

Burkhard H E I M ,

(20b) Göttingen-Treuenhagen, den 23. Januar 1951.
Reinhäuser Allee 202.

Herrn
Hans K. Kaiser,

(13b) Steinheim
über Memmingen.

Pfarrhaus

Lieber Herr Kaiser,

Ihre freundlichen Zeilen vom 17. ds. Mts habe ich erhalten und ich bin zufrieden, daß unser Päckchen Ihnen einigermaßen dienen konnte, was ja auch der Zweck der Sendung war. Wollte Gott ich könnte auch die Last von Ihren Schultern nehmen, die Ihnen durch Ihre Krankheit aufgebürdet ist.

Ihr Rücktritt vom Amt des Präsidenten der Gesellschaft für Welt-
raumforschung wurde mir schon von Herrn Rudat gemeldet, von dem ich gleichzeitig die Aufforderung erhielt, das Amt des Vize-Prä-
sidenten unserer Gesellschaft zu übernehmen, wozu ich mich bereit
erklärt habe unter gleichzeitigem Hinweis auf meinen körperli-
chen Zustand.

Ich bedaure außerordentlich, daß gerade Sie zurückgetreten sind,
denn für mich waren Sie eigentlich noch der einzige Repräsentant
des alten berliner Kreises. Ich habe deshalb mit besonderer Fre-
ude von Ihnen vernommen, daß Sie Ihre Mitarbeit wieder in Aussicht
gestellt haben, sobald sich die Verhältnisse für Sie wieder gün-
stiger gestalten; dass das recht bald sein möge, wünschen meine
Frau und ich von ganzem Herzen.

Da Sie den Wunsch äußern, über meine, die Weltraumfahrt berühren-
den Arbeiten auf dem laufenden gehalten zu werden, möchte ich Sie
zunächst über die Grundgedanken informieren, die mich diese Arbei-
ten in Angriff nehmen ließen. Wenn ich bei dieser Gelegenheit die
Bitte Ausdruck gebe, die Sache ~~noch~~ vertraulich zu behandeln, so
werde ich, wie ich annehme, dafür bei Ihnen volles Verständnis
finden.

Meine eigenen Gedanken über das Raumfahrtproblem weichen wesent-
lich von den üblichen raketentechnischen Kalkulationen ab, womit
nicht gesagt sein soll, daß ich eine Raumfahrt mit chemisch betri-
benen Raketen prinzipiell für unmöglich halte. Aber die Durch-
führung eines solchen Projektes wäre doch zweifellos mit einem
Aufwand verbunden, der in einem recht ungünstigen Verhältnis zu
den tatsächlichen Erfolgen steht.

- 1) Wäre die Errichtung einer Außenstation unerlässlich,
- 2) würde die Überfahrt zu einem Nachbarplaneten, in der ich
den Hauptsinn des Weltraumfluges sehe, relativ große
Zeitspannen in Anspruch nehmen,
- 3) wäre eine direkte Landung ohne den Bau einer weiteren Aus-
senstation in der Nähe des angesteuerten Planeten nicht
möglich (letztere müßte vor der Landung erst errichtet w-
den, was gewiß nicht einfach sein würde),
- 4) würden diese rein technischen Punkte die Raumschiffbesatz-
ung vor Probleme stellen, die wahrscheinlich physisch un-
psychisch nicht zu meistern sind.

Den Grund dieser Schwierigkeiten sehe ich in der Natur des Raketenprinzips selbst, denn die Weltraumrakete stellt doch nicht nur eine reine Energiefrage zur Lösung sondern erfordert vor allem ein richtiges Zusammenwirken sehr vieler Faktoren. Am ungünstigsten wirkt sich bei der Konstruktion einer chemisch betriebenen Rakete das zur Erreichung eines bestimmten idealen Antriebes erforderliche, relativ hohe Massenverhältnis aus, das aber durch eine Erhöhung der Gasgeschwindigkeit herabgesetzt werden könnte. Ein unmittelbarer Weg zur Erhöhung dieser Emissionsgeschwindigkeit wäre durch eine Übertragung der sehr hohen Atomkernenergie auf die Moleküle einer indifferenten, an der Kernreaktion unbeteiligten Materie gegeben. Ich habe mich seit lange mit dieser Frage beschäftigt und bin nun zu dem Ergebnis gekommen, daß zwar das zur Erreichung eines idealen Antriebes erforderliche Massenverhältnis relativ klein wird, daß aber andererseits die Masse der leeren ungeladenen Atomrakete sehr hoch zu veranschlagen ist, weil die zur Auslösung und Steuerung der exothermen Kernreaktion benötigten Anordnungen sowie der unerläßliche Strahlungsschutz eine sehr hohe Trägheitsmasse besitzen werden und ein Abwerfen dieser Bauteile nach Art des Stufenprinzips, aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht ratsam ist. Ich habe nun, da ich auch in der Atomrakete keine elegante Lösungsmöglichkeit des Raumfahrtproblems sah, mir zunächst einmal klar zu machen versucht, was man grundsätzlich von einem Weltraumschiff fordern muß. Auf jeden Fall soll es sich doch hierbei letztlich um ein Fahrzeug handeln, auf welches eine willkürlich steuerbare Massen- oder Trägheitskraft unabhängig von der äußeren Umgebung des Raumschiffes wirkt, die eine Massenbeschleunigung des Raumschiffes verursacht. Mir kam es zunächst darauf an, zu erkennen, wie eine solche Kraftwirkung überhaupt zustande kommt, ohne zunächst zu fragen, wie ein solcher Effekt technisch realisiert werden könnte. Die Ergebnisse der Relativitätstheorie haben gezeigt, daß die allgemeine Massenträgheit mit der Erscheinung der Gravitation identisch ist, d.h. aber, daß Gravitationskräfte mit mechanischen Trägheitskräften wesensgleich sind und allenfalls einen Sonderfall dieser Trägheitskräfte darstellen. Ein Studium des Gravitationsfeldes, durch welches zwei Massen m und M sich gegenseitig beeinflussen, müßte also zu einem ungefähren Verständnis der Trägheitskräfte führen. Es genügt für die folgenden Ausführungen die Newton'sche Form des Gravitationsgesetzes zu verwenden, welche das Gravitationsfeld als Zentralkraftfeld des Energieniveaus $\Phi(r) = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$ beschreibt und eine Approximation des relativistischen $\Phi(r) = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r} \cdot \left(1 + \frac{3}{2} \frac{v^2}{c^2}\right)$ darstellt.

Der Feldvektor, also die Gravitationskraft $\vec{K}$ (Überstreichungen symbolisieren Vektoren), kann entweder als zentrales Gradientenfeld $\vec{K} = \text{grad } \Phi(r)$, oder aber als Quellenfeld $\vec{K} = m \cdot \vec{F}$ der Feldstärke $\vec{F} = \text{grad } \phi(r)$ mit $\phi(r) = \frac{G \cdot M}{r}$ aufgefaßt werden, wenn die Masse M als Quellpunkt $\vec{r}$ und m als Aufpunkt festgelegt wird. Aus $\vec{F} = \text{grad } \phi(r) = -\frac{1}{r^2} \frac{d\phi}{dr} \vec{r}$ folgt nach Division durch 4π , da $\vec{F} = -\frac{1}{4\pi} \frac{d}{dr} \left(\frac{1}{r} \right) \vec{r}$ eine der sphärischen Äquipotentialflächen mit dem normalen Einheitsvektor $-\vec{r}_0 = -\vec{r}/r$ ist, $M/\vec{F} = \frac{r^2}{4\pi} = \alpha \cdot \vec{r}$, wenn $\alpha = 1/4\pi$ bedeutet. Ausserdem gilt $\frac{\partial M}{\partial \vec{F}} = \frac{M}{4\pi}$ was eingesetzt und über eine Niveau-

F_n integriert,

fläche. Unter Anwendung des Gauß'schen Integralsatzes
 $M = \alpha_0 \oint \vec{r} \cdot d\vec{F} = \alpha_0 \oint \text{div } \vec{F} \cdot dV$ liefert. Eine räumliche Gebiets-
 V_n differenziation nach dem von F_n umschlossenen Volumen V_n ergibt die Quellpunktdichte der in einem Volumen V befindlichen Masse M , also die Massendichte $\rho = \lim_{V \rightarrow 0} M/V$.
 $\oint \vec{r} \cdot d\vec{F} = \alpha_0 \oint \text{div } \vec{F} \cdot dV$ Aus $\vec{K} = m \vec{r}$, $\rho = dM/dV = \alpha_0 \cdot \text{div } \vec{F}$ und $\vec{r} = \text{grad } \phi(r)$ kann die Kraftdichte $\vec{K} = d\vec{K}/dV = \alpha_0 \cdot \vec{r} / M = \alpha_0 \cdot \vec{r} / M \cdot \text{div } \vec{F}$ oder von den beiden gravitierenden Massen

M und m verursachten Feldverteilung ermittelt werden. Die Indizes m und M sollen die zu den betreffenden Massen gehörenden Feldstärken kennzeichnen. Der Ausdruck $\vec{E} = \alpha \cdot \vec{r} \cdot \text{div } \vec{m}$ wird mit Hilfe der Komponentenzerlegung $\vec{r} = \vec{x} + \vec{y} + \vec{z}$ im positiven xyz-Raum umgeformt. Die Kraftkomponenten sind $E_x = \alpha \cdot x \cdot \text{div } \vec{m}$

$$= -\vec{E} \cdot \left[\frac{\partial \vec{X}_m}{\partial x} + \frac{\partial \vec{Y}_m}{\partial y} + \frac{\partial \vec{Z}_m}{\partial z} \right] = -\vec{E} \cdot \left[\frac{\partial}{\partial x} (X_m X_m) + \frac{\partial}{\partial y} (Y_m Y_m) + \frac{\partial}{\partial z} (Z_m Z_m) \right. \\ \left. - X_m \frac{\partial X_m}{\partial x} - Y_m \frac{\partial Y_m}{\partial y} - Z_m \frac{\partial Z_m}{\partial z} \right]. \text{ Analog folgt für die beiden} \\ \text{übrigen Komponenten. } \frac{\vec{E} \cdot \vec{Y}_m}{\lambda_0} = \vec{E} \cdot \left[\frac{\partial}{\partial x} (Y_m X_m) + \frac{\partial}{\partial y} (Y_m Y_m) + \frac{\partial}{\partial z} (Y_m Z_m) \right. \\ \left. - X_m \frac{\partial Y_m}{\partial x} - Y_m \frac{\partial Y_m}{\partial y} - Z_m \frac{\partial Y_m}{\partial z} \right] \text{ und } \frac{\vec{E} \cdot \vec{Z}_m}{\lambda_0} = \vec{E} \cdot \left[\frac{\partial}{\partial x} (Z_m X_m) + \frac{\partial}{\partial y} (Z_m Y_m) + \frac{\partial}{\partial z} (Z_m Z_m) \right. \\ \left. - X_m \frac{\partial Z_m}{\partial x} - Y_m \frac{\partial Z_m}{\partial y} - Z_m \frac{\partial Z_m}{\partial z} \right]$$

In diesen Komponenten gilt das negative Vorzeichen stets solange $\cos(\vec{r}_m, \vec{r}_n) < 0$ ist. Wird dagegen $\cos(\vec{r}_m, \vec{r}_n) > 0$ so gilt das positive Vorzeichen. In Raum zwischen den Massen sind demnach die rechtsstehenden Klammerausdrücke der skalaren Komponenten mit dem oberen, aber ausserhalb des zwischen den beiden Massen befindlichen Raumes mit den unteren Vorzeichen zu versehen.

In diesen Klammerausdrücken sind aber die negativen Summanden die skalaren Komponenten eines skalaren Operators ($\sqrt[n]{n}$ grad) angewandt auf $\sqrt[n]{n}$, während die positiven Summanden die skalaren Komponenten der Vektordivergenz eines Tensors

$\hat{T}_T = \begin{pmatrix} X_M X_m, & X_M Y_m, & X_M Z_m \\ Y_M X_m, & Y_M Y_m, & Y_M Z_m \\ Z_M X_m, & Z_M Y_m, & Z_M Z_m \\ M & m & m \end{pmatrix}$ sind, sodass die ~~die~~ Kraftdichte

$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = \frac{1}{r} \left(\frac{1}{m} \cdot \text{grad} \right) \frac{1}{r} + \text{div } \hat{T}$ ergibt. Dies gilt allgemein für $m = \frac{1}{r}$. Zur Vereinfachung sei $m = \frac{1}{r}$ und $\frac{1}{r} = \frac{1}{r}$, so daß $\frac{\partial \alpha}{\partial t} = \frac{1}{r} \left(\frac{1}{r} \cdot \text{grad} \right) \frac{1}{r} + \text{div } \hat{T}$ mit

$\Delta_T = \begin{pmatrix} X^4 & X^1 Y & X^1 Z \\ YX & Y^2 & YZ \\ ZX & ZY & Z^2 \end{pmatrix}$ wird. Die Komponenten des skalaren Ope-

rators werden zu (1 Grad) $\vec{r} = \vec{i} \cdot (1/2 \cdot \frac{\partial}{\partial x} (x^2) + y \cdot \frac{\partial x}{\partial y} + z \cdot \frac{\partial x}{\partial z})$

Da $\vec{r} = \text{grad } \varphi(r)$ ist, muß

$$\text{rot } \vec{r} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x & y & z \end{vmatrix} = 0 \text{ sein, woraus}$$

$$\frac{\partial X}{\partial Y} = \frac{\partial Y}{\partial X} \text{ und } \frac{\partial X}{\partial Z} = \frac{\partial Z}{\partial X} \text{ folgt. Hiermit wird } (\nabla_{\text{grad}})X =$$

$$\begin{aligned} (\vec{r} \text{ grad}) \vec{Y} &= \vec{j} \frac{\partial}{\partial y} (r^2/2) \text{ und } (\vec{r} \text{ grad}) \vec{Z} = \vec{k} \frac{\partial}{\partial z} (r^2/2) \text{ also} \\ (\vec{r} \text{ grad}) \vec{r} &= \frac{1}{\text{div}} \frac{r^2}{2} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \text{ was in die Kraftdichte eingesetzt} \end{aligned}$$

$$\vec{\Sigma} = +\alpha_0 \cdot \text{div} \begin{pmatrix} (x^2 - r^2/2), XY, XZ \\ YX, (y^2 - r^2/2), YZ \\ ZX, ZY, (z^2 - r^2/2) \end{pmatrix} \text{ ergibt.}$$

Das Koordinatensystem wird nun so gedreht, daß die gradlinige Verbindung beider Massen mit der x-Richtung zusammenfällt. Die Feldlinie, welche direkt in dieser gradlinigen Verbindung verläuft, besitzt dann nur noch eine x-Komponente, sodaß für sie $r=x$, aber $Y=Z=0$ gesetzt werden kann. Die Kraftdichte, welche auf diese Feldlinie wirkt, ist dann

$$\vec{\Sigma} = +\alpha_0 \cdot \text{div} \begin{pmatrix} r^2/2, 0, 0 \\ 0, -r^2/2, 0 \\ 0, 0, -r^2/2 \end{pmatrix} = +\alpha_0 \text{div} \frac{r^2}{2} \cdot \begin{pmatrix} 1, 0, 0 \\ 0, -1, 0 \\ 0, 0, -1 \end{pmatrix}$$

$$\text{oder } \vec{\Sigma} = \frac{\alpha_0}{2} \cdot \text{div} r^2 \begin{pmatrix} +1, 0, 0 \\ 0, -1, 0 \\ 0, 0, -1 \end{pmatrix}$$

Hieraus ist zu ersehen, daß die Feldverteilung sich wie ein dynamisches System verhält. Im Raum zwischen den gravitierenden Massen gilt

$$\vec{\Sigma}_1 = \frac{\alpha_0}{2} \text{div} r^2 \begin{pmatrix} -1, 0, 0 \\ 0, +1, 0 \\ 0, 0, +1 \end{pmatrix} \text{ während für die beiden}$$

parallelen Halbräume, außerhalb des von den beiden Parallelebenen (welche die beiden Massenpunkte enthalten und orthogonal zu ihrer gradlinigen Verbindung verlaufen) ausgegrenzten zylindrischen Raumes

$$\vec{\Sigma}_a = \frac{\alpha_0}{2} \text{div} r^2 \begin{pmatrix} +1, 0, 0 \\ 0, -1, 0 \\ 0, 0, -1 \end{pmatrix} \text{ gilt.}$$

Sie können erkennen, daß sich die Feldlinien so verhalten, als ob zwischen den beiden gravitierenden Massen, bei einer Vergrößerung der Letzteren, eine orthogonal zur Feldlinienrichtung wirkende Kraft die Feldlinien auseinanderzuziehen, während eine mit der Feldlinienrichtung zusammenfallende Kraft diese zu stauchen sucht. Außerhalb des zwischen den Massen liegenden Bereiches dagegen, verhalten sich die Feldlinien so, als ob sie bei einer Massenvergrößerung durch eine Orthogonalkraft zusammengedrängt würden und eine longitudinale Zugspannung sie zu dehnen sucht. Zwischen den gravitierenden Massen kommt es mithin zu einer Abnahme, außerhalb dagegen zu einer Erhöhung der Feldliniendichte. Aus dieser Asymmetrie der Feldverteilung resultiert schließlich eine Massenbeschleunigung in Richtung der stärksten Abnahme der Feldliniendichte. Die gradlinige Beschleunigung kann erst dann in die zirkulatorische Bewegung auf einer Keplerbahn übergehen, wenn orthogonale Geschwindigkeitskomponenten vorhanden sind, die eine Kompensation des Gefälles der Feldliniendichte durch relative Trägheitskräfte möglich machen, welche nach dem relativistischen Gravitationsgesetz mit der Gravitation wesensgleich sind. Jede mechanische Massenkraft als Ursache einer Massenbeschleunigung wäre also in ihrem Wesen

durch ein solches Dichtegefälle der Feldlinien zu beschreiben und zwar wirkt die Beschleunigung solange, dieses Gefälle vorhanden ist.

Wenn es nun gelänge dieses Gefälle der Feldliniendichte künstlich zu erzeugen so würde eine Massenbeschleunigung der Anordnung in Richtung des abnehmenden Dichtegefälles die Folge sein. Tatsächlich kann diese Beschreibung auf jedes beschleunigt bewegte Fahrzeug, also auch auf die Rakete, angewendet werden. Bei der Beschleunigung im Feldgefälle wächst aber die kinetische Energie, der beschleunigten Anordnung, sodaß zur zeitlichen Aufrechterhaltung des künstlich erzeugten Feldgefälles, also der stationären Massenbeschleunigung pro Zeiteinheit eine bestimmte Watt-Leistung einer in irgend einer Form potentiell gespeicherten Energie transformiert werden muß. Diese Transformation erfolgt bei den üblichen Beförderungsmitteln nach den bekannten Grundsätzen der Antriebstechnik und zwar läßt sich die in den Treibstoffen gespeicherte Energie stets auf den allgemeinsten Fall eines elektromagnetischen Wellenfeldes zurückführen (chemische Energie wird in Wärme überführt, die ihrerseits als elektromagnetische Ultrarotwelle darstellbar ist u.s.w.). Nun muß aber ein Zusammenhang zwischen dem Energieinhalt eines elektromagnetischen Wellenfeldes und dem Potential des Gravitations- = oder besser des allgemeinen Trägheitsfeldes bestehen, was ich aus dem Phänomen des kontinuierlichen Elektronenspektrums beim β -Zerfall radioaktiver Kerne schließe. Die Emissionselektronen entstehen bekanntlich bei der Transmutation von Kernneutronen in Protonen und zwar befinden sich diese Neutronen, die zum Zerfall kommen, in einem ganz bestimmten, von der Kernstruktur abhängigen Energieniveau. Danach wäre zu erwarten, daß bei der β -Strahlung zu einem diskreten Spektrum der Emissionselektronen kommen müßte, was aber nicht beobachtet wird. Hieraus wurde der Schluss gezogen, daß beim β -Zerfall neben dem Elektron noch ein anderes Subnukleon, das hypothetische Neutrino emittiert wird, weil sonst der Energiesatz verletzt wird.

Persönlich vertrat ich die Auffassung, daß kein Neutrino (dessen Existenz nicht nachgewiesen werden konnte) als selbständiges Partikel besteht, sondern dass bei der Elektronenemission ein bestimmter $h\nu$ -Betrag in einen sich wellenhaft ausbreitenden Verdichtungszustand eines Gravitationsfeldes, also eine Gravitationswelle, transformiert wurde, der natürlich ein bestimmter Spin zugeschrieben werden muß, sodaß die Konstruktion eines hypothetischen Neutrino zur Aufnahme des Impulses nicht erforderlich wird.

Es kommt nun darauf an, einen relativistisch-quantentheoretischen Zusammenhang zwischen dem elektromagnetischen Kraftfeld und der Gravitation zu finden, der beide Kraftfelder ineinander transformiert, ähnlich wie z.B. die Maxwell'schen Gleichungen der Elektrodynamik das elektrische und das magnetische Feld in gegenseitige Beziehung bringen.

Meine Hoffnung geht nun dahin, einen solchen Zusammenhang auch zwischen Elektromagnetismus und Gravitation zu finden, der zugleich Aufschluss darüber gibt, wie technisch eine Transformation beider Feldtypen ineinander möglich zu machen ist. Auf diese Weise wäre das Raumfahrtproblem auf eine reine Energiefrage reduziert. Wenn schließlich noch der umgekehrte Prozeß einer Transformation der im Gravitationsfeld gespeicher-

ten potentiellen Energie in fortschreitende elektromagnetische Wellen möglich wird, ist das Raumfahrtproblem ideal gelöst. Bekanntlich kann jedes Substanzatom als stehende quantenhafte elektromagnetische Welle beschrieben werden, die aufgrund bestimmter Quantenbedingungen, die erfüllt sein müssen, stabil als Oszillator in Erscheinung tritt. Der Energieinhalt setzt sich nun aus der Energie der stehenden elektromagnetischen Welle und dem Energieinhalt des vom Atom ausgehenden Gravitationsfeldes zusammen. Wird ein Teil dieser Gravitationsenergie in fortschreitende elektromagnetische Wellen transformiert, so wird das gestörte Gravitationsfeld auf Kosten des Energieinhalts der stehenden elektromagnetischen Welle nachgebildet, da beide Feldtypen in einem bestimmten Gleichgewicht stehen müssen. Es kommt nun darauf an, eine bestimmte Atomstruktur zu ermitteln, bei welcher durch die Energieabnahme die Quantenbedingung der Stabilität des Oszillators so tiefgehend gestört wird, daß der atomare Oszillator nicht mehr als stehende Welle existenzfähig ist. Auf diese Weise müßte die gesamte Ruheenergie $E = m \cdot c^2$ des Atoms in fortschreitende elektromagnetische Wellen übergehen, die dann als freie elektromagnetische Energie zur Verfügung stehen.

Zugegeben, die ganze Geschichte hört sich etwas phantastisch an, aber wenn auch die letzten Darlegungen nur Hoffnungen sind, die sich nur dann erfüllen werden, wenn es gelingt, das erwähnte Theorem zu finden, so glaube ich doch gezeigt zu haben, daß ein Weltraumschiff nicht unbedingt eine Rakete zu sein braucht. Die vielen Formeln verzeihen Sie mir bitte, aber ich bin der Meinung, daß sie dem besseren Verständnis des Gedankenganges für einen Fachmann nur dienlich sein können.

Vergessen Sie bitte nicht, daß hier in Göttingen zwei Menschen wohnen, die sich stets freuen, wenn ein Brief von Ihnen ankommt und nehmen herzlichste Grüße, verbunden mit den besten Wünschen für Ihr Wohlergehen, von

Ihrem

Burkhard Heim

