:
Gesamtenergie des Systems

Da zu Beginn des Hauptprogramms die 11 benötigten Systemparameter aufgelistet werden, sollte es für die Leser dieser Publikation kein Problem sein, eine eigene Dimensionierung eines eigenen Systems nach den verfügbaren Materialien durchzuführen. Deshalb sind nunmehr Experimentatoren herzlich eingeladen, das Raumenergie-Konverter-System praktisch im Labor zu verifizieren. Für Rückfragen hat der Autor seine Telefonnummer und seine Email-Adresse angegeben.

7. Resumée

Als Ergebnis dieser Arbeit ist festzustellen, dass es tatsächlich gelungen ist, mit der vorhandenen Theorie der Raumenergie und der Konversion von Raumenergie einen selbstlaufenden Motor im Kilowatt-Bereich (von der Größe einer Bohrmaschine) theoretisch verstehen und zu konzipieren. Auf der Basis dieser Theorie sollten sich nun leistungsstarke Raumenergie-Konverter bauen lassen.

Anders als bei bisher aus der Literatur bekannten praktischen Versuchen, besteht nun erstmals eine vorhandene Theorie und ein grundlegendes Verständnis solcher Raumenergie-Motoren, sodaß ein praktischer Aufbau in der Bereich des Realisierbaren gerückt sein könnte.

8. Literatur-Hinweise

- [Bec 73] Theorie der Elektrizität, Richard Becker und Fritz Sauter
Teubner Verlag. 1973. ISBN 3-519-23006-2
- [Bor 99] Borland Pascal (Delphi 5 aus 1999 oder neuere Version)
- [Bro 08] Taschenbuch der Mathematik
Ilja N Bronstein, Konstantin A Semendjajew, Gerhard Musiol, Heiner Mühlig,
Verlag Harri Deutsch, 7.Auflage, 2008, ISBN 978-3-8171-2017-8
- [Dub 90] Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau , 17.Auflage
W. Beitz, K.-H. Küttner et. al., Springer-Verlag. 1990. ISBN 3-540-52381-2
- [Ger 95] Gerthsen Physik, H. Vogel
Springer Verlag. 1995. ISBN 3-540-59278-4
- [Har 10] Beispiel von Guy Hary, private communication, 2009, 2010
- [Jac 81] Klassische Elektrodynamik, John David Jackson
Walter de Gruyter Verlag. 1981. ISBN 3-11-007415-X
- [Stö 07] Taschenbuch der Physik, Horst Stöcker
Verlag Harri Deutsch. 2007. ISBN-13 978-3-8171-1720-8

[Tip 03] Moderne Physik, P. A. Tipler und R. A. Llewellyn
Oldenbourg Verlag, 2003. ISBN 3-486-25564-9

[Tur 09] Wandlung von Vakuumenergie elektromagnetischer Nullpunktsoszillationen in klassische mechanische Energie, Claus W. Turtur, Europäischer Hochschulverlag
1. Auflage 2009, ISBN: 978-3-941482-54-8
Conversion of the Zero-point Energy of the Quantum Vacuum into Classical Mechanical Energy
1. Auflage 2009, ISBN: 978-3-941482-60-9

[Tur 10a] Fundamental Basics of Vacuum-energy and the Principle of the Construction of Zero-point-energy motors, <http://wbabin.net/weuro/turtur2e.pdf> (English version)
Fundamentale Grundlagen der Raumenergie und Konstruktionsprinzipien für Raumenergie-Motoren
<http://wbabin.net/weuro/turtur2.pdf> (Deutschsprachige Version)
Claus W. Turtur, The General Science Journal, ISSN 1916-5382 (21. Oktober 2010)

[Tur 10b] DFEM-Computation of a Zero-point-energy Converter with realistic Parameters for a practical Setup
Claus W. Turtur, PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 213, (7. Dez. 2010)

9. Anhang: Quell-Code des DFEM-Algorithmus

```

Program Magnetkonverter_mit_realer_Leistungsentnahme;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs;

Const AnzPmax=10000; {Anzahl der Zeitschritte zur Lsg. der Dgl.}

Type Feld = Array[0..AnzPmax] of Double;

Var epo,muo      : Double; {Naturkonstanten}
    lichtgesch   : Double; {Lichtgeschwindigkeit}
    n            : LongInt; {Windungszahl der Spule}
    A            : Double; {Querschnittsfläche der Spule}
    Bo          : Double; {Magnetfeld (Amplitude) des Dauermagneten}
    ls          : Double; {Länge der zylindrischen Spule}
    di          : Double; {Durchmesser des Spulenkörpers}
    Dd          : Double; {Drahtdurchmesser}
    rm          : Double; {Radius des Dauermagneten}
    L           : Double; {Induktivität der Spule}
    C           : Double; {Kapazität des Kondensators}
    R           : Double; {Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes}
    rho         : Double; {Spez. Widerstand von Kupfer, je nach Temperatur, Kohlrausch,T193}
    phi,phip,phipp : Feld; {Drehwinkel und dessen Ableitungen}
    Q,Qp,Qpp    : Feld; {Ladung und deren Ableitungen}
    i           : LongInt; {Laufvariable}
    AnzP        : LongInt; {Anzahl der tatsächlich berechneten Zeit-Schritte}
    dt          : Double; {Dauer der Zeitschritte zur Lsg. der Dgl.}
    Abstd       : Integer; {Jeder wievielte Punkte soll geplottet werden}
    omo         : Double; {Kreis-Eigenfrequenz des elektrischen Schwingkreises}
    T           : Double; {Schwingungsdauer des elektrischen Schwingkreises}
    UC,UL       : Double; {Kondensatorspannung und Spulenspannung}
    rhom        : Double; {Dichte des Magnetmaterials}
    dm          : Double; {Dicke des zylindrischen Dauermagneten}
    mt          : Double; {Träge Masse des zylindrischen Dauermagneten}
    J           : Double; {Trägheitsmoment des zylindrischen Dauermagneten}
    K0,K1,K2,K3,K4,K5 : Feld; {Kontroll-Felder für Plot-Zwecke}
    EmA,EmE,siA,siE : Double; {Energie: Mittelwerte und Sigma "Anfang" und "Ende"}
    delE,sigdelE   : Double; {Veränderung der Energie-Mittelwerte "Anfang" zu "Ende"}
    UmAn          : Double; {Startwert: Umdrehungen pro Sekunde bei Anlaufen des Rotors}
    Eent          : Double; {Entnommene Energie, elektrisch}
    Rlast         : Double; {Ohm'scher Lastwiderstand}

Procedure Wait;
Var Ki : Char;
begin
  Write('<W>'); Read(Ki); Write(Ki);
  If Ki='e' then Halt;
end;

```

```

Procedure ExcelAusgabe(Name:String;Spalten:Integer;KA,KB,KC,KD,KE,KF,KG,KH,KI,KJ,KK,KL:Feld);
Var fout : Text; {Bis zu 12 Spalten zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    lv,j,k : Integer; {Laufvariable}
    Zahl : String; {Die ins Excel zu druckenden Zahlen}
begin
    Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File öffnen}
    For lv:=0 to AnzP do {von "plotanf" bis "plotend"}
    begin
        If (lv mod Abstd)=0 then
        begin
            For j:=1 to Spalten do
            begin {Kolumnen drucken}
                If j=1 then Str(KA[lv]:19:14,Zahl);
                If j=2 then Str(KB[lv]:19:14,Zahl);
                If j=3 then Str(KC[lv]:19:14,Zahl);
                If j=4 then Str(KD[lv]:19:14,Zahl);
                If j=5 then Str(KE[lv]:19:14,Zahl);
                If j=6 then Str(KF[lv]:19:14,Zahl);
                If j=7 then Str(KG[lv]:19:14,Zahl);
                If j=8 then Str(KH[lv]:19:14,Zahl);
                If j=9 then Str(KI[lv]:19:14,Zahl);
                If j=10 then Str(KJ[lv]:19:14,Zahl);
                If j=11 then Str(KK[lv]:19:14,Zahl);
                If j=12 then Str(KL[lv]:19:14,Zahl);
                For k:=1 to Length(Zahl) do
                begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
                    If Zahl[k]<>'.' then write(fout,Zahl[k]);
                    If Zahl[k]='.' then write(fout,',');
                end;
                Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung, Tabulator}
            end;
            Writeln(fout,','); {Zeilen-Trennung}
        end;
    end;
    Close(fout);
end;

```

```

Begin {Hauptprogramm}
{ Initialisierung - Vorgabe der Werte: } {Wir arbeiten in SI-Einheiten}
Writeln('Raumenergie-Konverter mit Rotation.');
```

{ Vorgabe der Werte -> Input-Parameter:}

```

epo:=8.854187817E-12{As/Vm}; {Magnetische Feldkonstante}
muo:=4*pi*1E-7{Vs/Am}; {Elektrische Feldkonstante}
lichtgesch:=Sqrt(1/muo/epo){m/s}; Writeln('Lichtgeschwindigkeit c = ',lichtgesch, ' m/s');
```

{ Spule, Magnet, Kondensator:}

```

n:=1600; {Windungszahl der Spule}
di:=0.09; {Spulenkörper-Durchmesser}
Dd:=0.0010; {Drahtdurchmesser}
Bo:=0.700; {Tesla} {Magnetfeld (Amplitude) des Dauermagneten}
ls:=0.01; {Meter} {Länge des zylindrischen Spulenkörpers}
C:=0.23E-6; {Farad} {Kapazität des Kondensators}
rm:=0.039; {Meter} {Radius des zylindrischen Dauermagneten}
dm:=0.01; {Meter} {Dicke des zylindrischen Dauermagneten}
rhom:=7.8E3; {Dichte des Magnet-Materials, Eisen, Kohlrausch Bd.3}
```

{ Abgeleitete Parameter, keine Eingabe möglich:}

```

A:=di*di; {Meter * Meter} {Querschnittsfläche der Spule}
L:=muo*a*n*n/ls; {Induktivität der Spule}
omo:=1/Sqrt(L*C); {Kreis-Eigenfrequenz des elektrischen Schwingkreises}
T:=2*pi/omo; {Schwingungsdauer des elektrischen Schwingkreises}
rho:=1.7E-8; {Ohm*m} {Spez. Widerstand von Kupfer, je nach Temperatur, Kohlrausch,T193}
R:=rho*(2*pi*di*n)/(pi*(Dd/2)*(Dd/2)); {Ohm} {Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes}
```

{ Sonstige:}

```

UmAn:=100; {Startwert: Umdrehungen pro Sekunde bei Anlaufen des Rotors}
Rlast:=28; {Ohm'scher Lastwiderstand}
AnzP:=AnzPmax; {Anzahl der Zeitschritte insgesamt}
dt:=0.0001; {sec.} {Größe der Zeitschritte}
Abstd:=1; {Jeder wievielte Punkte soll geplottet werden}
mt:=pi*rm*rm*dm*rhom; {Träge Masse des zylindrischen Dauermagneten}
J:=1/2*mt*rm*rm; {Trägheitsmoment des zylindrischen Dauermagneten}
```

{ Anzeige der Werte:}

```

Writeln('Induktivitaet der Luft-Spule: L = ',L,' Henry');
Writeln('Eigen-Kreisfreq harmon.el.Osz.: omo = ',omo:8:4,' Hz => T = ',T:15,'sec.');
```

{ Länge des Spulendrahtes: ',(2*pi*di*n),' m');}

```

Writeln('Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes: R = ',R:8:2,' Ohm');
```

{ Träge Masse des zylindrischen Dauermagneten: mt = ',mt,' kg');}

```

Writeln('Traegheitsmoment des Dauermagneten: J = ',J,' kg*m^2');
```

{ Gesamtdauer der Betrachtung: ',AnzP*dt,' sec.);}

```

{ Hier beginnt das Rechenprogramm.}
Writeln('Mechanisch und elektrisch gekoppelte Schwingung.');
```

$$UC:=0; \{Volt\} \quad Q[0]:=C*UC; \quad Qpp[0]:=0; \quad Qp[0]:=0; \{Elektrische Startwerte\}$$

$$\phi[0]:=0; \quad \phi_{ip}[0]:=UmAn*2*\pi; \quad \phi_{ipp}[0]:=0; \quad \{Mechanische Startwerte\}$$

$$Eent:=0; \quad \{Reset für: Entnommene Energie, elektrisch\}$$

$$K0[0]:=0;$$

$$K1[0]:=1/2*L*Sqr(Qp[0]); \{Spulen-Energie\}$$

$$K2[0]:=1/2*C*Sqr(Q[0]/C); \{Kondensator-Energie\}$$

$$K3[0]:=1/2*J*Sqr(\phi_{ip}[0]); \{Rotations-Energie\}$$

$$K4[0]:=K1[0]+K2[0]+K3[0]; \{Gesamt-Energie\}$$

$$K5[0]:=0;$$

```

For i:=1 to AnzP do
begin
  Qpp[i]:=-1/L/C*Q[i-1]-(R+Rlast)/2/L*Qp[i-1]; \{nach *5 von S.6\}
  Qpp[i]:=Qpp[i]+n*Bo*A*sin(\phi[i-1])*phi_{ip}[i-1]/L; \{Induzierte Spannung in Spule bringen.\}
  Qp[i]:=Qp[i-1]+(Qpp[i]-R/2/L*Qp[i-1])*dt; \{nach *3 & *4 von S.6\}
  Q[i]:=Q[i-1]+Qp[i]*dt;
  phi_{ipp}[i]:=-Bo*n*Qp[i]*A/J*sin(\phi[i-1]); \{Mechanisches Drehmoment, x-Komponente\}
  phi_{ip}[i]:=phi_{ip}[i-1]+phi_{ipp}[i]*dt;
  phi[i]:=phi[i-1]+phi_{ip}[i]*dt;
  K0[i]:=0;
  K1[i]:=1/2*L*Sqr(Qp[i]); \{Spulen-Energie\}
  K2[i]:=1/2*C*Sqr(Q[i]/C); \{Kondensator-Energie\}
  K3[i]:=1/2*J*Sqr(phi_{ip}[i]); \{Rotations-Energie\}
  K4[i]:=K1[i]+K2[i]+K3[i]; \{Gesamt-Energie\}
  K5[i]:=Rlast*Sqr(Qp[i]); \{Am Lastwiderstand entnommene Leistung\}
  Eent:=Eent+K5[i]*dt; \{Am Lastwiderstand entnommene Energie\}
end;
{ Gesamt-Energie-Bilanz und Anzeige:}
EmA:=0; EmE:=0; siA:=0; siE:=0;
For i:=1 to 10 do EmA:=EmA+K4[i]/10; \{Mittelwert zu Beginn\}
For i:=AnzP-9 to AnzP do EmE:=EmE+K4[i]/10; \{Mittelwert am Ende\}
For i:=1 to 10 do siA:=siA+Sqr(EmA-K4[i]); \{Varianz zu Beginn\}
For i:=AnzP-9 to AnzP do siE:=siE+Sqr(EmE-K4[i]); \{Varianz am Ende\}
siA:=Sqr(siA)/10; siE:=Sqr(siE)/10; \{Standardabweichungen\}
Writeln('Energie-Werte: E_Anfang = (' ,EmA:11:7,' +/- ' ,siA:11:7,') Joule');
Writeln(' E_End = (' ,EmE:11:7,' +/- ' ,siE:11:7,') Joule');
delE:=EmE-EmA; sigdelE:=Sqr(Sqr(siE)+Sqr(siA));
Writeln('=> Veraenderung: delta_E = (' ,delE:11:7,' +/- ' ,sigdelE:11:7,') Joule');
Writeln('=> Konvertierte Leistung = (' ,delE/(AnzP*dt):11:7,' +/- ' ,sigdelE/(AnzP*dt):11:7,')
Watt');
Writeln('An Rlast entnom. Leistung = ' ,Eent/(AnzP*dt):11:7, ' Watt');
ExcelAusgabe('test_04.dat',12,Q,Qp,Qpp,phi,phi_{ip},phi_{ipp},K0,K1,K2,K3,K4,K5);
Wait; Wait;
End.
```

Bauanleitung eines Raumenergie-Konverters nach realitätsnaher Berechnung DFEM-Berechnung

von Claus W. Turtur

Wolfenbüttel, den 3. April 2011

Ostfalia Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Braunschweig-Wolfenbüttel
Salzdahlumer Straße 46 – 48 38302 Wolfenbüttel Germany
Email: c-w.turtur@ostfalia.de Tel.: (+49) 5331 / 939 – 42220
Internet-Seite: <http://www.ostfalia.de/cms/de/pws/turtur/FundE>

(veröffentlicht in PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article no. 233)

PACS numbers: 88.05.Ec, 88.05.Gh, 88.05.Np, 88.90.+t

Zusammenfassung

In [Tur 11] wurde die Theorie eines leistungsstarken Raumenergie-Konverters entwickelt, und mit der Dynamischen Finite-Elemente-Methode (DFEM) simuliert. Es ergibt sich eine Maschine, die aus theoretischer Sicht für technische Anwendungen geeignet ist.

Aufgrund der Vielzahl von Anfragen zum praktischen Aufbau einer solchen Maschine im Experiment, hat sich der Autor entschlossen, mit Hilfe seines DFEM-Rechenverfahrens einen realitätsnahen konkreten Raumenergie-Motor auf dem Computer zu simulieren, und diesen mit praktischen Erläuterungen zum Aufbau der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen.

Die theoretischen Hintergründe der Berechnung werden eingehend erläutert, so dass jeder Fachkollege in der Lage sein sollte, in den im Anhang dargestellten Algorithmus eine geometrische Anordnung eines Raumenergie-Magnetmotors nach eigenen Vorstellungen einzugeben und zu berechnen.

Inhaltsverzeichnis

1. Physikalische Vorarbeit und Grundlagen
2. Bewegungen der Komponenten des Raumenergie-Konverters
3. Auswertung der Rechenergebnisse am Raumenergie-Konverter
4. Rechenbeispiel eines konkreten Raumenergie-Motors
5. Ein konkreter EMDR-Raumenergie-Konverter
6. Der EMDR-Konverter mit mechanischer Leistungsentnahme
7. Praktische Hinweise, Anleitung zum Aufbau eines EMDR-Konverters
8. Resumée
9. Literatur-Hinweise
10. Anhang: Quell-Code des DFEM-Algorithmus

1. Physikalische Vorarbeit und Grundlagen

Die DFEM-Berechnungsmethode, auf der die hier vorliegenden Berechnungen basieren, ist ein allgemeines Rechenverfahren zur Berechnung von Raumenergie-Motoren die sich im speziellen sehr gut dafür eignet, elektrische und magnetische Raumenergie-Konverter zu simulieren. Gezielt für die Raumenergie-Konverter der letztgenannten Art werden in der hier vorliegenden Arbeit die Grundlagen, ein Berechnungsverfahren und ein konkretes Beispiel bis hin zur Erstellung einer praktischen Bauanleitung vorgestellt. Grundlage des DFEM-Berechnungsverfahrens ist es, die

Bewegung der einzelnen Komponenten (mechanisch bewegte Komponenten ebenso, wie elektrische und magnetische Felder, die sich im Inneren des Raumenergie-Motors bewegen) auf fundamentale physikalische Größen zurückzuführen, deren Verhalten dann in Differentialgleichungen simuliert wird.

Um die Einsatzmöglichkeiten des hier vorgestellten Rechenverfahrens so allgemein wie möglich zu gestalten, ist es vorgesehen, eine beliebige Anzahl von Spulen ebenso wie eine beliebige Anzahl von Dauermagneten zu emulieren. Desweiteren ist natürlich auch eine Wechselwirkung mit der Außenwelt erforderlich, alleine schon, um die aus Raumenergie gewandelte Leistung entnehmen zu können. Dabei werden z.B. Spulen über externe elektrische Schaltkreise beschaltet, die dann ebenfalls über Differentialgleichungen simuliert werden. Dauermagneten werden durch Stromverteilungen in Stromschleifen emuliert, wodurch die Möglichkeit geschaffen wird, die auf die Dauermagneten wirkenden Lorentzkräfte sinnvoll zu berechnen.

Um diese abstrakte Erläuterung für alle Leser und Leserinnen greifbar und begreifbar zu machen, wurde die Rechenmethode an einem konkreten Beispiel vorgeführt, welches in einem Computerprogramm umgesetzt wurde, dessen Quellcode im Anhang der vorliegenden Publikation zu finden ist. Für das genannte konkrete Beispiel sind zwei Spulen und ein Dauermagnet vorgesehen, so wie sie in der Darstellung von Abb.1 modelliert sind.

Anzumerken sei aber noch, dass sich mit den DFEM-Verfahren auch beliebige andere Raumenergie-Konverter simulieren lassen, so dass man auch bereits bestehende Konverter aus der Theorie heraus nachrechnen kann.

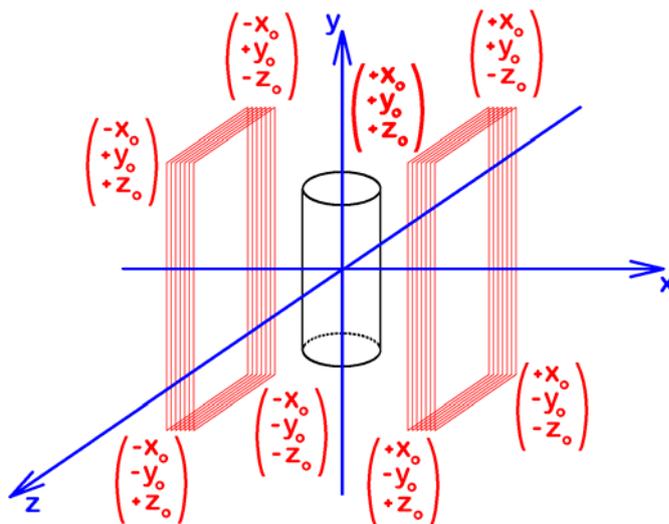


Abb.1:

In einem dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystem (blaue Farbe) sind zwei Spulen parallel zur yz-Ebene angeordnet (rote Farbe). Deren Koordinaten-Eckpunkte sind ebenso in kartesischen Koordinaten angegeben.

Ein Dauermagnet wird durch zwei Stromschleifen an dessen oberem und unterem Ende simuliert und steht für die Rotation um die z-Achse zur Verfügung.

Die Anzahl und Anordnung der Spulen und Magnete ist im DFEM-Algorithmus frei wählbar. Das hier gezeigte Beispiel entspricht dem Quellcode im Anhang der Publikation.

Um die Eingaben für die Lösung der Differentialgleichungen eines solchen Systems für den DFEM-Algorithmus vorzubereiten, benötigen wir:

- (a.) eine Berechnung der induzierten Spannung, die der rotierende Dauermagnet in die Spule einbringt
- und
- (b.) eine Berechnung der Magnetkraft, die auf den Dauermagneten wirkt.

Auf diese Weise wird die Ankopplung der beiden Teile des Systems aneinander realisiert. Dies ist einerseits die mechanische Rotation des Dauermagneten und andererseits die elektrische Schwingung in einem LC-Schwingkreis (siehe [Tur 11]), in dem die rot gezeichnete Spule eingebunden ist. Dabei erfasst die induzierte Spannung, in welcher Weise die mechanische Bewegung in das elektrische System einwirkt, und andererseits die Magnetkraft, in welcher Weise die Ströme des Schwingkreises auf die mechanische Bewegung einwirken.

Die beiden Berechnungen unter Punkt (a.) und Punkt (b.) wollen wir nun im Detail betrachten:

Zu a:

Die Berechnung der in den Spulen induzierten Spannung beruht auf einer zeitlichen Veränderung des magnetischen Flusses ψ , die durch Bewegung (in unserem Beispiel eine Rotation um die z-Achse) des oder der Dauermagneten in den Spulen zustande kommt (siehe Gleichung (1), [Jac 81]).

$$\psi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \Rightarrow U_{ind} = -N \cdot \frac{d\psi}{dt} \quad (N = \text{Windungszahl}) \quad (1)$$

Zu dieser Berechnung wird das Magnetfeld des (oder der) Dauermagneten als Vektorfeld berechnet und in einem Array abgespeichert. Im Algorithmus ist dafür das Unterprogramm „Magnetfeld_zuweisen“ verantwortlich, das mit einer Nummer versehen wurde, um verschiedene mögliche Dauermagneten zu emulieren. Das Vektorfeld wird nun starr an den Dauermagneten (bzw. an die Dauermagneten) angeoppelt, so dass es sich mit dem Magneten aufgrund dessen Rotation mitdreht. Die Rotation um die z-Achse wird dann mit der üblichen Drehtransformation nach Gleichung 2 realisiert. Darin ist φ der Drehwinkel gegenüber der y-Achse, und (x,y) sind die Koordinaten im ungedrehten Bezugssystem, in dem der Magnet entlang der y-Achse ausgerichtet ist, wohingegen (x', y') die Koordinaten im gedrehten Bezugssystem sind, in dem der Magnet um den Winkel φ gegenüber der y-Achse gedreht ist. Verantwortlich dafür ist im Algorithmus das Unterprogramm „Magnet_drehen“.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(-\varphi) & \sin(-\varphi) \\ -\sin(-\varphi) & \cos(-\varphi) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \text{Matrixmultiplikation} \quad (2)$$

Auf diese Weise lässt sich die Feldstärke ausrechnen, die der Dauermagnet an jedem beliebigen Ort im Raum erzeugt, und zwar als Funktion seines Drehwinkels φ . Verantwortlich dafür ist im Algorithmus das Unterprogramm „Feldstaerke_am_Ort_suchen“.

Am Ende dieses Unterprogramms wird der magnetische Fluss durch die Spule bestimmt, wobei eine Unterteilung der Spule in finite Elemente (mit endlicher Ausdehnung) vorhanden ist. Einerseits ist der Spulendraht in einzelne Leiterstücke endlicher Länge unterteilt, andererseits ist auch die Spulen-Querschnittsfläche in Flächenstücke endlicher Größe untergliedert. Für jedes einzelne Spulen-Flächen-Element bestimmt das genannte Unterprogramm dann den zugehörigen magnetischen Fluss, dessen Änderung als Funktion der Zeit, und daraus schließlich die induzierte Spannung in der Spule. In unserem speziellen Beispiel kommt uns dabei die Tatsache gelegen, dass die Flächen-Normalen-Vektoren dieser Spulen-Flächen-Elemente in Richtung der x-Achse zeigen, was die Bestimmung des Skalarproduktes des Feldes mit dem Flächen-Normalen-Vektor vereinfacht, wie in Gleichung (3) zu sehen (sie ist nur einfach die x-Koordinate).

$$\psi_{SFE} = \vec{B} \cdot d\vec{A} = B_x \cdot |d\vec{A}| \quad (3)$$

Der Fluss durch die gesamte Spule wird einfach als Summe über den jeweiligen Fluß durch alle Spulen-Flächenelemente (einer Spule) aufsummiert, so dass sich der Gesamtfluß durch die Spule ergibt gemäß Gleichung (4).

$$\psi_{GES} = \sum \psi_{SFE} \quad (4)$$

Anmerkung zu den Spulen-Flächen-Elementen (Index „SFE“):

Um die Variationsmöglichkeiten der Spulengeometrie so umfangreich wie möglich zu gestalten, muss die Spule als Polygonzug zwischen beliebig vorgebbaren Stützpunkten modelliert werden. Jeder Polygonzug definiert eine Fläche mit beliebiger Gestalt, so dass der Spulendraht aus Leiterschleifen-Elementen von Stützpunkt zu Stützpunkt besteht. Die Spulen-Flächen-Elemente füllen nun die von jedem Polygonzug umrundete Fläche aus, so dass der magnetische Fluss durch die gesamte Spule als Summe der finiten magnetischen Flüsse durch die einzelnen Spulen-Flächen-Elemente bestimmt werden kann.

Mit der zeitlichen Ableitung gemäß Gleichung (1) ist dann die Berechnung der induzierten Spannung fertig. Dazu wird natürlich die Abhängigkeit des Drehwinkels φ von der Zeit benötigt, also die Winkelgeschwindigkeit des Magneten zum jeweiligen Zeitpunkt. Wenn wir unsere Rechenmethode mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit kontrollieren, kommen wir zu einem Ergebnis wie z.B. dargestellt in Abb.2.

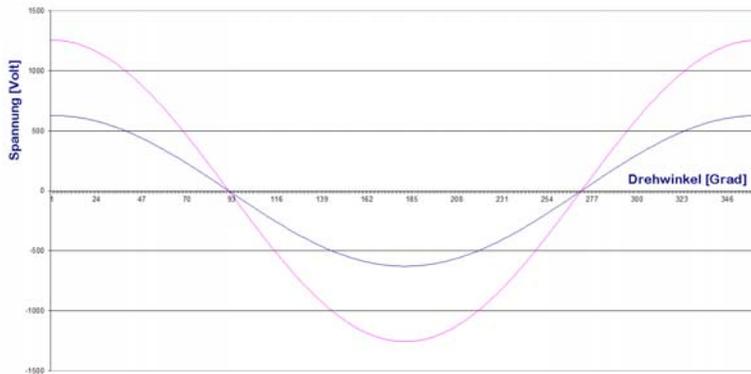


Abb.2:
Zur Verifikation der Rechenmethode wurde ein Magnet, der ein homogenes Magnetfeld erzeugt, mit konstanter Winkelgeschwindigkeit gedreht und die Berechnung der induzierten Spannung in den beiden Spulen dargestellt. Dass die Spannung in beiden Spulen unterschiedlich ist, liegt an der Tatsache, dass die eine Spule doppelt so viele Windungen hat wie die andere.

Da wir für die spätere Berechnung des Drehmoments, welches der Magnet aufgrund der Spulenströme erfährt (siehe Punkt (b.)), den Dauermagneten durch eine Konfiguration aus Leitern emulieren müssen, ist bei komplizierteren magnetischen Anordnungen (also nicht einfach bei einem simplen homogenen Magnetfeld, wie es Abbild 2 zu Grunde liegt), die Berechnung des magnetischen Flusses von der räumlichen Auflösung der Berechnung (oder der Messung und Emulation) des Magnetfeldes abhängig. Aus diesem Grunde ergibt sich für den magnetischen Fluss komplizierter Anordnungen verschiedener Leiter ein numerisches Rauschen, das naturgemäß beim Ableiten, und somit bei der Bestimmung der induzierten Spannung drastisch verstärkt wird. Ein Beispiel für ein solches Rauschen sehen wir in Abbild 3, bei dem ein Magnetfeld gemäß dem Unterprogramm „Magnetfeld_zuweisen_02“ zugrunde liegt. Noch wesentlich stärker wird das numerische Rauschen später bei der Emulation eines echten Stabmagneten ausfallen.

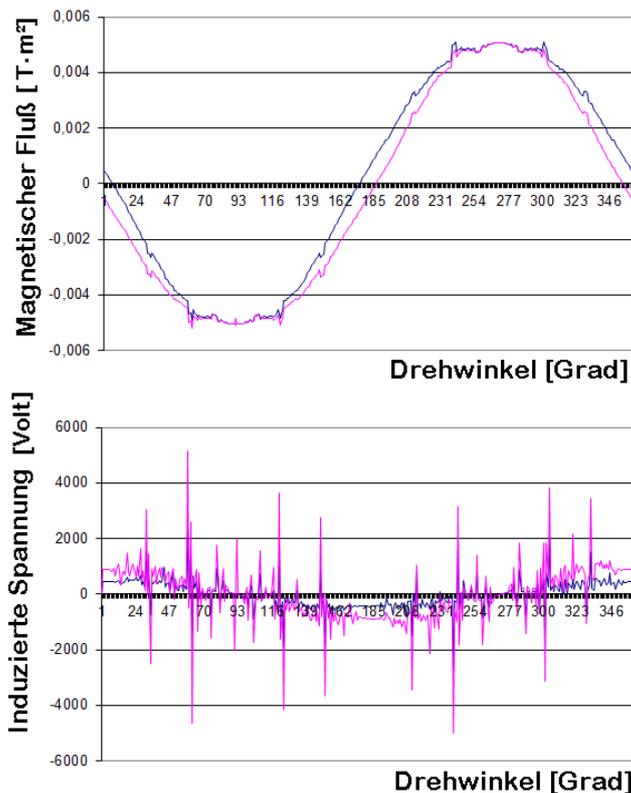


Abb.3:
Während der magnetische Fluss bei konstanter Winkelgeschwindigkeit des rotierenden Magneten ein gewisses numerisches Rauschen zeigt, erfordert die Berechnung der induzierten Spannung eine zusätzliche (nachträgliche) numerische Glättung, damit überhaupt ein sinnvoller Wert für die Weiterverarbeitung im DFEM-Algorithmus zur Verfügung gestellt werden kann.

Um das numerische Rauschen des Spannungs-Signals zu glätten, wurde eine Fourier-Entwicklung programmiert (im gleichnamigen Unterprogramm), bei der allerdings gezielt die Komponenten nur bis zu einer nicht all zu hohen Ordnung (z.B. bis zur fünften Harmonischen) mitgenommen wurden, um sicherzustellen, dass hochfrequente Anteile nicht die numerische Glättung verringern.

Im übrigen erfüllt die Entwicklung einer Fourier-Reihe die dringende Notwendigkeit der CPU-Zeit-Ersparnis bei der Berechnung des magnetischen Flusses. Da die eigentliche Berechnung des magnetischen Flusses eine Summe (nach Gleichung 4) über zeitaufwändige Rechenoperationen (Gleichungen 2 und 3) erfordert, ist deren Ausführung wesentlich langwieriger als die Berechnung von nur fünf Summanden einer Fourierreihe mit ungerader Funktionssymmetrie nach Gleichung (5). In Anbetracht der Tatsache, dass zum Lösen der Differentialgleichung eine sehr feine Zeit Diskretisierung erforderlich sein wird, mit Zeitschritten im Bereich weniger Nanosekunden, muss die Berechnung des magnetischen Flusses bei jedem Lauf des Algorithmus einige $10^8 \dots 10^9$ mal ausgeführt werden, so dass hier die CPU-Zeit-Ersparnis eine durchaus wichtige Rolle hat. Um das Ergebnis der Lösung der Differentialgleichung abzusichern, werden wir die Größe der Zeitschritte sukzessive verfeinern müssen, so dass eine Beschleunigung der innersten Rechenschleifen (dazu gehört auch die Berechnung des magnetischen Flusses) von essenzieller Bedeutung ist.

$$\psi_{GES} = \sum_{v=1}^{N_0} A_v \sin(v \omega t) \quad \begin{array}{l} \text{Näherung mit Fourier-Reihe in 5.Ordnung} \\ A_v = \text{Fourier-Koeffizienten} \end{array} \quad \text{(nach [Bro 08])} \quad (5)$$

Aufgrund der geringen Anzahl der tatsächlich verwendeten Fourier-Koeffizienten ($N_0 \leq 5$) ist deren einfache und rasche Bestimmung mittels der Gauß'schen Methode der kleinsten Abweichungsquadrate zwischen der Näherung mit Fourier-Reihe und dem eigentlichen Signal ein sehr bequemes Verfahren zur Bestimmung der Koeffizienten A_v .

Zu b:

Zur Berechnung der Lorentz-Kraft, die die Spulenströme auf den Dauermagneten ausüben, wurde wie bereits erwähnt, eine Emulation des Dauermagneten durch eine geeignet wählbare Anzahl von Stromschleifen vorgesehen. In unserem Demonstrationsbeispiel begnügen wir uns mit einem zylindrischen Stabmagneten, da dieser auch für eine spätere Realisation in einem realen Gerät einfach zu bekommen ist. Der Einfachheit halber sei hier der Stabmagnet durch zwei kreisförmige Leiterschleifen an den beiden Enden des zylindrischen Stabes repräsentiert. Das Magnetfeld des Stabmagneten wird also als Magnetfeld eines Spulenpaares emuliert. Als Parameter hierfür benötigt der Algorithmus lediglich die Länge des Zylinderstabes, dessen Durchmesser, und das Magnetfeld an den Enden des Stabes. Letzteres wird mithilfe eines fiktiven Emulationsspulen-Stroms so eingestellt, dass die Emulation die tatsächlich gemessenen Feldstärken an einem vorhandenen Stabmagneten wiedergibt.

Das Magnetfeld dieses Emulations-Spulen-Paares berechnen wir mithilfe des Biot-Savart'schen Gesetzes für einen beliebigen Aufpunkt, so wie es in Abbild 4 dargestellt ist.

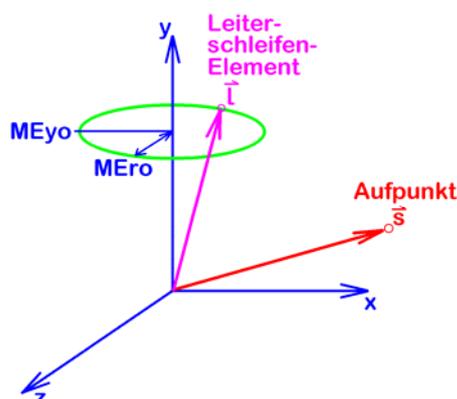


Abb.4: Veranschaulichung der Geometrie einer Leiterschleife (grün) deren Elemente durch einen Ortsvektor \vec{l} parametrisiert sind.

Nach Biot-Savart berechnet wird das Magnetfeld, das diese Leiterschleife an einem beliebigen Aufpunkt am Ort \vec{s} erzeugt.

Da die besagte Leiterschleife das obere Ende eines in Richtung der y-Achse orientierten Stabmagneten bildet, liegt sie parallel zur xz-Ebene, hat den Radius „MEro“ und befindet sich bei der y-Koordinate „MEyo“.

Eine bequeme Parametrisierung der Leiterschleife kann realisiert werden durch Gleichung 6.

$$\vec{l}(t) = \begin{pmatrix} MEro \cdot \cos(\omega t + \varphi) \\ MEyo \\ MEro \cdot \sin(\omega t + \varphi) \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{v}(t) = \frac{d}{dt} \vec{l}(t) = \begin{pmatrix} -\omega \cdot MEro \cdot \sin(\omega t + \varphi) \\ 0 \\ +\omega \cdot MEro \cdot \cos(\omega t + \varphi) \end{pmatrix} \quad (6)$$

Geben wir den Aufpunkt $\vec{s} = \begin{pmatrix} s_x \\ s_y \\ s_z \end{pmatrix}$ durch dessen kartesische Koordinaten an, so können wir mit

Gleichung (7) in das Biot-Savart'sche Gesetz einsetzen:

$$d\vec{H} = \frac{q_1 \cdot \vec{v} \times (\vec{l} - \vec{s})}{4\pi \cdot |\vec{l} - \vec{s}|^3} \cdot \frac{d\varphi}{2\pi} \quad (7)$$

Das Kreuzprodukt im Zähler lautet dort

$$\vec{v} \times (\vec{l} - \vec{s}) = \begin{pmatrix} -\omega \cdot MEro \cdot \cos(\omega t + \varphi) \cdot [MEyo - s_y] \\ \omega \cdot MEro \cdot \cos(\omega t + \varphi) \cdot [MEro \cdot \cos(\omega t + \varphi) - s_x] + \omega \cdot MEro \cdot \sin(\omega t + \varphi) \cdot [MEro \cdot \sin(\omega t + \varphi) - s_z] \\ -\omega \cdot MEro \cdot \sin(\omega t + \varphi) \cdot [MEyo - s_y] \end{pmatrix} \quad (8)$$

Damit bestimmen wir den Betrag im Nenner von Gleichung (7) zu

$$|\vec{l} - \vec{s}|^3 = \left([MEro \cdot \cos(\omega t + \varphi) - s_x]^2 + [MEyo - s_y]^2 + [MEro \cdot \sin(\omega t + \varphi) - s_z]^2 \right)^{3/2} \quad (9)$$

Damit können wir zwar im Prinzip die Ausdrücke (8) und (9) in das Kreuzprodukt von (7) einsetzen, aber es fehlt uns noch die Ladung q_1 in (8). Diese ist zu bestimmen aus dem Spulenstrom I und der Laufgeschwindigkeit der Ladung ω ständig, denn diese beiden Größen müssen kombiniert werden, um einen sinnvollen Wert für die Ladung und deren Bewegung zu erhalten. Da der Strom bekanntlich als die pro Zeiteinheit fließende Ladung zu verstehen ist, können wir schreiben:

$$\left. \begin{array}{l} I = \frac{q_1}{T} \\ T = \frac{2\pi}{\omega} \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{\omega}{2\pi} \cdot q_1 \quad (10)$$

Von den beiden Größen q_1 und ω können wir also willkürlich die Eine festlegen und die andere dann geeignet anpassen, so dass sich der richtige Spulenstrom I für die Emulationsspulen ergibt. Setzen wir also willkürlich $q_1 = 1 \text{ Ampere}$ an und passen wir dann ω so an, dass sich der gewünschte Spulenstrom einstellt. Dazu lösen wir Gleichung (10) auf nach ω :

$$\omega = \frac{2\pi \cdot I}{q_1} \quad (11)$$

Zur Summierung der infinitesimalen Feldstärken-Elemente nach Gleichung (7) könnten wir das entsprechende Ringintegral über die Leiterschleife lösen. Da im Algorithmus beliebig geformte Leiterschleifen und Stromkonfiguration vorgesehen sind, machen wir dies über eine Diskretisierung mit N finiten Feldstärke-Elementen gemäß Gleichung (12). Ebenso wie in Abb.3 hat die Diskretisierung auch hier ein numerisches Rauschen ist eine Folge.

$$\vec{H}_{GES} = \oint_{\text{Leiter-}} d\vec{H} \approx \sum_{i=0}^N d\vec{H} = \sum_{i=0}^N \frac{q_1 \cdot \vec{v} \times (\vec{l} - \vec{s})}{4\pi \cdot |\vec{l} - \vec{s}|^3} \cdot \frac{\Delta\varphi_i}{2\pi} \quad (12)$$

Diese Summierung wurde im Unterprogramm „Magnetfeld_zuweisen_03“ praktisch umgesetzt, wobei die Summationsvariable $I=0 \dots N$ dazu dient, das Argument der Parametrisierung über eine Periode laufen zu lassen, also $t=0 \dots T = \frac{2\pi}{\omega}$.

Die Kontrolle der Ergebnisse anhand der klassischen Formel der Feldstärkeberechnung (siehe Gleichung 13) entlang der Spulenachse (hier die y-Achse) bestätigt die Tauglichkeit des Verfahrens.

$$\vec{H}_{Klass} \approx \frac{I \cdot a^2}{2 \cdot (a^2 + r^2)^{3/2}} \tag{13}$$

Damit ist die reine Simulation des Magnetfeldes eines zylinderförmigen Stabmagneten mit Hilfe zweier Leiterschleifen an den beiden Enden des Zylinders erfolgreich abgeschlossen.

Die Bestimmung des Magnetfelds des Dauermagneten ist aber nicht das Ziel der Berechnung, sondern nur ein Schritt auf dem Weg dorthin. Ziel ist letztlich die Bestimmung des Drehmoments, mit dem die von den Spulen erzeugten Magnetfelder den Dauermagneten drehen. Dazu müssen wir die Lorentz-Kraft zu der dem Magnetfeld zugrunde liegenden Stromverteilung in den Dauermagnet-Emulationsspulen im Feld der äußeren Spulen bestimmen (welche in Abb. 1 in roter Farbe gezeichnet sind). Mit einfachen Worten: Welche Lorentz-Kraft übt der Spulenstrom in der rot gezeichnet Spule auf den Dauermagneten aus? Diese Lorentzkraft bildet dann die Grundlage, aus der das Drehmoment berechnet wird.

Dazu verwenden wir abermals das Biot-Savart'sche Gesetz, diesmal nun, um das Magnetfeld der rot gezeichneten Spulen an beliebigen Orten zu entwickeln, und damit eben auch an den Orten, an denen sich die Leiterschleifen-Elemente befinden, die die Stromverteilung der Magnet-Emulationsspulen wiedergeben.

Die felderzeugende Leiterschleifen-Anordnung ist also der Polygonzug der rot gezeichneten Spule, der Aufpunkt (an dessen Ort das Feld bestimmt werden soll) liegt an den Orten der Leiterschleifen-Elemente, die den Dauermagneten emulieren, so wie wir dies in Abb.5 sehen.

In Rechenbeispiel (siehe Anhang) könnte im Prinzip zu jeder der beiden Spulen (in rot) je ein Polygonzug mit je vier Stützpunkten verwendet werden. Tatsächlich sind aber zwischen den Eckpunkten der Rechteckspulen noch weitere Stützpunkte eingebracht, da diese Stützpunkte gleichzeitig verwendet werden, um die Eckpunkte der Spule-Flächen-Elemente festzulegen. Eine Erhöhung der Zahl der Stützpunkte führt also zu einer feineren Vernetzung der Spulenflächen, die der Berechnung des magnetischen Flusses durch die Spulen zugrundegelegt werden (vgl. Glg. 4).

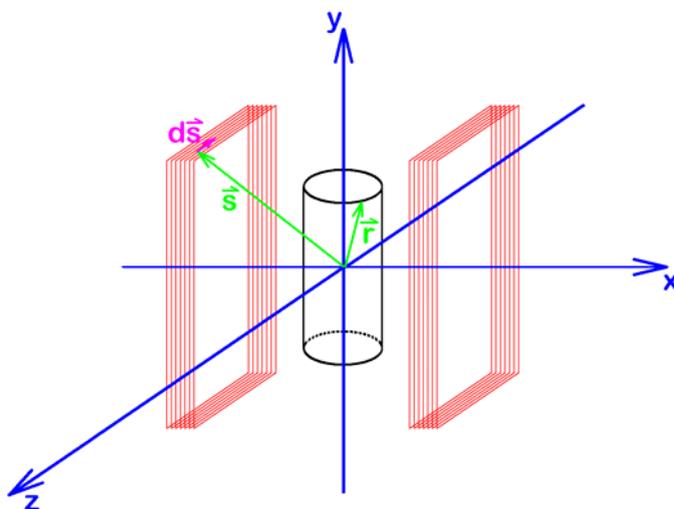


Abb.5: Veranschaulichung der Vektoren, für die Berechnung des Feldes der Spulen am Ort des Dauermagneten nach dem Biot-Savart'schen Gesetz.

$$\vec{s} = \begin{pmatrix} s_x \\ s_y \\ s_z \end{pmatrix} \quad \text{Leiterschleifen-Element}$$

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} r_x \\ r_y \\ r_z \end{pmatrix} \quad \text{Aufpunkt}$$

$$d\vec{s} = \begin{pmatrix} d\vec{s}_x \\ d\vec{s}_y \\ d\vec{s}_z \end{pmatrix} \quad \text{Ladungsbewegung am Leiterschleifen-Element}$$

Bezogen auf die Parameter nach Abb.5 können wir das Biot-Savart'sche Gesetz formulieren gemäß Gleichung (14).

$$d\vec{H} = \frac{I \cdot d\vec{s} \times (\vec{s} - \vec{r})}{4\pi \cdot |\vec{s} - \vec{r}|^3} \quad (14)$$

Das Kreuzprodukt im Zähler lautet dort

$$d\vec{s} \times (\vec{s} - \vec{r}) = \begin{pmatrix} d\vec{s}_x \\ d\vec{s}_y \\ d\vec{s}_z \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} s_x - r_x \\ s_y - r_y \\ s_z - r_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d\vec{s}_y \cdot (s_z - r_z) - d\vec{s}_z \cdot (s_y - r_y) \\ d\vec{s}_z \cdot (s_x - r_x) - d\vec{s}_x \cdot (s_z - r_z) \\ d\vec{s}_x \cdot (s_y - r_y) - d\vec{s}_y \cdot (s_x - r_x) \end{pmatrix} \quad (15)$$

Wie gewohnt setzen wir den Ausdruck nach Gleichung (15) in Gleichung (14) ein und erhalten so die finiten Feldelemente $d\vec{H}$, die jedes Leiterschleifen-Element der rot gezeichneten Spulen am Aufpunkt erzeugt, also an demjenigen Ort der Magnet-Emulations-Spulen erzeugt, die den Dauermagneten emulieren. Diese Berechnung wird für jedes einzelne Leiterschleifen-Element der Dauermagnet-Emulations-Spulen einzeln durchgeführt, um die Lorentz-Kraft auf jedes einzelne dieser Leiterschleifen-Elemente zu bestimmen (gemäß Gleichung (16)).

$$d\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times d\vec{B}) = I \cdot (\vec{l} \times d\vec{B}) \quad (16)$$

mit den Feldelementen $d\vec{B} = \mu \cdot d\vec{H}$

Die finiten Lorentz-Kraft-Elemente $d\vec{F}$ werden dann benutzt, um finite Drehmoment-Elemente zu berechnen (siehe Gleichung (16)), die auf die Drehbewegung des Dauermagneten einwirken. Deren Summationen zum Gesamtdrehmoment wird über eine diskrete Summe ausgeführt (siehe Gleichung (17)), denn die DFEM-Methode ist eine Berechnungsmethode der finiten Elemente.

$$\begin{aligned} d\vec{M} &= \vec{r} \times d\vec{F} && \text{(finites Drehmoment-Element)} \\ \vec{M}_{ges} &= \sum d\vec{M} && \text{(Summation zum Gesamt-Drehmoment, Näherung durch diskrete Summe)} \end{aligned} \quad (17)$$

Durchgeführt werden die Berechnungen im Unterprogramm „Drehmoment“.

Auch hier wird ein numerisches Rauschen des Drehmoments als Funktion des Drehwinkels festgestellt, das eine Glättung durch eine Fourier-Entwicklung sinnvoll erscheinen lässt. Wir begnügen uns abermals mit einer nicht all zu hohen Ordnung (z.B. bis zur fünften Harmonischen), um hochfrequente Anteile sicher auszuschließen (vgl. Gleichung (5)).

Auch hier ist wieder die verbrauchte CPU-Zeit für die Berechnung eines einzelnen Drehmoments zu groß, als dass man die Drehmoments-Berechnung zur iterativen Lösung der Bewegungs-Differentialgleichung all zu oft ausführen kann. Deshalb ist auch hier die Fourier-Reihe mit wenigen Summanden ein probates Mittel zur CPU-Zeit-Ersparnis im Hinblick auf die später sehr häufige Benutzung bei der iterativen Lösung der Differentialgleichung in sehr feiner Zeit-Diskretisierung.

Deshalb werden bei Gleichung (5) ebenso wie bei Gleichung (17) die Fourier-Koeffizienten der Näherungen während der Initialisierungsphase des DFEM-Programms bestimmt, um später im Hauptteil der Berechnungen (dies ist die Lösung der Bewegungs-Differentialgleichungen) auf die sehr schnell laufenden Fourier-Näherungen mit wenigen Summanden zurückgreifen zu können.

Damit sind die physikalischen Vorarbeiten abgeschlossen. Dies sind zwei Schritte:

- die Berechnung der induzierten Spannung, die die Drehung des Dauermagneten in den Spulen erzeugt, und
- die Berechnung des Drehmoments, die die Spulenströme in Dauermagneten erzeugen.

Die durch Fourier-Reihen schnell gemachten Berechnungen sind in dem im Anhang gezeigten Quellcode dokumentiert in den Unterprogrammen „Schnell_Drehmoment“, „Fluss_T“ und „Fluss_I“.

Wir fassen also das Ergebnis von Abschnitt 1 zusammen in Abb.6 und Abb.7, die exemplarisch zu der in Abb.5 skizzierten Geometrie gehört.

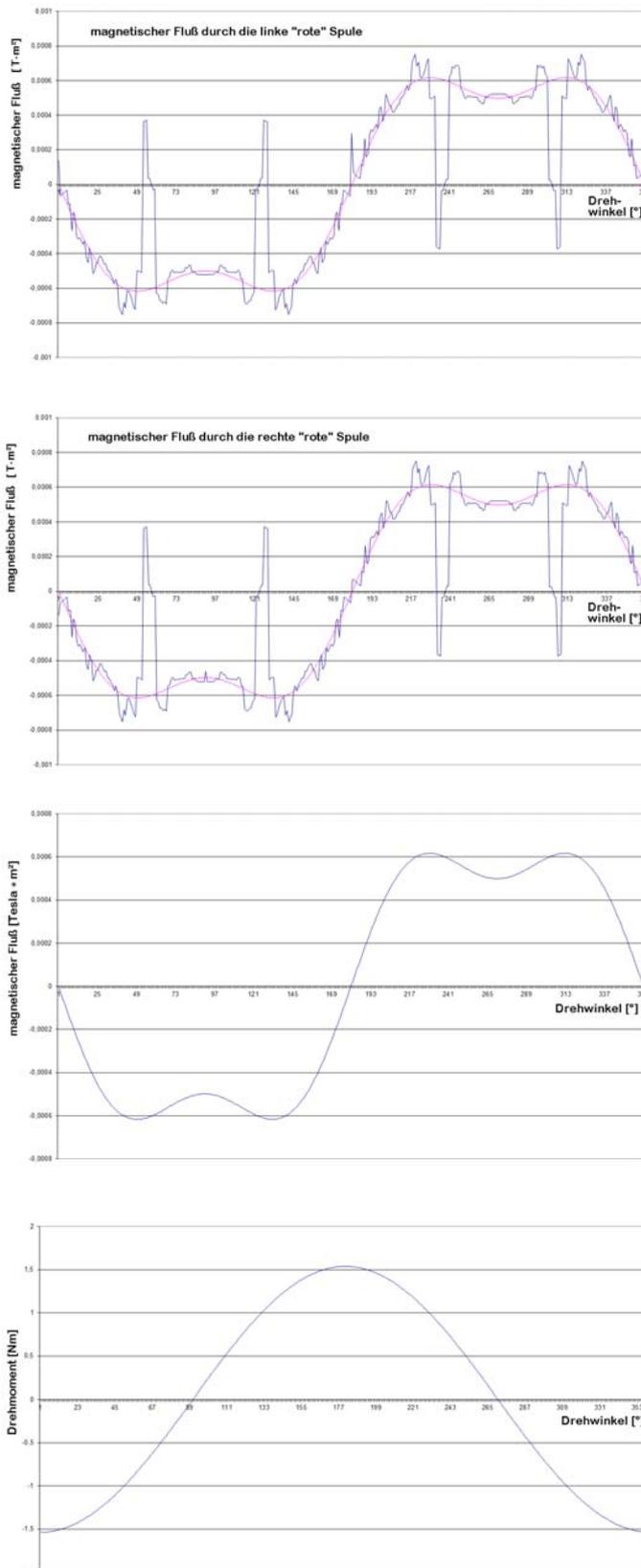


Abb.6:

Der magnetische Fluss, den der Dauermagnet nach Abb.5 durch die beiden rot gezeichneten Spulen fließen lässt ist abhängig von der Orientierung des Dauermagneten (Drehwinkel).

Aufgrund der Symmetrie der Anordnung ist dieser Fluss durch die beiden eingezeichneten Spulen gleich groß.

Das blaue Signal gibt das numerische Rauschen der Berechnung mit finiten Elementen endlicher Größe wieder. Besonders stark ist das Rauschen in dem Moment, in dem die Windungen der Magnet-Emulation-Spulen sich sehr nahe an den Spulendrähten der roten Spulen befinden.

Das violette Signal ist eine Glättung des blauen Signals, die mittels einer Fourierreihe berechnet wurde, die nach dem fünften Summanden abgebrochen wurde.

Abb.7:

Der magnetische Fluss erlaubt mittels zeitlicher Ableitung eine Berechnung der in den roten Spulen induzierten Spannung. (Es wird allerdings die Winkelgeschwindigkeit des Magneten dafür benötigt.)

Die Drehmoment-Kurve gibt wieder, wie groß das Drehmoment ist, welches die beiden roten Spulen bei konstantem Strom auf die Dauermagneten ausüben. Logischerweise ist der Wert des Drehmoments von der Orientierung des Magneten abhängig.

Werte der Parameter für Abb.6 und Abb.7:

- Dauermagnet, zylindrisch, 4 cm dick, 8 cm lang, Feldstärke 1 Tesla am Zylinderende.
- „Rote“ Spulen, rechteckig, 6 cm breit, 12 cm hoch, bei $x=-2$ cm und $x=+2$ cm.

Anmerkung: Wir werden später auch etwas abweichende Abmessungen untersuchen.

Dabei sei ausdrücklich betont, dass die Zahl der Spulen ebenso wie die Zahl der Dauermagneten frei wählbar ist, so dass sich mit dem hier vorgestellten DFEM-Algorithmus jeder beliebige Raumenergie-Konverter auf magnetischer Basis berechnen lässt:

- Emuliert man zum Beispiel mehrere Dauermagneten durch geeignete Stromverteilungen, so kann man deren Wechselwirkung in analoger Weise mit dem DFEM-Algorithmus analysieren. Dies wird interessant zur Berechnung rein magnetischer Selbstläufer, wie man sie zum Beispiel findet in [Hoh 11], [Jeb 06].
- Emuliert man zum Beispiel mehrere Spulen, die gegebenenfalls auch über ein Joch miteinander in Verbindung stehen können, um den magnetischen Fluss in geeigneter Weise zu leiten, so lässt sich ein bewegungsloser Raumenergie-Konverter rechnen, wie etwa nach derjenige S. Marinov [Mar 88-98] (oder auch bei [Bea 02]).
- Emuliert man zum Beispiel eine Spule und einen Dauermagneten, so lässt sich der „Elektro-Mechanische Doppel-Resonanz“ Konverter (EMDR-Konverter) berechnen, den der Autor des vorliegenden Artikels ersonnen hat. [Tur 11]
- Emuliert man zum Beispiel zwei Spulen und dazu mehrere kleinere Dauermagneten, die in geeigneter Weise zueinander angeordnet sind, um eine spezielle Geometrie des magnetischen Permanentfeldes zu erreichen, so lässt sich der Keppe-Motor berechnen. [Kep 10]
- Ordnet man zum Beispiel sechs zylindrische Stabmagneten im Inneren von sechs Spulen in einem Hexagon an, so lässt sich ein Coler-Apparat simulieren. Das Verhalten dieser Elemente wird dann in einem geeigneten Differentialgleichung-System simuliert, die sonstigen Schaltelemente gehen in Form von Anfangsbedingungen in dieses Differentialgleichung-System ein. (Für Differentialgleichung: Siehe Abschnitt 2) Vielleicht lässt sich auf diese Weise endlich klären, ob der Coler-Apparat funktionieren kann oder nicht. [Hur 40], [Mie 84], [Nie 83]
- Auch dynamische Energiezufuhr und Energieentnahme bereitet kein Problem, da man in der Bewegungs-Differentialgleichung (siehe Abschnitt 2 der vorliegenden Arbeit) mühelos Spannungs-Versorgungen oder Lastwiderstände in den Spulen einbringen kann, ebenso bequem aber auch mechanische Kräfte und Drehmomente an den Bewegungen der Dauermagneten. Um dies zu veranschaulichen, wird in dem im Anhang wiedergegebenen Rechenbeispiel ein Spulenpaar nach Abb.5 vorgesehen. Die linke der beiden Spulen, die wir als Input-Spule bezeichnen wollen, kann über eine externe Spannung versorgt werden (siehe Unterprogramm „U7“). Der rechten der beiden Spulen, die wir als Turbo-Spule bezeichnen wollen, kann über einen Lastwiderstand („ R_{Last} “) elektrische Leistung entnommen werden. Der Rotationsachse des Dauermagneten wird über eine Start-Drehzahl einmalig mechanische Energie zugeführt, um den Magnetmotor in Bewegung zu setzen. Da es sich in dem im Anhang gezeigten Rechenbeispiel um einen Selbstläufer handelt, muss diese Energie nur einmalig zugeführt werden, um die Drehbewegung zu initialisieren. Desweiteren konnte die Input-Spule im Rechenprogramm auskommentiert werden, da der Raumenergie-Motor als typischer Selbstläufer keine Input-Energie benötigt. Allerdings könnte man auf Wunsch diese Input-Spannungspulse benutzen, um zum Beispiel die Drehzahl des Motors zu steuern oder zu regeln.
- Weiterhin ist im Algorithmus eine mechanische Leistungsentnahme vorgesehen. In die Differentialgleichung wurde sie als Geschwindigkeits-proportionales Drehmoment eingebracht, wie es zum Beispiel bei manchen Reibungs-Mechanismen der Fall sein kann. (Wir werden dies in Abschnitt 6 detailliert besprechen.)
- Um einen Raumenergie-Konverter sicher in einem dauerhaft stabilen Betriebszustand zu halten, ist es eine bequeme Methode, die Leistungsentnahme zu steuern und zu regeln. In dem im Anhang wiedergegebenen DFEM-Algorithmus wird die mechanische Leistungsentnahme anhand der Drehzahl des rotierenden Magneten gesteuert. Dabei wird ein Zielwert für die Drehzahl vorgegeben, der mit einer gewissen Schalt-Hysterese eingehalten wird. Übersteigt die Drehzahl eine einstellbare Schwelle, so wird die mechanische Energieentnahme erhöht (um den Rotor abzubremesen); unterschreitet die Drehzahl hingegen eine

andere ebenfalls einstellbare Schwelle, so wird die Energieentnahme verringert (damit der Rotor nicht zu stark abgebremst wird).

Die Vielfältigkeit des DFEM-Rechenverfahrens ist groß genug, dass sich die Rechenmethode nicht nur auf alle Arten magnetischer Raumenergie-Konverter beschränkt, sondern zum Beispiel ebenso gut auf elektrostatische Systeme angewendet werden kann. Man muss dazu lediglich die Lorentz-Kraft aus Gleichung (16) durch die Coulomb-Kraft aus Gleichung (18) ersetzen.

$$d\vec{F}_{12} = \frac{Q_1 \cdot dQ_2}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3} \quad \text{mit finiten Kraft-Elementen,} \quad (18)$$

die die Ladung Q_1 auf finite
Ladungselemente dQ_2 ausübt.

Die Genauigkeit der Berechnung hängt hauptsächlich von der präzisen Eingabe der verwendeten mechanischen und elektrischen Komponenten und deren Wechselwirkungs-Felder ab, über die diese Komponenten miteinander in Beziehung stehen.

2. Bewegungen der Komponenten des Raumenergie-Konverters

Damit sind die grundsätzlichen Vorarbeiten erledigt, und wir können uns der eigentlichen Lösung der Bewegungs-Gleichungen zuwenden, die die Bewegungen der (mechanischen und elektrischen) Komponenten des Raumenergie-Konverters beschreiben.

Die Funktion eines jeden Raumenergie-Konverters kann durch die Bewegungen seiner Komponenten beschrieben werden. Das probate physikalische Mittel dazu ist die Aufstellung und die Lösung der entsprechenden Bewegungs-Differentialgleichungen.

Da ein Raumenergie-Konverter natürlich nicht aus einer einzigen Komponente besteht, sondern aus mehreren, die miteinander in Wechselwirkung stehen, handelt es sich dabei grundsätzlich um gekoppelte Differentialgleichungs-Systeme höherer Ordnung. Die Tatsache, dass Energie abgeführt werden muss (bei manchen Raumenergie-Konvertern, die nicht als Selbstläufer arbeiten, sondern nur als over-unity System muss auch Energie zugeführt werden), erfordert die Berücksichtigung geeigneter Störfunktionen, die diese Wechselwirkung mit der Umwelt wiedergeben. Dadurch werden die Differentialgleichungs-Systeme zur Berechnung eines Raumenergie-Konverters inhomogen.

Mathematisch bedeutet dies, dass wir relativ komplizierte inhomogene gekoppelte Differentialgleichungs-Systeme höherer Ordnung zu lösen haben, was natürlich für den beliebigen Allgemeinfall nicht einfach analytisch möglich ist. Daher besteht der zentrale Rechenkern des DFEM-Algorithmus aus einem numerisch-iterativen Differentialgleichung-Löser, dessen Beschreibung und Erläuterung Ziel und Inhalt von Abschnitt 2 der vorliegenden Publikation ist. Auf diesem Hintergrund wird auch klar, warum die Benutzung des DFEM-Algorithmus mit höherer Rechen-Präzision eine gewisse CPU-Zeit erfordert, und nicht nach wenigen Sekunden bereits zu einem Ergebnis führen kann.

Das Verständnis, sowie das Aufstellen und das Lösen dieses Bewegungs-Differentialgleichungs-Systems ist der entscheidende zentrale Punkt, den jeder Benutzer des hier präsentierten DFEM-Algorithmus bewältigen muss, um nach diesem Verfahren einen Raumenergie-Konverter berechnen zu können.

Beginnen wir also nun mit dem Aufstellen der Differentialgleichungen (exemplarisch am Beispiel des EMDR-Konverters), die den eigentlichen Rechenkern des DFEM-Algorithmus bedeuten und somit die Berechnung des Raumenergie-Konverters ausführen. Dies geschieht in Analogie zu [Tur 11].

Da der Algorithmus vollständig dynamisch arbeiten muß (unter Berücksichtigung der Bewegungen sowohl der mechanischen Bauteile, als auch der Propagationsgeschwindigkeiten der Wechselwirkungs-Felder), müssen alle physikalischen Größen auf die Grundgrößen der schwingenden Ladungen bzw. der rotierenden Magneten zurückgeführt werden, somit also auf die Grundgrößen q , $\frac{d}{dt}q = \dot{q}$, $\frac{d^2}{dt^2}q = \ddot{q}$ und auf φ , $\frac{d}{dt}\varphi = \dot{\varphi}$, $\frac{d^2}{dt^2}\varphi = \ddot{\varphi}$, wo q die Ladung ist und φ der Drehwinkel des Magneten.

Um die Zeitschritte beliebig fein vorgeben und steuern zu können, wird im Unterschied zu [Tur 11] auf eine vollständige Abspeicherung der Berechnungsdaten in einem Daten-Array verzichtet, damit für die Feinheit und für die Anzahl der Zeitschritte keine Speicherplatz-Begrenzung relevant bleibt. Einzig und allein nur maximal 35.000 Datenpunkte werden für den Daten-Export nach Excel abgespeichert, um eine graphische Darstellung der Ergebnisse zu ermöglichen. (Das sollte gut ausreichen, da kaum ein Bildschirm eine horizontale Auflösung von 35.000 Pixeln hat.)

Werte, wie etwa die Induktivität der zylindrischen Spules (siehe Gleichung 19) oder das Trägheitsmoment des rotierenden Magneten als Vollzylinder (siehe Gleichung 20) werden Standard-Lehrbüchern oder Formelsammlungen der Physik bzw. der Ingenieurwissenschaften entnommen.

$$\text{Induktivität } L = \mu \cdot \frac{N^2 A}{s}, \text{ mit } N = \text{Windungszahl}$$

A = Spulenquerschnittsfläche [Ger 95]
s = Spulenkörper-Länge (19 a)

Oder genauer mit Korrektur für kurze Spulenlänge:

$$\text{Induktivität } L = \mu \cdot \frac{N^2 A}{\sqrt{s^2 + \frac{A}{\pi/4}}}, \text{ mit } N = \text{Windungszahl}$$

A = Spulenquerschnittsfläche Herleitung mit Hilfe [Stö 07]
s = Spulenkörper-Länge (19 b)

$$J_y = \frac{m}{4} \cdot \left(r_a^2 + r_i^2 + \frac{h^2}{3} \right)$$

Trägheitsmoment eines Vollzylinders bei
Rotation um die quer zur Längsachse stehende Symmetrieachse [Dub 90] (20)

Damit ergibt sich die Möglichkeit, z.B. den Aufbau von Abb.8 zu simulieren.

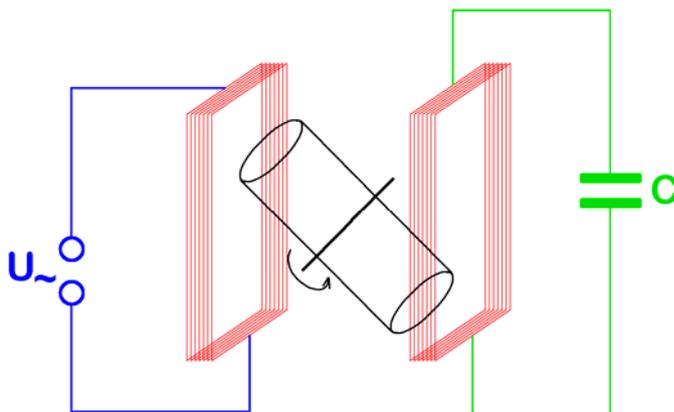


Abb.8:
Dies ist die Anordnung eines Raumenergie-Konverters, wie er mit dem Anhang gezeigten DFEM-Differentialgleichungssystem simuliert werden kann.
Zwei Spulen sind in roter Farbe eingezeichnet, ein rotierender Dauermagnet in schwarz, eine mögliche Input-Spannung in blau und ein Kondensator in grün.

Da der Raumenergie-Konverter unseres konkreten Rechenbeispiels erwartungsgemäß als Selbstläufer betrieben werden kann, wurde auf ein Anlegen einer Input-Spannung vollständig verzichtet, so dass die linke Spule zwar zur Veranschaulichung für die Leser und Leserinnen der Publikation mitmoduliert wurden, aber für die praktische Benutzung unserer Berechnungen nicht benötigt wurde, und daher mitsamt der Spannungsquelle im Programm auskommentiert wurde, an der Berechnung also nicht teilnimmt. Daher ist der benötigte Platz vorhanden, um die rechte Spule in die

Mitte des Dauermagneten zu schieben, so dass die auf den nachfolgenden Seiten berichteten Rechenergebnisse (siehe Abschnitt 3) auf eine Anordnung gemäß Abb.9 zurückgehen.

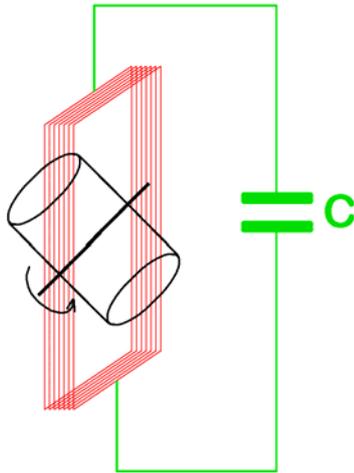


Abb.9:
Dieser Konverter genügt bereits für eine leistungsstarke Wandlung von Raumergie. Dessen Differentialgleichungssystem wurde im hier präsentierten DFEM-Algorithmus aufgestellt und gelöst, sodaß sich die in Abschnitt 3 dargestellten Ergebnisse auf diese Variante beziehen.

Zum Aufstellen des Differentialgleichungs-Systems gehen wir wieder in ähnlicher Weise vor, wie wir dies bereits aus [Tur 11] kennen:

(a.)

Die Differentialgleichung einer harmonischen Schwingung im elektrischen Schwingkreis sehen wir in Gleichung (21) zu Vorbereitungs-Zwcken.

$$-L \cdot \ddot{Q} + \frac{1}{C} \cdot Q = 0 \Rightarrow \ddot{Q} = \frac{1}{LC} \cdot Q \tag{21}$$

(b.)

Die Differentialgleichung einer gedämpften elektrischen Schwingung sehen wir in Gleichung (22).

$$\ddot{Q} = -\frac{1}{LC} \cdot Q + \frac{R}{L} \cdot \dot{Q} \tag{22}$$

Ihre numerisch-iterative Lösung wurde nach Gleichung (23) in Analogie zu [Tur 11] ausgeführt, ein Test-Ergebnis sieht man in Abb.10 zu Kontroll-Zwecken.

$$Q_i = \dot{Q}_{i-1} + \ddot{Q}_i \cdot \Delta t - \frac{R}{L} \cdot \dot{Q}_{i-1} \cdot \Delta t \tag{23}$$

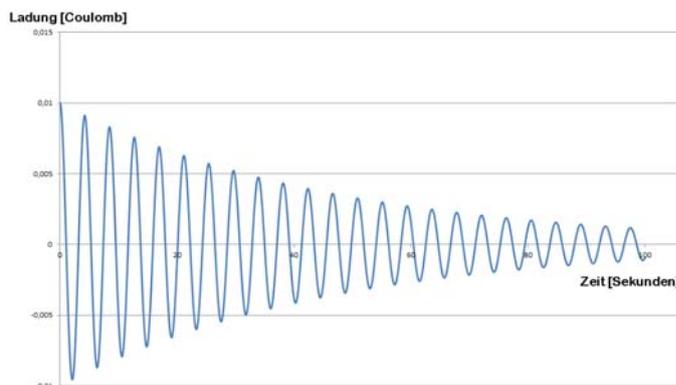


Abb.10:
Verifikationstest einer gedämpften Schwingung im elektrischen LC-Schwingkreis zur Überprüfung der Differentialgleichung (22) und der Lösung (23).

(c.)

Im Gegensatz zum elektrischen Schwingkreis gibt es in der mechanischen Bewegung keine Rückstellkraft, sondern nur eine Rotation (des Dauermagneten). Zu berücksichtigen sind also zwei Beiträge zum hier auftretenden Drehmoment \vec{M} . Der eine Beitrag kommt durch die Einwirkung der Spule auf den Magneten zustande, da die Spulenströme ihrerseits Magnetfelder verursachen, die mit dem rotierenden Dauermagneten in Wechselwirkung stehen. Der andere Beitrag kommt durch die mechanische Leistungs-Entnahme zustande, die wir in unserem Rechenbeispiel später als Geschwindigkeits-proportional voraussetzen wollen. Den erstgenannten Beitrag kennen wir bereits aus Abschnitt 1. Den als Zweites genannten Beitrag betrachten wir im Detail weiter unten, nämlich in Abschnitt 6.

Damit wird die Differentialgleichung des mechanischen Anteils des Systems zu einer relativ simplen Integration gemäß Gleichungen (24). Dabei enthält Gleichung (24a) zugleich die Einkopplung des elektrischen System-Anteils in das mechanische System.

$$\ddot{\varphi}(t) = \frac{M(t)}{J} \quad \text{mit } M(t) = \text{Drehmoment} \quad \text{und } J = \text{Trägheitsmoment} \quad (24a)$$

$$\Rightarrow \dot{\varphi}(t) = \int_0^t \ddot{\varphi}(\tau) d\tau \Rightarrow \text{numerische Iteration} \quad \dot{\varphi}(t) = \underbrace{\ddot{\varphi}(t) \cdot dt}_{\text{Integrationsschritt}} + \underbrace{\dot{\varphi}(t-dt)}_{\text{Integrationskonstante}} \quad (24b)$$

$$\Rightarrow \varphi(t) = \int_0^t \dot{\varphi}(\tau) d\tau \Rightarrow \text{numerische Iteration} \quad \varphi(t) = \underbrace{\dot{\varphi}(t) \cdot dt}_{\text{Integrationsschritt}} + \underbrace{\varphi(t-dt)}_{\text{Integrationskonstante}} \quad (24c)$$

(d.)

Was noch in die Differentialgleichung des elektrischen Systems aufgenommen werden muss, ist die Einkopplung des mechanischen System-Anteils in das elektrische System. Dies ist vorzunehmen in Form der induzierten Spannung, die die Rotation des Dauermagneten in die Spule einbringt. Die daraus resultierende Erweiterung der Differentialgleichung des elektrischen Systems sehen wir in Gleichung (25), die sich aus Gleichung (22) durch Ergänzung des erwähnten Terms für die induzierte Spannung ergibt.

$$\ddot{Q} = -\frac{1}{LC} \cdot Q + \frac{R}{L} \cdot \dot{Q} - \frac{U_{ind}}{L} \quad (25)$$

(e.) Damit lässt sich die numerisch-iterative Lösung des elektrischen Anteils des Differentialgleichungssystems zurückführen auf die Integrationsschritte gemäß Gleichung (26), übrigens in Analogie zu [Tur 11].

$$\ddot{Q}(t) = \underbrace{-\frac{1}{LC} \cdot Q}_{\text{Spule und Kondensator}} + \underbrace{\frac{R}{L} \cdot \dot{Q}}_{\text{Ohm'scher Widerstand}} - \underbrace{\frac{U_{ind}}{L}}_{\text{Induzierte Spannung}} \quad (26a)$$

$$\Rightarrow \dot{Q}(t) = \int_{t-\Delta t}^t \ddot{Q}(\tau) d\tau \Rightarrow \text{numerische Iteration} \quad \dot{Q}(t) = \underbrace{\ddot{Q}(t) \cdot dt}_{\text{Integration}} - \underbrace{\dot{Q}(t-dt)}_{\text{Integrationkonstante}} \quad (26b)$$

$$\Rightarrow Q(t) = \int_{t-\Delta t}^t \dot{Q}(\tau) d\tau \Rightarrow \text{numerische Iteration} \quad Q(t) = \underbrace{\dot{Q}(t) \cdot dt}_{\text{Integration}} + \underbrace{Q(t-dt)}_{\text{Integrationkonstante}} \quad (26c)$$

Damit wird im Hauptprogramm des DFEM-Algorithmus die Bewegung des Raumenergie-Konverters berechnet, und zwar einerseits die Bewegung seiner elektrischen Ladungen und andererseits die Bewegung der in ihm enthaltenen beweglichen Magneten.

Allgemeine Anmerkung:

Für die Berechnungen dürfen natürlich nur solche Formeln und solche physikalischen Größen verwendet werden, die der Forderung nach einer echten Dynamik genügen. Ein gemittelter Strom, der sich zum Beispiel an Effektivwerten orientiert, oder der sich auf eine bestimmte Signalform bezieht, ist da dieser Stelle völlig ungeeignet. All diejenigen Leser und Leserinnen des vorliegenden Artikels, die gerne den DFEM-Algorithmus an ihre eigenen Apparaturen und Experimente anpassen möchten, müssen hierauf gewissenhaft aufpassen.

Grundsätzliche philosophische Anmerkung zur Ausbreitung und zur endlichen Propagationsgeschwindigkeit der Felder im elektrischen Schwingkreis:

Bei einem elektrischen Schwingkreis (wie zum Bsp. in Abb.9 zu sehen) tritt eine elektrische Schwingung in einer Spule und einen Kondensator auf. Die Frage ist nur, welche physikalischen Entitäten dort schwingen ?

Sind es Ladungen, die im elektrischen Schwingkreis hin- und her- laufen ?

Dies ist mit Sicherheit nicht der Fall. Man kann dies sehr einfach einsehen, wenn man die Betrachtung des Schwingkreises zu demjenigen Zeitpunkt beginnt, zu dem die Spule stromfrei ist. In diesem Augenblick ist nämlich der Kondensator maximal geladen, so dass die gesamte Energie des Schwingkreises als elektrostatische Feldenergie zwischen den Kondensatorplatten zu verstehen ist. Nun entlädt sich der Kondensator, so dass die elektrischen Felder (und Spannungen) durch den Draht der Spule laufen. Von der positiv geladenen Platte läuft ein Feld zur negativ geladenen Platte, und umgekehrt läuft von der negativ geladenen Platte ein Feld zur positiv geladenen Platte. Ladungsträger (wie zum Beispiel Elektronen) können es nicht sein, die da von der positiven zur negativen Platte (und umgekehrt) laufen, denn einerseits können diese Ladungsträger nicht mit der Propagationsgeschwindigkeit $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ laufen, und andererseits würden sich diese Ladungsträger, sobald sie sich in der Spulenmitte treffen, gegenseitig kompensieren. Würden positive Ladungsträger (wie zum Beispiel Elektronenlöcher/Elektronenmangel) von der positiv geladenen Kondensatorplatte zur negativ geladenen Kondensatorplatte laufen wollen und gleichzeitig negative Ladungsträger (wie zum Beispiel Elektronen) den umgekehrten Weg wählen, so würden sich die Beiden in der Spule treffen und gegenseitig auslöschen. Die Elektronen würden mit den Löchern rekombinieren (den Elektronenmangel ausgleichen), und so wäre nach bereits einer viertel Periode die Schwingung des LC-Schwingkreises vollständig beendet.

Sind es Felder, die im elektrischen Schwingkreis hin- und her- laufen ?

Ja, dies ist der Fall. Es gehört zu den typischen Eigenschaften der Felder (ebenso wie der Wellen) ungestört zu superponieren, d.h. sie überlagern und durchdringen sich, ohne einander zu beeinflussen. Ein Feld läuft (in Form eines Wellenberges) in die eine Richtung, wenn es die positiv geladene Kondensatorplatte verlässt, ein anderes Feld läuft (ebenfalls in Form eines Wellenberges) in

die entgegengesetzte Richtung, wenn es die negative Kondensatorplatte verlässt. Durchlaufen beide die Spule, so tun sie dies, ohne sich gegenseitig zu stören oder zu beeinflussen. Deshalb können sie der typischen Propagationsgeschwindigkeit $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ von Feldern in elektrischen Leitungen folgen.

Aufgrund der ungestörten Superposition erreichen die Felder nach einer halben Schwingungsperiode die jeweils gegenüberliegende Kondensatorplatte, so dass im Laufe einer halben Schwingungsperiode die positiv geladene Kondensatorplatte negativ geladen wird, und die negativ geladene Kondensatorplatte positiv.

Die Verschiebung der Ladungsträger, die diese Felder im Leiter verursachen existiert, aber sie ist nur ziemlich gering. Wir können dies sehr gut verstehen, wenn wir das akustische Analogon betrachten. Läuft Schall durch ein Rohr (die eindimensionale Sichtweise dient der Veranschaulichung), kann von der einen Seite ein Überdruck und gleichzeitig von der gegenüberliegenden Seite ein Unterdruck (als einmaliger Wellenberg bzw. einmaliges Wellental) losgeschickt werden, die war als Druckfeld betrachten, wie es in der Akustik durchaus üblich ist (siehe Kontinuitätsgleichung und Eulergleichung). Die beiden Druckfelder durchdringen sich aufgrund der ungestörten Superposition, ohne sich gegenseitig auszulöschen. Die Gasatome der Luft im Inneren des Rohres füllen dabei kleine (finite) gedachte Volumenelemente, die vom Druckfeld ein wenig bewegt werden, aber nicht sehr viel bewegt werden. Wollen wir die Situation auf den Draht der Spule übertragen, so korrespondieren die frei beweglichen Volumenelemente (welche Elektronen enthalten) im Draht mit den frei beweglichen Volumenelementen der Luft (welche Gasatome enthalten). Die Luftatome bewegen sich sehr schnell, ebenso wie die Elektronen im Draht. Betrachtet man aber Finite (kleine) Volumenelemente, die Elektronen bzw. Luftatome enthalten, so bewegen sich diese mit einer recht moderaten Geschwindigkeit, die wir im Falle der Elektronen als „Driftgeschwindigkeit“ bezeichnet, und im Falle der Akustik als „Schallschnelle“. Ändern wir nun an einer Stelle die elektrische Feldstärke bzw. den Druck (die Feldstärke des Druckfeldes), so verursacht dies eine Welle, die sich mit der typischen Propagationsgeschwindigkeit der Felder und Wellen ausbreitet, die wir in der Akustik als „Schallgeschwindigkeit“ bezeichnen und in der Elektrik als Signal-Laufgeschwindigkeit $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Diese Signal-Laufgeschwindigkeit ist es, die die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Felder und Wellen im Spulendraht unseres LC-Schwingkreises ausmacht. Somit ist es also tatsächlich die Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder, die wir über die Induktivität „L“ und die Kapazität „C“ des Schwingkreises steuern. Und diese Propagationsgeschwindigkeit der Wechselwirkungsfelder ist es, die für die Konversion von Raumenergie verantwortlich ist, so wie dies in [Tur 10a] und [Tur 10b] erläutert wurde.

Diese Erklärung dient dazu, den Lesern und Leserinnen verständlich zu machen, dass die hier gezeigte Arbeit mit einem LC-Schwingkreis, tatsächlich auf die Propagationsgeschwindigkeit der Felder zurückgeht (die die Wechselwirkung vermitteln). Somit wird die hier entwickelte Maschine also tatsächlich auf die bisher dargestellten Grundlagen der Raumenergie-Konversion zurückgeführt.

3. Auswertung der Rechenergebnisse am Raumenergie-Konverter

Eine allererste Beurteilung des Verhaltens des Systems wird interaktiv, während des Ablaufs des Programms, auf dem Bildschirm angezeigt. Die Daten, die man dabei im Programm sieht, sind in Tab. 1 wiedergegeben. Dies sind erste wichtige Größen zur Begutachtung des Raumenergie-Konverters.

Physikalische Größe	Erläuterung
$U_{cap,I,max} = \frac{q_{I,max}}{C_I}$	Maximum der Spannung am Input-Kondensator
$U_{cap,T,max} = \frac{q_{T,max}}{C_T}$	Maximum der Spannung im Turbo-Kondensator
$\dot{q}_{I,max}$	Maximum des Stroms in der Input-Spule
$\dot{q}_{T,max}$	Maximum des Stroms in der Turbo-Spule
$L_I \cdot \ddot{q}_{I,max}$	Maximum der Spannung über der Input-Spule
$L_T \cdot \ddot{q}_{T,max}$	Maximum der Spannung über der Turbo-Spule
$\dot{\phi}_{max}$	Maximum der Winkelgeschwindigkeit des Magneten (in rad/sec)
$\frac{\dot{\phi}_{max}}{2\pi}$	Maximum der Winkelgeschwindigkeit des Magneten
$E_{Anf} = E_{ges}(t=0)$	Anfangs-Energie im System
$E_{End} = E_{ges}(t=Ende)$	End-Energie im System
$E_{End} - E_{Anf}$	Energie-Zunahme im System
$\frac{E_{End} - E_{Anf}}{T_{ges}}$	Leistungs-Änderung im System
$P_{ent} = \int_0^{T_{ges}} R_{Last} \cdot \dot{q}_T^2 \cdot dt$	Am Lastwiderstand entnommene Gesamtenergie
$\frac{P_{ent}}{T_{ges}}$	Am Lastwiderstand entnommene mittlere entnommene Leistung
$E_{in} = \int_0^{T_{ges}} \dot{q}_I \cdot U_{in} dt$	Über Input-Spannung zugeführte Gesamt-Energie
$\frac{E_{in}}{T_{ges}}$	Über Input-Spannung zugeführten mittlere Leistung
$P_{mech} = M_{mech} \cdot \dot{\phi}$	Mechanische Leistungsentnahme, mit dem Drehmoment $M_{mech} = c_r \cdot \dot{\phi}$ und $c_r =$ Reibkoeffizient für geschwindigkeitsproportionale Leistungsentnahme.
T_{ges}	Betrachtungs-Dauer der Berechnung
Tab. 1: Übersicht über die am Bildschirm angezeigten Ergebnis-Daten.	

Weitere interessante Größen, vor Allen deren echtes dynamisches Verhalten (!) als Funktion der Zeit, sind in Tab. 2 wiedergegeben. Da diese Größen zur grafischen Darstellung der Daten in ein von Excel lesbares File exportiert werden, ist in der Tabelle nicht nur die Größe und ihre Berechnung angegeben, sondern auch die Excel-Kolumne, in der wir die Ergebnisdaten zur späteren Auswertung wiederfinden.

Excel-Kolumne	Physikalische Größe	Angaben zur Berechnung
A	t	Zeitskala
B,C,D	$q_T, \dot{q}_T, \ddot{q}_T$	Ladung und deren zeitliche Ableitungen im Schwingkreis der Turbo-Spule
E,F,G	$q_I, \dot{q}_I, \ddot{q}_I$	Ladung und deren zeitliche Ableitungen im Schwingkreis der Input-Spule
H,I,J	$\varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi}$	Drehwinkel und dessen zeitliche Ableitungen des rotierenden Magneten
K,L	ψ_I, ψ_T	Magnetischer Fluß durch die Spulen
M,N	$U_{ind,I}, U_{ind,T}$	In den Spulen induzierte Spannung
O,P	$E_{mag,I}, E_{mag,T}$	Energie in den Spulen: $E_{mag} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \dot{Q}^2$
Q,R	$E_{cap,I}, E_{cap,T}$	Energie in den Kondensatoren: $E_{cap} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$
S	E_{rot}	Energie der mechanischen Magnet-Rotation: $E_{rot} = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \dot{\varphi}^2$
T	E_{ges}	Gesamt-Energie im System: $E_{ges} = E_{mag,I} + E_{mag,T} + E_{cap,I} + E_{cap,T} + E_{rot}$
U	E_{Last}	Am Lastwiderstand entnommene Leistung, Turbo-seitig: $E_{Last} = R_{Last} \cdot \dot{q}_T^2$
V	U7	Input-Spannung
W	P_{zuf}	Zugeführte Leistung über die Input-Spannung
X	c_r	Reibkoeffizient (variiert im Falle einer Regelung)
Y	P_{mech}	Über Reibung entnommene Leistung $P_{mech} = P_{reib} = M_{reib} \cdot \dot{\varphi} = c_r \cdot \dot{\varphi}^2$
Z	NULL	Leerspalte in Reserve

Tab. 2: Übersicht über die nach Excel exportierten Daten.

Nun haben wir unseren DFEM-Algorithmus so weit ergänzt und erweitert, dass eine realitätsnahe Berechnung beliebig geformter elektrischer und magnetischer Raumenergie-Konverter möglich ist. Wir wollen dies im nachfolgenden Abschnitt an einer Beispiel-Geometrie vorführen.

4. Rechenbeispiel eines konkreten Raumenergie-Motors

Die vorliegende Arbeit und der zugehörige DFEM-Algorithmus wurde letztlich entwickelt, um den vom Autor ersonnen an EMDR-Konverter („Elektro-Mechanischer Doppel-Resonanz“ Konverter) realitätsnah und mit brauchbarer Genauigkeit für praktisch realisierbare Experimente zu berechnen. Aus diesem Grunde ist die Geometrie dieses Raumenergie-Motors diejenige, die für ein praktisches Rechenbeispiel gewählt werden soll. Der Aufbau entspricht Abb.9.

Im hier vorgestellten Beispiel wird die Geometrie durch einen Satz von 32 Input-Parametern definiert, dazu kommen einige Naturkonstanten und einige abgeleitete Parameter zur Kontrolle der Eingabe (hier 18 Stück), die am Bildschirm angezeigt werden. Eine sinnvolle Vorgabe des Input-Parametersatzes benötigt eine genaue Abstimmung der Werte aufeinander und erfordert selbst vom Autor des Programms einige Stunden/ Tage Zeit.

Achtung: Der unten gezeigte Parametersatz ist an die spezielle Geometrie des Aufbaus nach Abb.9 angepasst. Für andere geometrische Anordnungen sind andere Parametersätze zu erstellen. Im Programm selbst gibt es außerdem noch einige Unterprogramme, die der automatischen Vernetzung der Anordnung nach Abb.9 in Finite Elemente dienen. Auch diese Unterprogramme müssen für einen abgeänderten geometrischen Aufbau ggf. entsprechend abgeändert werden.

(a.) Definition der Geometrie des Aufbaus

Wir beginnen mit der Erläuterung der Eingabeparameter, die der realitätsnahe DFEM-Algorithmus benötigt. Dabei lassen wir aus didaktischen Gründen zunächst noch die mechanische Leistungsentnahme entfallen, weil dadurch das systematische Verständnis des Raumentriebs-Motors Schritt für Schritt erleichtert wird.

{Naturkonstanten, keine Input-Parameter:}

- $\epsilon_0=8.854187817E-12$ {As/Vm}; {Magnetische Feldkonstante, Naturkonstante}
- $\mu_0=4*\pi*1E-7$ {Vs/Am}; {Elektrische Feldkonstante, Naturkonstante}
- $LiGe:=\text{Sqrt}(1/\mu_0/\epsilon_0)$ {m/s}; {Lichtgeschwindigkeit, Naturkonstante}

{ Zum Lösen der Differentialgleichung und zur Darstellung der Ergebnisse:}

- AnzP:=5000000; {Anzahl der tatsächlich berechneten Zeit-Schritte bei der iterativen Lösung}
- dt:=1E-6; {Sec. } {Dauer der einzelnen Zeitschritte zur iterativen Lösung der Dgl.}
- Abstd:=1; {Nur für die Vorbereitung, nicht zum Lösen der Dgl., Wert nicht verändern}
- PlotAnfang:=0000; {Zum Daten-Exports nach Excel: Erster Plot-Punkt}
- PlotEnde:=5000000; {Zum Daten-Exports nach Excel: Letzter Plot-Punkt}
- PlotStep:=200; {Zum Daten-Exports nach Excel.: Schrittweite des Daten-Exports}

{Anmerkung: Da Excel nur maximal 32.767 Daten-Gruppen verarbeitet, können bei feiner Zeitdiskretisierung nicht alle tatsächlich berechneten Daten exportiert werden. In unserem Zahlenbeispiel wird nur jeder 200ste Punkt nach Excel exportiert.}

{Zur Geometrie-Definition der Spulen (DFEM-Vernetzung geschieht automatisch):}

- Spsw:=0.01; {Angabe in Metern: Schrittweite der Spulen-Vernetzung}
- xo:=0; yo:=6; zo:=5; {Geometrieparameter nach Abb.1, Angaben in Vielfachen von Spsw}
- Ninput:=80; {Zahl der Wicklungen der Input-Spule, linke Spule in Abb.1}
- Nturbo:=12; {Zahl der Wicklungen der Turbo-Spule, rechte Spule in Abb.1}
- nebeninput:=8; {Windungen nebeneinander in der Input-Spule}
- ueberinput:=10; {Windungen uebereinander in der Input-Spule}
- neberturbo:=3; {Windungen nebeneinander in der Turbo-Spule}
- ueberturbo:=3; {Windungen uebereinander in der Turbo-Spule}

{Anmerkung: Hier wurden Spulen mit rechteckiger Geometrie nach Abb. 1 gewählt. Der Spulenquerschnitt der Input-Spule besteht dann aus 8 Windungen nebeneinander und 10 solchen Lagen übereinander. Der Spulenquerschnitt der Turbo-Spule besteht aus 3 Windungen nebeneinander und 3 solchen Lagen übereinander. Die Bezeichnung „übereinander“ bedeutet: radial nach außen angeordnet.}

{Zur Emulation des Dauermagneten:}

- Bsw:=1E-2; {Angabe in Metern} {Magnetfeld-Speicherung in Zentimeter-Schritten}
- MEyo:=0.05; {Halbe Länge des zylindrischen Dauermagneten}
- MEro:=0.01; {Radius des zylindrischen Dauermagneten}
- MEI:=15899.87553475; {Strom des Magnetfeld-Emulationsspulenpaares, Angabe in Ampere}

{Anmerkung: Wir verwenden hier einen zylindrischen Dauermagneten gemäß Abb. 8 und Abb.9. Auch diese Form kann bei Bedarf beliebig geändert werden.}

{Erläuterung zur Magnetfeld-Speicherung: Das Magnetfeld wird in einem hinreichend großen Volumen starr an den Magneten gekoppelt, wobei die Feldstärke-Werte in finiten Schritte in einem Daten-Array abgespeichert werden. Bei Bewegungen des Magneten wird das Feld starr mit dem Magneten mitgeführt. Die Schrittweite der Feldstärke-Speicherung im Daten-Array heißt „Bsw“.

{Anmerkung: Der krumme Wert bei der Eingabe des Emulationsstroms, der zur Emulation des Dauermagneten gehört, hat den Grund, die Feldstärke geeignet einzustellen. Zu den Kontrolldaten während der Dateneingabe-Phase gehört u.a. auch die vom Dauermagneten erzeugte Feldstärke. Diese kann abgelesen werden, um den Strom MEI so einzustellen, dass eine gewünschte Feldstärke erreicht wird. In unserem speziellen Rechenbeispiel wird ein

zylindrischer Dauermagnet emuliert, der an seinen beiden Enden jeweils eine Feldstärke von 1.0 Tesla erzeugt.}

{Weitere benötigte technische Größen:}

- DD:=0.10; {Meter} {Durchmesser des Spulendrahtes zur Angabe der Drahtstärke}
 - rho:=1.35E-8; {Ohm*m} {Spezifischer elektrischer Widerstand von Kupfer, [Koh 96]}
 - rhoMag:=7.8E3; {kg/m^3} {Dichte des Magnet-Materials, Eisen, [Koh 96]}
 - CT:=36.61E-6; {Farad} {Kapazität des Kondensators, im Schwingkreis der Turbo-Spule}
 - Cl:=100E-6; {Farad} {Kapazität des Kondensators, im Schwingkreis der Input-Spule}
- {Anmerkung: In unserem Rechenbeispiel wird die Input-Spule zwar modelliert, um möglichen Anwendern des DFEM-Algorithmus die spätere Aufnahme einer zweiten Spule möglichst einfach zu machen. Aber diese Input-Spule (mitsamt den dazugehörigen Input-Schwingkreis) wird hier im Hauptprogramm nicht benutzt. Sie ist dort auskommentiert.}
- Rlast:=0.0111; {Ohm} {Ohm'scher Lastwiderstand im Turbo-Schwingkreis zur Energie-Entnahme}
 - UmAn:=50000; {U/min} {Anfangsbedingung mechanisch - Rotierender Magnet: Startdrehzahl}
 - Uc:=0; {Volt} Il:=0; {Ampere} {Anfangsbedingung elektrisch – Kondensatorspannung, Spulenstrom}
- {Anmerkung: Auch Selbstläufer benötigen eine Startenergie, um den Lauf der Maschine zu initiieren. Diese Startenergie kann mechanisch zugeführt werden, wie im vorliegenden Beispiel durch eine anfängliche von außen zugeführte Rotation des Magneten. Sie kann aber auch elektrische Energie zugeführt werden, zum Beispiel durch anfängliches Aufladen des Kondensators oder durch einen anfänglichen Spulenstrom. Auch Selbstläufer laufen nicht einfach so „von alleine“ los, sondern man muß sie starten.}
- U7(t)=0;
- {Anmerkung: Ist der Raumentriebs-Konverter kein Selbstläufer, sondern nur eine over-unity-Maschine, so muss während des Betriebs permanent Energie zugeführt werden. Dies kann zum Beispiel auf mechanische Weise über die Rotationsachse geschehen, ebenso gut aber auch auf elektrischem Wege. Letztere Variante wurde im vorliegenden Programm-Beispiel über eine Input-Spannung mit dem Unterprogramm „U7“ demonstriert. Der Lösungsteil der Differentialgleichung zeigt auch, wie man eine solche Input-Spannung in die Differentialgleichung aufnehmen kann. Allerdings wurde diese Spannung im vorliegenden Rechenbeispiel nicht eingesetzt, weil der EMDR-Konverter ein Selbstläufer ist und somit keine Input-Spannung benötigt.}
- {Abgeleitete Parameter, zu Kontrollzwecken, aus obigen Parametern berechnet, keine Eingabe:}
- DLI:=4*(yo+zo)*Spw*Ninput; {Meter} {Länge des Spulendrahtes, Input-Spule}
 - DLT:=4*(yo+zo)*Spw*Nturbo; {Meter} {Länge des Spulendrahtes, Turbo-Spule}
 - RI:=rho*(DLI)/(pi/4*DD*DD); {Ohm} {Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes, Input-Spule}
 - RT:=rho*(DLT)/(pi/4*DD*DD); {Ohm} {Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes, Turbo-Spule}
 - Breitel:=nebeninput*DD; HoeheI:=ueberinput*DD; {Breite und Höhe des Input-Spulenlörpers}
 - BreiteT:=neberturbo*DD; HoeheT:=ueberturbo*DD; {Breite und Höhe des Turbo-Spulenlörpers}
 - fkl:=Sqrt(HoeheI*HoeheI+4/pi*2*yo*2*zo)/HoeheI; {Korrekturfaktor zur Induktivität der kurzen Input-Spule nach *1 von S.16}
 - fkT:=Sqrt(HoeheT*HoeheT+4/pi*2*yo*2*zo)/HoeheT; {Korrekturfaktor zur Induktivität der kurzen Turbo-Spule nach nach *1 von S.16}
 - LI:=muo*(2*yo+Bretel)*(2*zo+Bretel)*Ninput*Ninput/(HoeheI*fkl);
{Geometrische Mittelung => Induktivität der Input-Spule}
 - LT:=muo*(2*yo+Bretel)*(2*zo+Bretel)*Nturbo*Nturbo/(HoeheT*fkT);
{Geometrische Mittelung => Induktivität der Turbo-Spule}
 - omT:=1/Sqrt(LT*CT); {Kreis-Eigenfrequenz des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT & CT}
 - TT:=2*pi/omT; {klassische Schwingungsdauer des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT & CT}
 - Mmag:=rhoMag*(pi*MEro*MEro)*(2*MEyo); {Masse des Magneten}
 - J:=Mmag/4*(MEro*MEro+4*MEyo*MEyo/3); {Trägheitsmoment des Magneten bei
Rotation um Querachse, siehe *2 von S.13 und Dubbel S.B-32}

- $\omega_{An} = \frac{U_{An}}{60} \cdot 2 \cdot \pi$; {Start-Winkelgeschwindigkeit (rad/sec.) des rotierenden Magneten}
 - $U_{Sec} = \frac{U_{An}}{60}$; {Start-Winkelgeschwindigkeit, rot. Magn. in Umdrehungen pro Sekunde}
- {Anmerkung: Manche dieser Größen werden nicht nur zur Kontrolle benötigt, sondern auch für die weitere Verarbeitung im DFEM-Algorithmus.}

Mit den gezeigten Parametern wird ein Raumenergie-Motor modelliert, wie er in Abb. 11 zu sehen ist. Die Zeichnung ist sogar maßstabsgetreu. Man sieht nur die Turbo-Spule, da die Input-Spule weggelassen wurde, weil diese Letztgenannte beim EMDR-Konverter, den der Autor ersonnen hat, nicht benötigt wird.

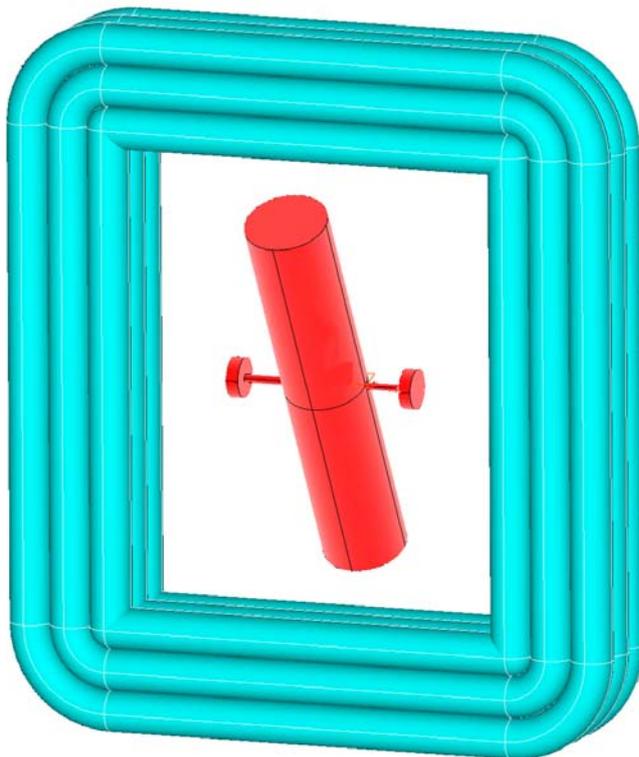


Abb.11:
(gezeichnet unter Verwendung [Ans 08], gerechnet wurde mit dem Ansys allerdings nicht, weil es die Dynamik nicht wie gefordert beherrscht.)

EMDR-Konverter mit einem rotierenden Magneten (in roter Farbe: Länge 10 cm, Dicke 2 cm). Ebenfalls in roter Farbe wurde eine dünne Rotationsachse eingezeichnet, um die der zylindrische Stabmagnet sich dreht. An den beiden Enden der Rotationsachse befindet sich jeweils ein Lager zur Halterung der Achse (ebenfalls in roter Farbe).

Die Windungen der Turbo-Spule sind in blauer Farbe gezeichnet, so dass die vom Magneten erzeugten Feldlinien bei der Rotation des Magneten die Spulendrähte senkrecht schneiden.

Aufgrund der praktischen Dimensionierung des EMDR-Konverters (siehe unten) ist es nötig, die Spule aus sehr wenigen sehr dicken Drähten herzustellen. Der Spulenquerschnitt beträgt $5 \times 6 \text{ cm}^2$, die Dicke des Drahtes liegt bei 10 mm.

Die Zeitschritte bei der numerisch-iterativen Lösung der Differentialgleichung müssen fein genug gewählt werden, dass jede einzelne Periode aus hinreichend vielen einzelnen Rechenschritten zusammengesetzt wird. Dazu sind die im obigen Datensatz gezeigte Zeitintervalle von $dt = 1 \mu\text{sec}$. bei einer Drehzahl von 50.000 Umdrehungen/Minute bei weitem nicht ausreichend. In der praktischen Benutzung des DFEM-Algorithmus beginnt man mit solch groben Zeitschritten nur, um ein erstes Gefühl für das Verhalten der Maschine zu bekommen. Mit diesen groben Zeitschritten lässt sich dann zum Beispiel die Einstellung der Systemparameter für die Maximierung der gewandelten Leistung aus Raumenergie in einer groben Abschätzung ermitteln. Hat man dieses Ziel erreicht, so müssen die Zeitschritte sukzessive verkleinert werden, um die Konvergenz des Algorithmus zu untersuchen. Diese ist erreicht, sobald eine weitere Verfeinerung der Zeitschritte keine wesentliche Veränderung der Zahlenwerte in den Ergebnissen mehr nach sich zieht. Sobald die Zeitschritte so weit verfeinert sind, dass die Konvergenz zufriedenstellend ist, beginnt die Fein-Abstimmung der Systemparameter zu einer erneuten abermaligen Maximierung der gewandelten Leistung aus Raumenergie.

Um die Optimierung der Systemparameter zu erleichtern, wurde dem Programm eine Bildschirm-Ausgabe angefügt, die eine rasche Evaluierung der Tauglichkeit der Systemparameter ermöglicht. Dabei werden folgende Daten angezeigt:

- Die Startenergie im System, die in die Differenzialgleichungen über die Anfangsbedingungen eingebracht wird. Sie errechnet sich u.a. aus den oben genannten Parametern U_{mAn} , U_c , I_l .
- Die Energie im System am Ende des Zeitraums der Berechnung. Hierzu werden alle im System enthaltenen Energiebeträge addiert, also die Bewegungsenergie des/der Magneten, die Energien aller Spulen und auch die Energien aller Kondensatoren.
- Die Energie-Zunahme des Systems während des Berechnungs-Zeitraums, die angegeben wird als Differenz zwischen der Startenergie und der End-Energie. Ist die Energie-Zunahme zuzüglich der entnommenen Energie positiv, so konvertiert das System Raumenergie in klassische Energie. Ist die Energie-Zunahme plus die entnommene Energie hingegen negativ, so konvergiert das System umgekehrt klassische Energie in Raumenergie, oder es geht Energie durch Reibungsverluste verloren (wobei wir allerdings Reibung in der Berechnung berücksichtigen). Ein idealer klassischer Elektromotor würde zum Beispiel (wenn er reibungsfrei laufen könnte), als Differenz zwischen der End-Energie und der Anfangs-Energie genau die während des Betriebs zugeführte Energie abzüglich der entnommenen Energie anzeigen.
- Die Leistungs-Änderung im System, die sich ganz simpel aus der Energie-Zunahme im Bezug auf die gesamte Berechnungs-Dauer ergibt.
- Die während des Betriebs am Ohm'schem Widerstand entnommen der Energie, und die zugehörige dort entnommene Leistung. Nicht angezeigt werden Ohm'sche Verluste an den Spulendrähnten; diese werden zwar in die Berechnung einbezogen und tatsächlich als Leistungs- bzw. Energie- Verluste berücksichtigt, aber sie werden nicht angezeigt, denn man kann sie nicht beeinflussen.
- Die bei mechanischer Belastung entnommene mittlere mechanische Leistung und die mechanische entnommene Gesamtenergie. Sie kann durch geeignete Maßnahmen an der drehenden Welle abgegriffen werden, die durch die Mitte des rotierenden Dauermagneten verläuft. Jetzt, in den Abschnitten 4 und 5 wird sie noch nicht betrachtet, aber später in Abschnitt 6 wird sie im Detail besprochen.
- Außer der mechanisch entnommenen Leistung und Energie gibt es aber auch noch eine mechanische Energiezunahme im System, die dort verbleibt.
- Die über die Input-Spannung in die Input-Spule zugeführte Leistung wird zwar angezeigt, aber sie ist im vorliegenden Rechenbeispiel NULL, weil keine Energie zugeführt wird. Der EMDR-Konverter ist ein Selbstläufer. Die Anzeige diese Energie wird nur exemplarisch vorgeführt, um den Lesern und Leserinnen der Publikation die Benutzung des DFEM-Algorithmus zu erleichtern.
- Die gesamte Dauer der Simulations-Berechnung, die sich als die Summe aller Zeitschritte „dt“ ergibt. Gemeint ist nicht die CPU-Zeit der Berechnung, sondern die der Simulation zugrunde liegende Betriebsdauer des Raumenergie-Konverters.

Die vorangehend beschriebene kurze Bildschirm-Evaluation einiger ausgewählter Ergebnisse hilft, um eine einfache und rasche Kontrolle des Betriebszustands des Konverters zur Verfügung zu stellen, damit man Aussagen zur weiteren Variation und Optimierung der Systemparameter machen kann. Durch wiederholtes Variieren der Systemparameter und wiederholt erneutes Berechnen des veränderten Konverters lässt sich ein Aufbau ermitteln, der als Raumenergie-Konverter funktionieren sollte (zumindest theoretisch).

Hat man diesen Aufbau ermittelt, so empfiehlt sich die vollständige Evaluierung des Systems, und zwar unter grafischer Kontrolle der Systemvariablen als Funktion der fortlaufenden Zeit. Dies geschieht am bequemsten, indem man die in Tab. 2 aufgezählten Excel-Kolumnen direkt in Excel graphisch darstellt. Dabei müssen zuallererst und vor Allem Fragen beantwortet werden wie etwa diese:

- Hat das System schon seinen stabilen Betriebszustand bereits erreicht ?
Dies erkennt man zum Beispiel an der zeitlichen Entwicklung der Winkelgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$ des Systems, die im stabilen Betriebszustand um einen konstanten Wert oszilliert. Auch der Spulenstrom und die Kondensatorspannung müssen um jeweils einen konstanten Wert oszillieren. Ist dies nicht der Fall, so ist der Konverter entweder noch in der Anlaufphase, oder er läuft überhaupt nicht in einem stabilen Betriebszustand. Um zwischen diesen beiden Möglichkeiten unterscheiden zu können, empfiehlt sich eine Verkürzung der Zeitschritte „dt“ bei gleichzeitiger Vergrößerung der gesamten Beobachtungsdauer. (Letzere Maßnahme ist wichtiger als die erstgenannte.)
- Wird beim Anlauf der Maschine genug mechanische Leistung erzeugt, dass die Maschine nicht aufgrund der Reibung zum Stillstand kommt ?
Hierzu kontrolliert man die mechanische Rotationsenergie (des Dauermagneten) als Funktion der Zeit. Im Falle einer mechanischen Leistungsentnahme (siehe Abschnitt 6) kann man gezielt die Reibungskoeffizienten vorgeben und die zugehörige entnommene Leistung anzeigen lassen.
- Man kontrolliert auch die zeitlichen Verläufe der Ströme und Spannungen im LC-Schwingkreis graphisch, um sich nicht auf die simple Abschätzung des Maximums der einfachen Bildschirm-Ausgabe verlassen zu müssen. Bei einem ordentlichen Betrieb der Maschine als Raumenergie-Konverter sind die Spannungen und Ströme meistens ziemlich groß, und man muss für den praktischen Aufbau sicher sein, die Spulendrähte und die Kondensatoren nicht zu überlasten.

Allerdings sei erwähnt, dass die Laufzeit des DFEM-Algorithmus bei feinen Zeitschritten (z.B. im Bereich einiger Nanosekunden) durchaus CPU-Zeiten im Bereich einiger Minuten bis hin zu einigen Stunden (je nach Gesamtdauer der der Berechnung zu Grunde liegenden Zeitspanne) erfordern kann.

5. Ein konkreter EMDR-Raumenergie-Konverter

Die Inbetriebnahme des im Anhang befindlichen DFEM-Programms benötigt ein Datenfile namens 'schonda', welches gemeinsam mit dem Quellcode des DFEM-Programms kostenlos im Internet von den Seiten des Autors der vorliegenden Publikation heruntergeladen werden kann. Dieses Datenfile 'schonda' hat lediglich den Zweck, CPU-Zeit zu sparen, sofern in der Initialisierungsphase des Hauptprogramms die dort eingegebenen Geometrieparameter seit dem letzten Lauf des Programms nicht verändert wurden. Die Initialisierungsphase dient nämlich der automatischen Generierung der Vernetzung (in finite Elemente), der Entwicklung der Fourierreihe und einiger Vorarbeiten, die die Geometrie des Systems beschreiben. Wurde diese Vernetzung aber seit dem letzten Lauf des Programms nicht geändert, so ist eine erneute Berechnung der Initialisierungsphase nicht nötig, und deshalb können die Ergebnisse der Initialisierungsphase direkt aus dem Datenfile 'schonda' aus dem vorangehenden Lauf des Programms entnommen werden, so dass die CPU-Zeit für den Initialisierungsprozess eingespart werden kann. Dies erleichtert den wiederholten Ablauf des Programms zur Optimierung der Systemparameter wesentlich.

Wir wollen jetzt in Abschnitt 5 die Systemparameter gemäß der Einstellung diskutieren, wie sie im Anhang des vorliegenden Artikels wiedergegeben ist.

Die typische Konstruktion eines EMDR-Konverters beginnt mit der Suche eines geeigneten Magneten. Ist er gefunden, und ist seine Feldstärke vermessen (zum Beispiel mit einer Hall-Sonde), so gibt man seine Abmessungen in die Eingabe-Datenzeilen ein und konstruiert sodann eine Stromverteilung, die anhand geeigneter Dauermagnet-Emulationsspulen das gemessene Feld theoretisch reproduziert.

Danach moduliert man die Turbo-Spule und gibt die restlichen Daten für den DFEM-Algorithmus ein. Zuletzt angepasst wird die Startdrehzahl des rotierenden Magneten, zu allerletzt die Kapazität des Kondensators im Turbo-Schwingkreis. Das Kriterium für die Startdrehzahl des rotierenden Magneten geht auf die zur Verfügung stehende Lagerung zurück. Man darf die vorhandene Lagerung nicht mit der End-Drehzahl im stabilen Betriebszustand der Maschine überlasten. Das Kriterium für die Justierung der Kapazität ist die maximal erreichbare Magnet-Rotationsdrehzahl. Eine große Drehzahl ist für die Wandlung der Raumenergie günstiger als eine kleine Drehzahl, und die maximale Drehzahl, die auf dem Bildschirm ausgegeben wird, ist im Vergleich zur Startdrehzahl ein direktes Maß für die Zunahme der Drehzahl während der berechneten Betriebsdauer. Zunächst einmal wird bei sehr kleinem Lastwiderstand die Kapazität so justiert, dass diese Drehzahl-Zunahme maximal wird.

Dabei stellt man häufig fest (je nach gewählter Geometrie), dass die gewandelte mechanische Leistung wesentlich größer ist, als der elektrische Leistungsgewinn im System. (Darin liegt auch der Grund, warum wir später in Abschnitt 6 die eigentliche Nutzleistung des Raumenergie-Motors mechanisch an der drehenden Welle abgreifen wollen.)

Man variiert nun sukzessive in kleinen Schritten den Lastwiderstand und beobachtet dabei die Veränderung des mechanischen und des elektrischen Leistungsgewinns (wobei man immer wieder den Kondensator nachjustieren muß). Je nach Einstellung des Konverters können beide Leistungen gleichzeitig zunehmen oder abnehmen oder auch gegenläufig. Man darf den Lastwiderstand nicht zu stark erhöhen, sonst dämpft man die Maschine derart massiv, dass sie nicht mehr ordentlich anlaufen kann. Ist die mechanische Leistungsaufnahme der Maschine groß, ggf. sogar deutlich größer als die elektrische Leistungsabgabe am Lastwiderstand, so stören wir uns daran überhaupt nicht, denn eine starke mechanische Leistungszunahme verleiht der Maschine später in Abschnitt 6 eine hohe Nutzleistung. Im übrigen stellt eine hohe mechanische Leistungszunahme sicher, dass die mechanisch gewonnene Leistung mit Sicherheit ausreicht, um die Reibung zu überwinden.

Bei der Justierung erkennt man, dass bereits in der theoretischen Berechnung sowohl der Lastwiderstand als auch die Kapazität mit einer ziemlich hohen Genauigkeit eingestellt werden müssen. Dies macht uns eindrucksvoll klar, dass entsprechende Anforderungen hinsichtlich der feinen Variation und der Einstellung sowohl an den Lastwiderstand als auch an die Kapazität auch im praktischen Aufbau gerichtet werden. Hier sind drei numerisch signifikante Stellen durchaus sinnvoll. Im Zusammenhang mit den nachfolgend dargestellten Strom- und Spannungs- Werten im elektrischen Schwingkreis stellt dies sicherlich erhebliche Anforderungen an die beiden Bauteile *Lastwiderstand* und *Kondensator* dar.

Das hier gezeigte Rechenbeispiel ist nicht im Bezug auf die erzielbare Leistung ausoptimiert, da dies erst in Abschnitt 6 unter Berücksichtigung der zur Verfügung gestellten mechanischen Leistung sinnvoll sein wird.

Trotzdem sei hier angemerkt, dass man die aus der Raumenergie gewandelte Leistung deutlich erhöhen kann, wenn man die Zahl der Windungen der Turbo-Spule ein wenig erhöht (was allerdings die Spannung am Kondensator deutlich erhöht). Ein sehr wirkungsvolles Mittel zur Erhöhung der erzielbaren Leistung ist auch die Drehzahl. Mit ihr steigt die erreichbare Leistung gewaltig an. Die hier verwendeten 30.000 Umdrehungen/min werden als eher moderat angesehen. Diese Begrenzung dient dazu, die Anforderungen an die Lagerung des rotierenden Dauermagneten nicht zu groß werden zu lassen (was für erste Prototypen ganz angenehm sein kann). Denkt man jedoch an typische Drehzahlen von Turbolader-Rotoren (im Automobilbereich) im Bereich von 100.000 Umdrehungen/min oder noch wesentlich höher, so ist klar, dass man eine gewaltige Leistungssteigerung durch eine Erhöhung der Drehzahl auch bei dem hier vorgestellten Raumenergie-Konverter ohne allzu große Probleme erreichen kann. Noch höhere Drehzahlen von einigen 100.000 Umdrehungen/min, wie etwa in der Zahnmedizin üblich, oder bei Turbo-Vakuumpumpen würden mit Sicherheit dazu führen, dass auch ein dicker Kupferdraht als Spule schnell beginnen würde zu erhitzen und ggf. zu schmelzen.

Will man die Berechnung und deren Ergebnisse dokumentieren, so gibt man unmittelbar vor dem endgültigen Verlassen des Programms (vor dem letzten <Wait>) ein „D“ ein, gefolgt von „Return“. Das Programm zeichnet nun die Ergebnisse der Berechnung auf, und zwar in einem File namens „Auswertung“, welches man mit Textverarbeitungsprogramm lesen kann. Die dokumentierten Ergebnisse in dem hier beschriebenen Rechenbeispiel sehen dabei in etwa wie folgt aus:

DFEM-Simulation eines EMDR-Motors (hier noch ohne mechanische Leistungs-Entnahme)

Parameter zum Lösen der Dgl. und zur Darstellung der Ergebnisse:

AnzP = 10000000 Zum Lösen der Dgl.: Anzahl der tatsächlich berechneten Zeit-Schritte
 dt = 2.000E-0007 {Sekunden} Dauer der Zeitschritte zur iterativen Lsg. der Dgl.
 Abstd= 1 {Nur Vorbereitung, nicht zum Lösen der Dgl.: Jeden wievielten Punkt soll ich plotten ins Excel?}
 PlotAnfang = 0 {Zum Lösen der Dgl.: Erster-Plot-Punkt: Anfang des Daten-Exports nach Excel}
 PlotEnde = 10000000 {Zum Lösen der Dgl.: Letzter-Plot-Punkt: Ende des Daten-Exports nach Excel}
 PlotStep = 400 {Zum Lösen der Dgl.: Schrittweite des Daten-Exports nach Excel}

Es folgt die Eingabe der beiden Spulen, vgl. Zeichnung *2 von S.1 :

Die Spulen werden nach Vorgabe der Geometrieparameter automatisch vernetzt.

Spsw = 0.010000 Angabe in Metern: Die Spulen-Aufgliederung ist in Spsw-Schritten
 xo = 0, Angaben in Vielfachen von Spsw, Geometrieparameter nach Zeichnung*2 von S.1
 yo = 6, Angaben in Vielfachen von Spsw, Geometrieparameter nach Zeichnung*2 von S.1
 zo = 5, Angaben in Vielfachen von Spsw, Geometrieparameter nach Zeichnung*2 von S.1
 Ninput = 100 Zahl der Wicklungen der Input-Spule
 Nturbo = 9 Zahl der Wicklungen der Turbo-Spule
 nebeninput = 10 Windungen nebeneinander in der Input-Spule
 ueberinput = 10 Windungen uebereinander in der Input-Spule
 neberturbo = 3 Windungen nebeneinander in der Turbo-Spule
 ueberturbo = 3 Windungen uebereinander in der Turbo-Spule

Bsw = 1.0E-0002 Magnetfeld-Speicherung nach *1 von S.2 in Zentimeter-Schritten

Ich emuliere hier das Magnetfeld eines 1T-Magneten durch ein Spulenpaar nach *1 von S.5:

MEyo = 5.00000E-0002 y-Koordinaten der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5
 MEro = 1.00000E-0002 Radius der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5
 MEI = 1.58998E+0004 Strom des Magnetfeld-Emulationsspulenpaares nach *1 von S.5, Angabe in Ampere

Allgemeine technische Größen:

DD = 0.0100000 {Meter} {Durchmesser des Spulendrahtes zur Angabe der Drahtstärke
 rho = 1.350000000000000E-0008 {Ohm*m} {Spez. elektr. Widerstand von Kupfer, je nach Temperatur, Kohlrausch,T193
 rhoMag = 7.800000000000000E+0003 {kg/m^3} {Dichte des Magnet-Materials, Eisen, Kohlrausch Bd.3
 CT = 9.83000E-0005 {Farad} {Kapazität des Kondensators, der mit in der Turbo-Spule (!) in Reihe geschlattet
 CI = 1.00000E-0004 {Farad} {Kapazität des Kondensators, der mit in der Input-Spule (!) in Reihe geschlattet

Sonstige (zur Eingabe):

Rlast = 6.400000E-0002 {Ohm} Ohm'scher Lastwiderstand im LC-Turbo-Schwingkreis
 UmAn = 30000.00 {U/min} Anfangsbedingung mechanisch - Rotierender Magnet: Startdrehzahl
 Uc = 0.00 {Volt} Anfangsbedingung elektrisch - Kondensatorspannung am TURBO-Kondensator
 Il = 0.00 {Ampere} Anfangsbedingung elektrisch - Spulenstrom im TURBO-Schwingkreis

Abgeleitete Parameter. Die Größen werden aus den obigen Parametern berechnet, es ist keine Eingabe möglich:

DLI:=4*(yo+zo)*Spsw*Ninput = 44.00000 {Meter} Länge des Spulendrahtes, Input-Spule
 DLT:=4*(yo+zo)*Spsw*Nturbo = 3.96000 {Meter} Länge des Spulendrahtes, Turbo-Spule
 RI:=rho*(DLI)/(pi/4*DD*DD) = 0.00756 {Ohm} Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes, Input-Spule
 RT:=rho*(DLT)/(pi/4*DD*DD) = 0.00068 {Ohm} Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes, Turbo-Spule
 Breitel:=nebeninput*DD = 0.10000 Breite und Höhe des Input-Spulenlörpers
 Hoehel:=ueberinput*DD = 0.10000 Breite und Höhe des Input-Spulenlörpers
 BreiteT:=neberturbo*DD = 0.03000 Breite und Höhe des Turbo-Spulenlörpers
 HoeheT:=ueberturbo*DD = 0.03000 Breite und Höhe des Turbo-Spulenlörpers
 fkl:=Sqrt(Hoehel*Hoehel+4/pi*2*yo*2*zo)/Hoehel = 123.61179 Korrekturfaktor zur Induktivität der kurzen Input-Spule
 fkT:=Sqrt(Hoehel*Hoehel+4/pi*2*yo*2*zo)/HoeheT = 412.02703 Korrekturfaktor zur Induktivität der kurzen Turbo-Spule
 LI:=muo*(2*yo+Bretel)*(2*zo+Bretel)*Ninput*Ninput/(Hoehel*fkl) = 1.24238647244960E-0001 Induktivität Input-Spule

$LT = \mu_0 \cdot (2 \cdot y_0 + \text{Breite}_T) \cdot (2 \cdot z_0 + \text{Breite}_T) \cdot N_{\text{turbo}} \cdot N_{\text{turbo}} / (\text{Höhe}_T \cdot f_k T) = 9.93606632469255E-0004$ Induktivität Turbo-Spule
 $\omega_{mT} = 1 / \sqrt{LT \cdot CT} = 3.19974964955735E+0003$ Kreis-Eigenfrequenz des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT & CT
 $TT = 2 \cdot \pi / \omega_{mT} = 1.96364903362012E-0003$ Schwingungsdauer des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT & CT.
 $M_{\text{mag}} = \rho_{\text{mag}} \cdot (\pi \cdot M_{\text{Ero}} \cdot M_{\text{Ero}}) \cdot (2 \cdot M_{\text{Eyo}}) = 0.245$ kg Masse des Magneten (Rotation um Querachse !!)
 $J = M_{\text{mag}} / 4 \cdot (M_{\text{Ero}} \cdot M_{\text{Ero}} + 4 \cdot M_{\text{Eyo}} \cdot M_{\text{Eyo}} / 3) = 2.10329628157837E-0004$ Trägheitsmoment des Magneten bei Rotation um Querachse

Anzeige einiger auszurechnender Parameter:
 Magnet: Start-Winkelgeschw.: $\omega_{mAn} = 3141.592654$ rad/sec
 Magnet: Startdrehzahl, Umdr./sec.: $UmSec = 500.0000000000$ Hz
 Masse des Magnet = 0.245044 kg
 Traegheitsmoment Magnet bei QUER-Rotation 2.10329628157837E-0004 kg*m^2
 Gesamtdauer der Betrachtung: 2.00000000000000E+0000 sec.
 Excel-Export: 0.00000E+0000... 2.00000E+0000 sec., Step 8.00000E-0005 sec.
 Das sind 25000 Datenpunkte (also Zeilen).

Einige Ergebnisse der Berechnung:
 Anfangs-Energie im System: 1037.93511187 Joule
 End-Energie im System: 1171.18167853 Joule
 Leistungs-Aenderung im System: 66.62328333 Watt
 Am Lastwiderstand entnommene Gesamtenergie = 13.29139772 Joule
 entsprechend einer mittleren entnommenen Leistg: 6.64569885828765E+0000 Watt
 Ueber Input-Spannung zugefuehrte Gesamt-Energie: 0.00000000000000E+0000 Joule
 entsprechend einer mittleren zugefuehrten Leistg: 0.00000000000000E+0000 Watt
 bei einer Betrachtungs-Dauer von 2.00000000000000E+0000 sec.

Oben sieht man eine Protokollierung der eingegebenen und der daraus hergeleiteten Größen. Unten findet man den Abschnitt „Einige Ergebnisse der Berechnung“, dem wir jetzt unsere Aufmerksamkeit zuwenden wollen:

Bei einer Betrachtungs-Dauer von 2 Sekunden (die benötigte CPU-Zeit liegt bei den meisten Computern deutlich höher) wird eine mechanische Leistungszunahme von 66.62 Watt im System beobachtet, und dazu eine elektrische Leistungsabgabe an den Lastwiderstand von 6.645 Watt. Beide Leistungen sind ohne klassische Energiequelle erzeugt worden, wurden also der Raumenergie (zumindest aus einer bisher unbekanntem Energiequelle) entnommen und gewandelt.

Vergrößert man die Betrachtungs-Dauer, so kann eine Verringerung der Leistungs-Wandlung beobachtet werden. Dies liegt aber nicht dominant an unvollständiger Konvergenz des Algorithmus (aufgrund der Größe der Zeitschritte), sondern es hat seinen Grund in der Tatsache, dass die Maschine im Anlaufbetrieb ein anderes Verhalten zeigt, als nach dem Einschwingen in ein stabiles Fließgleichgewicht. Wir erkennen dies eindeutig in Abb.12, bei der die Spalte „I“ des Excel-Datenprotokolls angezeigt ist, die die Winkelgeschwindigkeit des rotierenden Magneten enthält (abzurufen in dem vom Programm automatisch erzeugten File „test“.)

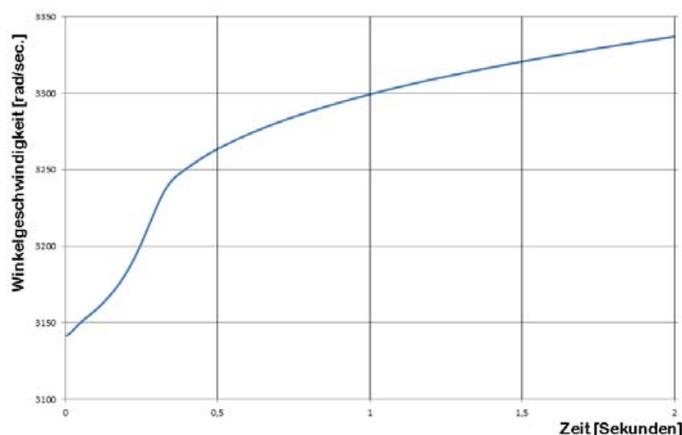


Abb.12:

Winkelgeschwindigkeit des rotierenden Magneten, die sich als Funktion der Zeit und ohne klassische Energiezufuhr erhöht. Zu Beginn des Betriebs sieht man die starke Energie-Aufnahme während des Hochlaufs der Maschine. Gegen Ende der Betrachtungs-Dauer konvergiert der Betriebszustand allmählich gegen die Sättigung, hat diese aber noch nicht erreicht.

Die Kondensator-Spannung entnimmt man aus der Ladung des Kondensators, deren zeitliche Entwicklung wir in Abb.13 sehen. Allerdings erkennt man aufgrund der begrenzten Auflösung der Grafik nur die Einhüllende der tatsächlichen Schwingung, da bei der tatsächlichen Berechnung 10.000.000 Punkte berücksichtigt wurden, die bei einer Computer-Grafik natürlich nicht alle dargestellt werden können.

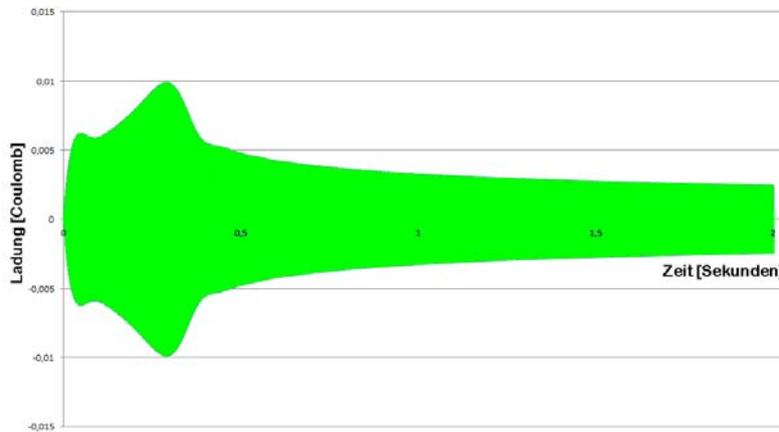


Abb.13:

In grüner Farbe erkennt man die Einhüllende der Ladung als Funktion der Zeit, die in Form einer Schwingung in den Kondensator hinein fließt und diesen wieder verlässt.

Das Maximum der Spannungsamplitude liegt bei $U_{C,max} = \frac{Q_{max}}{C_{Turbo}} = \frac{0.01C}{98.3\mu F} \approx 102 Volt$. Es sollte kein

Problem sein, solche Kondensatoren zu bekommen. Erhöht man die Zahl der Windungen, so kann man auch noch deutlich größere Spannungen anfahren und somit die elektrisch entnehmbare Leistung wesentlich erhöhen (und damit übrigens auch die mechanisch zur Verfügung gestellte Leistung).

Der Spulenstrom ist in Abb. 14 mit einem Maximum von etwas über 30 A zu erkennen. Erhöht man die Zahl der Windungen oder senkt man den Lastwiderstand ab, so lässt sich nach geeigneter Justierung der restlichen Systemparameter eine wesentliche Erhöhung des Spulenstroms erwirken. Bei einem Spulendraht wie in Abb.11 mit einem Durchmesser von 10 mm (Querschnittsfläche 78,5 mm² ist dies keinerlei Problem.

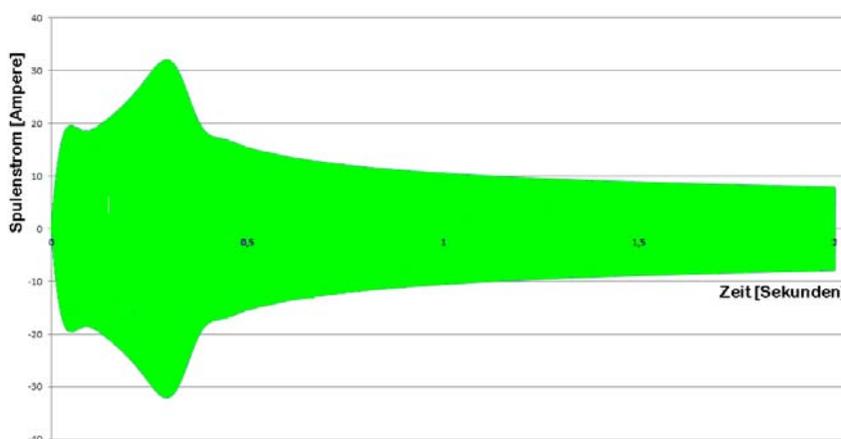


Abb.14:

Einhüllende des Spulenstroms als Funktion der Zeit.

Die Spulenspannung, deren graphische Darstellung eine ähnliche Form der Einhüllenden zeigt, wie Abb.13 und Abb.14, sollte eine vergleichbare Amplitude haben wie die Kondensatorspannung, wenn der Konverter einigermaßen vernünftig eingestellt ist. Mit einem Wert von 99 Volt ist dieses Kriterium überraschend gut erfüllt.

Die Beschleunigung des rotierenden Magneten, deren Einhüllende wir in Abb. 15 sehen, zeigt eine merkliche Oszillation innerhalb einer Periode, woran man erkennt, daß zwischen den Ladungen im LC-Schwingkreis und den Magneten durchaus merkliche Kräfte ausgetauscht werden. (Mit entsprechender mechanischer Festigkeit muss die Anordnung im praktischen Experiment aufgebaut sein.) Das Fließgleichgewicht des eingeschwungenen Zustands ist erreicht, wenn diese Oszillation symmetrisch um die Abszisse stattfindet - was hier noch nicht ganz der Fall ist, wie wir auch schon aus der Diskussion zu Abb.12 erwarten. Da auch am Ende des Berechnungs-Zeitraumes der Mittelwert der Winkelbeschleunigung noch deutlich im positiven liegt, hat der Rotor offensichtlich noch nicht die Maximaldrehzahl erreicht.

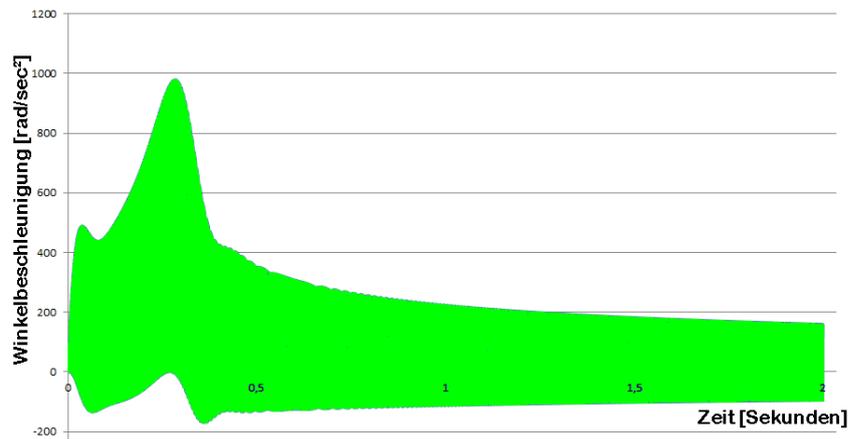


Abb.15:

Einhüllende der Winkelbeschleunigung als Funktion der Zeit.

Die Frage nach der Qualität der numerischen Iteration beantworten wir nach Betrachtung eines hochauflösenden Zeitfensters, dass wir auf eine der bisher diskutierten Größen setzen. Ein Beispiel hierfür ist Abb. 16, in der ein Fenster von ca. 5 ms mit etwa fünf Schwingungsperioden der Winkelbeschleunigung wiedergibt. Sind die Kurven unregelmäßig oder gar gezackt, so liegt der typische Fall eine Unterabtastung vor, der eine Verringerung der diskreten Zeitschritte „dt“ für ratsam erscheinen lässt, wodurch sich natürlich bei gleichbleibender Gesamt-Betrachtungsdauer die Zahl der Rechenschritte und damit die CPU-Zeit erhöht. Daß in unserem Beispiel eine zufriedenstellende Abtastung vorliegt, erkennt man in Abb.16.

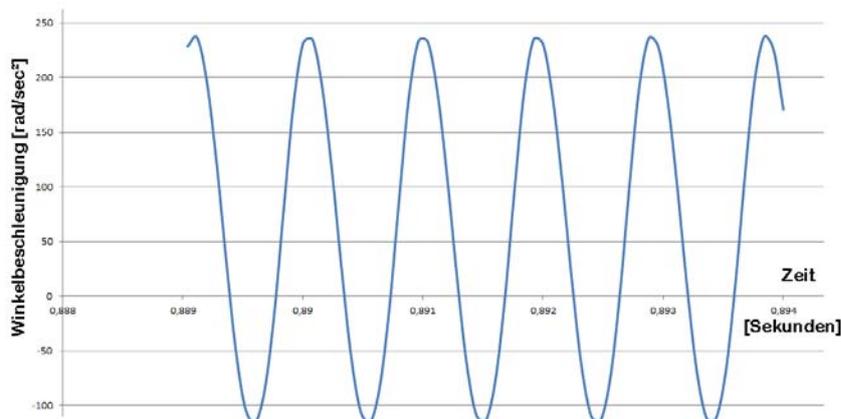


Abb.16:

Betrachtung mit hoher Zeitauflösung zwecks Begutachtung der Qualität der numerischen Iteration.

Obwohl dem System permanent Leistung entnommen wird (siehe Abb. 17), wächst die Gesamtenergie im System während des gesamten Untersuchungszeitraums streng monoton (siehe Abb. 18). Diese Beobachtung lässt sich bis zum Erreichen des stabilen Zustandes Fließgleichgewicht fortsetzen.

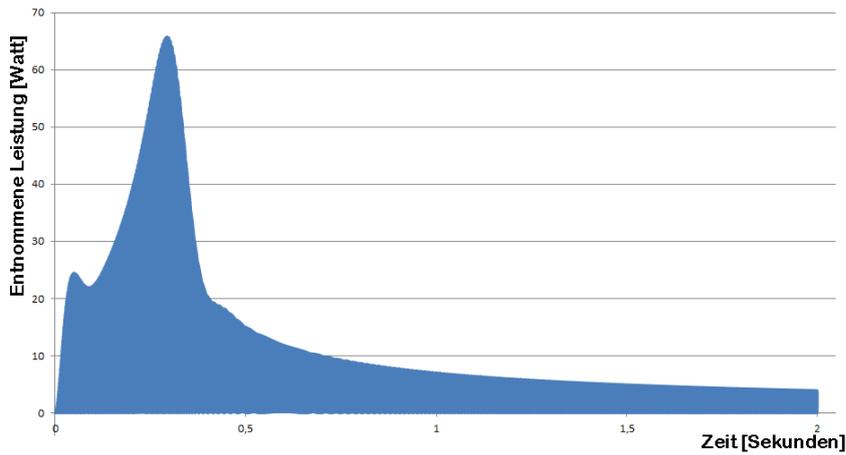


Abb.17:
Elektrische Leistungs-Entnahme am Lastwiderstand.

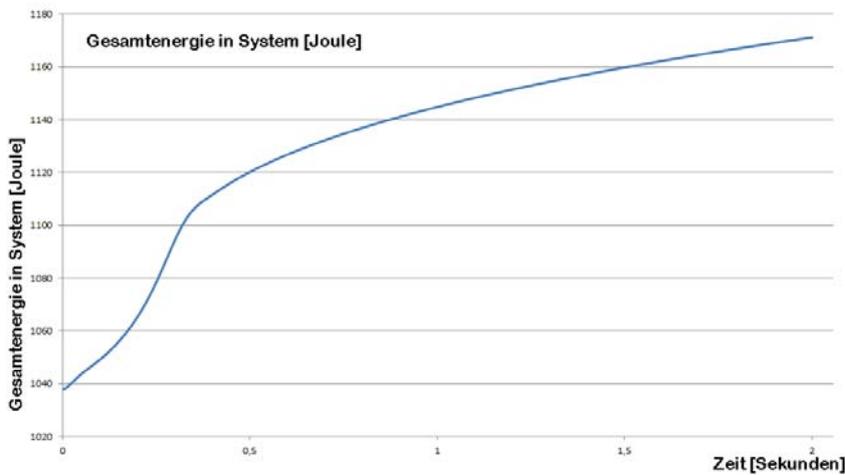


Abb.18:
Gesamtenergie im System, also in der Spule, im Kondensator und in der Drehbewegung des rotierenden Magneten.

Eine zugeführte Leistung über den Input-Schwingkreis gibt es in unserem Beispiel nicht, da die Maschine als Selbstläufer arbeitet. Aus diesem Grund erübrigt sich eine Darstellung dieser Größe.

Eine Langzeit-Analyse der am Lastwiderstand entnehmbaren elektrischen Leistung findet man in Abb.19. Von den vorangehenden Kurzzeitanalysen unterscheidet sie sich lediglich durch die Ausdehnung des gesamten Beobachtungszeitraumes auf 40 Sekunden. Ganz offensichtlich konvergiert die am Lastwiderstand entnehmbare elektrische Leistung gegen Null, was man auch durch eine weitere Verlängerung des Untersuchungszeitraums deutlich belegen kann.

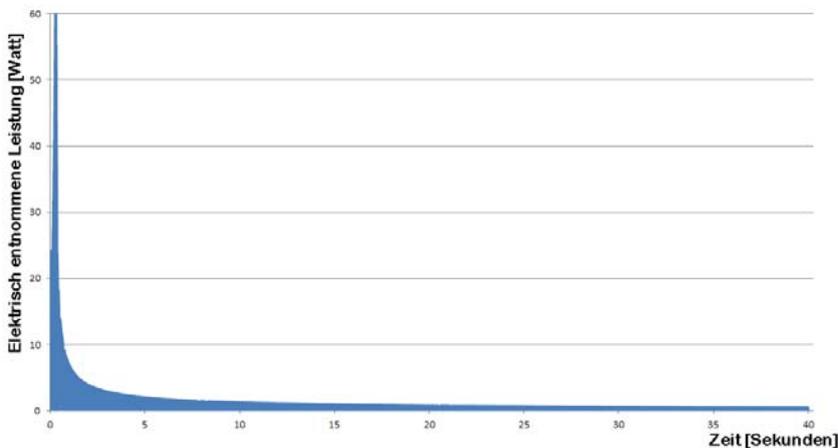


Abb.19:
Am Lastwiderstand elektrisch entnehmbare Leistung in der Langzeit-Analyse.

Der Grund ist folgender:

Um leistungsstark arbeiten zu können, muss eine endliche (und bleibende) Phasenverschiebung zwischen der elektrischen Schwingung im LC-Schwingkreis und der mechanischen Rotation des Magneten vorhanden sein und aufrecht erhalten werden. Diese Phasenverschiebung wird unbedingt benötigt, damit das von der Spule erzeugte Magnetfeld den Magneten in genau demjenigen Moment beschleunigt, in dem es besonders stark ist, aber hingegen den Magneten genau in demjenigen Moment besonders wenig abbrems, in dem es besonders schwach ist.

Man kann dies durch ein ganz einfaches Modell veranschaulichen. Die Schwingung im LC-Schwingkreis sorgt dafür, dass die in diesem Schwingkreis enthaltene Energie zwischen der Energie des elektrostatischen Feldes im Kondensator und der Energie des magnetischen Feldes in der Spule hin- und her- schwingt. Dies macht sie genau zwei mal in jeder Schwingungsperiode, denn die Kondensatorplatten werden wechselseitig positiv oder negativ aufgeladen, die Spulen werden wechselseitig nach „Nordpol“ und „Südpol“ aufgeladen. In denjenigen Momenten, in denen die Feldenergie gerade in der Spule ist, wird der rotierende Magnet deutlich beschleunigt, wohingegen der rotierende Magnet wenig abgebremst wird, zu denjenigen Zeitpunkten, in denen die Energie gerade im Kondensator ist. Man betrachte hierzu Abb.20, welches den Fall der günstigen Phasenverschiebung für eine starke Rotation beschreibt. Wir sehen dort acht Momentaufnahmen, die in äquidistanten Zeitabständen aufeinander folgen und von 1-8 durchnummeriert sind. Die im violett gezeichneten Kondensator enthaltene Ladung ist mit positivem und negativem Vorzeichen an den Kondensatorplatten gekennzeichnet, und zwar umso mehr, je mehr Ladung die entsprechenden Kondensatorplatten enthalten. Fließt die Ladung durch den Schwingkreis, so gibt ein schwarzer Pfeil die Flußrichtung an, wobei die Ladung natürlich durch die blau gezeichnete Spule fließen muss, und dabei einen Strom in der Spule hervorruft, der das am Spulenrand markierte Magnetfeld verursacht. Auch hier symbolisiert die Anzahl der Symbole („N“ und „S“) die Stärke des Feldes.

Beginnen wir mit unserer Betrachtung bei Bild-Teil Nr.1. Zum Zeitpunkt t_1 ist der Kondensator noch leicht geladen, aber es existiert auch ein mäßiger Stromfluss durch die Spule, der für ein entsprechendes Magnetfeld sorgt. Aufgrund der Polarität der Magnetfelder (von Spule und Dauermagnet relativ zueinander) wird der Dauermagnet in eine Rechts-Drehung versetzt. In Bild-Teil Nr.2 ist der Kondensator vollständig entladen, so dass der Strom durch die Spule maximal ist. Hier liegt die gesamte Feldenergie als Magnetfeld-Energie vor. Dadurch werden die Pole des Dauermagneten besonders stark angezogen, d.h. die Rotation wird besonders deutlich verstärkt. Bei Bild-Teil Nr.3 hat sich das Magnetfeld der Spule inzwischen schon ein Stück weit abgebaut, aber aufgrund der Stellung des Dauermagneten kann das Magnetfeld der Spule den Dauermagneten ohnehin nicht mehr beschleunigen. Würde das Feld der Spule nicht vollständig abgeklungen sein, so würde in Bild-Teil Nr.4 das zuvor vorhandene Magnetfeld die Rotation des Dauermagneten sogar wieder abbremsen. Dass dies nicht passiert, hat seine Ursache darin, dass die gesamte schwingende Energie des LC-Schwingkreises nun in Form eines elektrischen Feldes im Kondensator vorliegt und somit auf den Dauermagneten keine Kräfte ausübt. (Die Spule ist ohne Feld.) Ab nun beginnt aber die Entladung des bei Bild-Teil Nr.4 maximal aufgeladenen Kondensators, die wir in Bild-Teil Nr.5 schon gut beobachten können. Der Entladestrom fließt natürlich in der entgegengesetzten Richtung wie bei Bild-Teil Nr.1, so dass das Magnetfeld der Spule in Bild-Teil Nr.5 die umgekehrte Polarität hat wie in Bild-Teil Nr.1. In Bild-Teil Nr.5 baut sich das Magnetfeld der Spule langsam auf und erreicht in Bild-Teil Nr.6 seine maximale Feldstärke. Entsprechend wird hier der Magnet in Bild-Teil Nr.5 und 6 abermals zur Rechtsdrehung beschleunigt. Bild-Teil Nr.7 entspricht der Umkehrung von Bild-Teil Nr.3. Das noch leicht vorhandene Magnetfeld der Spule gibt kein Drehmoment auf den Dauermagneten aus, weil dieser bereits nach dem Feld ausgerichtet ist. In Analogie zu Bild-Teil Nr.4 sieht man auch in Bild-Teil Nr.8 kein bremsendes Drehmoment auf den Dauermagneten, weil die Ladungen sich gerade im Kondensator befinden und die Spule kein Magnetfeld erzeugt. Abb.20 ist wie eine Animation zu verstehen, die man sich aus acht aufeinanderfolgenden Bildern zusammengesetzt denken sollte, sodass nach Abb.8 der Vorgang wieder zyklisch bei Abb.1 weitergeht.

Die Beschleunigung der Rotation des Magneten wird solange fortgesetzt, wie die Phasendifferenz zwischen der Position des Magneten und den schwingenden Feldern im LC-Schwingkreis aufrecht erhalten bleibt.

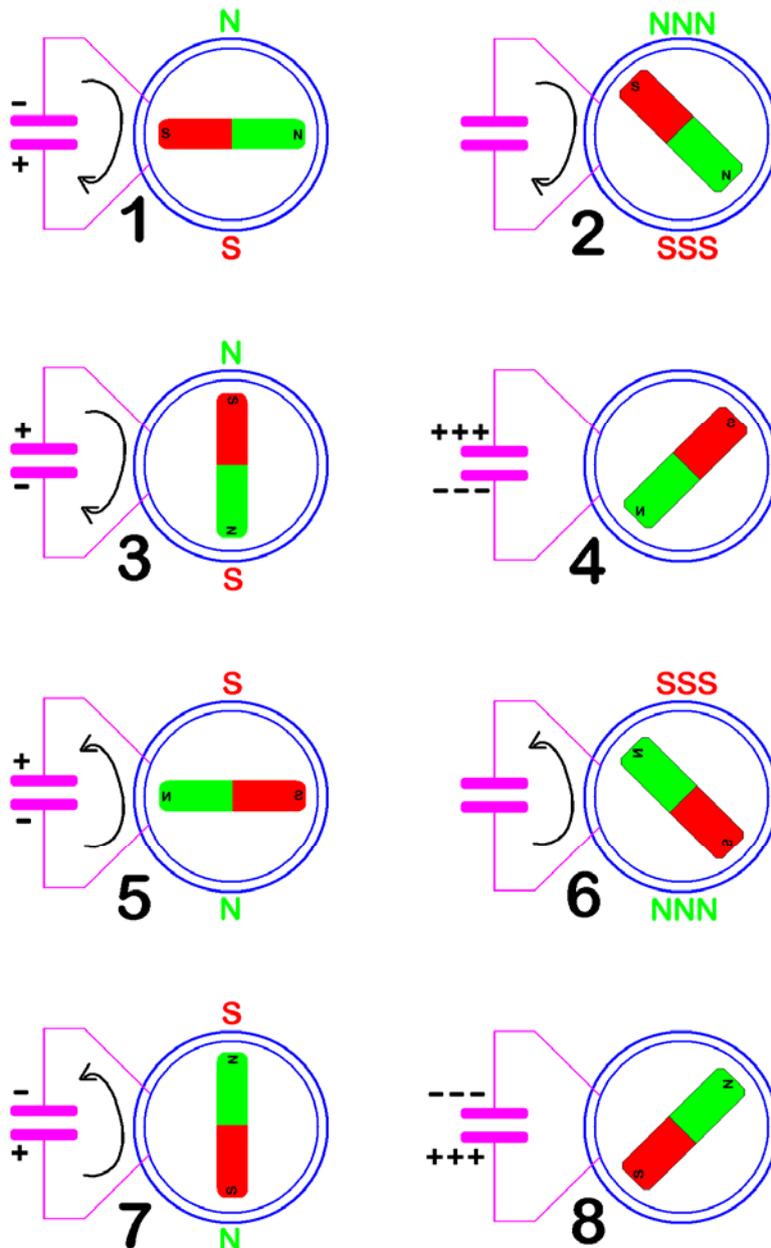


Abb.20:

Drehung eines Magneten in der Spule eines LC-Schwingkreises mit konstant gehaltener Phasendifferenz zwischen Rotation und elektrischer Schwingung.

Würde der Magnet dauernd beschleunigt werden, aber nicht abgebremst, so würde die Drehzahl der Rotation des Magneten bald die Schwingungsfrequenz des LC-Schwingkreises erreichen. Entsprechend würde die Phasenverschiebung zwischen der elektrischen Schwingung im LC-Schwingkreis und der mechanischen Drehung bald verschwinden, sodass keine Beschleunigung des drehenden Magneten mehr stattfinden kann. Man betrachte hierzu Abb.21.

Wir sehen dort in Bild-Teil Nr.1 eine leichte Beschleunigung des Dauermagneten (durch ein schwaches Magnetfeld in der Spule), die durch das Abbremsen des Dauermagneten in Bild-Teil Nr.3 exakt kompensiert wird. In demjenigen Moment (Bild-Teil Nr.2), in dem das Magnetfeld der Spule seinen Maximalwert erreicht, kann es kein Drehmoment auf den Dauermagneten ausüben, da dieser bereits exakt nach dem Magnetfeld der Spule ausgerichtet ist. Mit anderen Worten heißt das, dass in Summe über die Bild-Teile Nr.1-3 kein Drehmoment auf den Magneten ausgeübt wird. Auch in Bild-Teil Nr.4 beobachten wir kein Drehmoment auf den Dauermagneten, weil hier die gesamte Feldenergie im Kondensator vorliegt und nicht in der Spule. (Hier ist die Spule ohne Magnetfeld.) Die

selbe Argumentation, die wir nun von den Bild-Teilen Nr.1-4 kennen gelernt haben, können wir nochmals bei den Bild-Teilen Nr.5-8 wiederholen. In diesem Betriebszustand des Raumenergie-Konverters hat der rotierende Magnet mit seiner Drehzahl die Schwingungsfrequenz des LC-Schwingkreises eingeholt und kann diese nun nicht überholen, weil kein beschleunigendes Drehmoment mehr vorhanden ist, welches dem Dauermagneten Raumenergie zuführen könnte.

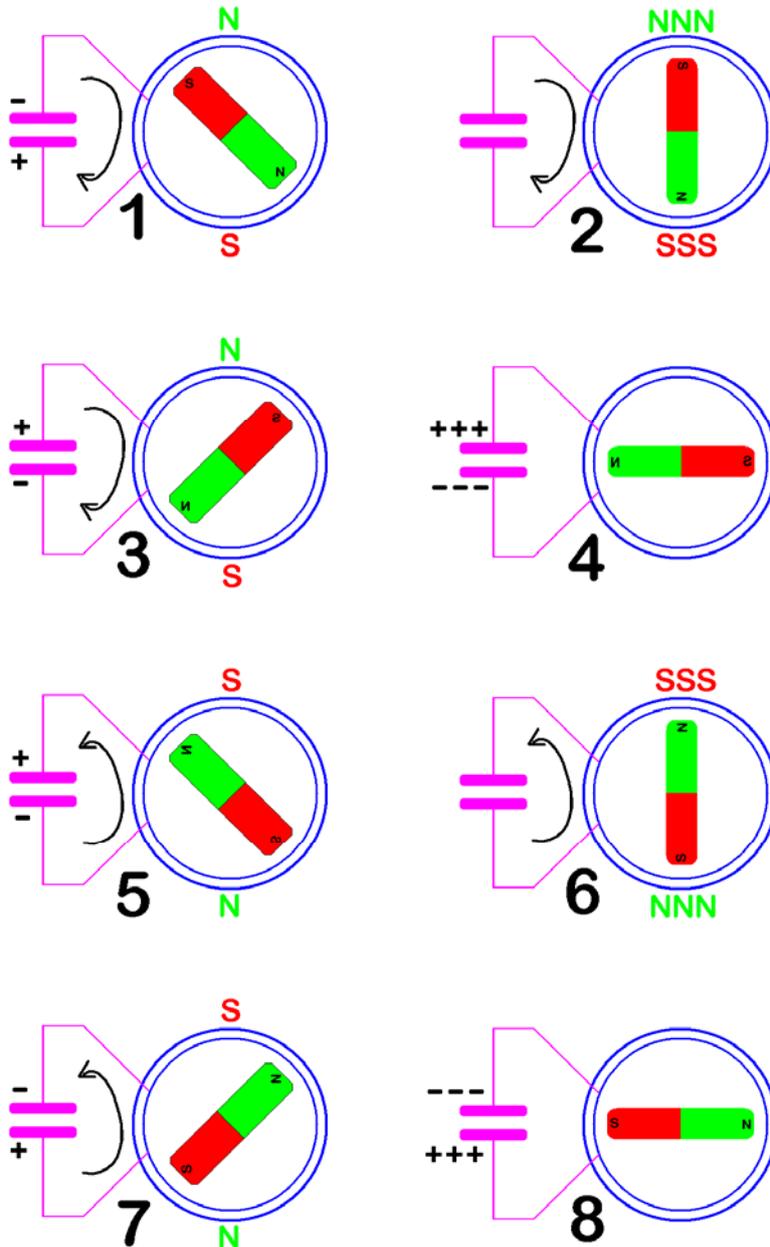


Abb.21:

Drehung eines Magneten in der Spule eines LC-Schwingkreises mit verschwindender Phasendifferenz zwischen Rotation und elektrischer Schwingung.

Aufgrund mangelnder mechanischer Belastung holt die Rotation des Dauermagneten die elektrische Schwingung im LC-Schwingkreis ein, so dass keine Raumenergie mehr gewandelt wird.

Der Zustand führt schließlich zu der Erkenntnis, dass ohne mechanische Leistungsentnahme auch keine elektrische Leistungsentnahme möglich ist.

Die Tatsache dass der drehende Magnet (auch ohne mechanische Belastung) die Schwingung im LC-Schwingkreis niemals überholen kann, verhindert die Unfallgefahr durch überhöhte Drehzahl, weil beim Verschwinden der Phasenverschiebung keine Raumenergie mehr gewandelt werden kann (außer demjenigen Anteil, der benötigt wird, um die Drehzahl gegen die Reibung konstant zu halten). Aber um Raumenergie zu wandeln, muss man eine positive Phasenverschiebung nach Abbild 20 aufrechterhalten. Die optimale Phasenverschiebung entspricht mit 45° genau der Situation in Abb.20. Da dies auf elektrischem Wege (also alleine durch den elektrischen Schwingkreis) nicht erreicht werden kann, ist eine mechanische Belastung der Rotation nötig. Man muss also den rotierenden Dauermagneten mit einem mechanischen Drehmoment belasten, um eine endliche Phasenverschiebung zwischen der Rotation des Magneten und der Schwingung im LC-Schwingkreis aufrecht zu erhalten.

In dieser Hinsicht verhält sich der Raumenergie-Motor grundsätzlich völlig anders als eine klassische elektrische Maschine. Wenn man leicht laufende Lager hat, und die Rotation praktisch ohne mechanische Belastung stattfindet, kann der Motor praktisch keine oder fast keine mechanische Leistung und auch keine oder fast keine elektrische Leistung erbringen. Alleine schwergängige Lager würden schon die Wandlung von Raumenergie begünstigen.

Besser als schwergängige Lager eignet sich natürlich eine mechanische Energieentnahme aus der Magnet-Rotation, die man im Idealfall sogar durch eine Regelung derart beeinflussen kann, dass sich ein langzeitstabiler Betrieb des Raumenergie-Motors erreichen lässt. Die mechanische Leistungsentnahme kann man z.B. an der Drehzahl des Magneten ausrichten, oder an der Phasenverschiebung zwischen der Magnetrotation und der Schwingung im LC-Schwingkreis. Entscheiden wir uns z.B. für die erstgenannte Variante und richten die mechanische Leistungsentnahme aus der drehenden Achse an der Drehzahl aus, so können wir bei Überschreiten eines oberen Schwellenwertes der Drehzahl die Leistungsentnahme erhöhen, um so die Laufgeschwindigkeit des Motors zu dämpfen, und dadurch eine gleichbleibende Phasenverschiebung zwischen der Rotation des Dauermagneten und dem LC-Schwingkreis aufrechterhalten. In ähnlicher Weise definiert man einen unteren Drehzahl-Schwellenwert, bei dessen Unterschreitung die Leistungsentnahme reduziert wird, damit die Rotation des Dauermagneten der Schwingung im LC-Schwingkreis einwandfrei folgen kann. Dies ist die Grundidee, die der mechanischen Leistungsentnahme im nachfolgenden Abschnitt 6 zu Grunde liegt.

Im praktischen Betrieb (den wir im nachfolgenden Abschnitt untersuchen werden), werden wir dann finden, daß immer genau so viel Leistung aus der Raumenergie gewandelt wird, wie der Verbraucher abnimmt – solange wir die Belastung nicht zu groß wählen (denn eine zu große Belastung würde den Motor einfach zum Stillstand bringen, wie man eben jeden Motor durch Überlast abbremst).

6. Der EMDR-Konverter mit mechanischer Leistungsentnahme

Wie wir in den Abbildungen 13, 14, 15 und besonders in Abb.19 erkannt haben, läuft die Raumenergie-Wandlung nach Abklingen des Einschwingungsvorgangs bei fehlender Phasenverschiebung zwischen der Dauermagnet-Rotation und dem LC-Schwingkreis asymptotisch gegen die Leistung null. Den Grund haben wir am Ende von Abschnitt 5 erläutert.

Aus diesem Grunde muß für einen nutzbringenden Betrieb des Raumenergie-Konverters das Drehmoment $M(t)$ in Gleichung (24a) außer dem Beitrag der Magnetkräfte (zwischen Dauermagnet und Spule) auch noch den in Abschnitt 5 begründeten Beitrag der mechanischen Leistungsentnahme enthalten.

Der Letztgenannte wurde in Tab. 1 bereits eingeführt und folgt im Prinzip der einfachen technischen Mechanik, wie in Gleichung (27) wiedergegeben.

$$P_{mech} = M_{mech} \cdot \dot{\varphi} \tag{27}$$

Mechanische Leistungsentnahme, mit dem Drehmoment

$$M_{mech} = c_r \cdot \dot{\varphi} \text{ und } c_r = \text{Reibkoeffizient für}$$

winkelgeschwindigkeitsproportionale Leistungsentnahme.

Damit gelingt es uns nun, den Raumenergie-Motor in einen leistungsstarken Betrieb zu überführen, der langzeitstabil (dauerhaft) aufrechterhalten wird.

Die Dokumentation der Eingabeparameter entnimmt man dem im Anhang befindlichen Quell-Code, der gleichzeitig den letzten Entwicklungsstand des DFEM-Algorithmus zum Zeitpunkt der vorliegenden Publikation wiedergibt.

Die Einführung der geschwindigkeitsproportionalen Leistungsentnahme in die Bewegungs-Differentialgleichungen des Konverter-Systems ist in denjenigen Programmzeilen enthalten, die mit einem vorangestellten Kommentar „{GG}“ beginnen. Die drehzahlabhängige Regelung des für die Leistungsentnahme zuständigen Reibung-Koeffizienten „cr“ ist im Unterprogramm „Reibung_nachregeln“ zu finden. Dabei wird eine Zielfrequenz „phiZiel“ angesteuert, die aus Gründen der Überzeugungskraft ein wenig höher liegen kann als die Startfrequenz, mit der der Raumenergie-Motor angeworfen werden muss, damit jeder sieht, daß die entnommene Energie nicht aus der Drehzahl des Anlagers stammt. Für den Dauerbetrieb wird dann der Konverter in einem Frequenzband um dieses Ziel Frequenz gehalten, wobei das Frequenzband lediglich den Zweck hat, eine für die Regelung nötige Schalt-Hysterese zu definieren.

Wie man in den Eingabedaten des Quell-Codes entdecken kann, liegt der Lösung der Differentialgleichung eine numerische Iteration über 10^8 Schritte der Dauer von je 43nanoSekunden zugrunde. Es wurde untersucht, dass die Zeitauflösung tatsächlich ausreicht, um sicherzustellen, dass der Algorithmus zufriedenstellend auskonvergiert ist.

Die Bildschirmkontrolle der Ausgabedaten direkt im Anschluss an die Berechnungen zeigt folgende Werte:

```
Leistungs-Aenderung im System:      5.04845399 Watt
Am Lastwiderstand entnommene Gesamtenergie =  223.50737922 Joule
entsprechend einer mittleren entnommenen Leistg: 5.19784602848813E+0001 Watt
Ueber Input-Spannung zugefuehrte Gesamt-Energie:  0.00000000000000E+0000 Joule
entsprechend einer mittleren zugefuehrten Leistg: 0.00000000000000E+0000 Watt
Gesamte mechanisch entnommene Energie =  2271.25431928806 Joule
entsprechend einer mittleren Leistung =  528.19867890420 Watt
bei einer Betrachtungs-Dauer von 4.30000000000000E+0000 sec.
```

Wir interpretieren dies wie folgt:

Der Start des Konverters wird mit einer Anfangs-Drehzahl von 30.000 Umdrehungen/min initiiert, während sich im elektrischen LC-Schwingkreis keinerlei Anfangs-Energie befindet. Die Drehung des Magneten induziert eine Spannung in der Spule und bringt somit Energie in den elektrischen LC-Schwingkreis ein. Aus diesem Grunde beginnt der Einschwingzustand mit einer Abnahme der Drehzahl des Dauermagneten. Wir sehen dies in Abb.22. Nach Abklingen des Einschwingzustandes folgt ein minimales Pendeln um die gewünschte Zielfrequenz, wobei die Breite des Pendelns durch die Schalt-Hysterese durch die Regelung der Leistungsentnahme bedingt ist. Wie man sieht, genügt bereits eine sehr schmale Schalt-Hysterese.

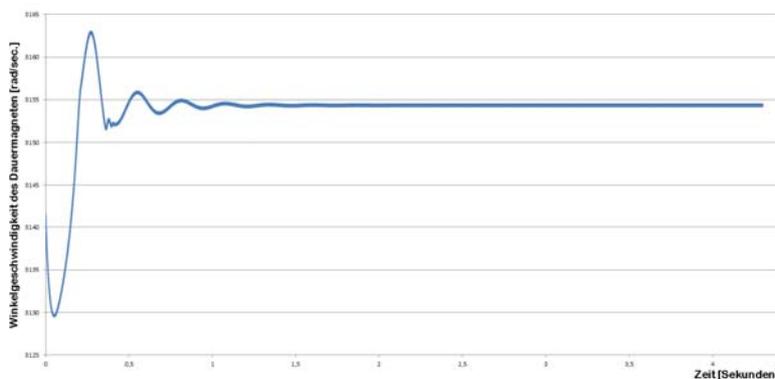


Abb.22:
Winkelgeschwindigkeit des Dauermagneten im leistungsstarken Raumenergie-Konverter.

Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „I“ der Excel-Datenausgabe.

Die Regelung der Leistungsentnahme wird über einen zeitlich variablen Reibungskoeffizienten vorgenommen, dessen dynamische Entwicklung Abb.23 wiedergibt. Offensichtlich ist während des Einschwingvorgangs eine gewisse Regelung nötig, im eingeschwungenen Zustand läuft die Leistungsentnahme jedoch gegen einen sehr stabilen Zustand.

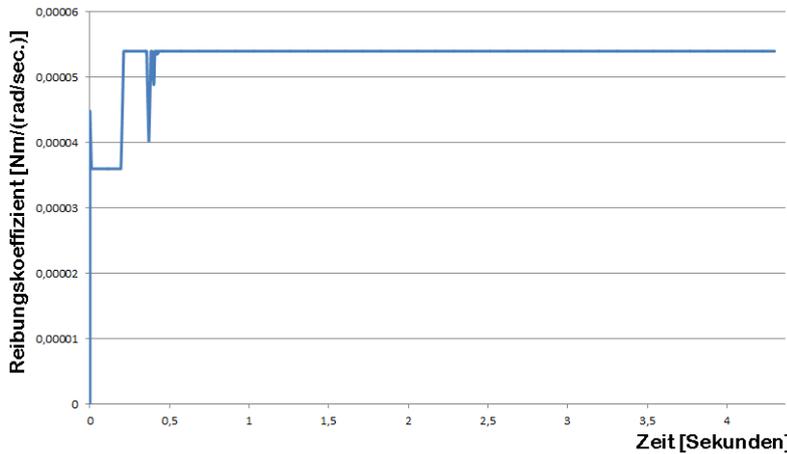


Abb.23:

Dynamische Entwicklung des geregelten Reibungs-Koeffizienten zur Steuerung einer optimalen mechanischen Leistungs-Entnahme im leistungsstarken EMDR-Raumenergie-Konverter.

Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „X“ der Excel-Datenausgabe.

Die tatsächliche entnommene mechanische Leistung sehen wir in Abb.24. In Anbetracht eines Dauermagneten von nur 10 cm Länge ist die freiwerdende Leistung von gut 530 W durchaus erfreulich, zumals noch eine elektrische Leistungsentnahme hinzukommt, und überdies die Auslegung der Maschine noch nicht vollständig leistungsoptimiert wurde.

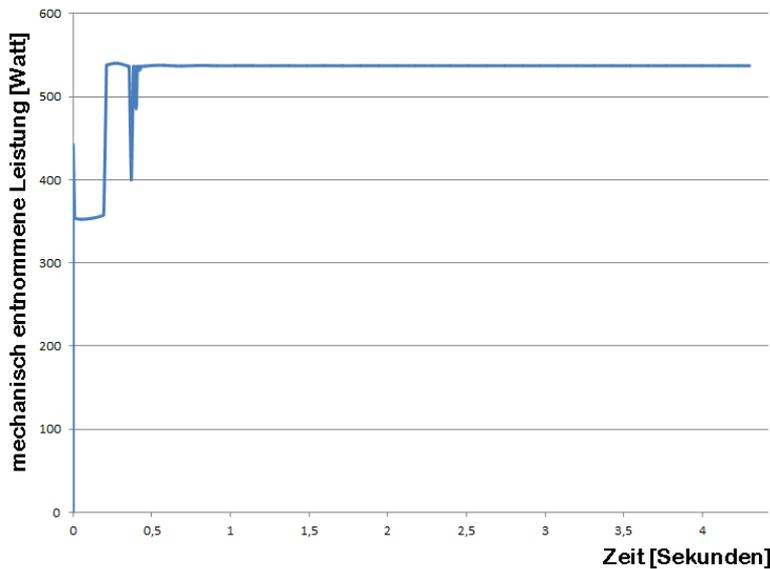


Abb.24:

Mechanische Leistungsentnahme aus dem EMDR-Raumenergie-Konverter.

Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „Y“ der Excel-Datenausgabe.

Um ein Gefühl für die Anforderungen an die bauliche Dimensionierung der Bauteile eines Prototypen zu bekommen, betrachten wir noch die Ströme und Spannungen im LC-Schwingkreis:

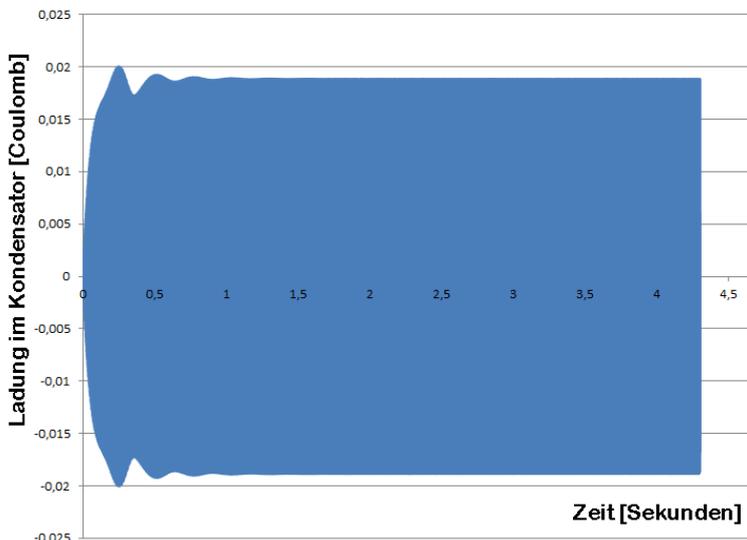


Abb.25:

Kondensator-Ladung Q im EMDR-Raumenergie-Konverter.

Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „A“ der Excel-Datenausgabe.

Auf die Kondensatorspannung hat der Einschwingvorgang (im Vergleich zum Dauerbetrieb) nur einen eher moderaten Einfluss, da der Kondensator im Anfangszustand ungeladen ist. Abb.25 zeigt die Einhüllende der schwingenden Ladung im Kondensator. Die Kondensatorspannung ergibt sich nach Gleichung (28) mit knapp 200 Volt. Der Wert sollte in der Praxis handhabbar sein. Allerdings muss man bedenken, dass der Kondensator relativ fein schaltbar sein muss, da er der Feinabstimmung des EMDR-Raumenergie-Konverters dient. Eine Abstimmung auf 3-4 signifikante Stellen ist durchaus erforderlich, so dass eine Kondensatorbank nach Abb. 26 sinnvoll erscheint. Eine Hintereinanderschaltung mehrerer Kapazitäten ist ebenso unsinnig, wie die parallel geschaltete Verwendung verschiedener Kondensatoren mit all zu unterschiedlichen Innenwiderständen, da es absolut erforderlich ist, dass alle Kondensatoren innerhalb der Kondensatorbank einigermaßen gleich schnell auf- und entladen werden.

Schließlich muß auch noch betont werden, daß der Kondensator dasjenige Mittel ist, mit dem Unsicherheiten und Näherungen der theoretischen Berechnungen ausgeglichen werden müssen !

$$U_C = \frac{Q}{C} = \frac{0.02C}{101.7 \mu F} = 197V \tag{28}$$

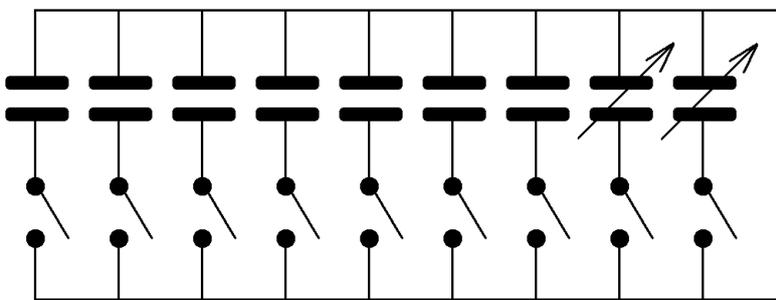


Abb.26: Kondensatorbank zur Feinabstimmung.

Die einzelnen Kondensatoren dürfen durchaus unterschiedliche Kapazitäten haben, so dass ein relativ großer Kapazitätsbereich fein eingestellt werden kann.

Ein Spulenstrom von 60 A (siehe Abb. 27) bereitet uns keinerlei Kopfzerbrechen, denn wir haben in Voraussicht der zu erwarteten Werte zum Wickeln der Spule bereits einen Leiter mit einer Querschnittsfläche von 78,5 mm² (Drahtdurchmesser 10 mm) vorgesehen.

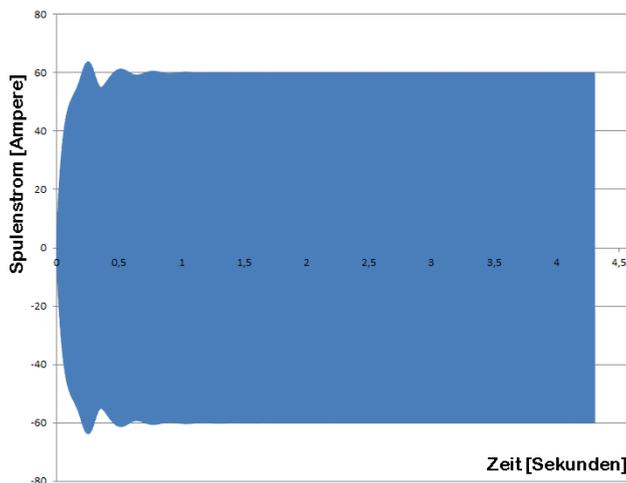


Abb.27: Spulenstrom \dot{Q} im EMDR-Raumenergie-Konverter.

Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „B“ der Excel-Datenausgabe.

Die Spannung über der Spule ermitteln wir nach Gleichung (29) aus dem Induktionsgesetz. Ihre Amplitude liegt dem Betrage nach bei knapp 200 V (sie paßt gut zur Kondensatorspannung, was für die sinnvolle Abstimmung der Auslegung spricht), was ebenfalls keine Probleme in der Handhabung (speziell im Hinblick auf die nötige Isolation) mit sich bringen dürfte.

$$U_L = -L \cdot \dot{I} = 9.936 \cdot 10^{-4} \text{ Henry} \cdot 200000 \frac{\text{A}}{\text{sec}} = -199 \text{ Volt} \tag{29}$$

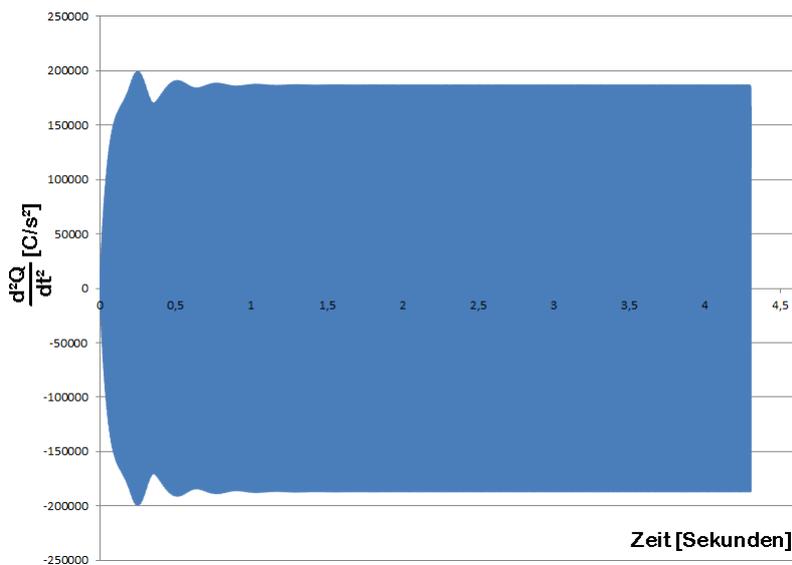


Abb.28:

Ableitung des Spulenstroms nach der Zeit \ddot{Q} im EMDR-Raumenergie-Konverter.

Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „C“ der Excel-Datenausgabe.

Die Winkelbeschleunigung (Spalte „J“ im Excel-Datenexport) mit einer Amplitude von knapp 1000 rad/s^2 offenbart in Anbetracht der Masse des Magneten (von 245 Gramm) und seines Trägheitsmoments der Rotation (von $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$) den Hinweis, dass der Raumenergie Motor montageseitig eine ordentliche Stabilität aufweisen muss, um einem zentrifugalen Wegfliegen der Teile im Betrieb vorzubeugen.

Die Gesamtenergie im System ist nach dem Einschwingvorgang in engen Grenzen (aufgrund der Schalt-Hysterese der mechanischen Leistungsentnahme) gleichbleibend, wie wir in Abb. 29 erkennen. Entsprechendes Verhalten lässt sich in allen Kanälen der Energie-Analyse aller Komponenten des EMDR-Systems erkennen, da im eingeschwungenen Dauerbetrieb lediglich Energie zwischen den unterschiedlichen Komponenten des Systems hin und her schwingt, und die aus der Raumenergie gewonnene Leistung sofort vom Lastwiderstand (elektrisch) bzw. von der mechanischen Entnahme abgezogen wird.

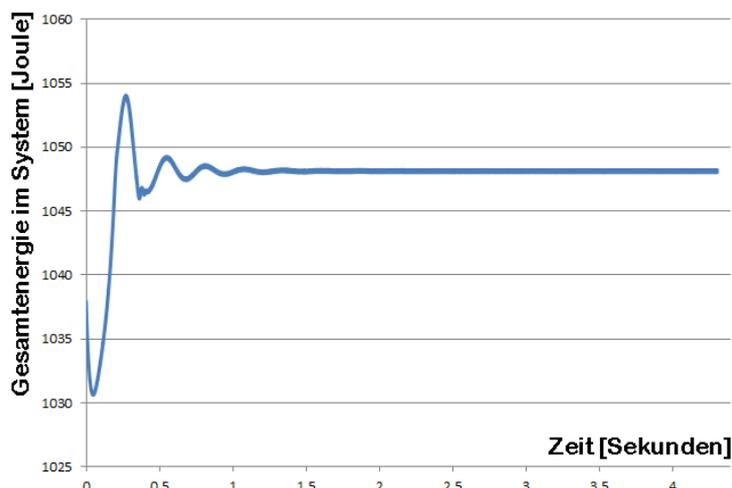


Abb.29:

Gesamtenergie im System.

Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „T“ der Excel-Datenausgabe.

Zusatzfrage:

Darf die mechanische Belastung auch ohne Regelung betrieben werden ?
Dies würde die Herstellung eines Prototypen wesentlich erleichtern.

Antwort:

Ja, auch bei konstantem Belastungs-Koeffizienten (const: „cr = crAnfang“) stellt sich ein dauerhaft stabiler eingeschwungener Zustand ein, sofern der Belastungs-Koeffizient innerhalb gewisser nicht all

zu enger Grenzen vorgegeben wird. Betreibt man zum Beispiel den Algorithmus mit den im Anhang gezeigten Parametern und legt dabei ohne Regelung des Belastungs-Koeffizienten „crAnfang:=37E-6“ fest, so bildet sich auch rasch ein ein geschwungener Zustand aus, wie wir ihn in Abb.30 sehen. Auch die entnommene Leistung stellt sich dabei rasch auf einen konstanten Wert ein, siehe Abb.31.

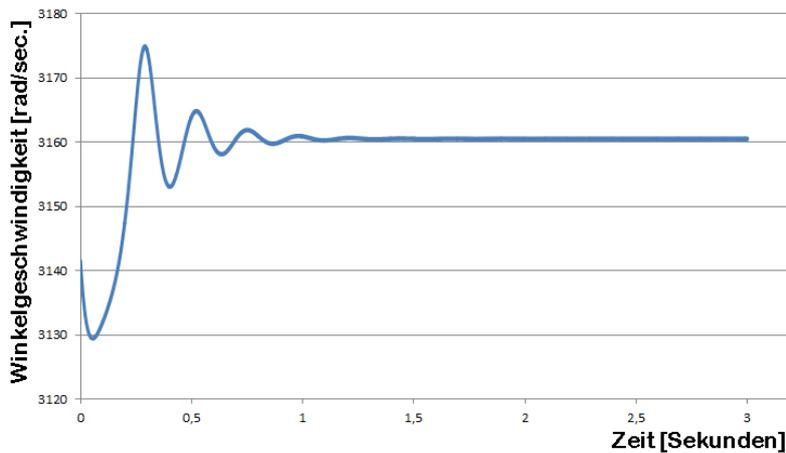


Abb.30:
Winkelgeschwindigkeit des rotierenden Dauermagneten.
Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „I“ der Excel-Datenausgabe.

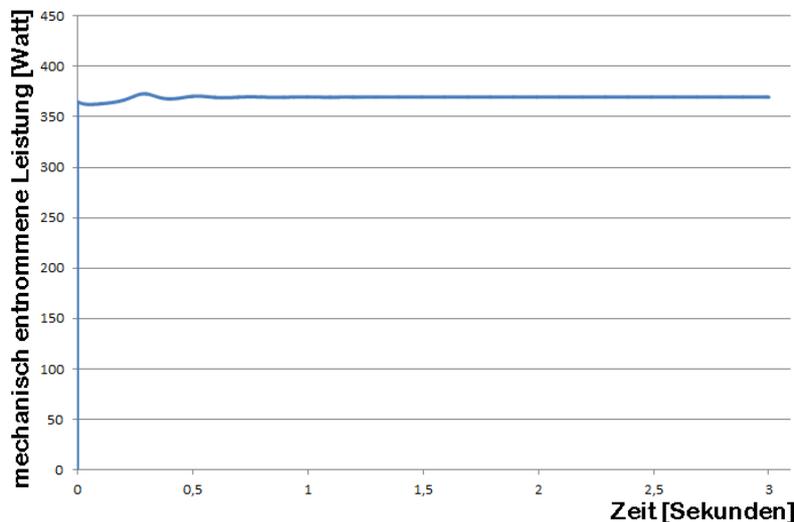


Abb.31:
Mechanisch an der Drehachse des rotierenden Dauermagneten entnommene Leistung bei geschwindigkeitsproportionaler Belastung.
Die Darstellung ist eine Wiedergabe von spaltet „Y“ der Excel-Datenausgabe.

Man muss dabei nur darauf achten, dass der Belastungs-Koeffizient (Reibung-Koeffizient c_r) nicht zu groß eingestellt wird, weil eine zu hohe mechanische Belastung in der Einschwingphase dem System zu viel Energie entzieht, so dass es nicht einen günstigen stabilen Zustand erreichen kann, wie er für den Dauerlauf geeignet ist. Würde man das System zum Beispiel mit dem Mittelwert des Belastungs-Koeffizienten nach Abb.23 starten ($cr:=crAnfang:=54E-6$), so würde der Konverter bereits in der Anlaufphase so stark abgebremst werden, dass er niemals den Betriebszustand zu Abb.23 erreichen könnte. Beispiele für mögliche Variationen des Belastungs-Koeffizienten zeigt die nachfolgende Aufstellung:

- $cr:=crAnfang:=2.0 \cdot 10^{-5} \Rightarrow P_{mech} = 201 \text{ Watt}$ (mündet in einen stabilen Betriebszustand)
- $cr:=crAnfang:=2.5 \cdot 10^{-5} \Rightarrow P_{mech} = 251 \text{ Watt}$ (mündet in einen stabilen Betriebszustand)
- $cr:=crAnfang:=3.0 \cdot 10^{-5} \Rightarrow P_{mech} = 300 \text{ Watt}$ (mündet in einen stabilen Betriebszustand)
- $cr:=crAnfang:=3.5 \cdot 10^{-5} \Rightarrow P_{mech} = 349 \text{ Watt}$ (mündet in einen stabilen Betriebszustand)
- $cr:=crAnfang:=3.7 \cdot 10^{-5} \Rightarrow P_{mech} = 369 \text{ Watt}$ (mündet in einen stabilen Betriebszustand)
- $cr:=crAnfang:=4.0 \cdot 10^{-5} \Rightarrow P_{mech} = 247 \text{ Watt}$ (Drehzahl sinkt kontinuierlich, kein stabiler Betrieb)
- $cr:=crAnfang:=5.3 \cdot 10^{-5} \Rightarrow P_{mech} = 117 \text{ Watt}$ (Mittelwert von Abb.23)

Offensichtlich steigt die mechanisch entnehmbare Leistung praktisch linear mit wachsender Belastung an, solange die Belastung nicht zu groß wird, um das Einschwingen in einen stabilen Betriebs-

zustand bereits in der Anlaufphase zu unterdrücken (stabil langzeit-tauglicher Bereich: $cr:=2.0 \cdot 10^{-5}$... $3.7 \cdot 10^{-5}$). Dieser stabile Betrieb gelingt bereits bei $cr:=4.0 \cdot 10^{-5}$ nicht mehr, erst recht nicht, wenn man den unter der Regelung zu Abb.23 eingestellten Wert von $cr:=5.3 \cdot 10^{-5}$ ungeregelt als konstante Belastung vorgibt.

Letztlich lässt sich also feststellen, dass die Regelung des Belastungs-Koeffizienten (also der Belastung) für den Betrieb des Konverters im Prinzip erlässlich ist, und somit für einen Prototypen nicht unbedingt benötigt wird, dass diese Regelung aber andererseits den Vorteil hat, die entnehmbare Leistung zu maximieren. Mit Regelung wurde nämlich erreicht:

$cr_{\text{Anfang}}:=4.5 \cdot 10^{-5}$, nach Regelung $cr:=5.4 \cdot 10^{-5}$, => $P_{\text{mech}} = 537$ Watt (Dauerbetrieb lt. Abb.23)

Der Grund liegt darin, dass die Belastung in denjenigen Momenten, in denen das Drehmoment während der Anlaufphase schwach ist, heruntergeregelt wird, aber in denjenigen Momenten, in denen die Leistung zur Verfügung steht, nach oben geregelt wird.

7. Praktische Hinweise, Anleitung zum Aufbau eines EMDR-Konverters

Mit Abschluss von Abschnitt 6 ist die Theorie des EMDR-Systems besprochen. Wir wollen aber jetzt noch einige praktische Hinweise betrachten, die für den Aufbau eines Prototyps interessant sein könnten. [PC 11]

Herzstück des EMDR-Konverters ist der Magnet. Seine Beschaffung kann einen gewissen Aufwand bedeuten. In [Tur 11] wurde ein Scheibenmagnet mit einer „in-plane“ Magnetisierung vorgeschlagen, und die Berechnung des Konverters war auf ein homogenes Magnetfeld beschränkt. Diese Berechnung ist eine relativ grobe Näherung. Die in der jetzt vorgelegten neuen Publikation dargestellte Rechenmethode ist in der Lage, beliebige Magnetformen einer Berechnung zuzuführen. Aus Gründen der einfachen Beschaffbarkeit der Magneten, wurde für die neue genaue Rechnung ein simpler zylindrischer Stabmagnet vorausgesetzt, was zwar einen erhöhten Rechenaufwand bedeutet, aber die Beschaffung erleichtert.

Bei Verwendung eines Stabmagneten muss man aber an den Luftwiderstand denken, der aufgrund der hohen Drehzahl als ernst zu nehmende mechanische Belastung angesehen werden kann. Wünscht man diese Belastung, auch im Hinblick auf die Aufrechterhaltung einer Phasendifferenz nach Abb. 20, so ist nichts dagegen einzuwenden. Möchte man jedoch die Leistung nicht verlieren, die ein sich wie ein Propeller drehender Stabmagnet aufgrund des Luftwiderstands verzehrt, so könnte man den Magneten in eine runde Scheibe einbetten, die man zum Beispiel aus Kunststoff oder einem anderen nicht ferromagnetischen und nicht leitenden Material fertigen kann (siehe Abb.32).

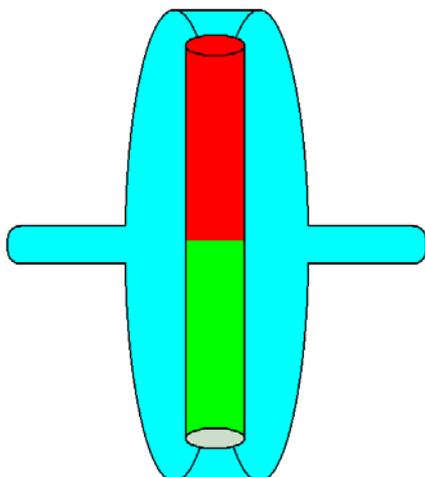


Abb.32:

Mögliche Kapselung (Einbettung) eines rotierenden Stabmagneten zur Minimierung des Luftwiderstandes bei der Rotation.

Dass eine ferromagnetische Kapselung auf jeden Fall vermieden werden muss, ist sofort klar, weil ein Ferromagnetikum die Feldlinien des Stabmagneten führen (umlenken) würde, so dass diese die Spule nicht mehr erreichen könnten.

Vermutlich könnte es sinnvoll sein, eine nichtleitende Kapsel zu verwenden, um Wirbelstromverluste zu vermeiden. Ob Wirbelströme auftreten, und inwieweit diese die Funktionsweise des Raumentriebs-Konverters beeinträchtigen würden, wurde bisher weder theoretisch noch experimentell untersucht. Störende Einflüsse können nicht ausgeschlossen werden.

Gelegentlich wurden auch nicht ferromagnetische Kapseln diskutiert, weil die mechanische Stabilität eines Neodym-Magneten wesentlich geringer ist, als die mechanische Stabilität einer Eisen-Kobalt-Nickel-Legierung. In diesem Zusammenhang dient die Kapsel um dazu, ein Zerschlagen des Magneten aufgrund der hohen Zentrifugalkräfte zu verhindern. Wer das Risiko von Wirbelstromverlusten als gering einschätzt, mag vielleicht einen nicht ferromagnetischen Edelstahl oder vielleicht auch Kupfer einsetzen. Wer das Risiko von Wirbelstromverlusten als hoch einschätzt, ist vermutlich besser beraten, wenn er eine Eisen-Kobalt-Nickellegierung als Dauermagneten (und dann eben ohne Kapselung) verwendet, zumal es derartige Legierungen gibt, die bei einer Aufmagnetisierungs-Feldstärke von knapp zwei Tesla bereits eines remanentes Feld von knapp über einem Tesla am Stabende des Dauermagneten erbringen können.

Weniger große Sorgen bereiten Wirbelstromverluste in der Drehachse, die die Rotation des Magneten in den Lagern fixiert. Wer sehr große Bedenken in Bezug auf Wirbelstromverluste hat, mag an dieser Stelle mit einem Glasfaser-verstärkten Kunststoff arbeiten und die beiden Lager (links und rechts des Magneten) sehr dicht neben den Magneten setzen. Allerdings ergeben sich daraus ernsthafte technische Durchführungsschwierigkeiten im Bezug auf die Zufuhr der Anfangsdrehzahl zur Initialisierung der Bewegung und ebenso im Bezug auf die Abfuhr der erzeugten mechanischen Leistung. Wer solchermaßen sicher sein will, dass Wirbelströme garantiert vermieden werden, ist auf die Verwendung von Keramik-Lagern angewiesen, da im Inneren der Spule kein leitfähiges Material verwendet werden darf. Leider sind Keramiklager für sehr hohe Drehzahlen ungünstiger geeignet als Lager aus Stahl.

Vermutlich sollte es daher an dieser Stelle effizienter sein, eine etwas längere metallische Achse zu verwenden, die man links und rechts durch die Spule hindurch führen kann, und diese Achse dann mit Stahl-Kugellagern zu halten, die hinreichend weit von der Spule entfernt sind. Dies erleichtert auch wesentlich das Einleiten der Initialisierungsdrehzahl und das Ausleiten der mechanisch erzeugten Leistung.

Eine zweite Spule, die in dieser Publikation als Input-Spule bezeichnet wurde, kann auch als Output-Spule benutzt werden, um dem System auf elektrischem Wege erhöhte Leistung zu entziehen. Über die Windungszahl dieser Output-Spule ließe sich dann eine Anpassung der Strom-Spannung-Charakteristik an die Bedürfnisse eines Verbrauchers erwirken, oder ebenso auch an die Möglichkeiten des Raumentriebs-Konverters.

Ein Vorschlag zur Verringerung der Drehzahl der Magnetrotation ist die Verwendung eines Multipol-Magneten, wie er zum Beispiel in Abb. 33 angedeutet ist. Verteilt man zum Beispiel 16 Stabmagneten (also Dipole) auf dem Umfang eines Rades, so ist die Zahl der Polwechsel pro Umdrehung 16 anstatt von 2 wie beim einfachen Dipol-Stabmagneten. Eine Erhöhung der Zahl der Polwechsel pro Umdrehung um einen Faktor 8 bedeutet eine Absenkung der Drehzahl um einen Faktor 8. Auf diese Weise könnte man zum Beispiel den elektrischen Schwingkreis mit einer Frequenz von 32.000 Schwingungen/min schwingen lassen und dabei die mechanische Rotation eben nicht mit 32.000 Umdrehungen/min, sondern nur mit 4000 Umdrehungen/min laufen lassen. Beliebige andere Zahlenkombinationen sind problemlos nach Bedarf einstellbar.

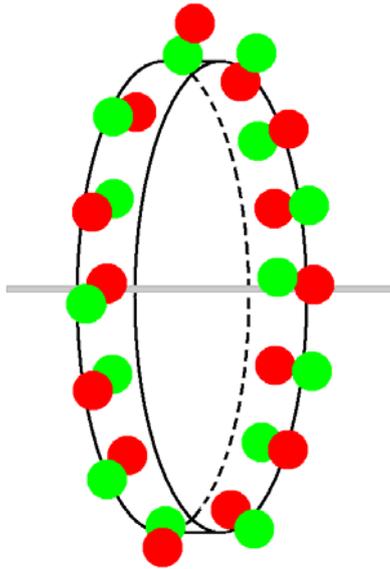


Abb.33:

Multipol-Magnet, der dadurch hergestellt werden kann, dass man eine Reihe von Stabmagneten auf dem Umfang eines Rades verteilt.

Auf die Notwendigkeit einer stabilen Lagerung wird ausdrücklich hingewiesen, da der umlaufende Magnet während jeder Umdrehung ständig gebremst und beschleunigt wird. Die Situation ist bei einem Multipol-Magneten höherer Ordnung wesentlich weniger kritisch als bei einem Dipol, wie z.B. bei einem einfachen Stabmagneten.

8. Resumée

Als Ergebnis dieser Arbeit wird ein realitätsnahes Berechnungsverfahren für beliebige Raumenergie-Motoren mit elektrischem und/oder magnetischem Funktionsprinzip vorgestellt, mit dem jeder versierte Fachmann seinen eigenen Raumenergie-Konverter auslegen kann, aber auch auf vorhandene in der Literatur dargestellte Konverter nachrechnen kann.

Wichtiger Bestandteil der vorgestellten Arbeit ist aber auch die Auslegung eines konkreten Beispiels für einen EMDR-Raumenergie-Konverter, den jeder geschickte Experimentator nachbauen kann. Die Beschreibungen sind praxisnah genug, daß man sie auch ohne weitere Nachrechnungen in ein Experiment umsetzen können sollte. Bei dem hier vorgestellten Beispiel wurden praktische Belange wie die Verfügbarkeit von Bauteilen und deren Dimensionierung ebenso berücksichtigt, wie technische Aspekte, die man bei der Inbetriebnahme eines Prototypen berücksichtigen sollte.

Trotzdem darf man nicht vergessen, dass die vorliegende Publikation auf einer rein theoretischen Ausarbeitung basiert, dass sich also beim experimentellen Aufbau eines Prototypen mit Sicherheit noch zahlreiche bisher nicht bekannte offene Fragen ergeben, die gelöst werden müssen, bevor der Prototyp in der Praxis tatsächlich funktioniert. Aber dies sollte keine existentiellen Probleme aufwerfen.

Der Autor des vorliegenden Artikels würde ausgesprochen gerne selbst einen Prototypen aufbauen (insbesondere auf dem Hintergrund der Tatsache, daß er selbst als Experimentalphysiker ausgebildet ist), aber leider hat er keinen Zugang zu einem Labor und auch nicht zu einer Werkstatt.

9. Literatur-Hinweise

- [Ans 08] Finite Elemente Programm ANSYS, John Swanson (1970-2008)
ANSYS, Inc. Software Products, <http://www.ansys.com>
- [Bea 02] Motionless Electromagnetic Generator, Tom Bearden et. al.
US Patent, 6,362,718 vom 26. März 2002
Erfinder: Patrick L. Stephen, Thomas E. Bearden, James C. Hayes, Kenneth D. Moore,
James L. Kenny
Auch nachzulesen unter <http://www.cheniere.org>
- [Bor 99] Borland Pascal (Delphi 5 aus 1999 oder neuere Version)
- [Bro 08] Taschenbuch der Mathematik
Ilja N Bronstein, Konstantin A Semendjajew, Gerhard Musiol, Heiner Mühlig,
Verlag Harri Deutsch, 7.Auflage, 2008, ISBN 978-3-8171-2017-8
- [Dub 90] Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau , 17.Auflage
W. Beitz, K.-H. Küttner et. al., Springer-Verlag. 1990. ISBN 3-540-52381-2
- [Ger 95] Gerthsen Physik, H. Vogel
Springer Verlag. 1995. ISBN 3-540-59278-4
- [Hoh 11] <http://www.magnetmotor.at/> von Dietmar Hohl
Im Internet finden sich zahlreiche selbstlaufende Magnet-Konverter. An dieser Stelle sei ein
Beispiel exemplarisch erwähnt.
- [Hur 40] The Invention of Hans Coler, Relating To An Alleged New Source Of Power.
R. Hurst, B.I.O.S. Final Report No. 1043, B.I.O.S.Trip No. 2394
B.I.O.S. Target Number: C31/4799, British Intelligence Objectives Sub-Committee
- [Jac 81] Klassische Elektrodynamik, John David Jackson
Walter de Gruyter Verlag. 1981. ISBN 3-11-007415-X
- [Jeb 06] Die Urkraft aus dem Universum, Klaus Jebens
Jupiter-Verlag. 2006. ISBN 3-906571-23-8
- [Kep 10] Keppe Motor Manual 1.0, 2008, Norberto Keppe and Cláudia B. S. Pacheco.
<http://www.keppemotor.com/> and <http://www.keppemotor.com/manual1.php>
- [Koh 96] Praktische Physik, 3 Bde., Friedrich Kohlrausch, et. al.
Verlag B.G.Teubner Stuttgart, 1996, ISBN-13: 978-3519230014
- [Mar 88-98]
- Der Kugellager-Motor und der Huber-Effekt,
Stefan Marinov, raum&zeit 32 (1988) 81-84
 - Repetition of Silvertooth's experiment for measuring the aether drift",
Stefan Marinov, Speculations in Science and Technology 12 No.3 (1989) 187-179
 - Propulsive and Rotating Ampère Bridges and the Principle of Relativity
Stefan Marinov, Physics Essays 4 No.1 (1991) 30-36
 - The Missing Magnetic Force Law, Galilean Electrodynamics 9 No.2
Stefan Marinov, (March/April 1998) 35-37

- [Mie 84] Kompendium Hypertechnik. Tachyonenenergie, Hyperenergie, Antigravitation.
Sven Mielordt, Berlin, 1984
Nachdruck der 4. Auflage vom raum&zeit Verlag, ISBN 3-89005-005-0
- [Nie 83] Konversion von Schwerkraft-Feld-Energie. Revolution in Technik, Medizin, Gesellschaft.
Von Hans A. Nieper
MIT-Verlag, Oldenburg, 1983, 4. erw. Auflage, ISBN 3-925188-00-2
- [PC 11] private communication, Gespräche mit zahlreichen Kollegen, die aufgrund ihrer Vielzahl an dieser Stelle nicht alle namentlich genannt werden können.
- [Stö 07] Taschenbuch der Physik, Horst Stöcker
Verlag Harri Deutsch. 2007. ISBN-13 987-3-8171-1720-8
- [Tur 10a] Example of a simple Algorithm for the Construction of Zero-point-energy Converters
Claus W. Turtur, PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 207, (9. Okt. 2010)
- [Tur 10b] DFEM-Computation of a Zero-point-energy Converter with realistic Parameters for a practical setup
Claus W. Turtur, PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 213, (7. Dez. 2010)
- [Tur 11] DFEM-Simulation of a Zero-point-energy Converter with realisable Dimensions and a Power-output in the Kilowatt-range.
Claus W. Turtur, PHILICA.COM, ISSN 1751-3030, Article number 219, (7. Feb. 2011)

10. Anhang: Quell-Code des DFEM-Algorithmus (EMDR_009i.dpr)

[Bor 99]

Hinweis: Pascal-Programmierzeilen, deren Länge eine Text-Zeile in der Publikation übersteigt, wurden rechtsbündig fortgesetzt. Diese Ausrichtung muß wieder entfernt werden, wenn man das Programm im Pascal-Compiler laufen lassen will. Bequemer ist es, den Original-Quellcode des Programm von meiner Internet-Seite herunter zu laden, selbstverständlich kostenlos (zusammen mit dem File „schonda“, das man zwecks Lauffähigkeit des Programms benötigt).

```

Program KM_009i;
{$APPTYPE CONSOLE}
uses
  Windows,
  Messages,
  SysUtils,
  Classes,
  Graphics,
  Controls,
  Forms,
  Dialogs;

Const Bn=7;           {Schritt-Anzahl der Magnetfeld-Speicherung nach *2 von S.2}
Const SpNmax=200;    {Maximal mögliche Anzahl der Stützpunkte der Spulen (Inupt und Turbo)}
Const FlNmax=2000;   {Maximal mögliche Anzahl der Flächenelemente der Spulen (Inupt und Turbo)}
Const MESEanz=200;   {Tatsächliche Anzahl der Magnetfeld-Emulations-Spulen-Elemente, gerade Anzahl wählen}
Const AnzPmax=35000; {Dimensionierung der Arrays für den Plot (für den Datenexport nach Excel)}

Var epo,muo : Double; {Naturkonstanten}
    Bsw      : Double; {Schritt-Weite der Magnetfeld-Speicherung nach *1 von S.2}
    Spsw     : Double; {Schritt-Weite der Spulen-Aufgliederung nach *2 von S.1}
    SpN      : Integer; {Anzahl der Stützpunkte der Spulen}
    FlN      : Integer; {Anzahl der Flächenelemente der Spulen}
    LiGe     : Double; {Lichtgeschwindigkeit}
    xo,yo,zo : Integer; {Geometrieparameter nach Zeichnung *2 von S.1}
    Ninput   : Integer; {Zahl der Wicklungen der Input-Spule}
    Nturbo   : Integer; {Zahl der Wicklungen der Turbo-Spule}
    PsiSFE   : Double; {magnetischer Fluß durch ein Spulen-Flächenelement}
    PsiGES   : Double; {magnetischer Fluß durch die gesamte Spule}
    B1,B2,B3,B4,B5 : Double; {Fourier-Koeffizienten, allgemein}
    B1T,B2T,B3T,B4T,B5T : Double; {Fourier-Koeffizienten, Turbo-Spule}
    B1I,B2I,B3I,B4I,B5I : Double; {Fourier-Koeffizienten, Input-Spule}
    Bldreh,phase : Double; {Koeffizienten zur Drehmoments-Schnellberechnung}
    MEyo, MEro, MEI : Double; {Abmessungen und Strom des Magnetfeld-Emulationsspulenpaares nach *1 von S.5}
    Bx,By,Bz : Array [-Bn..Bn,-Bn..Bn,-Bn..Bn] of Double; {Kartes. Komp. der magn. Induktion, Dauermagnet}
    MESEx,MESEy,MESEz : Array [1..MESEanz] of Double; {Orte der Magnetfeld-Emulations-Spulen-Elemente}
    MESEdx,MESEdy,MESEdz : Array [1..MESEanz] of Double; {Laufrichtungen der Magnetfeld-Emulations-Spulen-Elemente}
    OrtBx,OrtBy,OrtBz : Array [-Bn..Bn,-Bn..Bn,-Bn..Bn] of Double; {Kartes. Komp. der Orte, an denen das Feld Bx, By, Bz ist.}
    SpIx,SpIy,SpIz : Array [1..SpNmax] of Double; {Stützpunkte der Polygonzüge der Input-Spule, kartesische Koordinaten}
    SpTx,SpTy,SpTz : Array [1..SpNmax] of Double; {Stützpunkte der Polygonzüge der Turbo-Spule, kartesische Koordinaten}
    SIx,SIy,SIz : Array [1..SpNmax] of Double; {Ort als Mittelpunkt der Leiterschleifen-Elemente}
    STx,STy,STz : Array [1..SpNmax] of Double; {Ort als Mittelpunkt der Leiterschleifen-Elemente}
    dSIx,dSIy,dSIz : Array [1..SpNmax] of Double; {Richtungsvektoren der Leiterschleifen-Elemente der Input-Spule}
    dSTx,dSTy,dSTz : Array [1..SpNmax] of Double; {Richtungsvektoren der Leiterschleifen-Elemente der Turbo-Spule}
    FlIx,FlIy,FlIz : Array [1..FlNmax] of Double; {Flächenelemente der Input-Spule, kartesische Koordinaten}
    FlTx,FlTy,FlTz : Array [1..FlNmax] of Double; {Flächenelemente der Turbo-Spule, kartesische Koordinaten}
    BxDR,ByDR,BzDR : Array [-Bn..Bn,-Bn..Bn,-Bn..Bn] of Double; {gedrehtes Magnetfeld}
    OrtBxDR,OrtByDR,OrtBzDR : Array [-Bn..Bn,-Bn..Bn,-Bn..Bn] of Double; {gedrehte Ortsvektoren}

    {Zum Lösen der Bewegungs-Differentialgleichung:}
    phi,phip,phipp : Array[0..AnzPmax] of Double; {Drehwinkel und dessen Ableitungen}
    Q,Qp,Qpp : Array[0..AnzPmax] of Double; {Ladung und deren Ableitungen in der Turbo-Spule}
    QI,QpI,QppI : Array[0..AnzPmax] of Double; {Ladung und deren Ableitungen in der Input-Spule}
    phio,phipo,phippo,phim,phipm,phippm : Double; {Winkel und dessen Ableitungen Index "io" und "io-1"}
    qoT,qpoT,qppoT,qmT,qpmT,qppmT : Double; {Ladung und deren Ableitungen Index "io" und "io-1" in Turbo-Spule}
    qoI,qpoI,qppoI,qmI,qpmI,qppmI : Double;

```



```

Writeln(fout,'Es folgt die Eingabe der beiden Spulen, vgl. Zeichnung *2 von S.1 :');
Writeln(fout,'Die Spulen werden nach Vorgabe der Geometrieparameter automatisch vernetzt. ');
Writeln(fout,'Spsw = ',Spsw:12:6,' Angabe in Metern: Die Spulen-Aufgliederung ist in Spsw-Schritten');
Writeln(fout,'xo = ',xo,', Angaben in Vielfachen von Spsw, Geometrieparameter nach *2 von S.1');
Writeln(fout,'yo = ',yo,', Angaben in Vielfachen von Spsw, Geometrieparameter nach *2 von S.1');
Writeln(fout,'zo = ',zo,', Angaben in Vielfachen von Spsw, Geometrieparameter nach *2 von S.1');
Writeln(fout,'Ninput = ',Ninput:9,' Zahl der Wicklungen der Input-Spule');
Writeln(fout,'Nturbo = ',Nturbo:9,' Zahl der Wicklungen der Turbo-Spule');
Writeln(fout,'nebeninput = ',Round(nebeninput):9,' Windungen nebeneinander in der Input-Spule');
Writeln(fout,'ueberinput = ',Round(ueberinput):9,' Windungen uebereinander in der Input-Spule');
Writeln(fout,'nebenturbo = ',Round(nebenturbo):9,' Windungen nebeneinander in der Turbo-Spule');
Writeln(fout,'ueberturbo = ',Round(ueberturbo):9,' Windungen uebereinander in der Turbo-Spule');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'Bsw = ',Bsw:9,' Magnetfeld-Speicherung nach *1 von S.2 in Zentimeter-Schritten');
Writeln(fout,'Ich emuliere hier das Magnetfeld eines 1T-Magneten durch ein Spulenpaar *1 von S.5:');
Writeln(fout,'MEyo = ',MEyo:14,' y-Koordinaten der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5');
Writeln(fout,'MEro = ',MEro:14,' Radius der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5');
Writeln(fout,'MEI = ',MEI:14,' Strom des Magnetfeld-Emulationsspulenpaares nach *1 von S.5, Ampere');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'Allgemeine technische Größen:');
Writeln(fout,'DD = ',DD:12:7,' {Meter} {Durchmesser des Spulendrahtes zur Angabe der Drahtstärke}');
Writeln(fout,'rho = ',rho,', {Ohm*m} {Spez. elektr. Widerstand von Kupfer, je nach Temperatur,
Kohlrausch,T193}');
Writeln(fout,'rhoMag = ',rhoMag,', {kg/m^3} {Dichte des Magnet-Materials, Eisen, Kohlrausch Bd.3}');
Writeln(fout,'CT = ',CT:14,' {Farad} {Kapazität des Kondensators, der mit in der Turbo-Spule (!) in
Reihe geschaltet}');
Writeln(fout,'CI = ',CI:14,' {Farad} {Kapazität des Kondensators, der mit in der Input-Spule (!) in
Reihe geschaltet}');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'Sonstige (zur Eingabe):');
Writeln(fout,'Rlast = ',Rlast:15,' {Ohm} Ohm'scher Lastwiderstand im LC-Turbo-Schwingkreis');
Writeln(fout,'UmAn = ',UmAn:10:2,' {U/min} Anfangsbedingung mechanisch - Rotierender Magnet:
Startdrehzahl');
Writeln(fout,'Uc = ',Uc:10:2,' {Volt} Anfangsbedingung elektrisch - Kondensatorspannung am TURBO-
Kondensator');
Writeln(fout,'Il = ',Il:10:2,' {Ampere} Anfangsbedingung elektrisch - Spulenstrom im TURBO-
Schwingkreis');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'Mechanische Leistungs-Entnahme, proportional zur Geschwindigkeit, aber mit Nachregelung zur
konst. Drehzahl:');
Writeln(fout,'Koeffizient einer geschw-prop. mechan. Leistungs-Entnahme: ',crAnfang:17:12,'
Nm/(rad/s)');
Writeln(fout,'Ziel-Drehzahl, für mechanische Reibungs-Nachregelung: ',phipZiel:17:12,' U/min');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'Abgeleitete Parameter. Die Größen werden aus den obigen Parametern berechnet, es ist keine
Eingabe möglich:');
Writeln(fout,'DLI:=4*(yo+zo)*Spsw*Ninput = ',DLI:10:5,' {Meter} Länge des Spulendrahtes, Input-Spule');
Writeln(fout,'DLT:=4*(yo+zo)*Spsw*Nturbo = ',DLT:10:5,' {Meter} Länge des Spulendrahtes, Turbo-Spule');
Writeln(fout,'RI:=rho*(DLI)/(pi/4*DD*DD) = ',RI:10:5,' {Ohm} Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes,
Input-Spule');
Writeln(fout,'RT:=rho*(DLT)/(pi/4*DD*DD) = ',RT:10:5,' {Ohm} Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes,
Turbo-Spule');
Writeln(fout,'BreiteI:=nebeninput*DD = ',BreiteI:10:5,' Breite und Höhe des Input-Spulenlörpers');
Writeln(fout,'HoeheI:=ueberinput*DD = ',HoeheI:10:5,' Breite und Höhe des Input-Spulenlörpers');
Writeln(fout,'BreiteT:=nebenturbo*DD = ',BreiteT:10:5,' Breite und Höhe des Turbo-Spulenlörpers');
Writeln(fout,'HoeheT:=ueberturbo*DD = ',HoeheT:10:5,' Breite und Höhe des Turbo-Spulenlörpers');
Writeln(fout,'fkI:=Sqrt(HoeheI*HoeheI+4/pi*2*yo*2*zo)/HoeheI = ',fkI:10:5,' Korrekturfaktor zur
Induktivität der kurzen Input-Spule');
Writeln(fout,'fkT:=Sqrt(HoeheT*HoeheT+4/pi*2*yo*2*zo)/HoeheT = ',fkT:10:5,' Korrekturfaktor zur
Induktivität der kurzen Turbo-Spule');
Writeln(fout,'LI:=muo*(2*yo+BreiteI)*(2*zo+BreiteI)*Ninput*Ninput/(HoeheI*fkI) = ',LI,' Induktivität
Input-Spule');
Writeln(fout,'LT:=muo*(2*yo+BreiteT)*(2*zo+BreiteT)*Nturbo*Nturbo/(HoeheT*fkT) = ',LT,' Induktivität
Turbo-Spule');
Writeln(fout,'omT:=1/Sqrt(LT*CT) = ',omT,' Kreis-Eigenfrequenz des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT &
CT');
Writeln(fout,'TT:=2*pi/omT = ',TT,' Schwingungsdauer des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT & CT. ');
Writeln(fout,'Mmag:=rhoMag*(pi*MEro*MEro)*(2*MEyo) = ',Mmag:8:3,' kg Masse des Magneten {Rotation um
Querachse !!}');
Writeln(fout,'J:=Mmag/4*(MEro*MEro+4*MEyo*MEyo/3) = ',J,' Trägheitsmoment des Magneten bei Rotation um
Querachse');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'Anzeige einiger auszurechnender Parameter:');
Writeln(fout,'Magnet: Start-Winkelgeschw.: omAn = ',omAn:15:6,' rad/sec');
Writeln(fout,'Magnet: Startdrehzahl, Umdr./sec.: UmSec = ',UmSec:15:10,' Hz');
Writeln(fout,'Masse des Magnet = ',Mmag:10:6,' kg');
Writeln(fout,'Traegheitsmoment Magnet bei QUER-Rotation',J,' kg*m^2');
Writeln(fout,'Gesamtdauer der Betrachtung: ',AnzP*dt,' sec. ');

```

```

Writeln(fout,'Excel-Export: ',PlotAnfang*dt:14,'...',PlotEnde*dt:14,' sec., Step ',PlotStep*dt:14,'
sec. ');
Writeln(fout,'Das sind ',(PlotEnde-PlotAnfang)/PlotStep:8:0,' Datenpunkte (also Zeilen).');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'*****');
Writeln(fout,' ');
Writeln(fout,'Einige Ergebnisse der Berechnung:');
Writeln(fout,'Anfangs-Energie im System:      ',AnfEnergie:14:8,' Joule');
Writeln(fout,'End-Energie im System:                ',EndEnergie:14:8,' Joule');
Writeln(fout,'Leistungs-Aenderung im System:',(EndEnergie-AnfEnergie)/(AnzP*dt):14:8,' Watt');
Writeln(fout,'Am Lastwiderstand entnommene Gesamtenergie = ',Wentnommen:14:8,' Joule');
Writeln(fout,'entsprechend einer mittleren entnommenen Leistg:',Wentnommen/(AnzP*dt),' Watt');
Writeln(fout,'Ueber Input-Spannung zugefuehrte Gesamt-Energie: ',Ezuf,' Joule');
Writeln(fout,'entsprechend einer mittleren zugefuehrten Leistg:',Ezuf/(AnzP*dt),' Watt');
Writeln(fout,'Gesamte mechanisch entnommene Energie = ',Ereib:18:11,' Joule');
Writeln(fout,'entsprechend einer mittleren Leistung = ',Ereib/(AnzP*dt):18:11,' Watt');
Writeln(fout,'bei einer Betrachtungs-Dauer von',(AnzP*dt),' sec. ');
Close(fout);
end;

Procedure Wait;
Var Ki : Char;
begin
  Write('<W>'); Read(Ki); Write(Ki);
  If Ki='e' then Halt;
  If Ki='E' then Halt;
  If Ki='d' then Dokumentation_des_Ergebnisses;
  If Ki='D' then Dokumentation_des_Ergebnisses;
end;

Procedure ExcelAusgabe(Name:String;Spalten:Integer);
Var fout : Text;      {Bis zu 14 Spalten zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    lv,j,k : Integer; {Laufvariablen}
    Zahl : String;    {Die ins Excel zu druckenden Zahlen}
begin
  Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File öffnen}
  For lv:=0 to AnzP do {von "plotanf" bis "plotend"}
  begin
    If (lv mod Abstd)=0 then
    begin
      For j:=1 to Spalten do
      begin {Kolumnen drucken, zuerst 3*Ladung, dann 3*Winkel, dann 8 freie Felder}
        If j=1 then Str(Q[lv]:19:14,Zahl);
        If j=2 then Str(Qp[lv]:19:14,Zahl);
        If j=3 then Str(Qpp[lv]:19:14,Zahl);
        If j=4 then Str(phi[lv]:19:14,Zahl);
        If j=5 then Str(phip[lv]:19:14,Zahl);
        If j=6 then Str(phipp[lv]:19:14,Zahl);
        If j=7 then Str(KG[lv]:19:14,Zahl);
        If j=8 then Str(KH[lv]:19:14,Zahl);
        If j=9 then Str(KI[lv]:19:14,Zahl);
        If j=10 then Str(KJ[lv]:19:14,Zahl);
        If j=11 then Str(KK[lv]:19:14,Zahl);
        If j=12 then Str(KL[lv]:19:14,Zahl);
        If j=13 then Str(KM[lv]:19:14,Zahl);
        If j=14 then Str(KN[lv]:19:14,Zahl);
        For k:=1 to Length(Zahl) do
        begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
          If Zahl[k]<>'.' then write(fout,Zahl[k]);
          If Zahl[k]='.' then write(fout,',');
        end;
        Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung, Tabulator}
      end;
      Writeln(fout,''); {Zeilen-Trennung}
    end;
  end;
  Close(fout);
end;

Procedure ExcelLangAusgabe(Name:String;Spalten:Integer);
Var fout : Text;      {Zeit-Skala und bis zu 25 Daten-Spalten zum Aufschreiben der Ergebnisse}
    lv,j,k : Integer; {Laufvariablen}
    Zahl : String;    {Die ins Excel zu druckenden Zahlen}
begin
  If (Spalten>25) then
  begin
    Writeln('FEHLER: Zu viele Spalten. Soviele Daten-Arrays sind nicht vorhanden. ');
    Writeln(' => PROGRAMM WURDE ANGEHALTEN : STOP !');
  end;
end;

```

```

Wait; Wait; Halt;
end;
Assign(fout,Name); Rewrite(fout); {File Öffnen}
For lv:=0 to LPP do {von "plotanf" bis "plotend"}
begin
  If (lv mod Abstd)=0 then
  begin
    For j:=0 to Spalten do
    begin {Kolumnen drucken, zuerst 3*Ladung, dann 3*Winkel, dann 8 freie Felder}
      If j=0 then Str(Zeit[lv]:19:14,Zahl); {Markieren der Zeit-Skala}
      If j=1 then Str(Q[lv]:19:14,Zahl); {Turbo-Spule}
      If j=2 then Str(Qp[lv]:19:14,Zahl); {Turbo-Spule}
      If j=3 then Str(Qpp[lv]:19:14,Zahl); {Turbo-Spule}
      If j=4 then Str(QI[lv]:19:14,Zahl); {Input-Spule}
      If j=5 then Str(QpI[lv]:19:14,Zahl); {Input-Spule}
      If j=6 then Str(QppI[lv]:19:14,Zahl); {Input-Spule}
      If j=7 then Str(phi[lv]:19:14,Zahl); {Magnet}
      If j=8 then Str(phip[lv]:19:14,Zahl); {Magnet}
      If j=9 then Str(phipp[lv]:19:14,Zahl); {Magnet}
      If j=10 then Str(KK[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=11 then Str(KL[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=12 then Str(KM[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=13 then Str(KN[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=14 then Str(KO[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=15 then Str(KP[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=16 then Str(KQ[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=17 then Str(KR[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=18 then Str(KS[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=19 then Str(KT[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=20 then Str(KU[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=21 then Str(KV[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=22 then Str(KW[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=23 then Str(KX[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=24 then Str(KY[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      If j=25 then Str(KZ[lv]:19:14,Zahl); {Auxiliary}
      For k:=1 to Length(Zahl) do
      begin {Keine Dezimalpunkte verwenden, sondern Kommata}
        If Zahl[k]<>'.' then write(fout,Zahl[k]);
        If Zahl[k]='.' then write(fout,',');
      end;
      Write(fout,chr(9)); {Daten-Trennung, Tabulator}
    end;
    Writeln(fout,''); {Zeilen-Trennung}
  end;
end;
Close(fout);
end;

Function Sgn(Zahl:Integer):Double;
Var merk : Double;
begin
  merk:=0;
  If Zahl>0 then merk:=+1;
  If Zahl<0 then merk:=-1;
  Sgn:=merk;
end;

Procedure Magnetfeld_zuweisen_01; {homogenes Magnetfeld}
Var i,j,k : Integer;
begin
  For i:=-Bn to Bn do {in x-Richtung}
  begin
    For j:=-Bn to Bn do {in y-Richtung}
    begin
      For k:=-Bn to Bn do {in z-Richtung}
      begin
        Bx[i,j,k]:=0.0; {Telsa}
        By[i,j,k]:=1.0; {Telsa}
        Bz[i,j,k]:=0.0; {Telsa}
        OrtBx[i,j,k]:=i*Bsw;
        OrtBy[i,j,k]:=j*Bsw;
        OrtBz[i,j,k]:=k*Bsw;
      end;
    end;
  end;
end;

Procedure Magnetfeld_zuweisen_02; {willkürlicher Versuch eines inhomogenen Magnetfeldes}

```

```

Var i,j,k : Integer;
begin
  For i:=-Bn to Bn do {in x-Richtung}
  begin
    For j:=-Bn to Bn do {in y-Richtung}
    begin
      For k:=-Bn to Bn do {in z-Richtung}
      begin
        Bx[i,j,k]:=-Sgn(i)/(i*i+j*j+k*k+1); If i=0 then Bx[i,j,k]:=0; {Telsa}
        By[i,j,k]:= 10/(i*i+j*j+k*k+1); {Telsa}
        Bz[i,j,k]:=-Sgn(k)/(i*i+j*j+k*k+1); If k=0 then Bz[i,j,k]:=0; {Telsa}
        OrtBx[i,j,k]:=i*Bsw;
        OrtBy[i,j,k]:=j*Bsw;
        OrtBz[i,j,k]:=k*Bsw;
      { Writeln('Ort:',OrtBx[i,j,k]:12:8,', ',OrtBy[i,j,k]:12:8,', ',OrtBz[i,j,k]:12:8); Wait; }
      end;
    end;
  end;
end;

Procedure Magnetfeld_zuweisen_03;
Var KRPx,KRPy,KRPz : Double; {kartesische Komponenten des Kreuzprodukts im Zähler}
  lmsbetrag : Double; {Betrag im Nenner}
  lmsbetraghoch3 : Double; {Hilfsvariable}
  qwill : Double; {Ladung willkürlich nach S.7}
  om : Double; {Frequenz zum Anpassen von qwill an I}
  t : Double; {Zeit als Laufvariable von 0 ... 2*pi/om}
  sx,sy,sz : Double; {Aufpunkt, an dem das Feld bestimmt werden soll}
  dHx,dHy,dHz : Double; {Infinitesimales Feldelement für Biot-Savert}
  Hx,Hy,Hz : Double; {Gesamtfeld am Ort des Aufpunkts}
  dphi : Double; {Aufteilung der Spulenrings}
  Hxkl,Hykl,Hzkl : Double; {klassische Berechnung im Vgl.}
  Nenner : Double; {Hilfsgröße für klassische Feldberechnung}
  i2,j2,k2 : Integer; {Laufvariable zum Durchgehen des felderfüllten Raumes}
  Bxmax,BYmax,BZmax : Double; {maximaler Feldwert auf der y-Achse}
Procedure Berechne_dH;
begin
  KRPx:=-om*MEro*cos(om*t)*(MEyo-sy);
  KRPy:=+om*MEro*cos(om*t)*(MEro*cos(om*t)-sx)+om*MEro*sin(om*t)*(MEro*sin(om*t)-sz);
  KRPz:=-om*MEro*sin(om*t)*(MEyo-sy);
  lmsbetrag:=Sqr(MEro*cos(om*t)-sx)+Sqr(MEyo-sy)+Sqr(MEro*sin(om*t)-sz);
  lmsbetrag:=Sqrt(lmsbetrag);
  lmsbetraghoch3:=lmsbetrag*lmsbetrag*lmsbetrag;
  If lmsbetraghoch3<=1E-50 then begin dHx:=0; dHy:=0; dHz:=0; end;
  If lmsbetraghoch3>=1E-50 then
  begin
    dHx:=qwill*KRPx/4/pi/lmsbetraghoch3*dphi/2/pi;
    dHy:=qwill*KRPy/4/pi/lmsbetraghoch3*dphi/2/pi;
    dHz:=qwill*KRPz/4/pi/lmsbetraghoch3*dphi/2/pi;
  end;
  { Writeln('Infinitesimales Feldelement: ',dHx:12:7,', ',dHy:12:7,', ',dHz:12:7,' A/m'); }
end;
Procedure Berechne_Hges;
Var ilok : Integer;{Laufvariable für Zählschleife zur Zerteilung der Spule}
begin
  Hx:=0; Hy:=0; Hz:=0; {Initialisierung des Gesamtfelds für die Addition der Feldelemente}
  qwill:=1; om:=2*pi*MEI/qwill; {Ladung und der Kreisfrequenz in der Magnetfeld-Emulationsspule}
  dphi:=2*pi/1000; {Radianten bei der Aufteilung der Spule in 1000 Abschnitte}
  For ilok:=0 to 999 do {1000 Zählschritte}
  begin
    t:=ilok*dphi/om; {Laufvariable (Zeit), zur Umrundung der Spule}
  { Writeln('ilok = ',ilok:4,' => ',om*t:12:6); Wait; }
    Berechne_dH; {Infinitesimales Feldelement nach Biot-Savart berechnen}
    Hx:=Hx+dHx;
    Hy:=Hy+dHy;
    Hz:=Hz+dHz;
  end;
  { Writeln('Gesamtes Feld am Aufpunkt. : ',Hx:12:7,', ',Hy:12:7,', ',Hz:12:7,' A/m'); }
  Hxkl:=0; Hzkl:=0; {klassische Berechnung im Vgl.}
  Nenner:=Sqrt(MEro*MEro+(MEyo-sy)*(MEyo-sy)); Nenner:=2*Nenner*Nenner*Nenner;
  Hykl:=MEI*MEro*MEro/Nenner; {Der klassische Vergleich geht nur entlang der y-Achse.}
  { Writeln('Vgl. klass. entlang y-Achse: ',Hxkl:12:7,', ',Hykl:12:7,', ',Hzkl:12:7,' A/m'); }
end;
begin
  Writeln; Writeln('Magnetfeld Emulations-Spulenpaar nach *1 von S.5');
  Writeln('y-Koordinaten der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5: ',MEyo:8:5,' m');
  Writeln('Radius der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5: ',MEro:8:5,' m');
  Writeln('Strom der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5: ',MEI:8:5,' Ampere');

```

```

Writeln('Anzahl der Schritte: ',Bn,' hoch 3 => ', 2*Bn+1,' Bildschirm-Aktionspunkte je Spule.');
```

```
{ Zuerst die obere Spule durchlaufen lassen: }
```

```
For i2:=-Bn to Bn do {in x-Richtung}
```

```
begin
```

```
  For j2:=-Bn to Bn do {in y-Richtung}
```

```
  begin
```

```
    For k2:=-Bn to Bn do {in z-Richtung}
```

```
    begin
```

```
      OrtBx[i2,j2,k2]:=i2*Bsw;  sx:=OrtBx[i2,j2,k2];
```

```
      OrtBy[i2,j2,k2]:=j2*Bsw;  sy:=OrtBy[i2,j2,k2];
```

```
      OrtBz[i2,j2,k2]:=k2*Bsw;  sz:=OrtBz[i2,j2,k2];
```

```
      Berechne_Hges;
```

```
      Bx[i2,j2,k2]:=muo*Hx; {Telsa}
```

```
      By[i2,j2,k2]:=muo*Hy; {Telsa}
```

```
      Bz[i2,j2,k2]:=muo*Hz; {Telsa}
```

```
{      Write(OrtBx[i2,j2,k2]:10:6,' ',OrtBy[i2,j2,k2]:10:6,' ',OrtBz[i2,j2,k2]:10:6);
```

```
      Writeln(' =>',Bx[i2,j2,k2]*1E8:7:4,'E-8, ',By[i2,j2,k2]*1E8:7:4,'E-8, ',Bz[i2,j2,k2]*1E8:7:4,'E-8
```

```
                                                    Tesla');
```

```
      Wait; }
```

```
    end;
```

```
  end;
```

```
  Write('.');
```

```
end; Writeln(' Obere Spule ist durchgerechnet.');
```

```
{ Writeln('Obere Spule, Feld am Ursprung: ');
```

```
Writeln(Bx[0,0,0],', ',By[0,0,0],', ',Bz[0,0,0]*1E8:7:4,' T'); }
```

```
{ Dann die untere Spule dazu addieren: }
```

```
MEyo:=-MEyo; {Position der unteren Spule}
```

```
For i2:=-Bn to Bn do {in x-Richtung}
```

```
begin
```

```
  For j2:=-Bn to Bn do {in y-Richtung}
```

```
  begin
```

```
    For k2:=-Bn to Bn do {in z-Richtung}
```

```
    begin
```

```
      OrtBx[i2,j2,k2]:=i2*Bsw;  sx:=OrtBx[i2,j2,k2];
```

```
      OrtBy[i2,j2,k2]:=j2*Bsw;  sy:=OrtBy[i2,j2,k2];
```

```
      OrtBz[i2,j2,k2]:=k2*Bsw;  sz:=OrtBz[i2,j2,k2];
```

```
      Berechne_Hges;
```

```
      Bx[i2,j2,k2]:=Bx[i2,j2,k2]+muo*Hx; {Telsa}
```

```
      By[i2,j2,k2]:=By[i2,j2,k2]+muo*Hy; {Telsa}
```

```
      Bz[i2,j2,k2]:=Bz[i2,j2,k2]+muo*Hz; {Telsa}
```

```
{      Write(OrtBx[i2,j2,k2]:10:6,' ',OrtBy[i2,j2,k2]:10:6,' ',OrtBz[i2,j2,k2]:10:6);
```

```
      Writeln(' =>',Bx[i2,j2,k2]*1E8:7:4,'E-8, ',By[i2,j2,k2]*1E8:7:4,'E-8, ',Bz[i2,j2,k2]*1E8:7:4,'E-8
```

```
                                                    Tesla');
```

```
      Wait; }
```

```
    end;
```

```
  end;
```

```
  Write('.');
```

```
end; Writeln(' Untere Spule ist durchgerechnet.');
```

```
MEyo:=-MEyo; {MEyo zurücksetzen.}
```

```
Writeln('Gesamtes Feld am Koordinaten-Ursprung: ');
```

```
Writeln(Bx[0,0,0],', ',By[0,0,0],', ',Bz[0,0,0], ' T');
```

```
Writeln; Writeln('Gesamtes Feld im Zentrum der oberen Spule:');
```

```
{oberen Spulenmittelpunkt suchen:} sx:=0; sy:=MEyo; sz:=0;
```

```
Berechne_Hges; BXmax:=muo*Hx; BYmax:=muo*Hy; BZmax:=muo*Hz;
```

```
{unteren Spulenmittelpunkt suchen:} sx:=0; sy:=-MEyo; sz:=0;
```

```
Berechne_Hges; BXmax:=BXmax+muo*Hx; BYmax:=BYmax+muo*Hy; BZmax:=BZmax+muo*Hz;
```

```
Writeln(BXmax,', ',BYmax,', ',BZmax,' T');
```

```
Writeln('Ist dieses Feld gewünscht ? ? ! ? ? ! ? ?');
```

```
Wait; Wait;
```

```
end;
```

```
Procedure Magnetfeld_anzeigen;
```

```
Var i,j,k : Integer;
```

```
begin
```

```
  Writeln('Feld "Magnetische Induktion" des Dauermagneten:');
```

```
  For i:=-Bn to Bn do {in x-Richtung}
```

```
  begin
```

```
    For j:=-Bn to Bn do {in y-Richtung}
```

```
    begin
```

```
      For k:=-Bn to Bn do {in z-Richtung}
```

```
      begin
```

```
        Write('x,y,z=',OrtBx[i,j,k]*100:5:2,' ',OrtBy[i,j,k]*100:5:2,' ',OrtBz[i,j,k]*100:5:2,'cm =>
```

```
                                                    B=');
```

```
        Write(Bx[i,j,k]:8:4,' ');
```

```
        Write(By[i,j,k]:8:4,' ');
```

```
        Write(Bz[i,j,k]:8:4,' T ');
```

```
        Wait;
```

```
      end;
```

```
    end;
```

```
  end;
```



```

SIx[2*zo+2*yo+i+1] :=-xo*Spsw;  SIy[2*zo+2*yo+i+1] :=yo*Spsw;  SIz[2*zo+2*yo+i+1] :=(zo-i-0.5)*Spsw;
                                     {Ort,Mittelpunkt}
STx[2*zo+2*yo+i+1] :=+xo*Spsw;  STy[2*zo+2*yo+i+1] :=yo*Spsw;  STz[2*zo+2*yo+i+1] :=(zo-i-0.5)*Spsw;
                                     {Ort,Mittelpunkt}
dSIx[2*zo+2*yo+i+1]:=0;          dSIy[2*zo+2*yo+i+1]:=0;          dSIz[2*zo+2*yo+i+1]:=-Spsw;
                                     {Richtungsvektor}
dSTx[2*zo+2*yo+i+1]:=0;          dSTy[2*zo+2*yo+i+1]:=0;          dSTz[2*zo+2*yo+i+1]:=-Spsw;
                                     {Richtungsvektor}
end;
For i:=0 to 2*yo do
begin  {und zu guter Letzt in y-Richtung wieder runter}
  SpIx[4*zo+2*yo+i+1]:=-xo*Spsw;  SpIy[4*zo+2*yo+i+1]:=(yo-i)*Spsw;          SpIz[4*zo+2*yo+i+1]:=-zo*Spsw;
                                     {Stützpunkt}
  SpTx[4*zo+2*yo+i+1]:=+xo*Spsw;  SpTy[4*zo+2*yo+i+1]:=(yo-i)*Spsw;          SpTz[4*zo+2*yo+i+1]:=-zo*Spsw;
                                     {Stützpunkt}
  SIx[4*zo+2*yo+i+1] :=-xo*Spsw;  SIy[4*zo+2*yo+i+1] :=(yo-i-0.5)*Spsw;  SIz[4*zo+2*yo+i+1] :=-zo*Spsw;
                                     {Ort,Mittelpunkt}
  STx[4*zo+2*yo+i+1] :=+xo*Spsw;  STy[4*zo+2*yo+i+1] :=(yo-i-0.5)*Spsw;  STz[4*zo+2*yo+i+1] :=-zo*Spsw;
                                     {Ort,Mittelpunkt}
  dSIx[4*zo+2*yo+i+1]:=0;          dSIy[4*zo+2*yo+i+1]:=-Spsw;          dSIz[4*zo+2*yo+i+1]:=0;
                                     {Richtungsvektor}
  dSTx[4*zo+2*yo+i+1]:=0;          dSTy[4*zo+2*yo+i+1]:=-Spsw;          dSTz[4*zo+2*yo+i+1]:=0;
                                     {Richtungsvektor}
end;  {Der letzte Punkt ist dem ersten identisch}
SpN:=4*zo+4*yo+1;
Writeln('Anzahl der Punkte der Spulen-Linienaufteilung: von 1 - ',SpN);
If SpN>SpNmax then
begin
  Writeln('--- ERROR --- zu viele Spulen-Linienelemente');
  Writeln('--- ABHILFE -> Array groesser dimensionieren');
  Wait; Wait; Halt;
end;
{Dann die Flächenelemente:}
For j:=1 to 2*yo do
begin
  For i:=1 to 2*zo do
  begin
    FLIx[i+(j-1)*2*zo]:=-xo*Spsw;  FLIy[i+(j-1)*2*zo]:=(j-0.5-yo)*Spsw;  FLIz[i+(j-1)*2*zo]:=(i-0.5-
    zo)*Spsw;
    FLTx[i+(j-1)*2*zo]:=+xo*Spsw;  FLTy[i+(j-1)*2*zo]:=(j-0.5-yo)*Spsw;  FLTz[i+(j-1)*2*zo]:=(i-0.5-
    zo)*Spsw;
  end;
end;
FLN:=4*zo*yo;
Writeln('Anzahl der Flaechenelemente jeder Spulen: von 1 - ',FLN);
If FLN>FLNmax then
begin
  Writeln('--- ERROR --- zu viele Spulen-Flaechenelemente');
  Writeln('--- ABHILFE -> Array groesser dimensionieren');
  Wait; Wait; Halt;
end;
end;

Procedure Spulen_anzeigen;  {Spule für den Input der Steuer-Energie}
Var i : Integer;
begin
  Writeln('Input-Sp.-> Stuetzpunkte des Polygons, Orte der FE, Richtungsvektoren der FE:');
  For i:=1 to SpN do
  begin
    Writeln('SP [' ,i:5,']= ',SpIx[i]*100:10:6,', ',SpIy[i]*100:10:6,', ',SpIz[i]*100:10:6,' cm ');
    Writeln('ORT[' ,i:5,']= ', SIx[i]*100:10:6,', ', SIy[i]*100:10:6,', ', SIz[i]*100:10:6,' cm ');
    Writeln('RV [' ,i:5,']= ',dSIx[i]*100:10:6,', ',dSIy[i]*100:10:6,', ',dSIz[i]*100:10:6,' cm ');
    Wait;
  end;
  Writeln('Turbo-Sp.-> Stuetzpunkte des Polygons, Orte der FE, Richtungsvektoren der FE:');
  For i:=1 to SpN do
  begin
    Writeln('SP [' ,i:5,']= ',SpTx[i]*100:10:6,', ',SpTy[i]*100:10:6,', ',SpTz[i]*100:10:6,' cm ');
    Writeln('ORT[' ,i:5,']= ', STx[i]*100:10:6,', ', STy[i]*100:10:6,', ', STz[i]*100:10:6,' cm ');
    Writeln('RV [' ,i:5,']= ',dSTx[i]*100:10:6,', ',dSTy[i]*100:10:6,', ',dSTz[i]*100:10:6,' cm ');
    Wait;
  end;
  Writeln('Input-Spule -> Flaechenelemente, deren Mittelpunktspositionen:');
  For i:=1 to FLN do
  begin
    Write('x,y,z[' ,i:5,']= ',FLIx[i]*100:10:6,', ',FLIy[i]*100:10:6,', ',FLIz[i]*100:10:6,' cm ');
    Wait;
  end;
end;

```

```

Writeln('Turbo-Spule -> Flaechenelemente, deren Mittelpunktspitionen:');
For i:=1 to FlN do
begin
  Write('x,y,z[' ,i:5,']= ',FlTx[i]*100:10:6,', ',FlTy[i]*100:10:6,', ',FlTz[i]*100:10:6,' cm ');
  Wait;
end;
Writeln('-----');
end;

Procedure Magnet_drehen(fi:Double); {Drehen um Drehwinkel "fi":}
Var i,j,k : LongInt; {Laufvariablen}
begin
  fi:=fi/180*pi; {Umrechnen des Winkels in Radianten}
  For i:=-Bn to Bn do {x-Anteile}
  begin
    For j:=-Bn to Bn do {y-Anteile}
    begin
      For k:=-Bn to Bn do {z-Anteile}
      begin
        {Drehung der Ortsvektoren:}
        OrtBxDR[i,j,k]:=+OrtBx[i,j,k]*cos(-fi)+OrtBy[i,j,k]*sin(-fi);
        OrtByDR[i,j,k]:=-OrtBx[i,j,k]*sin(-fi)+OrtBy[i,j,k]*cos(-fi);
        OrtBzDR[i,j,k]:=+OrtBz[i,j,k];
        {Drehung der Feldstärke-Vektoren:}
        BxDR[i,j,k]:=+Bx[i,j,k]*cos(-fi)+By[i,j,k]*sin(-fi);
        ByDR[i,j,k]:=-Bx[i,j,k]*sin(-fi)+By[i,j,k]*cos(-fi);
        BzDR[i,j,k]:=+Bz[i,j,k];
        {Magnetfeld zeilenweise erst ungedreht und dann gedreht anzeigen:}
        {
          Write('x,y,z=',OrtBx[i,j,k]:5:2,', ',OrtBy[i,j,k]:5:2,', ',OrtBz[i,j,k]:5:2,'mm => B=');
          Write(Bx[i,j,k]:8:4,', ');
          Write(By[i,j,k]:8:4,', ');
          Write(Bz[i,j,k]:8:4,' T '); Writeln;
          Write('x,y,z=',OrtBxDR[i,j,k]:5:2,', ',OrtByDR[i,j,k]:5:2,', ',OrtBzDR[i,j,k]:5:2,'mm => B=');
          Write(BxDR[i,j,k]:8:4,', ');
          Write(ByDR[i,j,k]:8:4,', ');
          Write(BzDR[i,j,k]:8:4,' T ');
          Wait; Writeln; }
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

Procedure Feldstaerke_am_Ort_suchen(xpos,ypos,zpos:Double); {an dem Ort suche ich die Feldstärke}
Var ixo,iyo,izo : Integer;
    ix,iy,iz : Integer;
    dist,disto : Double;
begin
  {Zuerst suche ich, welcher Feldort zum xpos,ypos,zpos den kürzesten Abstand hat.}
  ixo:=0; iyo:=0; izo:=0;
  disto:=Sqrt(Sqr(xpos-OrtBxDR[ixo,iyo,izo])+Sqr(ypos-OrtByDR[ixo,iyo,izo])+Sqr(zpos-
OrtBzDR[ixo,iyo,izo]));
  { Writeln('Anfangs-Abstand vom Nullpunkt: ',disto*100:1:15,' cm'); }
  For ix:=-Bn to Bn do {x-Suche}
  begin
    For iy:=-Bn to Bn do {y-Suche}
    begin
      For iz:=-Bn to Bn do {z-Suche}
      begin
        dist:=Sqrt(Sqr(xpos-OrtBxDR[ix,iy,iz])+Sqr(ypos-OrtByDR[ix,iy,iz])+Sqr(zpos-OrtBzDR[ix,iy,iz]));
        If dist<=disto then
        begin
          ixo:=ix; iyo:=iy; izo:=iz;
          disto:=dist;
          {
            Write('Position: ',OrtBxDR[ix,iy,iz]*100:8:5,', ',OrtByDR[ix,iy,iz]*100:8:5,',
              ',OrtBzDR[ix,iy,iz]*100:8:5,' cm'); }
          {
            Writeln(disto); } {Wait;}
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
  { Writeln('Punkt Nummer (ixo,iyo,izo): ',ixo,', ',iyo,', ',izo); }
  {Dann gebe ich das Magnetfeld ebendort an:}
  { Writeln('Magnetfeld dort: ',BxDR[ixo,iyo,izo]:8:4,', ',ByDR[ixo,iyo,izo]:8:4,',
    ',BzDR[ixo,iyo,izo]:8:4,' T '); }
  {Jetzt brauche ich noch den magnetischen Fluß durch das dortige Spulen-Flächenelement:}
  PsiSFE:=BxDR[ixo,iyo,izo]*Spsw*Spsw; {nach *1 von S.3}
  { Writeln('Magn. Fluss durch Spulen-Flaechenelement: ',PsiSFE,' T*m^2'); }
end;

```

```

Procedure Gesamtfluss_durch_Input_Spule; {gemäß *2 von S.3}
Var i : Integer;
begin
  PsiGES:=0;
  For i:=1 to FlN do
    begin
      Feldstaerke_am_Ort_suchen(FlIx[i],FlIy[i],FlIz[i]);
      PsiGES:=PsiGES+PsiSFE;
    end;
end;

Procedure Gesamtfluss_durch_Turbo_Spule; {gemäß *2 von S.3}
Var i : Integer;
begin
  PsiGES:=0;
  For i:=1 to FlN do
    begin
      Feldstaerke_am_Ort_suchen(FlTx[i],FlTy[i],FlTz[i]);
      PsiGES:=PsiGES+PsiSFE;
    end;
end;

Procedure FourierDatenspeicherung(PSIF : Array of Double); {Magnetischer Fluß für Fourier-Entwicklung}
Var i : Integer;
    fout : Text;
begin
  Assign(fout,'PSIF.DAT'); Rewrite(fout); {File öffnen}
  Writeln('FOURIER - HIER:');
  For i:=0 to 360 do Writeln(fout,PSIF[i]);
  Close(fout);
end;

Procedure FourierEntwicklung;
Var i : Integer;
    PSIF : Array [0..360] of Double;
    fin : Text;
    Qsplus,Qsmitte,Qsminus : Double;
    Qanf,Q1p,Q1m,Q2p,Q2m,Q3p,Q3m : Double; {für B1,2,3 - Iteration}
    Q4p,Q4m,Q5p,Q5m : Double; {für B4,5 - Iteration}
    Qsminimum : Double; {zur Minimums-Suche}
    weiter : Boolean;
Function QuadSum1:Double;
Var merk : Double;
    i : Integer;
begin
  merk:=0; {'i' ist Laufvariable für den Winkel, anzugeben in Grad}
  For i:=0 to 360 do merk:=merk+Sqr(PSIF[i]-B1*sin(i/360*2*pi));
  QuadSum1:=merk;
end;
Function Fourier(t,Ko1,Ko2,Ko3,Ko4,Ko5:Double):Double;
Var merk : Double;
begin {'t' ist Variable für den Winkel, anzugeben in Grad}
  merk:=Ko1*sin(t/360*2*pi);
  merk:=merk+Ko2*sin(2*t/360*2*pi);
  merk:=merk+Ko3*sin(3*t/360*2*pi);
  merk:=merk+Ko4*sin(4*t/360*2*pi);
  merk:=merk+Ko5*sin(5*t/360*2*pi);
  Fourier:=merk;
end;
Function QuadSum3(Koeff1,Koeff2,Koeff3:Double):Double;
Var merk : Double;
    i : Integer;
begin
  merk:=0; {'i' ist Laufvariable für den Winkel, anzugeben in Grad}
  For i:=0 to 360 do merk:=merk+Sqr(PSIF[i]-Koeff1*sin(i/360*2*pi)-Koeff2*sin(2*i/360*2*pi)-
  Koeff3*sin(3*i/360*2*pi));
  QuadSum3:=merk;
end;
Function QuadSum5(Koeff1,Koeff2,Koeff3,Koeff4,Koeff5:Double):Double;
Var merk : Double;
    i : Integer;
begin
  merk:=0;
  For i:=0 to 360 do {'i' ist Laufvariable für den Winkel, anzugeben in Grad}
    begin
      If PSIF[i]>>0 then merk:=merk+Sqr(PSIF[i]-Fourier(i,Koeff1,Koeff2,Koeff3,Koeff4,Koeff5));
    end;
end;

```

```

QuadSum5:=merk;
end;
begin
Assign(fin,'PSIF.DAT'); Reset(fin); {File öffnen}
Writeln('FOURIER - ENTWICKLUNG:');
For i:=0 to 360 do Readln(fin,PSIF[i]);
Close(fin);
B1:=0; {Mittelwert über erste Periode als Startwert für Grundschiwingung}
For i:=0 to 180 do B1:=B1+PSIF[i];
{Zuerst die Größenordnung von B1 abschätzen;}
B1:=B1/90; {writeln('B1 : ',B1); Wait;}
{Jetzt B1 anpassen über die Minimierung der Abweichungsquadrate;}
Repeat
  B1:=0.99*B1; QSminus:=QuadSum1;
  B1:=B1/0.99; QSmitte:=QuadSum1;
  B1:=1.01*B1; QSplus:=QuadSum1; B1:=B1/1.01;
  weiter:=false;
  If QSminus<QSmitte then begin B1:=0.99*B1; weiter:=true; end;
  If QSplus<QSmitte then begin B1:=1.01*B1; weiter:=true; end;
{ Writeln('QS: ',QSminus,', ',QSmitte,', ',QSplus); }
Until Not(weiter);
writeln('B1-vorab : ',B1,', QS = ',QSmitte);
{Die Werte zur Kontrolle herauschreiben;}
AnzP:=360; Abstd:=1;
For i:=0 to 360 do {'i' ist Laufvariable für den Winkel, anzugeben in Grad}
begin
  Q[i]:=PSIF[i]; Qp[i]:=B1*sin(i/360*2*pi);
end;
{Dann B1 & B2 & B3 anpassen über die Minimierung der Abweichungsquadrate;}
{Startwerte für B2 suchen;}
B2:=0;
B2:=+B1/10; QSplus:=QuadSum3(B1,B2,0);
B2:=-B1/10; QSminus:=QuadSum3(B1,B2,0);
If QSplus<QSminus then B2:=+B1/10;
If QSminus<QSplus then B2:=-B1/10;
{Startwerte für B3 suchen;}
B3:=0;
B3:=+B1/10; QSplus:=QuadSum3(B1,B2,B3);
B3:=-B1/10; QSminus:=QuadSum3(B1,B2,B3);
If QSplus<QSminus then B3:=+B1/10;
If QSminus<QSplus then B3:=-B1/10;
Writeln('AnfB1,2,3: ',B1:20,' ',B2:20,' ',B3:20);
{Jetzt über Iteration die B1, B2, B3 fitten;}
Repeat
  {QuadSummen berechnen;}
  Qanf:=QuadSum3(B1,B2,B3);
  Q1p:=QuadSum3(B1*1.01,B2,B3); Q1m:=QuadSum3(B1*0.99,B2,B3);
  Q2p:=QuadSum3(B1,B2*1.01,B3); Q2m:=QuadSum3(B1,B2*0.99,B3);
  Q3p:=QuadSum3(B1,B2,B3*1.01); Q3m:=QuadSum3(B1,B2,B3*0.99);
  {Kleinste QuadSumme suchen;}
  QSminimum:=Qanf;
  If Q1p<QSminimum then QSminimum:=Q1p; If Q1m<QSminimum then QSminimum:=Q1m;
  If Q2p<QSminimum then QSminimum:=Q2p; If Q2m<QSminimum then QSminimum:=Q2m;
  If Q3p<QSminimum then QSminimum:=Q3p; If Q3m<QSminimum then QSminimum:=Q3m;
  {Koeffizienten zur kleinsten QuadSumme einstellen;}
  weiter:=false;
  If Q1p=QSminimum then begin B1:=B1*1.01; weiter:=true; end;
  If Q1m=QSminimum then begin B1:=B1*0.99; weiter:=true; end;
  If Q2p=QSminimum then begin B2:=B2*1.01; weiter:=true; end;
  If Q2m=QSminimum then begin B2:=B2*0.99; weiter:=true; end;
  If Q3p=QSminimum then begin B3:=B3*1.01; weiter:=true; end;
  If Q3m=QSminimum then begin B3:=B3*0.99; weiter:=true; end;
{ Writeln('QS: ',QSminimum); }
Until Not(weiter);
Writeln('Nun B1 = ',B1:17,', B2 = ',B2:17,' B3 = ',B3:17);
Writeln('Zugehoerige Quadsum: ',Quadsum3(B1,B2,B3));
{Die Werte zur Kontrolle herauschreiben;}
For i:=0 to 360 do
begin
  Qpp[i]:=B1*sin(i/360*2*pi)+B2*sin(2*i/360*2*pi)+B3*sin(3*i/360*2*pi);
end;
{Nun will ich alle Ausreißer mit mehr als 75% Abweichung löschen;}
For i:=0 to 360 do
begin
  If Abs(PSIF[i]-(B1*sin(i/360*2*pi)-B2*sin(2*i/360*2*pi)-B3*sin(3*i/360*2*pi)))>Abs(0.75*B1) then
    PSIF[i]:=0;
end;
{Dazu will nun eine Fourier-Reihe mit 5 Koeffizienten fitten;}

```

```

{Startwerte für B4 suchen;}
B4:=0;
B4:=+B1/40;  QSpplus:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4,0);
B4:=-B1/40;  QSminus:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4,0);
If QSpplus<QSminus then B4:=+B1/40;
If QSminus<QSpplus then B4:=-B1/40;
{Startwerte für B5 suchen;}
B5:=0;
B5:=+B1/40;  QSpplus:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4,B5);
B5:=-B1/40;  QSminus:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4,B5);
If QSpplus<QSminus then B5:=+B1/10;
If QSminus<QSpplus then B5:=-B1/10;
WriteLn('Und B4,5: ',B4:20,' ',B5:20);
WriteLn('Anf Quadsum: ',QuadSum5(B1,B2,B3,B4,B5));
{Jetzt über Iteration die B1, B2, B3, B4, B5 fitten;}
Repeat
  {QuadSummen berechnen;}
  Qanf:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4,B5);
  Q1p:=QuadSum5(B1*1.01,B2,B3,B4,B5);      Q1m:=QuadSum5(B1*0.99,B2,B3,B4,B5);
  Q2p:=QuadSum5(B1,B2*1.01,B3,B4,B5);      Q2m:=QuadSum5(B1,B2*0.99,B3,B4,B5);
  Q3p:=QuadSum5(B1,B2,B3*1.01,B4,B5);      Q3m:=QuadSum5(B1,B2,B3*0.99,B4,B5);
  Q4p:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4*1.01,B5);      Q4m:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4*0.99,B5);
  Q5p:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4,B5*1.01);      Q5m:=QuadSum5(B1,B2,B3,B4,B5*0.99);
  {Kleinste QuadSumme suchen;}
  QSminimum:=Qanf;
  If Q1p<QSminimum then QSminimum:=Q1p;    If Q1m<QSminimum then QSminimum:=Q1m;
  If Q2p<QSminimum then QSminimum:=Q2p;    If Q2m<QSminimum then QSminimum:=Q2m;
  If Q3p<QSminimum then QSminimum:=Q3p;    If Q3m<QSminimum then QSminimum:=Q3m;
  If Q4p<QSminimum then QSminimum:=Q4p;    If Q4m<QSminimum then QSminimum:=Q4m;
  If Q5p<QSminimum then QSminimum:=Q5p;    If Q5m<QSminimum then QSminimum:=Q5m;
  {Koeffizienten zur kleinsten QuadSumme einstellen;}
  weiter:=false;
  If Q1p=QSminimum then begin B1:=B1*1.01; weiter:=true; end;
  If Q1m=QSminimum then begin B1:=B1*0.99; weiter:=true; end;
  If Q2p=QSminimum then begin B2:=B2*1.01; weiter:=true; end;
  If Q2m=QSminimum then begin B2:=B2*0.99; weiter:=true; end;
  If Q3p=QSminimum then begin B3:=B3*1.01; weiter:=true; end;
  If Q3m=QSminimum then begin B3:=B3*0.99; weiter:=true; end;
  If Q4p=QSminimum then begin B4:=B4*1.01; weiter:=true; end;
  If Q4m=QSminimum then begin B4:=B4*0.99; weiter:=true; end;
  If Q5p=QSminimum then begin B5:=B5*1.01; weiter:=true; end;
  If Q5m=QSminimum then begin B5:=B5*0.99; weiter:=true; end;
{ WriteLn('QS: ',QSminimum); }
Until Not(weiter);
WriteLn('Ergebnis: B1 = ',B1:17,' B2 = ',B2:17,' B3 = ',B3:17);
WriteLn('          B4 = ',B4:17,' B5 = ',B5:17);
WriteLn('Endliche Quadsum: ',Quadsum5(B1,B2,B3,B4,B5));
{Die Werte zur Kontrolle herausschreiben;}
For i:=0 to 360 do
begin
  phipp[i]:=Fourier(i,B1,B2,B3,B4,B5)
end;
ExcelAusgabe('fourier.dat',6);
end;

Function FlussI(alpha:Double):Double;
Var merk : Double; {Hier ist alpha in 'radianten' anzugeben.}
begin
  merk:=B1I*sin(alpha);
  merk:=merk+B2I*sin(2*alpha);
  merk:=merk+B3I*sin(3*alpha);
  merk:=merk+B4I*sin(4*alpha);
  merk:=merk+B5I*sin(5*alpha);
  FlussI:=merk;
end;

Function FlussT(alpha:Double):Double;
Var merk : Double; {Hier ist alpha in 'radianten' anzugeben.}
begin
  merk:=B1T*sin(alpha);
  merk:=merk+B2T*sin(2*alpha);
  merk:=merk+B3T*sin(3*alpha);
  merk:=merk+B4T*sin(4*alpha);
  merk:=merk+B5T*sin(5*alpha);
  FlusT:=merk;
end;

Procedure SinusEntwicklung_fuer_Drehmoment;

```

```

Var i,j,jmerk : Integer;
PSIF : Array [0..360] of Double;
fin : Text;
QSalt,QSneu : Double;
weiter : Boolean;
Qanf,QB1plus,QB1minus,Qphaseplus,Qphaseminus : Double; {für numerische Iteration}
QSminimum : Double; {Zur Suche des kleinsten Abweichungsquadrates.}
Function QuadSum2(B1lok,phaselok:Double):Double;
Var merk : Double;
i : Integer;
begin
merk:=0; {'i' ist Laufvariable für den Winkel, anzugeben in Grad}
For i:=0 to 360 do merk:=merk+Sqr(PSIF[i]-B1lok*sin((i+phaselok)/360*2*pi));
QuadSum2:=merk;
end;
begin
Assign(fin,'PSIF.DAT'); Reset(fin); {File öffnen}
Writeln('FOURIER-ENTWICKLUNG FUER DIE SCHNELLE DREHMOMENTS-BERECHNUNG:');
For i:=0 to 360 do Readln(fin,PSIF[i]);
Close(fin);
B1:=0; {Startwert für Grundschiwingung "B1" suchen}
For i:=0 to 360 do
begin
If PSIF[i]>B1 then B1:=PSIF[i];
end;
Writeln('Startwert von B1: ',B1); Wait;
phase:=0; QSalt:=QuadSum2(B1,phase); jmerk:=Round(phase); {Startwert für Grundschiwingung "phase" suchen}
For j:=1 to 360 do
begin
phase:=j; QSneu:=QuadSum2(B1,phase);
If QSneu<QSalt then
begin
QSalt:=QSneu;
jmerk:=j;
{ Writeln(phase,' => ',QSalt); Wait; }
end;
phase:=jmerk;
end;
Writeln('Startwert von phase: ',phase); Wait;
{Jetzt folgt noch eine genaue Iteration der Parameter:}
Repeat
{QuadSummen berechnen:}
Qanf:=QuadSum2(B1,phase);
QB1plus:=QuadSum2(B1*1.0001,phase);
QB1minus:=QuadSum2(B1*0.9999,phase);
Qphaseplus:=QuadSum2(B1,phase*1.0001);
Qphaseminus:=QuadSum2(B1,phase*0.9999);
{Kleinste QuadSumme suchen:}
QSminimum:=Qanf;
If QB1plus<QSminimum then QSminimum:=QB1plus;
If QB1minus<QSminimum then QSminimum:=QB1minus;
If Qphaseplus<QSminimum then QSminimum:=Qphaseplus;
If Qphaseminus<QSminimum then QSminimum:=Qphaseminus;
{Koeffizienten zur kleinsten QuadSumme einstellen:}
weiter:=false;
If QB1plus=QSminimum then begin B1:=B1*1.0001; weiter:=true; end;
If QB1minus=QSminimum then begin B1:=B1*0.9999; weiter:=true; end;
If Qphaseplus=QSminimum then begin phase:=phase*1.0001; weiter:=true; end;
If Qphaseminus=QSminimum then begin phase:=phase*0.9999; weiter:=true; end;
Writeln('QS: ',QSminimum);
Until Not(weiter);
phase:=phase/360*2*pi; {Phase auf Radianten einstellen}
Bldreh:=B1; {Drehmoment-Amplitude weitergeben.}
end;

Function Schnell_Drehmoment(winkel:Double):Double;
begin
Schnell_Drehmoment:=Bldreh*sin(winkel+phase);
end;

Procedure Magfeld_Turbo_Berechnen(rx,ry,rz,Strom:Double);
Var i : Integer;
sx,sy,sz : Double; {Orte der Leiterschleifen-Elemente}
dsx,dsy,dsz : Double; {Laufrichtungen der Leiterschleifen-Elemente}
AnzLSE : Integer; {Anzahl der Leiterschleifen-Elemente}
smrx,smry,smrz : Double; {Differenzen für das nachfolgende Kreuzprodukt}
krpx,krpy,krpz : Double; {Kreuzprodukt in Biot-Savart}
smrbetrhoch3 : Double; {Betragsbildung für Nenner}

```

```

    dHx,dHy,dHz      : Double; {Infinitesimales Magnetfeld}
    Hgesx,Hgesy,Hgesz:Double;{Gesamt-Magnetfeld der Input-Spule am Aufpunkt}
begin
{ Spulen_anzeigen; } {Optional aufrufbares Unterprogramm.}
AnzLSE:=SpN-1;
If AnzLSE<>4*yo+4*zo then
begin
    Writeln('Da timmt wat nich: Vernetzung der felderzeugenden Spule ist falsch. ');
    Writeln('Problem bei der TURBO-Spule: ');
    Writeln('Anzahl der Stuetzpunkte der Spulen, AnzLSE = ',AnzLSE);
    Writeln('Hingegen: 4*yo+4*zo = ',4*yo+4*zo);
    Wait; Wait; Halt;
end;
{Ort und Richtungsvektoren der Leiterschleifen-Elemente feststellen, Feld am Aufpunkt ausrechnen nach
                                                    Biot-Savart:}
Hgesx:=0; Hgesy:=0; Hgesz:=0;
For i:=1 to AnzLSE do
begin
    sx:=SpTx[i]; sy:=SpTy[i]; sz:=SpTz[i];      {Orte der Leiterschleifen-Elemente}
    dsx:=dSTx[i]; dsy:=dSTy[i]; dsz:=dSTz[i];  {Richtungsvektoren der Leiterschleifen-Elemente}
    smrx:=sx-rx; smry:=sy-ry; smrz:=sz-rz;     {Differenzen für das nachfolgende Kreuzprodukt}
    krpx:=dsy*smrz-dsz*smry; krpy:=dsz*smrx-dsx*smrz; krpz:=dsx*smry-dsy*smrx; {Kreuzprodukt}
    smrbetrhoch3:=Sqrt(Sqr(smrx)+Sqr(smry)+Sqr(smrz));
    If smrbetrhoch3<Spsw/1000 then
    begin
        Writeln('Mechanische Kollision -> Magnet beruehrt Turbo-Spule. STOP. ');
        Writeln('Spulen-Element bei: ',sx:18,', ',sy:18,', ',sz:18,'m. ');
        Writeln('Magnet-Ort bei: ',rx:18,', ',ry:18,', ',rz:18,'m. ');
        Wait; Wait; Halt;
    end;
    smrbetrhoch3:=smrbetrhoch3*smrbetrhoch3*smrbetrhoch3; {Betragsbildung für Nenner in Biot-Savart}
    dHx:=Strom*krpx/4/pi/smrbetrhoch3;          {Finites Magnetfeld des Leiterschleifen-Elements}
    dHy:=Strom*krpy/4/pi/smrbetrhoch3;
    dHz:=Strom*krpz/4/pi/smrbetrhoch3;
    Hgesx:=Hgesx+dHx; Hgesy:=Hgesy+dHy; Hgesz:=Hgesz+dHz; {Summation der Feldelemente}
end;
    {Vorzeichen in der nachfolgenden Zeile gemäß technischer Stromrichtung.}
    BTx:=-muo*Hgesx*Nturbo; BTy:=-muo*Hgesy*Nturbo; BTz:=-muo*Hgesz*Nturbo;
end;

Procedure Magfeld_Input_Berechnen(rx,ry,rz,Strom:Double);
Var i : Integer;
    sx,sy,sz      : Double;      {Orte der Leiterschleifen-Elemente}
    dsx,dsy,dsz  : Double;      {Laufrichtungen der Leiterschleifen-Elemente}
    AnzLSE       : Integer;      {Anzahl der Leiterschleifen-Elemente}
    smrx,smry,smrz : Double;     {Differenzen für das nachfolgende Kreuzprodukt}
    krpx,krpy,krpz : Double;     {Kreuzprodukt in Biot-Savart}
    smrbetrhoch3 : Double;       {Betragsbildung für Nenner}
    dHx,dHy,dHz  : Double;      {Infinitesimales Magnetfeld}
    Hgesx,Hgesy,Hgesz:Double;    {Gesamt-Magnetfeld der Input-Spule am Aufpunkt}
begin
{ Spulen_anzeigen; } {Optional aufrufbares Unterprogramm.}
AnzLSE:=SpN-1;
If AnzLSE<>4*yo+4*zo then
begin
    Writeln('Da timmt wat nich: Vernetzung der felderzeugenden Spule ist falsch. ');
    Writeln('Problem bei der INPUT-Spule: ');
    Writeln('Anzahl der Stuetzpunkte der Spulen, AnzLSE = ',AnzLSE);
    Writeln('Hingegen: 4*yo+4*zo = ',4*yo+4*zo);
    Wait; Wait; Halt;
end;
{Ort und Richtungsvektoren der Leiterschleifen-Elemente feststellen, Feld am Aufpunkt ausrechnen nach
                                                    Biot-Savart:}
Hgesx:=0; Hgesy:=0; Hgesz:=0;
For i:=1 to AnzLSE do
begin
    sx:=SpIx[i]; sy:=SpIy[i]; sz:=SpIz[i];      {Orte der Leiterschleifen-Elemente}
    dsx:=dSIx[i]; dsy:=dSIy[i]; dsz:=dSIz[i];  {Richtungsvektoren der Leiterschleifen-Elemente}
    smrx:=sx-rx; smry:=sy-ry; smrz:=sz-rz;     {Differenzen für das nachfolgende Kreuzprodukt}
    krpx:=dsy*smrz-dsz*smry; krpy:=dsz*smrx-dsx*smrz; krpz:=dsx*smry-dsy*smrx; {Kreuzprodukt}
    smrbetrhoch3:=Sqrt(Sqr(smrx)+Sqr(smry)+Sqr(smrz));
    If smrbetrhoch3<Spsw/1000 then
    begin
        Writeln('Mechanische Kollision -> Magnet beruehrt Input-Spule. STOP. ');
        Writeln('Spulen-Element bei: ',sx:18,', ',sy:18,', ',sz:18,'m. ');
        Writeln('Magnet-Ort bei: ',rx:18,', ',ry:18,', ',rz:18,'m. ');
        Wait; Wait; Halt;
    end;
    smrbetrhoch3:=smrbetrhoch3*smrbetrhoch3*smrbetrhoch3; {Betragsbildung für Nenner in Biot-Savart}

```

```

dHx:=Strom*krpx/4/pi/smrbetrhoch3;           {Finites Magnetfeld des Leiterschleifen-Elements}
dHy:=Strom*krpy/4/pi/smrbetrhoch3;
dHz:=Strom*krpz/4/pi/smrbetrhoch3;
Hgesx:=Hgesx+dHx;  Hgesy:=Hgesy+dHy;  Hgesz:=Hgesz+dHz; {Summation der Feldelemente}
end;           {Vorzeichen in der nachfolgenden Zeile gemäß technischer Stromrichtung.}
BIx:=-muo*Hgesx*Ninput;  BIy:=-muo*Hgesy*Ninput;  BIZ:=-muo*Hgesz;
end;

Function Drehmoment(alpha:Double):Double; {Das Argument ist der Winkel der Magnetstellung "alpha"}
Var i : Integer; {Laufvariable}
    Idlx,Idly,Idlz : Double; {Kartesische Komponenten von dl-Vektor nach (*1 von S.11)}
    Bxlok,Bylok,Bzlok : Double; {lokale Magnetfeld-Werte}
    FLx,FLy,FLz : Double; {Lorentz-Kraft als Kreuzprodukt}
    dMx,dMy,dMz : Double; {Drehmoment, das jedes Leiterschleifen-Element auf seinen gesamten Magneten
                                ausübt.}
    MgesX,MgesY,MgesZ : Double; {Gesamt-Drehmoment der Turbo- & Input- Spule auf den Magneten (aus
                                Emulations-Spulen).}
    rx,ry,rz : Double; {Ortsangabe der Magnetfeld-Emulationsspulen-Elemente nach Dreh-Transformation}
begin
    MgesX:=0; MgesY:=0; MgesZ:=0;
    For i:=1 to MESEanz do
        begin
            {Wir beginnen mit der Berechnung der Lorentz-Kraft auf jedes einzelne Element der Magnetfeld-
                                Emulations-Spule}
            Idlx:=MEI*MESEdx[i]*4*pi*MEro/MESEanz; {Magnetfeld-Emulations-Leiterschleifen-Element}
            Idly:=MEI*MESEdy[i]*4*pi*MEro/MESEanz; {Magnetfeld-Emulations-Leiterschleifen-Element}
            Idlz:=MEI*MESEdz[i]*4*pi*MEro/MESEanz; {Magnetfeld-Emulations-Leiterschleifen-Element}
            {Es folgt die Berechnung der Magnetfeld-Stärke der Input- und Turbo- Spule am Ort des Leiterschleifen-
                                Elements}
            Magfeld_Input_Berechnen(MESEx[i],MESEy[i],MESEz[i],qpoI); {Strom durch die Input-Spule einstellen !!}
            Magfeld_Turbo_Berechnen(MESEx[i],MESEy[i],MESEz[i],qpoT); {Strom "QP" durch die Input-Spule einstellen
                                !!}
            Bxlok:=BIx+BTx;  Bylok:=BIy+BTy;  Bzlok:=BIZ+BTz;  {lokales B-feld der Input- und der Turbo- Spule am
                                Ort des Leiterschleifen-Elements}

            {Kreuzprodukt bilden zur Berechnung der Lorentz-Kraft:}
            FLx:=Idly*Bzlok-Idlz*Bylok;
            FLy:=Idlz*Bxlok-Idlx*Bzlok;
            FLz:=Idlx*Bylok-Idly*Bxlok;
            {Kontrolle der Lorentz-Kraft:}
        { Writeln('Ort: ',MESEx[i],', ',MESEy[i],', ',MESEz[i]);
          Writeln(' dl: ',MESEdx[i],', ',MESEdy[i],', ',MESEdz[i]);
          Writeln('FLo: ',FLx,', ',FLy,', ',FLz);
          }
            {Den wirkenden Ort, an dem das Drehmoment angreift, stellen wir durch eine Drehtransformation gemäß *1
                                von S.12 fest:}
            rx:=+MESEx[i]*cos(-alpha)+MESEy[i]*sin(-alpha);
            ry:=-MESEx[i]*sin(-alpha)+MESEy[i]*cos(-alpha);
            rz:=MESEz[i];
            {Daraus berechnen wir nun das zugehörige Drehmoment-Element, das dieses Lorenzt-Kraft-Element auf dem
                                Magneten ausübt:}

            dMx:=ry*FLz-rz*FLy;           {Drehmoment als Kreuzprodukt M = r x F }
            dMy:=rz*FLx-rx*FLz;
            dMz:=rx*FLy-ry*FLx;
            {Kontrolle des Drehmoments:}
        { Writeln('Dreh:',dMx,', ',dMy,', ',dMz); Wait;
          }
            MgesX:=MgesX+dMx; {Summation aller einzelnen Drehmoment-Elemente zum Gesamt-Drehmoment.}
            MgesY:=MgesY+dMy; {in drei kartesischen Komponenten}
            MgesZ:=MgesZ+dMz; {Wegen der Lagerung des Magneten spielt nur die z-Komponente des Drehmoments mit.}
        end;           {Der Magnet hat nämlich eine starre Achse und rotiert nur um die z-Achse.}
    { Writeln('Drehmoment:',MgesX:20,', ',Mgesy:20,', ',Mgesz:20);
      Drehmoment:=MgesZ;
    }
end;

Procedure Daten_Speichern;
Var fout : Text;
    i,j,k : Integer;
begin
    Assign(fout,'schonda'); Rewrite(fout); {File öffnen}
    {Zuerst die Parameter:}
    Writeln(fout,Spsw);
    Writeln(fout,xo);
    Writeln(fout,yo);
    Writeln(fout,zo);
    Writeln(fout,Ninput);
    Writeln(fout,Nturbo);
    Writeln(fout,Bsw);
    Writeln(fout,MEyo);
    Writeln(fout,MEro);
    Writeln(fout,MEI);

```

```

{Dann das Magnetfeld:} {Die Schritt-Anzahl Bn bleibt "Const."}
For i:=-Bn to Bn do {in x-Richtung}
begin
  For j:=-Bn to Bn do {in y-Richtung}
  begin
    For k:=-Bn to Bn do {in z-Richtung}
    begin
      Writeln(fout,OrtBx[i,j,k]);
      Writeln(fout,OrtBy[i,j,k]);
      Writeln(fout,OrtBz[i,j,k]);
      Writeln(fout,Bx[i,j,k]);
      Writeln(fout,By[i,j,k]);
      Writeln(fout,Bz[i,j,k]);
    end;
  end;
end;
{Spulenzuweisung und Stromverteilung brauche ich nicht speichern, die kann man rechnen lassen.}
{Die Drehmoments-Parameter muß ich auch abspeichern:}
Writeln(fout,B1T);
Writeln(fout,B2T);
Writeln(fout,B3T);
Writeln(fout,B4T);
Writeln(fout,B5T);
Writeln(fout,B1I);
Writeln(fout,B2I);
Writeln(fout,B3I);
Writeln(fout,B4I);
Writeln(fout,B5I);
Writeln(fout,B1dreh);
Writeln(fout,phase);
Writeln(fout,'Die Daten sind alleherausgeschrieben.');
```

```

Close(fout);
end;

Procedure Alte_Parameter_vergleichen;
Var fin : Text;
    x : Double; {Parameter zum Einlesen}
    n : Integer; {Parameter zum Einlesen}
    i,j,k : Integer;
begin
  Assign(fin,'schonda'); Reset(fin); {File öffnen}
  {Zuerst die Parameter:}
  Readln(fin,x); If x<>Spsw then begin schonda:=false; Writeln(' Spsw geändert'); end;
  Readln(fin,n); If n<>xo then begin schonda:=false; Writeln(' xo geändert'); end;
  Readln(fin,n); If n<>yo then begin schonda:=false; Writeln(' yo geändert'); end;
  Readln(fin,n); If n<>zo then begin schonda:=false; Writeln(' zo geändert'); end;
  Readln(fin,n); If n<>Ninput then begin schonda:=false; Writeln('Ninput geändert'); end;
  Readln(fin,n); If n<>Nturbo then begin schonda:=false; Writeln('Nturbo geändert'); end;
  Readln(fin,x); If x<>Bsw then begin schonda:=false; Writeln(' Bsw geändert'); end;
  Readln(fin,x); If x<>MEyo then begin schonda:=false; Writeln(' MEyo geändert'); end;
  Readln(fin,x); If x<>MEro then begin schonda:=false; Writeln(' MEro geändert'); end;
  Readln(fin,x); If x<>MEI then begin schonda:=false; Writeln(' MEI geändert'); end;
  If schonda then Writeln('Die Parameter sind bereits bekannt.');
```

```

  If Not(schonda) then
  begin
    Writeln('Die Parameter sind neu. Es beginnt eine neue Vernetzung.');
```

```

    Wait; Wait;
  end;
end;
{Dann das Magnetfeld:} {Die Schritt-Anzahl Bn bleibt "Const."}
For i:=-Bn to Bn do {in x-Richtung}
begin
  For j:=-Bn to Bn do {in y-Richtung}
  begin
    For k:=-Bn to Bn do {in z-Richtung}
    begin
      Readln(fin,OrtBx[i,j,k]);
      Readln(fin,OrtBy[i,j,k]);
      Readln(fin,OrtBz[i,j,k]);
      Readln(fin,Bx[i,j,k]);
      Readln(fin,By[i,j,k]);
      Readln(fin,Bz[i,j,k]);
    end;
  end;
end;
Writeln('Das Magnetfeld ist gelesen.');
```

```

{Spulenzuweisung und Stromverteilung brauche ich nicht speichern, die kann man rechnen lassen.}
{Die Drehmoments-Parameter muß ich auch abspeichern:}
Readln(fin,B1T);
```

```

Readln(fin,B2T);
Readln(fin,B3T);
Readln(fin,B4T);
Readln(fin,B5T);
Readln(fin,B1I);
Readln(fin,B2I);
Readln(fin,B3I);
Readln(fin,B4I);
Readln(fin,B5I);
Writeln('Die Parameter zur Berechnung des magnetischen Flusses sind gelesen.');
```

```

Readln(fin,Bldreh);
Readln(fin,phase);
Writeln('Die Parameter zur schnellen Berechnung des Drehmoments sind gelesen.');
```

```

Writeln('Damit steht alles fuer den DFEM-Algorithmus bereit.');
```

```

Close(fin);
end;

Function U7:Double;           {Input-Spannung für den Input-Schwingkreis}
Var UAmpl : Double;          {Spannungs-Amplitude}
    Pulsdauer : LongInt;     {Pulsdauer in Zeitschritten von "dt"}
    Phasenshift : Double;    {Phasendifferenz zwischen oberem Umkehrpunkt und Spannungs-Impuls}
    Umerk : Double;          {Merk-Wert für die Ausgabe der Spannung}
begin
    Umerk:=0;                 {Initialisierung des Merk-Werts für die Spannungs-Ausgabe}
    UAmpl:=6E-6;              {Volt, Spannungs-Amplitude}
    Pulsdauer:=20;            {Pulsdauer, Anzahl der Zeitschritte von "dt"}
    Phasenshift:=000;         {Phasendifferenz zwischen oberem Umkehrpunkt und Spannungs-Impuls in Zeitschritten
                                von "dt"}
    { If i<=Pulsdauer then Umerk:=UAmpl;           {falls gewünscht: Start-Impuls geben}
      If i>=Pulsdauer then                         {Getriggerte Pulse im Betrieb geben}
      begin
        If (i>=iumk+Phasenshift)and(i<=iumk+Pulsdauer+Phasenshift) then {Hier wird das Trigger-Signal am
                                                                oberen Umkehrpunkt festgemacht.}
          begin Umerk:=UAmpl; end; {Spannung anlegen}           {Alternativ könnte man ihn z.B. auch
                                                                am Nulldurchgang festmachen.}
        end;
        U7:=Umerk*0; {Wir wollen jetzt keine Energie-Zufuhr. Die Maschine soll ein Selbstläufer werden.}
      end;
end;

Function Reibung_nachregeln:Double;
Var merk:Double;
begin {Eine kleine Schalt-Hysterese muß ich einbauen;}
    merk:=cr; {Falls ich nicht außerhalb der Schalt-Hysterese liege.}
    If (phipo/2/pi*60)>1.000001*phipZiel then merk:=cr*1.000001; {Wenn's zu schnell läuft => abbremsen}
    If (phipo/2/pi*60)<0.999999*phipZiel then merk:=cr*0.999999; {Wenn's zu langsam läuft => weniger
                                                                Reibung}
    If (merk<0.8*crAnfang) then merk:=0.8*crAnfang; {Regelung nicht zu arg schwingen lassen, vor Allen nicht
                                                                Aufschwingen.}
    If (merk>1.2*crAnfang) then merk:=1.2*crAnfang; {Regelung nicht zu arg schwingen lassen, vor Allen nicht
                                                                Aufschwingen.}
    Reibung_nachregeln:=merk;
end;

Begin {Hauptprogramm}
{ Eingabe-Daten-Anmerkung: Die Input-Spannung für die Input-Spule steht als letztes Unterprogramm vor dem
                                                                Beginn des Hauptprogramms.}

{ Initialisierung - Vorgabe der Werte: }           {Wir arbeiten in SI-Einheiten}
Writeln('DFEM-Simulation des EMDR-Motors.');
```

```

{ Naturkonstanten:}
epo:=8.854187817E-12{As/Vm}; {Magnetische Feldkonstante}
muo:=4*pi*1E-7{Vs/Am};      {Elektrische Feldkonstante}
LiGe:=Sqrt(1/muo/epo){m/s};  Writeln('Lichtgeschwindigkeit c = ',LiGe, ' m/s');
```

```

{ Zum Lösen der Dgl. und zur Darstellung der Ergebnisse:}
AnzP:=100000000; {Zum Lösen der Dgl.: Anzahl der tatsächlich berechneten Zeit-Schritte}
dt:=43E-9;      {Sekunden} {Zum Lösen der Dgl.: Dauer der Zeitschritte zur iterativen Lsg. der Dgl.}
Abstd:=1;       {Nur für die Vorbereitung, nicht zum Lösen der Dgl.: Jeden wievielten Punkt soll ich
                                                                plotten ins Excel}
PlotAnfang:=0000; {Zum Lösen der Dgl.: Erster-Plot-Punkt: Anfang des Daten-Exports nach Excel}
PlotEnde:=100000000; {Zum Lösen der Dgl.: Letzter-Plot-Punkt: Ende des Daten-Exports nach Excel}
PlotStep:=4000;   {Zum Lösen der Dgl.: Schrittweite des Daten-Exports nach Excel}
{ Die beiden Spulen, vgl. Zeichnung *2 von S.1 :} {Die Spulen werden nach Vorgabe der Geometrieparameter
                                                                automatisch vernetzt}
Spsw:=0.01; {Angabe in Metern: Die Spulen-Aufgliederung ist in 0.01-Meter-Schritten}
xo:=0; yo:=6; zo:=5; {Angaben in Vielfachen von Spsw} {Geometrieparameter nach Zeichnung*2 von S.1}
Spulen_zuweisen;     {Spule für den Input der Steuer-Energie}
Ninput:=100;         {Zahl der Wicklungen der Input-Spule}
Nturbo:=9;           {Zahl der Wicklungen der Turbo-Spule}
nebeninput:=10;      {Windungen nebeneinander in der Input-Spule}

```

```

ueberinput:=10;      {Windungen uebereinander in der Input-Spule}
neberturbo:=3;      {Windungen nebeneinander in der Turbo-Spule}
ueberturbo:=3;      {Windungen uebereinander in der Turbo-Spule}
If nebeninput*ueberinput<>Ninput then
begin
  Writeln; Writeln('Windungszahl falsch: So kann man die Input-Spule nicht anordnen !');
  Wait; Wait; Halt;
end;
If neberturbo*ueberturbo<>Nturbo then
begin
  Writeln; Writeln('Windungszahl falsch: So kann man die Turbo-Spule nicht anordnen !');
  Wait; Wait; Halt;
end;
{ Spulen_anzeigen;      {Optionales Unterprogramm zur Kontrolle der Positionen.}
{ Dauermagnet-Emulation;} Writeln; {Magnetfeld muß nach Messung mit Hall-Sonde eingegeben werden.}
Bsw:=1E-2; {Magnetfeld-Speicherung nach *1 von S.2 in Zentimeter-Schritten}
{Ich emuliere hier das Magnetfeld eines 1T-Magneten durch ein Spulenpaar nach *1 von S.5}
MEyo:=0.05; {y-Koordinaten der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5}
MEro:=0.01; {Radius der Magnetfeld-Emulationsspulen nach *1 von S.5}
MEI:=15899.87553474; {Strom des Magnetfeld-Emulationsspulenpaares nach *1 von S.5, Angabe in Ampere}
schonda:=true; Alte_Parameter_vergleichen;
If Not(schonda) then Magnetfeld_zuweisen_03; {Magnetfeld zuweisen und anzeigen}
Stromverteilung_zuweisen_03; {Stromverteilung in den Magnetfeld-Emulations-Spulen zuweisen.}
{ Allgemeine technische Größen:}
DD:=0.010; {Meter} {Durchmesser des Spulendrahtes zur Angabe der Drahtstärke}
rho:=1.35E-8; {Ohm*m} {Spez. elektr. Widerstand von Kupfer, je nach Temperatur, Kohlrausch,T193}
rhoMag:=7.8E3; {kg/m^3} {Dichte des Magnet-Materials, Eisen, Kohlrausch Bd.3}
CT:=101.7E-6; {150E-6;} {Farad} {Kapazität des Kondensators, der mit in der Turbo-Spule (!) in Reihe
                                                    geschaltet}
CI:=100E-6; {Farad} {Kapazität des Kondensators, der mit in der Input-Spule (!) in Reihe
                                                    geschaltet}
{ Sonstige (zur Eingabe):}
Rlast:=0.030; {Ohm} {Ohm'scher Lastwiderstand im LC-Turbo-Schwingkreis}
UmAn:=30000; {U/min} {Anfangsbedingung mechanisch - Rotierender Magnet: Startdrehzahl}
Uc:=0;{Volt} Il:=0; {Ampere} {Anfangsbedingung elektrisch - Kondensatorspannung = 0, Kein Spulenstrom}
{ Mechanische Leistungs-Entnahme (geschwindigkeits-proportional, aber nicht nur Reibung:}
crAnfang:=45E-6; {Koeffizient einer geschwindigkeits-proportionalen Reibung zwecks mechanischer
                                                    Leistungs-Entnahme}
phpZiel:=30100; {Ziel-Drehzahl, an der die Reibungs-Nachregelung ausgerichtet wird.}
{ Abgeleitete Parameter. Die Größen werden aus den obigen Parametern berechnet, es ist keine Eingabe
                                                    möglich:}
DLI:=4*(yo+zo)*Spw*Ninput; {Meter} {Länge des Spulendrahtes, Input-Spule}
DLT:=4*(yo+zo)*Spw*Nturbo; {Meter} {Länge des Spulendrahtes, Turbo-Spule}
RI:=rho*(DLI)/(pi/4*DD*DD); {Ohm} {Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes, Input-Spule}
RT:=rho*(DLT)/(pi/4*DD*DD); {Ohm} {Ohm'scher Widerstand des Spulendrahtes, Turbo-Spule}
BreiteI:=nebeninput*DD; HoeheI:=ueberinput*DD; {Breite und Höhe des Input-Spulenlörpers}
BreiteT:=neberturbo*DD; HoeheT:=ueberturbo*DD; {Breite und Höhe des Turbo-Spulenlörpers}
fkI:=Sqrt(HoeheI*HoeheI+4/pi*2*yo*2*zo)/HoeheI; {Korrekturfaktor zur Induktivität der kurzen Input-Spule}
fkT:=Sqrt(HoeheT*HoeheT+4/pi*2*yo*2*zo)/HoeheT; {Korrekturfaktor zur Induktivität der kurzen Turbo-Spule}
Writeln('Induktivitaets-Korrektur: fkI = ',fkI:12:5,', fkT = ',fkT:12:5);
LI:=muo*(2*yo+BreiteI)*(2*zo+BreiteI)*Ninput*Ninput/(HoeheI*fkI); {Geometrische Mittelung =>
                                                    Induktivität der Input-Spule}
LT:=muo*(2*yo+BreiteT)*(2*zo+BreiteT)*Nturbo*Nturbo/(HoeheT*fkT); {Geometrische Mittelung =>
                                                    Induktivität der Turbo-Spule}
omT:=1/Sqrt(LT*CT); {Kreis-Eigenfrequenz des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT & CT}
TT:=2*pi/omT; {Schwingungsdauer des Turbo-Spulen-Schwingkreises aus LT & CT.}
Mmag:=rhoMag*(pi*MEro*MEro)*(2*MEyo);{Masse des Magneten} {Rotation des Magneten um Querachse !!}
J:=Mmag/4*(MEro*MEro+4*MEyo*MEyo/3); {Trägheitsmoment des Magneten bei Rotation, siehe *2 von S.13 und
                                                    Dubbel S.B-32}
{ Sonstige, auch abgeleitete (aus den obigen Parametern berechnete) Größen:}
omAn:=UmAn/60*2*pi; {Rotierender Magnet: Winkelgeschwindigkeit (rad/sec.), Startdrehzahl}
UmSec:=UmAn/60; {Rotierender Magnet: Umdrehungen pro Sekunde, Startdrehzahl}
{ Anzeige der Werte:}
Writeln('*****');
Writeln('Anzeige einiger auszurechnender Parameter:');
Writeln('Laenge des Spulendrahtes, Input-Spule: ',DLI,' m');
Writeln('Laenge des Spulendrahtes, Turbo-Spule: ',DLT,' m');
Writeln('Ohm'scher Widerstand des Input-Spulendrahts: RI = ',RI:8:2,' Ohm');
Writeln('Ohm'scher Widerstand des Turbo-Spulendrahts: RT = ',RT:8:2,' Ohm');
Writeln('Induktivitaet der Input-Spule, ca.: LI = ',LI,' Henry');
Writeln('Induktivitaet der Turbo-Spule, ca.: LT = ',LT,' Henry');
Writeln('Eigen-Kreisfreq des Turbo LT-CT-Schwinkreises: omT = ',omT:8:4,' Hz (omega)');
Writeln('=> Schwingungsdauer TT = 2*pi/omT = ',TT:15,'sec. ');
Writeln('Magnet: Start-Winkelgeschw.: omAn = ',omAn,' rad/sec');
Writeln('Magnet: Startdrehzahl, Umdr./sec.: UmSec = ',UmSec:15:10,' Hz');

```

```

Writeln('Masse des Magnet = ',Mmag:10:6,' kg');
Writeln('Traegheitsmoment Magnet bei QUER-Rotation',J,' kg*m^2');
Writeln('Gesamtdauer der Betrachtung: ',AnzP*dt,' sec.');
```

Writeln('Excel-Export: ',PlotAnfang*dt:14,'...',PlotEnde*dt:14,' sec., Step ',PlotStep*dt:14,' sec.');

Writeln('Das sind ',(PlotEnde-PlotAnfang)/PlotStep:8:0,' Datenpunkte (also Zeilen).');

If ((PlotEnde-PlotAnfang)/PlotStep)>AnzPmax then

```

begin
  Writeln; Writeln('FEHLER: Zu viele Datenpunkte.');
```

Writeln('So viele Datenpunkte koennen in Excel nicht dargestellt werden.');

```

  Writeln('=> Berechnung wird hier GESTOPPT.');
```

Wait; Wait; Halt;

```

end;
{ Wait; }
{ Hilfsarbeiten: Für die Vorbereitungen brauche ich AnzP=360, danach brauche ich wieder den eingegebenen Wert.}

AnzPmerk:=AnzP; {Merken des Wertes für später}
AnzP:=360;      {Eine Umdrehung in Winkel-Grad-Schritten}

{ Ein Test der Daten-Transport-Routine ins Excel:}
For i:= 1 to AnzP do
begin
  Q[i]:=i*dt; Qp[i]:=2*i*dt; Qpp[i]:=3*i*dt;      phi[i]:=4*i*dt; phip[i]:=5*i*dt; phipp[i]:=6*i*dt;
  KG[i]:=7*i; KH[i]:=8*i; KI[i]:=9*i; KJ[i]:=10*i; KK[i]:=11*i; KL[i]:=12*i; KM[i]:=13*i; KN[i]:=14*i;
end;
{ExcelAusgabe('test.dat',14);} {Optionales Upgm. zur Datenausgabe nach Excel.}
{Alle Felder zurücksetzen, um möglicher Verwirrung für später vorzubeugen}
For i:= 1 to AnzP do
begin
  Q[i]:=0; Qp[i]:=0; Qpp[i]:=0;      phi[i]:=0; phip[i]:=0; phipp[i]:=0;
  KG[i]:=0; KH[i]:=0; KI[i]:=0; KJ[i]:=0; KK[i]:=0; KL[i]:=0; KM[i]:=0; KN[i]:=0;
end;

{ Hier beginnt das Rechenprogramm.}
{Teil 1: Eine Test-Berechnung der Drehmoment-Wirkung der beiden Spulen auf den Magneten:}
Writeln; {Wir beginnen mit der Bestimmung des Magnetfeld des beiden Spulen an einem beliebigen Aufpunkt}

Writeln('Hier steht vorerst zu Testzwecken die Feldberechnung der Input- und Turbo-Spule');
Magfeld_Input_Berechnen(-0.00,0.01,0.01,1.0); {drei kartesische Komponenten für Aufpunkt und Strom = 1.0 Ampere}

Writeln('B_Input_x,y,z:',BIx:19,' ',BIy:19,' ',BIz:19,' T');
Magfeld_Turbo_Berechnen(+0.00,0.01,0.01,1.0); {drei kartesische Komponenten für Aufpunkt und Strom = 1.0 Ampere}

Writeln('B_Turbo_x,y,z:',BTx:19,' ',BTy:19,' ',BTz:19,' T');
merk:=Sqrt((2*yo*Spsw*2*zo*Spsw)+Sqr(xo*Spsw)); merk:=merk*merk*merk;
Writeln('Vgl->Input: Runde Leiterschleife, Feld im Ursprung:
',muo*Ninput*1.0*2*yo*Spsw*2*zo*Spsw/2/merk,' T');
```

Writeln('Vgl->Turbo: Runde Leiterschleife, Feld im Ursprung:
',muo*Nturbo*1.0*2*yo*Spsw*2*zo*Spsw/2/merk,' T');

{Die Berechnung des Magnetfeldes der beiden Spulen (Input & Turbo) ist jetzt getestet und funktioniert.}

```

If Not(schonda) then
begin
  {Das ist nur eine Kontrolle.}
  For i:=0 to 360 do
  begin
    KN[i]:=Drehmoment(i/180*pi);
    Writeln(i:4,'Grad => Drehmoment-Komponente: Mz = ',KN[i]); {Das Argument ist der Winkel der Magnetstellung "alpha"}
```

end;

```

  ExcelAusgabe('drehmom.dat',14); {Optionales Upgm. zur Datenausgabe nach Excel.}
  Writeln('Damit ist die Drehmoments-Berechnung des Magneten geschafft.');
```

end;

{Teil 2: Ausprobieren der Flußberechnung durch die beiden Spulen unter Magnet-Drehung (führt später zur induz. Spannung):}

```

If Not(schonda) then
begin
  Writeln('Es folgt die Berechnung des magnetischen Flusses fuer Geometrie "03"');
  Magnet_drehen(00); {Drehwinkel in Grad angeben, 0...360}
  Gesamtfluss_durch_Input_Spule; Writeln('Gesamtfluss durch Input-Spule: ',PsiGES,' T*m^2');
  Magnet_drehen(01); {Drehwinkel in Grad angeben, 0...360}
  Gesamtfluss_durch_Input_Spule; Writeln('Gesamtfluss durch Input-Spule: ',PsiGES,' T*m^2');
  Writeln('-----');
  Magnet_drehen(00); {Drehwinkel in Grad angeben, 0...360}
  Gesamtfluss_durch_Turbo_Spule; Writeln('Gesamtfluss durch Turbo-Spule: ',PsiGES,' T*m^2');
  Magnet_drehen(01); {Drehwinkel in Grad angeben, 0...360}
  Gesamtfluss_durch_Turbo_Spule; Writeln('Gesamtfluss durch Turbo-Spule: ',PsiGES,' T*m^2');
  Writeln('-----');
```

end;

{Ergebnis bis hier: Die Differenz zwischen beiden erlaubt die Berechnung der induzierten Spannung}

```

{ Test: Einmal den Magneten drehen und den magnetischen Fluss / die induzierte Spannung messen:}
{Zum Test stehen 360 Zeiteinheiten = 360*dt = 36 Millisekunden für eine Umdrehung, entsprechend 1666.666
                                                                                               U/min}

If Not(schonda) then
begin
  Writeln('Zuerst die Input-Spule:');
  For i:= 0 to 360 do {Zuerst probiere ich's mit der Input-Spule}
  begin
    phi[i]:=i; {Angabe in Grad}
    Magnet_drehen(phi[i]); Gesamtfluss_durch_Input_Spule; {setzt auf "PsiGES" den Ergebnis-Wert ab.}
    PSIinput[i]:=PsiGES; {Dies ist der magnetische Fluß durch die Input-Spule}
    Writeln('phi = ',phi[i]:5:1,' grad => magn. ges. Fluss = ',PSIinput[i],' T*m^2');
    If i=0 then UindInput[i]:=0;
    If i>0 then UindInput[i]:=-Ninput*(PSIinput[i]-PSIinput[i-1])/dt;
    KG[i]:=0; KH[i]:=PSIinput[i]; KI[i]:=UindInput[i]; {Zur Excel-Ausgabe weiterleiten}
  end; Writeln('-----');
  Writeln('Danach die Turbo-Spule:');
  For i:= 0 to 360 do {Danach probiere ich's auch noch mit der Turbo-Spule}
  begin
    phi[i]:=i; {Angabe in Grad}
    Magnet_drehen(phi[i]); Gesamtfluss_durch_Turbo_Spule; {setzt auf "PsiGES" den Ergebnis-Wert ab.}
    PSIturbo[i]:=PsiGES; {Dies ist der magnetische Fluß durch die Turbo-Spule}
    Writeln('phi = ',phi[i]:5:1,' grad => magn. ges. Fluss = ',PSIturbo[i],' T*m^2');
    If i=0 then Uindturbo[i]:=0;
    If i>0 then Uindturbo[i]:=-Nturbo*(PSIturbo[i]-PSIturbo[i-1])/dt;
    KJ[i]:=0; KK[i]:=PSIturbo[i]; KL[i]:=Uindturbo[i]; {Zur Excel-Ausgabe weiterleiten}
    KM[i]:=0; KN[i]:=KN[i]; {Am Ende noch zwei Leerspalten}
  end;
  {Jetzt muß man das Signal noch gegen Rauschen glätten:}
  FourierDatenspeicherung(PSIturbo); FourierEntwicklung;
  B1T:=B1; B2T:=B2; B3T:=B3; B4T:=B4; B5T:=B5;
  (**)Writeln('Aktuelle Kontrolle der Fourier-Koeffizienten für den Turbo-Fluß:');
  (**)writeln(B1T:13,' ',B2T:13,' ',B3T:13,' ',B4T:13,' ',B5T:13); Wait;
  FourierDatenspeicherung(PSIinput); FourierEntwicklung;
  B1I:=B1; B2I:=B2; B3I:=B3; B4I:=B4; B5I:=B5;
  {Kontroll-Output der geglätteten Fluß-Werte in den ersten beiden Spalten des Excel-Datensatzes:}
  For i:=0 to 360 do
  begin
    {FlussI und FlussT gibt den geglätteten magnetischen Fluß durch die Spulen an.}
    KJ[i]:=FlussI(i/360*2*pi); {Der Lagewinkel des Magneten wird in Radianten angegeben.}
    KM[i]:=FlussT(i/360*2*pi); {Der Lagewinkel des Magneten wird in Radianten angegeben.}
  end;
end;

{Die Drehmoments-Berechnung absorbiert noch zu viel CPU-Zeit, um mit sehr feiner Zeit-Schrittweite
                                                                                               rechnen zu können.}
{Daher entwickle ich jetzt auch eine Fourier-Reihe zur Beschleunigung der Drehmoments-Berechnung:}
If Not(schonda) then
begin
  qpoT:=1; qpoI:=0; {Schnell-Berechnungs-Kalibrierung nur für Turbo-Spule, 1A, aber ohne Input-Spule}
  Writeln('Drehmoment in einen Sinus-Term umrechnen, zur spaeteren CPU-Zeit Ersparnis:');
  For i:=0 to 360 do
  begin
    {Das gesamt-Drehmoment, das der Magnet im Feld der beiden Spulen (Input&Turbo) aufnimmt.}
    KN[i]:=Drehmoment(i*2*pi/360); {Der Lagewinkel des Magneten wird in Radianten angegeben.}
    Write('.'); {Writeln(KN[i]);}
  end;
  FourierDatenspeicherung(KN); SinusEntwicklung_fuer_Drehmoment;
  Writeln('Drehmom-Ampl: ',B1dreh,' und Phase: ',phase);
  {Kontrolle, ob die Schnell-Drehmoments-Berechnung richtige Ergebnisse liefert:}
  For i:=0 to 360 do
  begin
    KG[i]:=Schnell_Drehmoment(i*2*pi/360); {Der Lagewinkel des Magneten wird in Radianten angegeben.}
  end;
end;
{Daten abspeichern, falls eine Parameter-Konfiguration vorliegt:}
{If Not(schonda) then} Daten_Speichern;
{Damit ist die Vorbereitung beendet.}

{Ich kontrolliere jetzt, ob alle Parameter und Daten mit und ohne "schonda" angekommen sind:}
For i:=0 to 360 do
begin
  {FlussI und FlussT gibt den geglätteten magnetischen Fluß durch die Spulen an.}
  KJ[i]:=FlussI(i*2*pi/360); {Magnetischer Fluss durch Input-Spule, Winkel des Magneten in Radianten}
  KM[i]:=FlussT(i*2*pi/360); {Magnetischer Fluss durch Turbo-Spule, Winkel des Magneten in Radianten}
end;
For i:=0 to 360 do
begin
  KG[i]:=Schnell_Drehmoment(i*2*pi/360); {Drehmoment auf den Magneten, Winkel des Magneten in Radianten}
end;
ExcelAusgabe('kontroll.dat',14); {Optionales Upgm. zur Datenausgabe nach Excel.}

```

```

{Hilfsarbeiten: Zum Lösen der Dgl. brauche ich wieder vorgegebene Anzahl von Iterationsschritten:}
AnzP:=AnzPmerk;
{Damit stehen jetzt alle Daten zur DFEM-Berechnung bereit.}
Writeln('*****');

{Noch eine Daten-Initialisierung: Zurücksetzen aller Felder für die "ExcelLangAusgabe":}
For i:=0 to AnzPmax do
begin
  Zeit[i]:=0; Q[i]:=0; Qp[i]:=0; Qpp[i]:=0; QI[i]:=0; QpI[i]:=0; QppI[i]:=0;
  phi[i]:=0; phip[i]:=0; phipp[i]:=0; KJ[i]:=0; KK[i]:=0; KL[i]:=0; KM[i]:=0;
  KN[i]:=0; KO[i]:=0; KP[i]:=0; KQ[i]:=0; KR[i]:=0; KS[i]:=0; KT[i]:=0;
  KU[i]:=0; KV[i]:=0; KW[i]:=0; KX[i]:=0; KY[i]:=0;
end;

{Initialisierung für die Suche der Maximalwerte zur Strom-, Drehzahl- und Spannungsangabe bei der
Auslegung:}

Q Tmax:=0; Q I max:=0; Q p Tmax:=0; Q p I max:=0; Q pp Tmax:=0; Q pp I max:=0; phi p o max:=0;
Wentnommen:=0; {Initialisierung der entnommenen Energie am Lastwiderstand}
Ereib:=0; {Initialisierung der entnommenen mechanischen Energie über Reibung}

{Initialisierung der Referenz für das Input-Spannungs-Signal:}
steigtM:=false; steigtO:=false;
Ezuf:=0; {Initialisierung der zugeführten Energie über die Input-Spannung}
LPP:=0; {Initialisierung der Anzahl der Datenpunkt für den Excel-Plot}

{ Damit ist alles vorbereitet, und ich kann jetzt anfangen, in die Lösung der System-Differentialgleichung
zu gehen:}

{ Also kommt jetzt der Rechen-Kern:}
{ Zuerst: Anfangsbedingungen einsetzen:}
phio:=0; phipo:=omAn; {phippo:=0;} {Anfangsbedingungen der Magnetrotation (mechanisch)}
{Starten mit gegebener Anfangs-Winkelgeschwindigkeit ist vorgesehen.}
qoT:=CT*Uc; qpoT:=Il; {qppoT:=0;} {Anfangsbedingungen Turbo-Spule (elektrisch)}
{Ein geladener Kondensator im Schwingkreis der Turbo-Spule ist vorgesehen.}
qoI:=0; qpoI:=0; qppoI:=0; {Anfangsbedingungen Input-Spule (elektrisch), zunächst inaktiv}
{ Beim "nullten" Schritt ist der alten Schritt nicht der "minus erste", sondern auch der nullte Schritt:}
{phim:=phio;} {phipm:=phipo;} {phippm:=phippo;}
q m T:=q o T; {q p m T:=q p o T;} {q p p m T:=q p p o T;}
{q m I:=q o I;} {q p m I:=q p o I;} {q p p m I:=q p p o I;}

{ Jetzt das eigentliche Lösen der Differential-Gleichung:} {Zunächst noch ohne Input-Spule !!}
For i:=0 to AnzP do
begin
  {Initialisierung der Referenz für das Input-Spannungs-Signal:}
  If i=0 then iumk:=0;
  If i>=1 then {Input-Spannungs-Referenz hier an der Turbo-Spule festmachen.}
  begin
    steigtM:=steigtO; {alten Flanken-Steigungs-Zustand merken}
    If qoT>qmT then steigtO:=true;
    If qoT<qmT then steigtO:=false;
    If (steigtM)and(Not(steigtO)) then iumk:=i;
  end;
  {Aktueller Moment der Analyse, laufende Zeit in Sekunden, "Jetzt-Schritt":}
  Tjetzt:=i*dt;
  {Für den neuen Schritt, wird der alte Vorgänger-Schritt zum vorletzten Schritt heruntergezählt:}
  phim:=phio; phipm:=phipo; {phippm:=phippo;} {Drehbewegung}
  q m T:=q o T; q p m T:=q p o T; {q p p m T:=q p p o T;} {Turbo-Spule}
  q m I:=q o I; q p m I:=q p o I; q p p m I:=q p p o I; {Input-Spule}
  {Und jetzt rechne ich den neuen Schritt aus:}
  {Zuerst die Drehung des Magneten, Drehmoment kommt aus Spulenströmen. Vorhandene Drehmoments-
  Berechnung benutzen:}
  {KK}phippo:=Schnell_Drehmoment(phim)*qpoT/J; {Upgm "Schnell_Drehmoment" ist skaliert I Turbo=1A &
  I Input=0A, geht linear mit dem Turbo-Strom.}
  {!! Alle Zeilen mit doppelten Ausrufezeichen dienen der zusätzlichen Aufnahme der Input-Spule.}
  {!! phippo:=Drehmoment(phim)/J; {Vollwertige Drehmoment-Berechnung mit Turbo-Spule und Input-Spule,
  geht langsam.}
  {Für phippo muß ich eine der beiden vorangehenden Alternativen verwenden, je nach dem ob nur die Turbo-
  Spule aktiv ist, oder auch die Input-Spule.}
  {Falls die Input-Spule auch aktiv ist, dann soll ich "schonda" von Anfang an auf "false" setzen und immer
  die komplette Vorbereitung durchrechnen.}
  {Alle mit "GG" kommentierten Zeilen dienen einer geschwindigkeits-proportionalen mechanischen
  Leistungsentnahme:}
  {GG}If i=1 then cr:=crAnfang; {Geschwindigkeits-proportionaler Reibungs-Koeffizient}
  {GG}If i>1 then cr:=Reibung_nachregeln; {Dieser wird nachgeregelt, um eine konstante Drehzahl
  einzustellen für stabilen Betrieb der Maschine.}
  {GG}If phipo>0 then phippo:=phippo-cr*phipm/J; {Die neg. Beschleunigung wirkt immer der Geschwindigkeit
  entgegen.}
  {GG}If phipo=0 then phippo:=phippo;
  {GG}If phipo<0 then phippo:=phippo+cr*phipm/J; {Die neg. Beschleunigung wirkt immer der Geschwindigkeit

```

```

entgegen.}
{GG}{Jetzt ist die geschwindigkeits-proportionale Reibung berechnet.}
  If (i mod 100000)=0 then write('.');
  phipo:=phipm+phippo*dt;           {1. Integrationsschritt, ohne mechanische Reibung}
  phio:=phim+phipo*dt;             {2. Integrationsschritt}
{GG}Preib:=cr*phipm*phipo;         {Leistungsentnahme zur geschwindigkeits-proportionalen Reibung}
{GG}Ereib:=Ereib+Preib*dt;         {Gesamte über Reibung entnommene Leistung}
  {Dann die Turbo-Spule. Gedämpfte elektrische Schwingung, dazu induzierte Spannung aufgrund Magnet-
  Drehung:}
{FF}qppoT:=-1/(LT*CT)*qmT-(RT+Rlast)/LT*qpmT; {Dgl. der gedämpfte Schwingung.}
  UinduzT:=-Nturbo*(FlussT(phio)-FlussT(phim))/dt; {Wirkung durch die induzierte Spannung (aufgrund der
  Magnet-Drehung) hinzunehmen}
  qppoT:=qppoT-UinduzT/LT;         {Wirkung der induzierte Spannung auf die zweite Ableitung
  von q, also "qppoT")}
{??}qpoT:=qpmT+qppoT*dt; {-Rlast/(2*LT)*qpmT*dt;} {1. Integrationsschritt, nach *5 von S.6 im alten Skript
  bzw *1 von S.14 im neuen Skript}
  qoT:=qpmT+qpoT*dt;             {2. Integrationsschritt, nach *3 & *4 von S.6 im alten
  Skript bzw *1 von S.14 im neuen Skript}
  {Dann die Input-Spule:} UinduzI:=0;
  qoI:=qmI; qpoI:=qpmI; qppoI:=qppmI; {Die Input-Spule macht noch gar nichts, sie spielt jetzt
  noch nicht mit.}
{Und wenn die Input-Spule doch mitspielt, muß ich die nachfolgenden fünf Zeilen zur Input-Spule
aktivieren:}
{!! qppoI:=-1/(LI*CI)*qmI-RI/LI*qpmI+U7/LI; {Dgl. der gedämpfte Schwingung, dazu Störfunktion für
  Input-Spannung in den Input-Schwingkreis}
{!! UinduzI:=-Ninput*(FlussI(phio)-FlussI(phim))/dt; {Wirkung durch die induzierte Spannung (aufgrund der
  Magnet-Drehung) hinzunehmen}
{!! qppoI:=qppoI-UinduzI/LI; {Wirkung der induzierte Spannung auf die zweite Ableitung
  von q, also "qppoT")}
{!! qpoI:=qpmI+qppoI*dt; {1. Integrationsschritt, nach *5 von S.6 im alten Skript
  bzw *1 von S.14 im neuen Skript}
{!! qoI:=qmI+qpoI*dt; {2. Integrationsschritt, nach *3 & *4 von S.6 im alten
  Skript bzw *1 von S.14 im neuen Skript}
  Pzuf:=U7;{*qpoI} {Über die Input-Spannung zugeführte Leistung}
  Ezuf:=Ezuf+Pzuf*dt; {Zugeführte Energie über die Input-Spannung}
{Achtung: Die Drehmoments-Schnell-Berechnung "phippo" geht so noch nicht für Turbo-Input-Spule. Dazu muß
ich noch die Ströme in die einzelnen Upgme durchreichen.}

{Jetzt muß ich noch die Maximalwerte für Strom, Spannung und Drehzahl der Auslegung bestimmen:}
If Abs(qoT)>QTmax then QTmax:=Abs(qoT); {Maximum der Ladung im Turbo-Kondensator festhalten}
If Abs(qoI)>QImax then QImax:=Abs(qoI); {Maximum der Ladung im Input-Kondensator festhalten}
If Abs(qpoT)>QpTmax then QpTmax:=Abs(qpoT); {Maximum des Stroms in der Turbo-Spule festhalten}
If Abs(qpoI)>QpImax then QpImax:=Abs(qpoI); {Maximum des Stroms in der Input-Spule festhalten}
If Abs(qppoT)>QppTmax then QppTmax:=Abs(qppoT); {Maximum des Ipunkt in der Turbo-Spule festhalten}
If Abs(qppoI)>QppImax then QppImax:=Abs(qppoI); {Maximum des Ipunkt in der Input-Spule festhalten}
If Abs(phipo)>phipomax then phipomax:=Abs(phipo); {Maximum der Winkelgeschwindigkeit des Magneten
festhalten}
Wentnommen:=Wentnommen+Rlast*qpoT*qpoT*dt; {Summierung der am Lastwiderstand im Turbo-Schwingkreis
entnommenen Gesamtenergie}

{Ggf. muß ich jetzt einen Plot-Punkt für's Excel ausgeben:}
If (i>=PlotAnfang)and(i<=PlotEnde) then {diese Punkte ins Excel plotten}
begin
  If ((i-PlotAnfang)mod(PlotStep))=0 then
  begin
    znr:=Round((i-PlotAnfang)/PlotStep);
    Zeit[znr]:=Tjetzt; {Zeitpunkt für Excel abspeichern.}
    Q[znr]:=qoT; Qp[znr]:=qpoT; Qpp[znr]:=qppoT; {Turbo-Spule, im Array (und nur dort) ohne
    Index "T".}
    QI[znr]:=qoI; QpI[znr]:=qpoI; QppI[znr]:=qppoI; {Input-Spule}
    phi[znr]:=phio; phip[znr]:=phipo; phipp[znr]:=phippo; {Drehung des Magneten}
    KK[znr]:=FlussT(phio); KL[znr]:=FlussI(phio); {Magnetischer Fluß durch die Spulen}
    KM[znr]:=UinduzT; KN[znr]:=UinduzI; {In den Spulen induzierte Spannung}
    KO[znr]:=1/2*LT*qpoT*qpoT; {Energie in der Input-Spule}
    KP[znr]:=1/2*LI*qpoI*qpoI; {Energie in der Turbo-Spule}
    KQ[znr]:=1/2*qoT*qoT/CT; {Energie im Input-Kondensator}
    KR[znr]:=1/2*qoI*qoI/CI; {Energie im Turbo-Kondensator}
    KS[znr]:=1/2*J*phipo*phipo; {Energie der Magnet-Rotation}
    KT[znr]:=KO[znr]+KP[znr]+KQ[znr]+KR[znr]+KS[znr]; {Gesamt-Energie im System}
    KU[znr]:=Rlast*qpoT*qpoT; {Am Lastwiderstand entnommene Leistung, nur Turbo-seitig}
    KV[znr]:=U7; {Kontrolle der Input-Spannung im Input-Schwingkreis}
    KW[znr]:=Pzuf; {Zugeführte Leistung über die Input-Spannung}
    KX[znr]:=cr; {geregelter Reibungskoeffizient zur mechanischen Leistungsentnahme}
    KY[znr]:=Preib; {Entnommene mechanische Leistung, emuliert durch geschwindigkeits-proportionale
    Reibung}
    KZ[znr]:=0; {Noch eine Spalte in Reserve, für optionale Daten, die ins Excel sollen.}
    LPP:=znr; {Letzter Plot-Punkt; Wert wird für Datenausgabe benutzt -> ExcelLangAusgabe}
  end;
end;

```

```

end;
AnfEnergie:=KU[0];           {Anfangs-Gesamt-Energie im System}
EndEnergie:=KU[LPP];        {End-Gesamt-Energie im System}
end;
Writeln; Writeln('Anzahl Datenpunkte fuer Excel-Plot: LPP = ',LPP);
Writeln; Writeln('Anzeigen der Amplituden der Auslegung: (nicht Effektivwerte, sondern Spitze)');
Writeln('Input-Kondensator, Spannung, UmaxI =',QImax/CI,' Volt');   {Maximum der Ladung im Input-
                                                                    Kondensator}
Writeln('Turbo-Kondensator, Spannung, UmaxT =',QTmax/CT,' Volt');   {Maximum der Ladung im Turbo-
                                                                    Kondensator}
Writeln('Input-Schwingkreis, Strom, ImaxI =',QpImax,' Ampere');   {Maximum des Stroms in der Input-
                                                                    Spule}
Writeln('Turbo-Schwingkreis, Strom, ImaxT =',QpTmax,' Ampere');   {Maximum des Stroms in der Turbo-
                                                                    Spule}
Writeln('Input-Spule, Spannung, UmaxSI=',LI*QppImax,' Volt');   {Maximum des Ipunkt in der Input-
                                                                    Spule}
Writeln('Turbo-Spule, Spannung, UmaxST=',LT*QppTmax,' Volt');   {Maximum des Ipunkt in der Turbo-
                                                                    Spule}
Writeln('Maximale Magnet-Rotationsdrehzahl =',phipomax,' rad/sec');{Maximum der Winkelgeschwindigkeit
                                                                    des Magneten}
Writeln('Maximale Magnet-Rotationsdrehzahl=',phipomax/2/pi*60:15:6,' U/min. '); {Maximum der
                                                                    Winkelgeschwindigkeit des Magneten}
Writeln('Am Ende erreichte End-Drehzahl = ',phip[LPP]/2/pi*60:15:6,' U/min. ');
Writeln;
Writeln('Anfangs-Energie im System: ',AnfEnergie:18:11,' Joule');
Writeln('End-Energie im System: ',EndEnergie:18:11,' Joule');
Writeln('Energie-Zunahme im System: ',(EndEnergie-AnfEnergie):18:11,' Joule');
Writeln('Leistungs-Aenderung im System:',(EndEnergie-AnfEnergie)/(AnzP*dt):18:11,' Watt');
Writeln('Am Lastwiderstand entnommene Gesamtenergie = ',Wentnommen:18:11,' Joule');
Writeln('entsprechend einer mittleren entnommenen Leistg:',Wentnommen/(AnzP*dt):18:11,' Watt');
Writeln('Ueber Input-Spannung zugefuehrte Gesamt-Energie: ',Ezuf,' Joule');
Writeln('entsprechend einer mittleren zugefuehrten Leistg:',Ezuf/(AnzP*dt),' Watt');
Writeln('Gesamte mechanisch entnommene Energie = ',Ereib:18:11,' Joule');
Writeln('entsprechend einer mittleren Leistung = ',Ereib/(AnzP*dt):18:11,' Watt');
Writeln('bei einer Betrachtungs-Dauer von',(AnzP*dt):18:11,' sec. ');
ExcelLangAusgabe('test.dat',25);
Writeln; Writeln('Fertig gerechnet -> Adele. ');
Wait; Wait;
End.

```