

77.) Massepunkt

Im weiteren überlege, in welcher Relation vom Ort wir etwas feststellen können. Aussagen wie die vorige werden von einem Standpunkt aus gemacht, erst vom Standpunkt des Mondes, dann vom Standpunkt des Hammers, der Feder und schließlich vergleiche alle Standpunkte untereinander. Von unserem Standpunkt aus können wir experimentieren, von entfernten aber nicht, wenn keine Möglichkeit besteht, dorthin zu gelangen, was auf alle Sterne zutrifft. Die Naturgesetze dort können wir nur als gleich mit unseren annehmen, ansonsten ließen sich überhaupt keine Aussagen treffen. Ein paar der anzunehmenden Gesetze untersuche.

Zunächst nochmals ein Rückblick auf unsere Erkenntnismöglichkeit. Uns stehen verschiedene Sinne zur Verfügung, fangen wir beim Kopf oben an, so spürt man die Haare zu Berge steigen, wenn elektrische Felder einwirken, also ein begrenzter Sinn für die Elektrizität. Die Augen geben den Gesichtssinn wieder, eigentlich sind es mehrere Sinne, denn wir sehen Helligkeit, Farbe und Dank zweier Augen räumliche Tiefe mit der Parallaxe. Dann kommen die Ohren entsprechend dran mit Schalldruck, Frequenz und Parallaxe. Gleichgewichtsorgan mit Ortung dreier Raumrichtungen. Durch die Nase verschiedene Schwebemoleküle. Mit der Zunge Geschmack von Säuregehalt und weiteren chemischen Werten. Auf der Haut Wärme- und Druckempfindung. Alles zusammen wesentlich mehr als nur fünf Sinne. Wie bereits am Anfang setze nur einen einzigen Sinn für unsere Überlegungen ein, nämlich die Hell-Dunkelwahrnehmung in ihrer einfachsten Form, der Unterscheidung von Punkten.

So untersuche einmal Newtons Kraftgesetz zur Gravitation. Das Gesetz gelte für einen Körper in Bezug auf einen anderen Körper. Es lautet

$$f = G \cdot m \cdot M : r^2$$

G sei eine konstante Umrechnungsgröße mit der Dimension $(o^2\ddot{u}^2)^2$, $o^2\ddot{u}^2$ ist die Dimension der Arbeit, Energie pro Masse oder Kreisbeschleunigung, m ist die Masse des einen kleiner gedachten Körpers, M die des anderen größer gedachten Körpers, jeweils in der Dimension $\ddot{o}u^2$, r ist der Abstand der beiden Körper mit der Dimension o, in der Gleichung also $\ddot{o}^2$. Da G als konstant angesehen wird, lasse diese Größe hier außer Acht. Den Abstand mit der Dimension o können wir ohne weiteres erkennen, denn diese Größe ist in unserem System definiert.

Wie steht es nun mit der Masse? Sie setzt sich aus der Grundgröße o und derjenigen u zusammen, ist also eine Relation. Um mit einer solchen arbeiten zu können, muss man sie bestimmen, hierzu eine Einheitsrelation herstellen, also für m als Einheitsmasse, r als radialen Einheitsabstand und t als Einheitszeitspanne $1m = 1r \cdot 1t^2$. Diese Forderung klingt auf Anhieb banal, ist es aber nicht, wenn man bedenkt, dass die beiden aus verschiedenen Räumen stammenden Dimensionen o und u nur relationell verbunden sind.

Weiter müssen wir für die kleinste Einheit die Punkteigenschaft annehmen, die Punktmasse heißen soll, der Ort, wo sich die Punktmasse befindet, sei der Massenpunkt. Das hat in unserem System zur Konsequenz, dass, wenn zwei Punktmassen sich am gleichen Massepunkt befinden, ein Zwischenraum nicht existiert, sie also ein *Knuddel* sind. Oder umgekehrt, wenn ein Zwischenraum feststellbar ist, besteht kein Knuddel, sondern ein *Haufen*, eine räumliche Anhäufung von benachbarten Massepunkten. Die Erde ist beispielsweise kein Knuddel von Massenpunkten, sondern ein Haufen, wenn die räumliche Ausdehnung der Erdkugel berücksichtigt wird, was im Allgemeinen wegen der Größenverhältnisse zu machen ist.

Mit der Einheitsrelation der Masse definiere also den Einheitsmassepunkt, eine Masse m ist danach immer eine Einheitsmasse oder ein Massenkuddel, das ist ein Agglomerat von Einheitsmassen an einem bestimmten Ortspunkt zu einem bestimmten Zeitpunkt. Bei dieser Definition gibt es für einen

Massepunkt also keine räumliche Ausdehnung.

Wenn nichts vermerkt ist, gilt für den Massepunkt in Bezug auf die Lage des Ursprungs des Ortsystems vorerst unser Standpunkt und in Bezug auf die Zeit der Anfang der Zeitdifferenz. Es bedeutet die Bezeichnung der Masse m jeweils einen Massenknuddel, eine oder mehrere Einheitsmassen, eine Punktmasse eine einzige kleinste Einheitsmasse. Untersuche zunächst, wie Verknüpfungen von Massen mathematisch gefasst werden können.

Dazu ist sich vorab mit den Knüpfungen zu befassen. In Bild 77A sind Punkte mit Verbindungslinien dargestellt, das Ganze sei ein *Knopf*, die Ausgangspunkte der Linien seien Knuddel und die Linien seien *Knüpfungen*. Man kann sich unter ihnen eine Relation vorstellen. Man sieht leicht das Bildungsgesetz der Knöpfe, jeder nachfolgende Knopf K , beginnend mit dem Einserknopf mit keiner Knüpfung, hat die Zahl der Knüpfungen $K(a)$ des vorhergehenden Knopfes $K(a-1)$ zuzüglich dessen Ordnungszahl $(a-1)$. Also

$$K(a) = K(a-1) + (a-1)$$

Fasse nun Punkte in einem Knopf zusammen und bilde jeweils zwei Knuddel von Punkten mit der Anzahl b und c , die zusammengefassten sollen untereinander keine Knüpfungen haben (Bild 77B). Die Anzahl Knüpfungen $K(abc)$ eines solchen Knuddelknopfes folgen der gewöhnlichen Multiplikation zwischen der Zahl des einen Knuddels b als Multiplikand und des anderen c als Multiplikator oder umgekehrt. Dies leite wie folgt ab:

$$K(abc) = K(a-1) + (a-1) - K(b) - K(c)$$

Es ist $a=b+c$, also

$$K(bc) = K(b+c-1) + (b+c-1) - K(b) - K(c)$$

Da $K(bc)$ offenbar identisch mit $b.c$ ist, gilt

$$b.c = K(b+c-1) + (b+c-1) - K(b) - K(c)$$

Der Leser wird fragen, wozu das gut sein soll. Newtons Gravitationsgesetz lautet $F=G.M.m:r^2$, mit Hilfe der Knöpfe kann man den darin enthaltenen Term $M.m$ als Massenpunkte von Knuddelknöpfen deuten, das bedeutet, das Gesetz gilt nur, wenn die Knüpfungen in den Knuddeln außer Acht gelassen werden. Das spielt im Meso-Bereich eine minimale Rolle, im Mikro- und Makrobereich sind dagegen erhebliche Abweichungen zu erwarten.

78.) Superposition

Schaue nun die Wirkung zweier Punktmassen m aufeinander an, die im Abstand H voneinander stehen, andere Massen sollen keine Einwirkung haben. Konstatiere eine Schwerkraft F_1 der einen Punktmasse m_1 auf die andere m_2 , und umgekehrt eine solche Kraft F_2 auf m_1 . Diese beiden Kräfte wirken auf der geraden Verbindungslinie zwischen den beiden Punktmassen m_1 und m_2 . Dann nehme an, die beiden Kräfte überlagern sich additiv, sogenannte Superposition. Nun kann man fragen, wie der Verlauf der Gesamtkraft $F=F_1+F_2$ aussieht, insbesondere wo die Kraft F zwischen den Punkten am geringsten ist.

Dazu benütze ein Diagramm mit kartesischen Koordinaten und ordne der Abszisse die variable Entfernung r zu, der Ordinate die Kraft F (siehe Bild 78A). Die Masse m_1 setze an den Standort im Ursprung und diejenige m_2 auf der Abszisse im Abstand H auf r . Nun trage als Graph die Funktion der Kraft F_1 in Abhängigkeit von r und diejenige F_2 ein, es sind dies symmetrische Parabeln zweiter Ordnung, F_1 liegt im positiven Funktionsbereich, F_2 im negativen, denn diese Kraft wirkt der ersteren entgegen. Nun lassen sich sofort die Summe beider Kräfte und die Differenz eintragen und wir sehen, dass die Summe beim halben Abstand H null ist, die Differenz hat bei demselben Abstand den niedrigsten Wert. Arithmetisch sieht das so aus:

$$F_1 = G . m_1 . m_2 : r^2 \quad [1]$$

$$F_2 = -G . m_1 . m_2 : (H-r)^2 \quad [2]$$

Wir fragen nun, wo $F_1=-F_2$ ist, also

$$G . m_1 . m_2 : r^2 = +G . m_1 . m_2 : (H-r)^2 \quad [3]$$

$$r^2 = H^2 + r^2 - 2.H.r$$

$$2.r.H = H^2$$

$$r = :2 . H \quad [4]$$

was man auch ohne weiteres wegen der Symmetrie der Kräfte erwartet hätte.

Massen sind aber mindestens im Meso-Bereich keine Knuddel, so dass sie nicht als Punktmassen angesehen werden können, sondern Haufen von Massenpunkten. Mit diesen geht die Physik derart um, dass die gesamte Masse eines Haufens in einen zu definierenden Mittelpunkt gedacht wird und mit diesem künstlichen Massepunkt als alleinige Ortsvariable gerechnet wird. Die Bestimmung dieses Massenmittelpunktes erfolgt in der oben beschriebenen Weise wie für die zwei Punktmassen ohne Berücksichtigung dritter einwirkender Punktmassen. Dann wird dieser Massenmittelpunkt in Beziehung zur dritten Masse gesetzt. Mache das einmal anders und sehe, zu welchem Ergebnis dies führt.

Eine Punktmasse m_1 befinde sich am Standpunkt im Ursprung Q einer Radialen, eine zweite m_2 im Abstand H entfernt, diese beiden ziehen mittels Schwere eine dritte m_3 im Abstand r auf der Radialen an (Bild 78B). Die Kraft F_{13} zwischen m_1 und m_3 ist gegeben durch

$$F_{13} = G \cdot m_1 \cdot m_3 : r^2 \quad [5]$$

diejenige F_{23} zwischen m_2 und m_3

$$F_{23} = G \cdot m_2 \cdot m_3 : (r-H)^2 \quad [6]$$

Gesucht ist nun eine dritte Kraft zwischen einer im Punkt x auf der Radialen zwischen Q und H gelegenen doppelten Punktmasse m_x und der Masse m_3

$$F_{x3} = G \cdot 2m_x \cdot m_3 : (r-x)^2 \quad [7]$$

Im Übrigen soll die Superposition gelten, also

$$F_{x3} = F_{13} + F_{23} \quad [8]$$

Da alle Massen Punktmassen und damit gleich sind, gilt für die Massen einheitlich $m \# m$. Es lässt sich daher schreiben

$$2 \cdot G \cdot m^2 : (r-x)^2 = G \cdot m^2 : r^2 + G \cdot m^2 : (r-H)^2 \quad [9]$$

Daraus lässt sich eine Gleichung zweiten Grades umformen

$$x^2 - 2 \cdot r \cdot x + r^2 - 2 : [r^2 + (r-H)^2] = 0 \quad [10]$$

oder attributiv dargestellt

$$\{1\}x^2 + \{-2 \cdot r\}x' + \{r^2 - 2 : [r^2 + (r-H)^2]\}x^\circ = 0 \quad [11]$$

ein nicht eben einfacher Ausdruck, die für die Anwendung eines gemeinsamen mittigen Massepunktes nötige Bedingung $x=H:2$ stellt sich nicht ein.

Die allgemeine Gleichung

$$Ax^2 + Bx' + Cx^\circ = 0 \quad [12]$$

mit $A \# Q$ hat zwei Wurzeln,

$$x_{1,2} = -B:2 \pm (B^2:4 - C):^2 \quad [13]$$

Dabei ist laut [11]

$$-B:2 = (-2 \cdot r):2$$

$$B = r \quad [14]$$

das Attribut C ergibt subtraktiv die Verkürzung von r gegenüber dem Ursprung an, additiv die gegenüberliegende Seite, für uns interessant ist für die Beantwortung der gestellten Frage der subtraktive Wert. Vereinfacht ist damit

$$x = r - f(r, H) \quad [15]$$

Aus [11], [12] und [14] entnehmen wir

$$B^2:4 - C = 2 : [r^2 + (r-H)^2] = f(r, H) \quad [16]$$

Also in algorithmischer Reihenfolge

$$x = -\{ : [(r-H)^2 + :r^2] \cdot 2 \} :^2 + r \quad [17]$$

Rechne einige Werte aus:

H	r	x
1	1	1,000
1	1,1	0,950
1	1,5	0,829
1	2	0,735
1	3	0,646
1	10	0,539
1	100	0,504

Leicht erkennbar ergibt sich ein Verlauf für x von H bis vermutlich $H:2$ bei steigendem $r/-\#H$, jedenfalls im Falle des Anzugs zweier Punktmassen auf eine dritte.

Der Wert $r \# 1$ wurde wie folgt gerechnet

$$x = -\{:(1-1)^2 + 1\} :^2 + 1$$

$$= -\{:(Q^2 + 1) :^2 + 1$$

Da : Q^2+1 #: Q^2 aus dem Größenunterschied gilt

$$= -\{Q^2 :^2 + 1$$

$$= -Q :^2 + 1$$

$$= 2 :^2 - 2 :^2 + 1 = 1$$

Der Wert für r#: Q lässt sich nicht rechnen.

79.) Dimensionen

Über die arithmetische Möglichkeit, Attribute beizufügen, hatten wir kinematischen Größen Dimensionen zugeteilt, nämlich o für den Weg und u für die Zeit. Zur Erinnerung ist festzuhalten,

1. dass der Standpunkt der originäre Ursprung unseres wie auch immer gearteten Bezugssystems ist, irgendwo muss man relativ undefiniert anfangen,
2. dass unser originäres Bezugssystem orthogonal ist, alle anderen Systeme lassen sich demnach über eine Relation auf unser originäres orthogonales Bezugssystem zurückführen, krumm ist also immer nach irgendeiner Relation abgeleitet von gerade,
3. dass sich unser Bezugssystem auf maximal drei Äste wegen der Orthogonalität erstreckt, diese nenne Dimensionen,
4. dass der Ursprung irgend eines Systems immer eine Relation zu unserem originären Bezugssystem voraussetzt, also eine, wenn auch nur funktionale Größe vom Standpunkt ist,
5. dass die Zeit originär ein zweites, aber ebenfalls im Standpunkt verankertes, orthogonales Vergleichssystem mit nur einer Dimension ist,
6. dass in allgemeinen Ausdrücken, die als Naturgesetz oder ähnlich bezeichnet werden, zunächst eine Zuordnung zu irgend einem System außer der Unterscheidung von Raum und Zeit nicht erfolgt, die Ausdrücke also zunächst systemneutral sind.

Wir vereinbaren folgende Sprachregelung oder stellen fest,

- a. dass wir in Bezug auf Raum und Zeit von Dimension ohne Unterschied sprechen,
- b. dass der Weg s und die Zeit t bereits Differenzen darstellen, also keine Längen oder Maße vom Ursprung eines Koordinatensystems oder Standpunkt bedeuten, was sich aus der sechsten Voraussetzung ergibt. Es ist deshalb vollkommen überflüssig, in mathematischen Ausdrücken für differentielle Werte ds oder dt zu schreiben, verwende diese Ausdrücke nur, wenn es sich um einen Differential- oder Integralausdruck im eigentlichen Sinne handelt.
- c. Vereinbare als Attribut für alle drei Raumdimensionen unterschiedslos den Buchstaben o, für die Zeit in gleicher Weise u. Diese Attribute sind also ebenfalls unabhängig von einem System und bereits Differenzen. Da auch die Länge mit der Größe Q in unserem System rechenbar sind, können diese Dimensionen auch Differentiale sein, das heißt konkret, sie haben dann die Bedeutung eines Wegs im Raum oder einer Zeit, also eine bestimmte Richtung und einen Richtungssinn, aber speziell die Größe Q.
- d. Vereinbare zur übersichtlichen Schreibweise ö statt :o, ü statt :u, o² statt o.o usw. Sich aufhebende Dimensionen wie o:o schreibe _ (Unterstrich).
- e. Erlaube schließlich die Verwendung der Attribute alleine ohne Bezugsgröße und bezeichnen sie allgemein als Dimensionen. Man kann damit definierte zusammengesetzte Größen in Dimensionen ausdrücken und wieder von den Dimensionen zu Ausdrücken zurückkehren. Anzumerken ist, dass die Relation des jeweilig zu Grunde liegenden Maßsystems teilweise umgangen wird, was für die Betrachtung Vorteile bietet.

Wir fassen nun die bekannten Größen zusammen, einige zusammengesetzte Dimensionen sind rechts ersichtlich:

o	Weg,	
	Arbeit,	= _ .o
	Energie,	= F_ .so
	Temperatur	
o ²	Fläche,	

	Drehenergie	= 0.0
o^3	Raum	
$\ddot{o}^2$	Druck	= $_ : o^2$
u	Zeit,	
	Impuls	= $\ddot{o}u^2 . o\ddot{u}$
$\ddot{u}$	Frequenz	
ou	Drehimpuls,	= $\ddot{o}u^2 . o\ddot{u} . o$
	Wirkung	
$o\ddot{u}$	Schnelle,	
	Leistung	= $o : u$
$o\ddot{u}^2$	Beschleunigung	
$\ddot{o}u$	Lauf	= $Uu : so$
$\ddot{o}u^2$	Masse	
$_$	Kraft	= $\ddot{o}u^2 . o\ddot{u}^2$

Zu bemerken ist, dass beispielsweise der Ausdruck Fläche mal Druck eine Kraft darstellt, $o^2 . \ddot{o}^2 = _$. Der Begriff der *Kraft* erfährt dadurch eine größere Ausdehnung. Erhalte für die Kraft allgemein

Größe G pro Größe G	G:G	=	$_$
Kraft $_$ pro Kraft :-	$_ : _$	=	$_$
Größe G mal Dividus :G	G.:G	=	$_$
und beispielhaft			
Zeit t mal Frequenz F	u. $\ddot{u}$	=	$_$
Fläche s^2 mal Druck : s^2	$o^2 . \ddot{o}^2$	=	$_$
Schnelle v mal Lauf ^	$o\ddot{u} . \ddot{o}u$	=	$_$

80.) Temperatur

Jedes physikalische Gesetz, unabhängig ob es ein echtes oder nur eine Definition ist, lässt sich dimensionalisisieren. Regelmäßig beginnt solch ein Gesetz mit einer bezeichneten gesuchten Größe X, es folgen das Konsekutionszeichen und danach manchmal mehrere additive Ausdrücke von weiteren funktional verbundenen Größen Y und Z usw. mit Werten A, B usw., also etwa

$$X = Y(f_1)A + Z(f_2)B$$

Einfaches Beispiel: Kraft gleich Masse mal Beschleunigung, dimensionalisiert

$$K_ = m\ddot{o}u^2 . bo\ddot{u}^2$$

Dabei hat jeder additive Term die gleiche Dimension, denn es ist

$$\ddot{o}u^2 . o\ddot{u}^2 = o . \ddot{o} . u^2 . \ddot{u}^2 = _ . _ = _$$

Wir können das Konsekutionszeichen für diesen Zweck als Identitätszeichen auffassen

$$_ \# \ddot{o}u^2 . o\ddot{u}^2$$

so dass, wenn in einem Term nur eine Dimension nicht bekannt ist, diese durch Ergänzung ermittelbar ist. Beispielsweise kann die Dimension der Gravitationskonstanten über das Gravitationsgesetz ermittelt werden

$$\begin{aligned} F_ &= k? . m\ddot{o}u^2 . M\ddot{o}u^2 : r^2 o^2 \\ ? &= : \ddot{o}u^2 : \ddot{o}u^2 . o^2 : _ \\ &= (o^2 \ddot{u}^2)^2 \end{aligned}$$

also die quadrierte Schnelle zum Quadrat.

Oder zur Bestimmung der *Planck-Konstanten* kann man die Gleichung zur Materienwelle nach de Broglie verwenden

$$h? = m\ddot{o}u^2 . vo\ddot{u} . lo$$

und erhalten

$$? = ou$$

die Dimension von Energie mal Zeit, die auch unter dem Begriff der Wirkung läuft.

Wir wollen das gleiche nun mit der Temperatur machen, um ihre Dimension zu ersehen. Dazu suche ein Gesetz, bei dem ansonsten alle Dimensionen bekannt sind. Das ist aber in dieser bequemen Weise nicht vorhanden. Die augenfälligste Erscheinung ist die Ausdehnung von Körpern bei steigender Temperatur, siehe die Flüssigkeit im Thermometer, das war auch das erste Messgerät für diese Erscheinung und mit dem Messgerät wird letztlich das

Maß für die Erscheinung definiert und damit diese auch selbst. Aber das Thermometer hat nur einen äußerst begrenzten Wirkungskreis, bei hohen Temperaturen schmilzt es samt Skala dahin, womit vollkommen verborgen bleibt, was höhere Temperaturen sind, und entsprechend geht es uns mit extrem niedrigen, dort friert es zumal ein. Man muss also nach einer Beziehung suchen, welche die Erscheinung des Thermometers richtig wiedergibt, aber darüber und darunter auch einen gleichbleibenden physikalischen Sinn gibt.

Die Eigenschaft der Ausdehnung ist seit Urzeiten bekannt, auch das Prinzip der Ausdehnung einer Flüssigkeit in einer Röhre zur Anzeige der Temperatur wird bereits aus dem Jahr 230 v.C. von Philon aus Byzanz berichtet, so dass es nahe liegt, die Temperatur, was das auch sonst immer sei, mit der Dimension des Weges, also mit o zu belegen. Ansonsten verbinden wir mit der Temperatur wesentlich andere Erscheinungen, nämlich die Verbrennung und die damit verbundene Hitzeempfindung, aber beides führt uns keinen Schritt weiter, denn diese Erscheinungen sind in unserem Dimensionssystem bislang nicht erklärt, oder umgekehrt, mit Weg und Zeit können wir bislang weder das Leuchten einer Flamme noch die Hitzeempfindung noch die stoffliche Veränderung erklären.

Die Physik ist nicht unseren Weg gegangen, nämlich von Raum und Zeit alle Erscheinungen aufzubauen, sondern man hat ziemlich wahllos an allen Enden angepackt, Bereiche gebildet und in jedem Bereich zunächst partielle Gesetze gesucht und gefunden. Wenn dann bereichsübergreifende Zusammenhänge gefunden wurden, hat man diese sozusagen über die betroffenen Bereiche übergestülpt und die Gesetze neu zusammengestellt, oft unter einiger Anpassung, Veränderung oder Ausmusterung von Begriffen und damit Gesetzen. Was hier geschah, kann man bedingt als Gesetzesdefinition bezeichnen, denn unter der früheren Anschauung hatten die alten Gesetze durchaus auch brauchbare Ergebnisse gebracht. Denke an das Beispiel der Berechnung von Sonnenfinsternissen, das haben bereits die alten Chinesen für die damalige Beobachtungsgenauigkeit recht gut gekonnt, ein heliozentrisches Berechnungsschema brauchte man dazu nicht, aber letzteres vereinfacht die Sache und gibt neue Einsichten.

Suche also solch ein bereichsübergreifendes Gesetz, das die *Thermik* oder Wärmelehre mit der Kinematik oder Bewegungslehre verbindet, werde bei dem Bewegungsgesetz mit der Boltzmann Konstanten fündig:

$$E = :2 \cdot m \cdot v^2 = 3:2 \cdot T \cdot k$$

Es ist hierbei die Energie E gleich der halben Masse m mal dem Quadrat der Geschwindigkeit v und äquivalent dazu zwei Drittel der Temperatur T mal der *Boltzmann Konstanten* k .

Die Zahlenkonstante ergibt sich mit der Zahl drei aus den drei für Bewegungen möglichen Raumrichtungen, mit der Zahl $:2$ aus der Integrationskonstanten des vorigen Ausdrucks. Bei entsprechender Fassung der Konstanten k ist auf diese verzichtbar und für uns uninteressant. Der erste Term ist nichts Neues, er lässt sich attributiv schreiben

$$E_o = S F_{do} = :2 \cdot m \cdot v_o^2 \cdot (v_o \ddot{u})^2$$

oder rein dimensional

$$o = \ddot{o} u^2 \cdot (o \ddot{u})^2$$

Der zweite Term muss gleich sein, also insgesamt auch o . Im einfachsten Fall hat entweder T die Dimension o oder k , und die andere Größe ist eine Kraft mit Dimension $_$ oder dimensionslos wie auch der Zahlfaktor. Es erscheint zweckmäßig, die Konstante als reine Umrechnungsgröße zu betrachten, so dass sich T_o in Übereinstimmung mit der Erscheinung der Ausdehnung der Temperatur ergibt. Andere Zuordnungen wären auch möglich, allerdings mit dem Nachteil, dass dann in anderen Beziehungen immer eine dimensionale Konstante auftaucht.

Ob das eben verwendete Gesetz tatsächlich ein solches ist oder nicht vielmehr eine Definition, sei für unsere Überlegungen dahingestellt. Die Verwendung einer einfachen Größe mit einer umrechnenden Konstanten ist eine typische Definition, denn sie bringt keine neue rechnerische Beziehung,

sondern nur eine zusammenfassende Größe, wobei die Konstante k auch bei entsprechender Bemaßung zusammen mit dem vom Maßsystem in anderem Zusammenhang bedingten Faktor 3:2 in der genannten Beziehung mit dem Faktor 1 angesetzt werden könnte. Für die dimensionale Überlegung kann jedenfalls Temperatur ohne weiteres mit *Energie* gleichgesetzt werden. Die Art der Energie aus Translation, Kinetik oder Potential spielt dabei keine Rolle.

81.) Elmag

Beim *Elektromagnetismus* (abgekürzt Elmag) sind Dimensionen nicht ohne weiteres ersichtlich, man muss deshalb eine bekannte Brücke benützen, um dann mit Hilfe der Elmag Gesetze die Elmag Größen abzuleiten. Eine Brücke finde in den Beziehungen der Kraft F mit der Dimension $\frac{1}{2}$ zur Ladung Q und dem El-feld E, der Leistung N mit der Dimension $\frac{1}{2}$ zur Spannung U und der Stromstärke I, und der Arbeit E mit der Dimension $\frac{1}{2}$ zu den vorgenannten und der Zeit t, also

$$\begin{aligned} F_0 &= Q^{\frac{1}{2}} \cdot E^{\frac{1}{2}} \\ N_0 &= U^{\frac{1}{2}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \\ E_0 &= U^{\frac{1}{2}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot t \end{aligned}$$

Es gelte

$$\begin{aligned} \text{Spannung} \quad U &= E \cdot s \\ \text{Stromstärke} \quad I &= Q : t \\ \text{Widerstand} \quad R &= U : I \end{aligned}$$

Die weiteren El Größen lassen sich dann mit den nachfolgenden Definitionen bestimmen

$$\begin{aligned} \text{El-Kraft} \quad F &= E \cdot Q \\ \text{El-Feld} \quad E &= U : s \\ \text{El-Ladung} \quad Q &= I \cdot t \end{aligned}$$

Für die Mag Größen geht man zweckmäßigerweise entsprechend vor

$$\begin{aligned} \text{Mag-Kraft} \quad F &= M \cdot P \\ \text{Mag-Feld} \quad M &= I : s \\ \text{Mag-Ladung} \quad P &= U \cdot t \end{aligned}$$

Damit kann man die unbekannten ? nicht eindeutig bestimmen. Es lassen sich beliebig viele Dimensionierungen anbringen, hier eine Auswahl

Größe		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Spannung	U	o	—	ü	u ²	oü	ö ² ü ²
Stromstärke	I	ü	oü	o	oü ³	—	öu
El-Feld	E	—	ö	öü	öu ²	ü	oü ²
El-Ladung	Q	—	o	ou	oü ²	u	öu ²
Mag-Feld	M	öü	ü	—	ü ³	ö	ö ² u
Mag-Ladung	P	ou	u	—	u ³	o	o ² ü

System (1) ist bezüglich der Elmag Größen mit (3) symmetrisch, beide sind überschaubar, System (2) und (5) ist mit nur einer Doppeldimension das einfachste, bei (4) und (6) entspricht die Dimension der El-Kraft der Beziehung $F = m_0 u^2 \cdot b_0 u^2$, ansonsten sind diese Systeme kompliziert. Welches von allen möglichen das zutreffende System ist, hängt letztlich von der Definition wenigstens einer Ausgangsgröße ab, das ist heutzutage die Stromstärke, mit deren pragmatischer Definition aber die Dimensionierung nicht eindeutig zu bewerkstelligen ist. Das System (1) lässt sich relativ zwanglos mit dem SI-Maßsystem vereinbaren und damit mit der gerade gängigen Definition der Stromstärke, das (2) mit dem cgs-System, das aber nicht mehr allgemein Anwendung findet.

Für die weiteren Betrachtungen habe ich mich für das System (1) entschieden, weil insbesondere die *Spannung* mit ihrer Eigenschaft, zwischen zwei Messpunkten zu sitzen, also einer Länge, diesem System am nächsten kommt mit der Dimension des Wegs. Diese Eigenschaft der Spannung findet sich auch bei der Fähigkeit, den leeren Raum zu überspringen in einer hinreichend genauen linearen Abhängigkeit zur Strecke zwischen den Leitern. Die *Stromstärke* als weitere Fundamentalgröße hat die Dimension der Frequenz, die *Ladung* sowie das elektrische Feld sind Kräfte.

Abschließend ist zu bemerken, dass letztlich von der Art der Dimensionierung die Definition der Elmag-Größen abhängt.

82.) Konstante

In physikalischen Beziehungen tauchen mitunter Konstante auf, davon gibt es dimensionierte wie die Gravitationskonstante, und nicht dimensionierte wie die Boltzmann-Konstante. Letztere ist eine echte Konstante, denn außer einer zahlenmäßigen Umrechnung bewirkt sie nichts. Die Gravitationskonstante ist eine unechte Konstante, denn sie enthält außer einer konstanten Zahl auch noch eine Dimensionierung, ändert also nicht nur den Wert, sondern auch die Dimension, sie verknüpft damit zwei dimensionsfremde Größen miteinander. Man könnte sagen, sie enthalte zwei Komponenten, nämlich eine Konstante und einen Dimensionstransformator.

Eine solche Beziehung ist bekannt zwischen der Lichtgeschwindigkeit c und der *Influenzkonstanten* e_0 sowie der *Induktionskonstanten* m_0

$$c^2 = :e_0 :m_0$$

Da es bei Konstanten nur eine Sache der praktischen oder umständlichen Definition ist, wie sie in der gebräuchlichen Form aussehen, setzen wir

$$e_0 = :q^2 \quad \text{und} \quad m_0 = :p^2$$

Die Ausgangsformel sieht dann so aus

$$c^2 = q^2 \cdot p^2 \quad \text{oder einfach}$$

$$c = q \cdot p$$

Dabei ist q eine El-Größe und p eine Mag-Größe.

Das Coulomb'sche Gesetz sieht mit der Konstanten wie folgt attributiv aus

$$F_ = Q_ \cdot Q_ :r^2 o^2 \cdot q^2?$$

woraus sich leicht die Dimension für q zu o entnehmen lässt, also eine Arbeit oder Energie, wie man will. Entsprechend lässt sich das Mag-Kraftgesetz formulieren

$$F_ = P o_ \cdot P o_ :r^2 \cdot p^2?$$

und erhält für p die Dimension $\ddot{u}$. Die Ausgangsformel sieht attributiv also so aus

$$c^2 o^2 \ddot{u}^2 = p^2 o^2 \cdot q^2 \ddot{u}^2$$

oder einfach

$$c o \ddot{u} = p o \cdot q \ddot{u}$$

p hat damit die gleiche Dimension wie die Spannung und q diejenige der Stromstärke. Wenn man nicht die bekannten Begriffe von Energie und Frequenz benutzen will, kann der Zusammenhang auch wie folgt formuliert werden: Die Lichtschnelle folgt aus dem Produkt von Spannungslichteinheit und Stromstärkenlichteinheit. Dies sind sozusagen die natürlichen Einheiten dieser Größen, es lässt sich jedenfalls so definieren. Die ungefähren Werte sind im SI-System $p = 3,36E5 \text{ km } o$

und

$$q = 8,92E2 :sec \ddot{u}$$

ergibt

$$c = 2,997E8 \text{ km:sec } o \ddot{u}$$

Setzt man die Schnelle zu eins fest, und verändert den Weg, ergibt sich

$$p = 1,12E-3 o$$

für die Sekunde

$$q = 2,98E-6 \ddot{u}$$

Im System (6) der vorigen Nummer hat Q die Dimension einer Masse, E die einer Beschleunigung, q hätte die Dimension $o \ddot{u}^2$, also eine Beschleunigung, im Quadrat ergäbe es die Dimension der Gravitationskonstanten in der Normalform. Dieses System ist analog dem Gravitationsgesetz aufgebaut, was dazu verführt, das *Coulomb'sche Gesetz* als dem Gravitationsgesetz entsprechend in der Elektrodynamik anzusehen. Die weiteren Größen werden dabei aber vollkommen unhandlich.

Beim Gravitationsgesetz lässt sich wie bei den oben behandelten Konstanten eine andere Darstellung geben, wenn für die Gravitationskonstante G ihre quadrierte Wurzel gesetzt wird, also $G:2\#g$, setze noch für die resultierende Kraft das Produkt $f\#F_m.F_M$ ein, für

$$F = G \cdot m \cdot M :r^2 \quad \text{erhält man}$$

$F_m \cdot FM = g^2 \cdot m \cdot M : r^2$ oder umgeformt
 $= (g \cdot m : r) \cdot (g \cdot M : r)$ dimensionell
 $= (o^2 \ddot{u}^2 \cdot \ddot{o} u^2 : o) \cdot (o^2 \ddot{u}^2 \cdot \ddot{o} u^2 : o)$
 Man kann nun F_m und FM so wählen, dass
 $F_m = g o^2 \ddot{u}^2 \cdot m \ddot{o} u^2 : r o$ und
 $FM = g o^2 \ddot{u}^2 \cdot M \ddot{o} u^2 : r o$ ist.
 Die Gravitationskraft hat damit zwei Komponenten jeweils aus
 Drehbeschleunigung mal Masse pro Radius für jeden Körper.

Man kann das auch anders erarbeiten. Bleibe bei dem KN-System und gehe vom Gravitationsgesetz

$f = G \cdot M_1 \cdot M_2 : r^2$
 aus, setzen für $f \# F^2$, für $G \# g^{\circ 2}$ und für $M_1 \cdot M_2 \# m$, so lautet das Gesetz

$F^2 = G^2 \cdot m^2 : r^2$ oder einfach
 $F = G \cdot m : r$

In der Gleichung ist F und r variabel, G und m konstant. Setze nun $F \# 1$ fest und erhalten

$1 = G \cdot m : r$ dimensionell
 $= o^2 \ddot{u}^2 \cdot \ddot{o} u^2 : o$

Umgeformt ergibt sich

$r = G \cdot m$

Da $G o^2 \ddot{u}^2$ der Drehbeschleunigung $b^{\circ} o^2 \ddot{u}^2$ dimensionell gleicht, kann man setzen

$r = b^{\circ} \cdot m$

Das heißt, aus dem gravitationellen Abstand folgt eine Proportionalität zu einer bestimmten Drehbeschleunigung und der beteiligten Masse. Der Ausdruck hat die gleiche Dimension wie die von Poincaré erwähnte und nach Einstein benannte Formel mit attributiven Dimensionen

$E_o = m \ddot{o} u^2 \cdot c^2 o^2 \ddot{u}^2$

Hierbei ist die Lichtschnelle c allerdings eine Konstante, so dass die Masse bei veränderter Energie variieren muss.

83.) Unbestimmtheit

Es gibt zwei einfache physikalische Grundannahmen, die zu Gesetzen erhoben worden sind, weil abweichende Verhältnisse nicht beobachtet worden sind. Ob dies zutrifft, kann vorerst dahinstehen. Nehme an, es stimme, so handelt es sich bei den beiden Gesetzen um den *Energie-* und den *Impulserhaltungssatz*. Für die Energie E kann formuliert werden

$E(A) = |F(A) \cdot ds|Z; A = |FSs|Z; A = \text{const.}$

dabei steht A für die gesamten Energiezustände eines Gebietes, sagen wir des Alls. Das Integral kann ohne Nachteil mit $F \cdot s$ geschrieben werden, weil sowohl der Integralfaktor als auch die Integrationskonstante an der konsekutiven Konstanten bezüglich ihrer Eigenschaft nichts ändert, nur der Betrag, der uns hier nicht interessiert, also

$E(A) = \text{const.}$

Für den Impuls J kann entsprechend formuliert werden

$J(A) = \text{const.}$

Dimensional erhält man also

$oA = \text{const.}$ und
 $uA = \text{const.}$

Stelle eine multiplikative Verbindung zwischen $E(A)$ und $J(A)$ her, bleibt die Konstanz erhalten

$E(A) \cdot J(A) = \text{const.}$ also

$oA \cdot uA = \text{const.}$

Daraus folgt: steht $J(A)$ fest, folgt unmittelbar der Energieerhaltungssatz, und andererseits wenn $E(A)$ feststeht der Impulserhaltungssatz, andernfalls aber nicht. Daraus kann man schließen, dass die beiden Ausgangssätze Spezialfälle des kombinierten Satzes sind.

Betrachte nicht die Gesamtheit, sondern den kleinsten Teil, wähle die Heisenberg'sche *Unbestimmtheitsrelation* in den zwei nachfolgenden Ausprägungen

$$H_t \cdot H_E = h = \text{const.} \quad \text{und}$$

$$H_s \cdot H_J = h = \text{const.}$$

Dabei bedeutet H_t die Zeit-, H_E die Energie-, H_s die Orts- und H_J die Impulsdifferenz. Dimensional erhalten wir

$$u_H \cdot o_H = o_u H = \text{const.} \quad \text{und}$$

$$o_H \cdot u_H = o_u H = \text{const.},$$

also ein genau symmetrisches Ergebnis. Das deutet darauf, dass man sowohl A als auch H weglassen kann, denn nach allgemeiner Überlegung könnte man setzen $A=H:Q \cdot h$, also die Gesamtheit ist die größte Menge der kleinsten Differenz, daraus folgt

$$A \cdot Q = H \cdot h \quad \text{oder}$$

$$A : h = H : Q$$

Da h einen endlichen, wenn auch sehr kleinen Wert darstellt, muss auch Q in diesem physikalischen Sinne ein endlicher, wenn auch sehr kleiner Wert sein, also nicht genau die operative Ziffer Q .

Komme zurück auf die eingangs bemerkte Skepsis zu diesen Gesetzen, so ist die Folgerung, falls wir mit ihnen widerspruchsfrei hantieren wollen, dass wir das Produkt aus Raum und Zeit als konstant annehmen müssen, was das auch immer sei. Manchmal wird es als *Wirkung* (kurz C) bezeichnet, also $|C|Z=\text{const.}$

88.) SI-System

Zum Messen bedarf es einer Erscheinung, die möglichst konstant bei verschiedenen umgebenden Bedingungen ist wie Hitze, Schwere, Schnelle, Strahlung. Dazu gab es früher viele Maße, sie waren ganz alltäglich praktisch, heute wird zumindest im technischen Bereich das *Système Internationale d'Unité* allgemein verwendet. Im SI-System erfolgt die Umsetzung der Zeiteinheit der Sekunde als Kreisel abgeleitet, nämlich den Schwingungen eines Atoms, und paradoxerweise die Länge mit Hilfe der Lichtschnelle, nicht durch Aneinanderreihen von Körpern, also $c \cdot t = s$. Ursprünglich war mit dem Einheitsmeterstab in Paris die Länge tatsächlich als ein Aneinanderreihen von Körpern definiert, nämlich durch eine Reihe von Iridiumatomen. Nach unseren Überlegungen wäre es systemgerecht, die Länge wie damals als eine Reihe von Punkten physikalisch umzusetzen mit der Anzahl einer Reihe von geordneten Atomen wie in einem Kristall abzuleiten, die Umsetzung der Zeit aus dem SI-System könnte beibehalten werden.

Das Verständnis kann gefördert oder verschleiert werden auch durch Verwendung eines undurchsichtigen Maßsystems. Das cgs-System von Gauß war recht einfach zu handhaben, hat sich aber nicht durchgesetzt. Eine theoretische Überlegung zu dem SI-System muss auch die Frage nach der systemimmanenten Grundgröße beinhalten. Auf der Suche nach geeigneten Einheiten muss man sich zunächst für die Grundmaße entscheiden. Es ist zu suchen die Einheit o° für den Weg s mit der Dimension o und die Einheit u° für die Zeit t mit u als Dimension mit der Einheitsgröße 1 bezeichnet, alle anderen Einheiten sind daraus abzuleiten einschließlich der Elmag Werte. Als bekannte Konstanten nehme die aus dem SI-System stammenden Größen, damit erreiche eine einfache Darstellung auch der Elmag-Größen:

Konstante	Kürzel	Wert(SI)	Dimension	neue Einheit
Induktion	p	3,36E5	o	p°
Influenz	q	8,92E2	$\ddot{u}$	q°
Lichtschnelle	c	2,998E8	$o\ddot{u}$	c°

Nachdem $p \cdot q = c$ gilt, setze für die neuen Einheiten p° , q° und c° ebenfalls diese Beziehung fest $p^\circ \cdot q^\circ = c^\circ$, woraus sich dann $p^\circ \cdot p:3,36E5$, $q^\circ \cdot q:8,92$ und $c^\circ \cdot c:2,998E8$ ergibt. Es gilt dann $1p^\circ \cdot 1q^\circ = 1c^\circ$. Aus den Dimensionen lassen sich die Grundeinheiten für Weg o° und Zeit u° gleichsetzen, wenn von $c \cdot 2,998E8$ m/s ausgegangen wird, es ist damit $o^\circ \cdot m:3,36E5$, etwa Länge von Dänemark, und $u^\circ \cdot s:8,92E2$, also etwa eine tausendstel Sekunde. Es gilt

dann entsprechend $10^\circ:1u^\circ=1c^\circ=1v^\circ$ für v° als die Einheit der Schnelle. Ein Lichtstrahl mit der Schnelle $1v^\circ$ würde also $1u^\circ$ an Zeit von der deutschen Grenze bis zur Spitze Dänemarks brauchen.

v° kann die Größe $c^\circ \cdot 1v^\circ$ nicht überschreiten, heißt es, jedenfalls nicht hier auf der Erde, schaue die beiden Komponenten von v an $v=(a^\circ):(b^\circ)$, so darf also der bestimmende Faktor a nie größer als b werden. Man kann daher den Faktor a immer herauskürzen, bleibt dann noch $b/-1$. Der Dividus u° ist wie die Zeit t eine Differenz einer laufenden Zeit, also eine Zeitspanne, diese kann daher bezogen auf die Maßeinheit nie kleiner als eine tausendstel Sekunde sein, also im Verhältnis zum Längenmaß mit 336km. Damit ist nicht gesagt, dass kleinere Zeitspannen nicht rechenbar sind, sagen wir durch Interpolation, Nonius-Unterteilung und ähnliche Verfahren. Der Experimentator müsste beim SI-System entsprechend mit Atomuhr unterm Arm und Lampe zur Erzeugung von Lichtstrahlen in der Hand hantieren. Es ist daher festzustellen, dass unsere Vorstellung in der Q sozusagen altmodisch ist, wir könnten messtechnisch mit Stab und Uhr, verfeinert mit Kristallstab und Atomuhr auskommen. Die relativistische ist anders und die heute gebräuchliche Umsetzung im SI-System nochmals, das bedeutet, das SI-System übernimmt das Postulat der Konstanz der Lichtschnelle, passt aber trotzdem mit der Relativitätstheorie überhaupt nicht zusammen.

90.) Translationsbewegung

Die Lorentz-Transformation für die Koordinate x in Richtung der Translationsbewegung v° lautet für die Systeme K' und K'' mit dieser Bewegung

$$x'' = (x' - v^\circ \cdot t) : (1 - v^{\circ 2} : c^2)^{1/2}$$

Dabei ist von beiden Systemen aus gesehen v° die Schnelle der Translation, sie muss definitionsgemäß gleich sein, weil die Schnelle v bei SR absolut ist. Ersetzt man $v^\circ:c^\circ$ und $c \cdot t$ für die sogenannte Lichtzeit, lautet die Transformation

$$x'' = (x' - v \cdot l) : (1 - v^2)^{1/2}$$

Nach Setzen von $v \cdot l$ und Umformen ergibt sich

$$x' = x'' \cdot (1 - v^2)^{1/2}$$

Dabei muss der Term $1-v^2$ immer kleiner als eins sein, weil v° maximal c erreichen kann.

Das wird nun so interpretiert, dass eine Längenverkürzung eintritt, sogenannte *Lorentz-Verkürzung*. Das ist aber nur scheinbar der Fall, denn nach Voraussetzung ist die Länge absolut bei SR, das muss folglich auch bei jeder Transformation gelten, denn der räumliche Abstand s ist eine Invariante, genauso die Schnelle v . Bei konstantem v° und damit auch v kann man schreiben für $k=const.$

$$x' = x'' \cdot k$$

Das bedeutet, wenn der erste Punkt auf x'' gesucht wird, ist er um den Faktor k vermindert bei x' zu finden, für den zweiten Punkt entsprechend, so dass um jeden weiteren Punkt eine proportionale Verminderung eintritt. Damit sind die Längen weder in K' noch in K'' verändert, sondern die uns geläufige Gleichzeitigkeit ist nicht gegeben, denn t ist keine absolute Größe, sondern eine abgeleitete mit der Dimension Δt , hängt also von der Länge und der Bewegung ab. Man kann sagen, während wir von einem Punkt zum anderen in K'' gehen und mit K' vergleichen, verschiebt sich K' zu K'' mit jedem angegangenen Punkt um den Faktor k .

Man kann sich dies Ergebnis leicht klarmachen mit Verwendung der kleinsten Einheiten, welche uns die Länge geben, zum Beispiel die Zahl der Fenster eines vorbeifahrenden Waggons in K'' von fünf Fenstern ergibt eine messbare Länge von fünf, bei Verwendung der kleinsten Einheit ist eine Unterteilung nicht mehr möglich. Fährt der Waggon vorbei, hat er genau die gleiche Anzahl Fenster, wir zählen immer noch fünf, es verschwindet nicht plötzlich ein Fenster. Wir sehen allerdings die Fenster nicht auf gleicher Höhe wie ein auf dem Abstellgleis in K' stehender Waggon mit ebenfalls fünf Fenstern, sie decken sich nicht mehr. Bei KN sähe das anders aus, hier würde eine genau gleichzeitige Blitzlichtaufnahme möglich sein mit dem Ergebnis genau gegenüberliegender Fenster auf dem Foto. Bei SR gibt es aber

keine gleichzeitige Blitzlichtaufnahme, sondern nur eine bewegungs-abhängige, so dass wir ein solches Foto nicht schießen können.

Man kann den Gedankengang auch leicht mit unseren bereits verwendeten Tauben machen. Ergründe, wo das erste Fenster des fahrenden Waggon's ist: es wird eine Taube vom ersten Fenster des fahrenden Waggon's losgeschickt und nun warte, bis sie ankommt. Die Taube meldet keine Fensterübereinstimmung, denn sie brauchte ja eine Weile bis zu unserem Standpunkt. Das wird auch nicht anders, wenn sie den Waggon entlang fliegt, um das fünfte Fenster zu beobachten, für jedes Fenster braucht sie die Zeit k , also beim fünften Fenster $k \cdot 5$.

Man kann also durch unsachgemäße Begriffe erhebliche Verwirrung schaffen, zumal wenn zusätzlich noch Begriffe aus verschiedenen Systemen munter durcheinander gemischt werden.

Bei der Zeit als abgeleiteter Größe sieht das in der Tat anders aus, sie verändert sich in beiden Systemen, weil sie bewegungsabhängig ist. Im SR ergibt sich eine lineare Dilatation gegenüber dem Wert im KN. Genauso wird der Impuls im SR vergrößert. Noch krasser wird es mit der von a quadratisch abhängigen Beschleunigung und Masse, beide wachsen bei kleinen Wert kaum, bei großen dafür umso mehr. Die SR ist allerdings mathematisch nicht so aufgezogen wie hier, sondern über die Lorentztransformationen. Da diese aber nicht systemsymmetrisch sind im Gegensatz zu der obigen dimensional Darstellung, gibt es neue Schwierigkeiten. Nach dem Postulat der Relativität der Translationen der Systeme müssten sie diese Eigenschaft eigentlich haben oder anders ausgedrückt, die Forderung wird nicht symmetrisch umgesetzt.

91.) Pressation

Bevor es weitergeht, zunächst eine Vorüberlegung. Genauso wie man aus dem einfachen Wort *gravitas* das scheußlich klingende Wort *Gravitation* machen kann, lässt sich *pressus*, der Druck zu *Pressation* verunstalten, oder den nenne einfach *Press*. Den Druck untersuche nicht, er ist eine Kraft pro Fläche, der *Press* aber etwas anderes, weshalb ein unverbrauchtes Wort benötigt wird. Jeder kennt die Erfahrung, dass, wenn ein Körper herunterfällt, er irgendwann liegen bleibt. Fällt er ins Wasser, geht er manchmal unter, man sagt, wenn der Auftrieb nicht groß genug sei. In beiden Fällen wird mit dem Druck gearbeitet und erklärt die Erscheinung als Widerstand der sich berührenden Körper über die Massenwirkung der Gravitation. Dieser Druck kommt aber im Gravitationsgesetz nicht vor. Das erklärt also alleine nicht, warum die sich berührenden Körper in sich nicht zusammenfallen, also eine Art schwarzes Loch werden, denn nach Newton's Gesetz müsste die Anziehungskraft erklecklich groß sein und alles überwinden, wenn die Körper nur nahe genug zusammen kommen, und an den Rändern sind sie ja nahe beisammen. Dort berühren sich die Atome oder kommen sich zumindest sehr nahe und müssten in sich zusammen fallen, tun sie aber nicht.

Die Atomphysiker arbeiten demgegenüber bei der genannten Erscheinung mit dem thermischen Gegendruck, also die ungeordnete Bewegung. Wie das vor sich gehen soll, ist höchst kompliziert. Aber auch hier, wieso prallen die Moleküle ab und verschmelzen nicht? Das liege am Impulssatz, heißt es, also wieder ein neues Grundgesetz zitiert. Danach wäre aber eine Verschmelzung mit größerer innerer Energie nicht ausgeschlossen. Oder man nimmt die elektrischen Kräfte zu Hilfe, gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, funktioniert aber nicht bei Neutronen, außerdem ist das Coulomb'sche Gesetz dem Gravitationsgesetz mathematisch vollkommen gleich, es müsste also auch Kollapse geben. Man könnte die Diskussion endlos führen.

Wir wollen uns deshalb eine andere Erklärung suchen und gehen wie beim freien Fall einfach von der täglichen gewöhnlich wahrnehmbaren Erscheinung aus, verallgemeinern sie und versuchen sie arithmetisch zu fassen, und dann lassen sich vielleicht andere speziellere Phänomene unterordnen.

Zu beobachten ist, wenn kleinere Körper auf größere fallen,

- a) die Körper werden dabei zunächst mehr oder weniger deformiert und bilden sich dann zurück unter Rückschlag des kleineren Körpers (elastischer

Stoß), z.B. ein Flummi auf eine Betonwand
 b) oder die Deformation ist bleibend und der kleinere wird nicht zurückgeschlagen (unelastischer Stoß), z.B. Kometen auf Planeten
 Diese Beobachtung gilt im uns unmittelbar zugänglichen *Mesobereich*. Gelingt es nun, den elastischen Stoß a) mit dem unelastischen b) oder umgekehrt zu erklären, hätte man nur noch zwei konträre Erscheinungen, nämlich die den Zug verursachende Schwere und Wich verursachenden Press.
 Es liegt nahe, die Reduktion von unelastisch auf elastisch zu versuchen. Denkt man sich einen größeren Körper bestehend aus einer Menge an winzigen Stahlkugeln, die einen nahezu elastischen Stoß ergeben, kann man sich die Erklärung von b) durch a) vorstellen, nämlich ein gravitationell zusammengehaltener Verband wird durch den Fall eines kleinen Körpers partiell disintegriert dergestalt, dass die getroffene Region des größeren Körpers den Fallimpuls an die jeweils benachbarten Regionen weitergibt und sich durch die Vielzahl der getroffenen Einzelkörper sich eine irgendwie gear-tete Schwingung einstellt, welche den ursprünglichen Impuls fortsetzt. Dabei unterstelle den Satz von der Erhaltung des Impulses und weiter den Satz von der Vergrößerung der Entropie.
 Diese Reduktion erlaubt eine Deutung des unelastischen Stoßes als eine Vielzahl elastischer Stöße. Der getroffene Körper beim unelastischen Stoß muss zunächst aus einer genügenden Menge kleinster Teilkörper bestehen, die durch den beschriebenen Zug wegen ihrer Nähe zusammen gehalten werden und einen Stoß an eine Vielzahl von Nachbarn weitergeben. Dabei verteilt und verbreitert sich der Stoß und führt zu Wechselwirkungen, die in Rückkoppelungen münden.

Nun erkläre nur noch eine Erscheinung, nämlich das Zusammentreffen zweier kleinster Körper, bei denen wir die Tatsache des Stoßes vorfinden. Denke zwei kleinste Körper, von diesen wissend, dass sie gravitieren. Ganz gleich, was für eine Funktion zu Grunde liegt, die Körper müssten zu einem einzigen verschmelzen ohne Zwischenraum. Aus der Atomphysik ist aber bekannt, dass die Elementarteilchen nicht ineinander sitzen, bemerke deshalb vereinfachend eine der Gravitation entgegengesetzt wirkende allgemeine Kraft, den Press, die der Gravitation entgegenwirkt. Diese muss die Eigenschaft wie die Schwere haben, einen Körper nicht kraftschlüssig, wie die Techniker sagen, anzuziehen, also einen Zug auszuüben, sondern genau das Gegenteil, nämlich ebenfalls nicht kraftschlüssig die Annäherung zu verhindern, also einen *Wich* hervorzubringen. Außerdem ist dieser Kraft eigen eine große Stärke in der Nähe, eine ebensolche Schwäche in der Ferne. Beim Zusammenwirken von Schwere und Press kann sich daher in der Nähe der Körper ein Gleichgewicht einstellen. Schließlich hat der Press noch die Eigenschaft bei größerer Hitze zu wachsen und damit das Gleichgewicht zu größerer Distanz zu verschieben.

Das Gesetz der Schwere haben wir mit dem Gravitationsgesetz als quadratisch mit der Entfernung kennen gelernt, eine andere Form unter Vermeidung des Polkollapses hat sich mit einer Exponentialfunktion der Form

$F_g = K \cdot M : A_g \cdot (B_g \cdot r + C_g)$
 ergeben (Bild 91). Genauso aber negativ definiere den Press F_p arithmetisch
 $F_p = -K \cdot M : A_p \cdot (B_p \cdot r + C_p)$

Das Zusammenwirken beider Kräfte ergibt additiv den Gesamtzustand F°

$F^\circ = K \cdot M \cdot [:A_g \cdot (B_g \cdot r + C_g) - :A_p \cdot (B_p \cdot r + C_p)]$

Die Ähnlichkeit mit dem Planck'schen Strahlungsgesetz ist erkennbar. Bei dieser Darstellung ist es möglich, mit einer bestimmten größeren Kraft die beiden Körper über die Berührung hinaus zusammenzudrücken. Sollte das nicht der Wirklichkeit entsprechen, müsste wieder wie gewohnt ein Ansatz mit invers parabolischer Form gesucht werden (F_n), bei welcher der Press immer am Punkt Q die Größe $:Q$ von größerer Ordnung als die Schwere hat.

92.) Lichtschnelle

Um es vorweg kurz zu sagen, die Lichtschnelle soll im Vakuum überall gleich schnell sein. Also ein fester Wert, 300T km/sec so etwa, egal wo und wie, also auf der Wega ebenso wie auf der schnellsten Rakete, und ganz gleich

woher das Licht kommt, zum Fenster herein genauso wie aus der Kammer. Welche Schnelle ist denn gemeint? Schaut man sich die Messapparate an, so ist es bei der Zahnradmethode die Signalbewegung, also die Kopfschnelle, genauso bei der Leuchtdiodenmethode, beim Interferometer ist es die Phasengeschwindigkeit, sie scheinen gleich zu laufen. Das Licht bohrt sich offenbar, wenn dem so ist, nicht wie ein Korkenzieher beim Drehen vorwärts, sondern wie man ihn herauszieht, die Welle steht im laufenden System sozusagen still, nur wir in Ruhe sehen eine Welle. Wer mit gleichlaufender Lichtschnelle mitflöge, ritte auf dem Tal oder dem Berg der Welle, von dem Strahl als Lichtwelle sähe er nichts.

Im Verhältnis zu sonst bekannten physikalischen Bewegungen ist die des Lichtes recht schnell, zu bekannten Körpern ungefähr Faktor tausend. Dazwischen sind größere Körper mit derartiger Schnelle nicht bekannt. Kleinste Teilchen aus dem Zoo der Elementarteilchen sollen da herankommen, aber schon bei schwereren Elementarteilchen scheint es unüberwindliche Grenzen zu geben, stelle das als Faktum nur grob fest, ohne in Einzelheiten einzusteigen.

Gemessen wird auf der Erde, das geht ziemlich genau. Dabei ist kein Unterschied festzustellen, wie man den Apparat auch hinstellt. Die Messstrecken sind verhältnismäßig klein, also ein paar Meter auf der Erdoberfläche. Oder man greift zur astronomischen Messung, wie Olaf Römer es mit den Jupitermonden machte und erreicht größere Strecken mit anderer gravitationeller Umgebung, das ist nicht ganz so genau, die Atmosphäre des Jupiter, die Entfernung zu ihm, die elliptische Bahn der Monde und derlei begrenzen die Genauigkeit. Dabei kann man die Messanlage nicht beliebig hinstellen, sie ist eben so, wie die Himmelskörper umlaufen. Experimentell gesehen kann man also zunächst sagen, dass auf der Erde die Lichtschnelle genau gleich ist, und ansonsten in ihrer Umgebung zumindest ziemlich ähnlich sein muss.

Wie es weit draußen aussieht, kann dort niemand messen, man ist auf Vergleiche mit der näheren Umgebung angewiesen. Als Vergleiche stehen zur Verfügung die als Farbe wahrgenommene Wellenlänge, die als Helligkeit empfundene Stärke und eine unserem Auge nur schwer zugängliche Erscheinung, die Polarisierung. Uns selbst trauen die Physiker am wenigsten, also muss man diese Erscheinungen irgendwie mit Maß und Zahl verifizieren. Geeignete Mittel sind hierzu auch von anderen Wellen bekannte Eigenschaften wie Interferenz, mit der sich die Wellenlänge berechnen lässt, die Größe der belichteten Punkte einer Fotoplatte, mit der sich die Intensität bestimmen lässt, und die Brechung beim Durchgang an bestimmten Kristallen, mit der sich die Polarisierung erkennen lässt. Derlei klingt alles sehr einleuchtend, obwohl man anders als bei Wasserwellen mit der Trennfläche oder bei Luftwellen mit Hilfe von angeregten Partikeln, siehe Chladni'sche Klangfiguren, nichts direkt sehen kann.

Die Polarisierung ist bei Oberflächenwellen auch bekannt, jene sind transversal, also ist zu vermuten, dass es die Lichtwellen auch seien. Das lässt sich mathematisch natürlich alles schön darstellen, denn dafür wird die Mathematik ja gerade eingesetzt. Andere Wellen pflanzen sich in einem Medium fort, bei den Lichtwellen hatte man solch ein Äther genanntes Medium auch gesucht, aber bislang keines gefunden, das vollkommen widerspruchsfrei war. Schließlich hatte Einstein eine denkbare Interpretation des Versuches von Michelson und Morley zum Dogma erklärt, nämlich die Konstanz der Lichtschnelle im Vakuum, und damit war der Äther zumindest überflüssig. Wenn es ihn vielleicht doch geben sollte, müsste er eine ungewohnte Eigenschaft besitzen, er müsste an jedem gemessenen Ort jederzeit gleich sein. Solch eine Eigenschaft könne ein Stoff nur haben, der nicht bekannt sei, sagt man. Also breite sich das Licht danach im Nichts durch Nichts aus. Bleibt nur die sinnfällige Erklärung übrig, es sei selbst etwas, was durch den leeren Raum fliege. Solch Etwas hat man auch bald in korpuskularen Erscheinungen im Zusammenhang mit dem Licht gefunden, um dem Kind einen Namen zu geben nannte man es Photonen, also eine Art Böppelchen, die sich ansonsten wie Wellen verhalten. Auch auf kleine Wellenzüge ist man schon gekommen, so eine geschossartige Kurzwelle ist man verfallen. Damit ist man zunächst einmal an der vollkommenen Unanschaulichkeit angelangt, eine Theorie, die

bekannte Begriffe benützt, aber nicht mit dem Bekannten übereinstimmt.

Das bisher Bekannte ist die Wellentheorie von Heuychens, sie wird mathematisch beschrieben mit Teilsummen, wie wir es nennen, weil diese periodische Eigenschaften haben. Die mathematische Seite ist bereits untersucht, man kommt über Differentialgleichungen zu einer die Phänomene im Groben zutreffenden Beschreibung. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Welle selbst nur ein energetischer Zustand eines ununterscheidbaren vollkommen gleichen Stoffes ist, also eine Art Schleim in landläufiger Vorstellung. Je nach Konsistenz, beispielsweise Festigkeit, dieses Schleims lassen sich die Eigenschaften der Welle wie die erreichbare Schnelle ableiten. Charakteristisch an diesem Schleim ist, dass er an jeder noch so kleinen Stelle gleichmäßig vorhanden sein muss.

Genau das gibt es in der Natur aber nicht. Alles, was man als Stoff bezeichnet, wie einen Kübel mit Wasser, einen eisernen Amboss, die Luft im Zimmer, soll aus Molekülen und diese aus Atomen und vielleicht noch kleineren Teilchen bestehen mit klar unterscheidbaren Kernen und manchmal genau bemessenen Abständen voneinander, manchmal auch nur statistisch gemittelt, aber jedenfalls nicht im Mikrobereich chaotisch und schon gar nicht homogen. Bei einem Gas wie der Luft gibt es je nach Temperatur und Druck, ohne uns Gedanken über diese Umstände jetzt zu machen, zwischen den Teilchen eine mittlere Weglänge, also zusätzlich Zwischenräume heißt es, und die Schallwelle besteht lediglich in der Fortpflanzung einer Störung der mittleren Weglängen, die also eine geordnete Fortbewegung dynamischer Energie bedeutet, denn die Teilchen kehren wieder in die Ausgangslage zurück. Bei der Q gibt es auch keinen Schleim, sondern nur Punkte und physikalisch Körper. So betrachtet erscheint die Differential-methode nur eine statistische Approximation zu sein, wenn man es genau wissen will, muss man statt dessen analytisch vorgehen und die kleinsten Einheiten summieren.

Wir denken uns einfach in einem Gebiet eine Menge von Körpern mit dem ungefähr gleichen Abstand, weil sie sich einerseits mit einem Press abstoßen, andererseits mit einer Schwere anziehen, beide Kräfte seien im Ausgangszustand gleich. Mit zunehmender Nähe werde der Press unverhältnismäßig größer als der Zug, so dass, wenn sich ein Körper einem anderen zwangsweise nähern würde, der Press die Schwere überträfe und die Körper einen Wich erfahren würde. Umgekehrt würde ein Zug entstehen, wenn die Körper aus dem Gleichgewicht entfernt werden.

Wir betrachten nun vereinfachend Körper in einer Linie, also eindimensional, und überlegen, was passiert, wenn ein Körper m_1 sagen wir ganz unbestimmt auf Grund einer Störung, sozusagen irgend einer weiteren nicht bekannten Kraft, ruckartig in die Nähe des nächsten Körpers m_2 gebracht wird. Nach herkömmlicher Anschauung gilt das Gesetz *actio constat actio*, also Impuls und Energie der Störung würden in Richtung der Bewegung auf den nächsten Körper mittels des Press übertragen und von diesem Körper ebenso weitergegeben. Bei strikter Anwendung des Gesetzes würden die aufgereihten Körper wie ein Stab vorwärts geschoben. Wir kennen aber die Erscheinung einer Druckwelle, welche, wie es heißt, wegen der *Kompressibilität* (auch so ein schönes Monsterwort) des Mediums auftritt. Niemand kann jedoch sagen was dieses ausdrückt, und genau deshalb wurde es eingeführt, weil immer, wenn kein genauer Sachverhalt feststellbar ist, einfach ein neuer Begriff eingeführt wird. Realiter werden die Kugeln also nicht wie ein Stab geschoben, sondern der Schub pflanzt sich mit einer bestimmten vom Medium abhängigen Schnelle fort. Wenn Scherkräfte möglich sind, kann mit der Aufspaltung der Energie in kinetische und potenzielle in Abwechslung nach dem Hamilton'schen Prinzip die Erscheinung der Schwingung erklärt werden, genauso kann mit dem Impuls verfahren werden, er ist als Vektor aufteilbar in verschiedene Richtungskomponenten. Auch bei den Elmag Größen verfährt man so seit Maxwell in harmonischer Abwechslung von El- mit Mag-Größe.

Nehme nun an, das Gesetz laute *actio constat actio cum dilatationem*, es fände sich also eine zeitliche Lücke zwischen *actio primo* und *actio secundo*. Dann zeigte sich *actio secundo* erst nach einer Zeitspanne, die beiden Körper wären kurzfristig näher als im gravitationellen und

pressativen Gleichgewicht. Mit dieser Annahme lassen sich alle Schwingungen erklären ohne Einführung neuer unklarer Begriffe.

93.) Tensorgleichung

In der Allgemeinen Relativitätstheorie wird die Bewegung des materiellen Punktes unter der alleinigen Einwirkung der Trägheit und Gravitation durch eine tensorielle Gleichung beschrieben. Nimmt man die Einstein'sche Vereinbarung der Summenschreibung hinzu, lässt sich wie zu lesen schreiben

$$x_m D^2 s = -g_{ab;m} x_a D s x_b D s \quad [92A]$$

woraus nicht sehr viel zu ersehen ist. Der linke Term gibt den Ort des Massepunktes in den besonderen Koordinaten x_m an, dabei stimmen x_1 bis x_3 mit den Längen eines herkömmlichen Koordinatensystems überein, die Länge x_4 aber nicht. In ausführlicher linearer Schreibweise erhält man

$$\{x_m D^2 s = [g_{ab;m} (x_a D s x_b D s)] Z_{a\#1/4; b\#1/4} Z_{m\#1/4} [92B]$$

Das sind also vier additiv verbundene gleichlautende Gleichungen für $m\#1/4$, der rechte Term besteht wiederum aus vier Termen für $a\#1/4$ sowie vier Termen für $b\#1/4$, also insgesamt sechzehn Termen. x_1 steht für die x -, x_2 die y -, x_3 für die z -Achse und x_4 für $l\#ic.t$, die sogenannte Weltzeit, im herkömmlichen Sinne keine Zeit, sondern eine reelle Länge. s ist demnach der Abstand dieser vier Koordinaten und nicht nur der Raumkoordinaten mit

$$s = (x^2 + y^2 + z^2 + l^2)^{1/2} \quad [92C]$$

Setzt man hierin die Weltzeit l mit herkömmlichen Bezeichnungen ein, lautet die Gleichung einfach verständlich

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 \quad [92D]$$

Wenn $s\#Q$, also Orthogonalität herrscht, ergibt sich

$$c^2 t^2 = x^2 + y^2 + z^2 \quad [92E]$$

Setze $c.t\#H$ als zeitlichen Abstand, erhalte ganz einfach den räumlichen Abstand für eine Kugelsphäre vom Mittelpunkt

$$H^2 = x^2 + y^2 + z^2 \quad [92F]$$

Die Gleichung [92C] hat nur die Bedeutung einer Umformung von [92E], was nicht zum Verständnis beiträgt, weil mit der Weltzeit sowohl sprachlich als auch sachlich eine Verwechslung mit bekannten Begriffen und Schwierigkeiten mit der inversen Größe l auftritt. Die Gleichung [92D] gibt die Ausbreitung einer kugelförmigen Welle mit Lichtschnelle wieder. Wenn $s\#Q$ ist, gilt für den Abstand nicht mehr H , sondern $(H^2 - l^2)^{1/2}$, ein sich der räumlichen Vorstellung entziehendes Gebilde.

Der Term $x_m D^2 s$ kann auf die aus der Tensorrechnung bekannten g_{mn} zurückgeführt werden, es gilt

$$d^2 s = g_{mn} \cdot dx^m \cdot dx^n \quad [92G]$$

Umgeformt unter Verwendung des kontravarianten Systems g ; ergibt dies

$$g_{mn} = dx^m \cdot dx^n : d^2 s \quad \text{für } m\#n \quad [92H]$$

$$g_{m\#} = x_m D^2 s \quad [92I]$$

Die Größen $g_{m\#}$ sind nicht gewöhnlich multiplikativ miteinander verbunden, sondern als skalares Produkt $\cdot$ aus der Vektorrechnung, der ganze Term ist ein Tensor, was bedeuten soll, dass der bezeichnende Bewegungsvektor des betrachteten Massepunktes unabhängig vom Koordinatensystem sein soll, sprich unabhängig vom betrachtenden Standpunkt des Beobachters aus immer gleich ist. Der Tensor bildet Vektoren zu Skalaren ab über das dyadische Produkt, was eine skalare Multiplikation ist. Das skalare Produkt ist definiert mit $A \cdot B = A \cdot B \cdot \cos(A, B)$, dabei ist der Cosinus selbst wiederum orthogonal definiert. In jedem Raum-Zeitpunkt $g_{m\#}$ wird also sehr wohl mit Orthogonalität gearbeitet, das sind die sogenannten begrenzten Galilei'schen Gebiete. Die Terme ergeben daher, soweit der Cosinus vielfache von p ist Werte wie folgt

	x	y	z	t
x	1	0	0	0
y	0	1	0	0
z	0	0	1	0
t	0	0	0	-1

und für l ergäbe sich +1 anstelle von $-t$, $t = -1$, die inverse Form von t mit l gibt also volle Symmetrie. (Einstein benützt für die räumlichen Koordinaten negative, für die zeitliche einen positiven Wert, was die Einsicht

nicht verbessert.)

Sind die $G_{\mu\nu}$, lautet die Bewegungsgleichung einfach

$$x^{\mu} D^2 s = 0 \quad [92J]$$

das heißt, das Verhältnis von Raum-Zeitkoordinate zum Punktabstand des bewegten Körpers bleibt gleich mit gleichförmiger linearer Bewegung, also das Galilei'sche Bewegungsgesetz.

Den Komponenten der Gleichung [92A] werden nun folgende Bedeutungen gegeben:

$$\begin{aligned} x^{\mu} D^2 s &: \text{Ausdruck der Trägheit} \\ G_{\mu\nu} &: \text{Ausdruck der Feldstärke} \\ x^{\mu} D s \cdot x^{\nu} D s &: \text{Ausdruck der Gravitation} \end{aligned}$$

Damit wird also die Trägheit mit der entgegengesetzten durch die Feldstärke bestimmten Gravitation gleichgesetzt wie beim Q-System. Da s der Raum-Zeitabstand ist, stimmen die Begriffe mit dem KN-System aber nicht überein, die Koordinate x^4 ist ja auch keine Zeit, sondern eine Länge. Gleichung [92A] ist in dieser Form ohne Kenntnis der G unbestimmt, weitere Annahmen sind zur Bestimmung notwendig. In dem Ausdruck ist die Entsprechung von träger zu schwerer Masse erkenntlich, wie bereits früher behandelt, der linke Term gibt eine Beschleunigung für jede Koordinate, der rechte das gleiche und zusätzlich die Bewegungen bezüglich der anderen Koordinaten wieder.

Nun wird das Feldgesetz der Gravitation gesucht, dazu wird ein zunächst unbekannter *Energietensor* der Materie $T_{\mu\nu}$ eingeführt und einem auch unbekannten Differentialtensor aus dem Tensor $g_{\mu\nu}$ des Gravitationspotentials proportional gegenübergestellt, also

$$D^2 g_{\mu\nu} = T_{\mu\nu}$$

Mit weiteren willkürlichen Bedingungen soll sich für das Feldgesetz der Gravitation ergeben:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = -k T_{\mu\nu} \quad [92K]$$

Dabei gilt

$$R = g^{\mu\nu} R_{\mu\nu} \quad [92L]$$

$R_{\mu\nu}$ ist der verjüngte Riemann'sche Krümmungstensor

$$\begin{aligned} R_{\mu\nu} = & - x^{\alpha} D_{\mu} \Gamma_{\alpha\nu}^{\beta} + \Gamma_{\mu\nu}^{\alpha} D_{\alpha} x^{\beta} + x^{\alpha} D_{\nu} \Gamma_{\alpha\mu}^{\beta} \\ & - \Gamma_{\mu\nu}^{\alpha} D_{\alpha} x^{\beta} \end{aligned} \quad [92M]$$

Für k ergibt sich der Zusammenhang mit der Gravitationskonstanten G wenn

$$g_{\mu\nu} g^{\mu\nu} = d^{\mu\nu} g_{\mu\nu} = 4 \quad [92N] \quad (d^{\mu\nu} = \text{Kroneckersymbol})$$

gesetzt wird, also die Koordinaten orthogonal zueinander stehen

$$k = G \cdot 4^2 \pi : c^2 = 1,86E-27 \quad [92O]$$

mit der Dimension $0^2 \ddot{u}^2$, also einer konstanten Kreisbeschleunigung. Sind die Koordinaten nicht orthogonal, variiert diese Kreisbeschleunigung. Setzt man [92N] und [92L] in [92K] ein, erhält man

$$R_{\mu\nu} = k T_{\mu\nu} \quad [92P]$$

dann ist also Krümmungstensor und Gravitationspotential proportional, denn der Gravitationstensor hat sich herausgekürzt. Im Mesobereich also keine Besonderheit, im Makrobereich wird der genannte Tensor erheblich.

Denke an die Tatsache der Rotverschiebung des Lichtes, stelle so eine Parallele fest: im Nahbereich ist sie nicht feststellbar, erst mit größeren Entfernungen macht sie sich bemerkbar, also ist die Vorstellung der durch gravitationelle Reibung entstandene Rotverschiebung mit den Ergebnissen der Relativitätstheorie durchaus zu vereinbaren. Man braucht jetzt nur noch die vollkommen unanschauliche Weltzeit wieder zurück zu führen auf den reellen Kreis im Vergleichsraum, die absolute Lichtschnelle zu relativieren durch die Zähle des gravitationellen Mediums und unter Meidung abgeleiteter physikalischer Größen auf einfach dimensionierte zurückzugreifen, dann kann diese Theorie mit unseren Überlegungen leicht weiter verarbeitet werden. Kompliziert wie oben gezeigt geht es auch, der Erkenntnisgewinn ist jedoch gering.

95.) All

Zunächst die allbekannten Phänomene zur Rekapitulation:

a) das *Olber'sche Paradoxon*. Obwohl der Himmel voller Sterne

ist, scheinen in der Nacht nur wenige Sterne. Warum ist dies überhaupt paradox, doch nur, wenn ungeminderte Leuchtkraft und Kontinuum des Sternenlichts anzunehmen ist. Die Relativisten sagen, das liege an der Flucht des Alls, nicht einleuchtend, auch wenn die Fluchtschnelle die Lichtschnelle erreicht hat, weil bei uns die Lichtschnelle ja ungebrochen erhalten sein soll. Und außerdem sehen wir bereits Sterne in weiterer Ferne nicht mehr, wo nur noch der Schein von Galaxien erkennbar ist, dort müssten auch Sterne strahlen, wenn das Universum einigermaßen homogen ist. Die Quanteler könnten sagen, die Mindestenergie des Photons sei nicht mehr erreicht, um eine Reaktion hervorzurufen, da die Strahlungsenergie mit dem Quadrat der Entfernung wegen der Flächenwirkung abnimmt, wo bleibt es aber dann? Angeblich soll Energie nicht verschwinden, genauso wenig wie sie aus dem Nichts entsteht. Die Pragmatiker sagen, der Dunst im All bewirke die Dimmung, der Dunst übernehme die Energie, was zu einem unendlich heißen Dunst führen müsste, in Kombination mit dem Urknall würde die Hitze nicht gar so groß. Aber wie sollte das aussehen, die Hitze könnte nur in Rotation bestehen, weil das Licht von allen Seiten einwirkt.

Eine ähnliche Erscheinung muss bei den Neutrinos, falls es sie gibt, anzunehmen sein, sie gehen angeblich ungehindert selbst durch Materie, wir müssten also geradezu flächendeckend durchsiebt von ihnen sein, wenn alle Neutrinos von allen Sternen ungebremst bei uns ankommen. Scheinen sie aber nicht, die Suche nach ihnen ist eher mühsam als erfolgreich.

b) das *Wasserstoffphänomen*. Das All soll mehr oder weniger mit dünn verteiltem Wasserstoff und dergleichen voll sein. Wenn die Urknalltheorie stimmt, müsste es kugelförmige Explosionswellen geben mit sehr verschiedener Zusammensetzung je nach Träger Masse des Stoffes, ist aber nirgends feststellbar. Auch müsste die Fluchtschnelle außer vom Zentrum verschieden sein, die gegenteiligen Ansichten mit Hilfe des Fluchtvektors leiden an Prämissenfehlern. Die Relativisten sagen, das All sei nicht euklidisch kugelförmig erfassbar, gleichzeitig erfassen sie aber diese Erscheinung mit genau dieser mathematischen Methode, oder banal ausgedrückt, wer einen Kreisbogen mit einem Lineal messen will, bekommt Schwierigkeiten, mit einem geteilten deckungsgleichen Kreissegment dagegen bekommt er als Ergebnis einen linearisierten Wert, die Kreisform ist daran aber nicht zu erkennen. Eine relativistische Messung gibt es jedoch bislang gar nicht, die Relativisten messen den Kreis eben auch nur mit dem Lineal.

c) die *Beschränktheit*. Alle physikalischen Größen wie Schnelle eines Körpers oder Masse, selbst Entfernungen von Körpern haben irgend eine Höchstgrenze, nichts geht ins Unendliche. Man kann sogar soweit das Auge reicht gewisse Bandbreiten für einzelne Größen erkennen. Bei der Entfernung müsste man korrekterweise von Infos sprechen, denn bereits kosmisch winzige Entfernungen können wir nur über das Licht

erschließen, und das scheint nicht unendlich lange, was genauer nicht zum Ende des Universums, sondern Ende des Lichtweges führt. Schneller als Licht geht nichts, ziemlich schnell, aber beileibe nicht unendlich. Es sind wohl sehr große Galaxien bekannt, aber den halben Himmel nimmt keine ein, wenn man annimmt, hinter der Milchstraße gehe es wie vorne zu und sich dort kein unendliches Monstrum verbirgt. Es scheint überall eine Art Grenzgröße zu geben.

d) das *Wellenphänomen*. Überall scheint Licht kreuz und quer, und noch viel anderes, Wärme-, Röntgen- und Hintergrundstrahlung, irgend ein diffuses Rauschen. Alle strahlenden Körper sollen an Masse verlieren, was bei Atomspaltungen zu beobachten ist, wenn auch wenig, so doch stetig. Wo bleibt das alles? Wenn es irgend wo ankommt, dort, also auf einem Körper, der wird sozusagen aufgeheizt, und der sonst im Nichts verschwindende Rest? Mit dem unmöglichen Aufheizen kommt man nicht weiter, oder wir geben den Satz vom Erhalt der Energie auf.

Mache also zunächst zweckmäßigerweise eine nicht weiter fundierte Annahme, diese und andere Grundphänomene unter einen Hut bringend. Bezeichne die Masse mit der Dimension öu^2 als den Dividus der Beschleunigung oü^2 , anders ausgedrückt als die Antibeschleunigung, oder umgekehrt die Beschleunigung ist die Antimasse. Sendet ein Atom ein Photon aus, verliert es an Masse, das Photon dagegen muss auf die Lichtschnelle beschleunigt werden. Wir haben also eine Zustandsgleichung

$$-\text{öu}^2 + \text{oü}^2 = \text{const.}$$

Die Viskosität des überall bestehenden Gravitationsfeldes zu Grunde legend, muss das Photon beim Durchqueren an Energie verlieren. Es ist die Beschleunigung zusammengesetzt aus der Schnelle oü mal der Frequenz ü . Verliert das Photon Energie o , muss gleichzeitig die Frequenz ü sinken, damit das Postulat von der Konstanz der Lichtschnelle eingehalten wird, also $\text{oü} = \text{const.}$, das Photon erleidet also eine Rotverschiebung. Nach obiger Zustandsgleichung ist aber die Summe beider Zustände konstant, es muss also bei Verminderung der Beschleunigungskomponente die Massenkomponekte wieder wachsen, wenn nicht beim Photon selbst, so doch durch *Massensynthese*. Damit erhält man eine kontinuierliche und gleichmäßige Massenentstehung im All mit zunächst einer der geringsten Masseneinheiten des Wasserstoffs. Ob dies unmittelbar oder über Zwischenstufen erfolgt, ist weiter nicht bestimmbar mangels geeigneter Befunde.

Möglicherweise vollzieht sich die Massensynthese an Knoten der Photonen unter besonderen Konstellationen, so dass eine Synthese nur statistisch ermittelbar ist. Aus der Annahme folgt aber sofort eine Verdichtung der Synthese in stark bestrahlten Gebieten, während in Leerräumen von Strahlung die Synthese schwächer ausfallen muss. Es erklärt sich damit die Hubble'sche Rotverschiebung nicht als Ausdehnung des Alls, sondern als Reibungsverlust der Strahlung. Das Olber'sche

Phänomen findet eine einfache Erklärung, die Photonen verschwinden einfach durch Massensynthese, das Wasserstoffphänomen ist begreiflich und auch dessen nach der Urknalltheorie nicht einleuchtende Verteilung.

96.) Galaxien

Was am Himmel scheint, ist alles andere als eintönig, nicht nur, dass mit dem unbewaffneten Auge helle zu dunklen, blaue zu roten Sternen erkennbar sind, mit geeigneten Hilfen wie dem Hubble-Teleskop lassen sich die mannigfaltigsten Flecken am Himmel ausmachen, von denen die Rede sein wird. Nachdem seit Kant anzunehmen ist, dass die nebulösen Flecken Sternsysteme sind, schauen wir uns erst einmal diese an.

Die Massensynthese ist wegen der verschiedenen Strahlungsdichte nicht gleichmäßig, es bilden sich Haufen, die wiederum gravitieren (Bild 96A). Dies wiederum führt zu Strömen im All, welche die Materie in kreisende Bewegung bringen und durch Rotation Scheiben bilden (Bild 96B). Das ist nur bemerkbar, wenn sie Strahlung zu uns senden, in erster Linie Licht. Zu sehen sind allerdings verschiedene Gebilde am Sternenhimmel, Sterne, Sternhaufen, Galaxien aller Art, Wolken und wir fragen uns, ob diese aus der Bewegung entstandenen Gebilde wenigstens grob eine zusammenhängende Historie aufweisen, sozusagen das eine Gebilde aus dem anderen entsteht.

Zuerst greife die Erkenntnisse der Astronomie auf, dass Sterne im Allgemeinen größeren Gebilden anhängen, also nur Teile von Systemen wiederum sind. Das lässt sich mit den bekannten Methoden mit hinreichender Sicherheit dem Grunde nach feststellen, davon geht heute jeder aus. Betrachte also zunächst nicht einzelne Sterne, sondern ein ganzes System als das sind Haufen und Galaxien.

Unter Haufen versteht man wenige Sterne in astronomischer Größenordnung, also sagen wir einige Millionen, bei mehr bis zu Milliarden von Sternen von Galaxien, besonders wenn sie kreisförmig sind. Betrachte vorerst nur unabhängige galaktische Systeme, so dass die kleineren Sternhaufen als wahrscheinlich zu übergeordneten Systemen gehörig außer Betracht bleiben.

Bei den Galaxien gibt es verschiedene Typen, die man phänomenologisch aufreihen kann in eine Zwillie, am Griff geht es mit Kugelgalaxien los und endet an den Ästen mit ausgefransten Systemen, wie es Hubble vorgeschlagen hat, oder nach einem Muster, das einfache und doppelte Systeme sequentiell darstellt. Der eine Ast sind einfache gleichmäßige Systeme (Bild 96EI), der andere Doppelbalkensysteme Bild (96EII). Sucht man lange genug, kommen alle Zwischenformen in einer Reihe vor, es ergibt sich bei passender Zusammenstellung eine nahtlose Folge. Die Versuchung ist groß, dahinter eine historische Entwicklung zu sehen, aber wo soll man an den Ästen anfangen?

Schaut man sich auf der Erde heute mit Hilfe schönster

Satellitenbilder die Wirbelstürme an, kann leicht eine Entwicklung ausgemacht werden, von harmlosen Wolken zu rotierenden Systemen bis zu zerfetzenden Ausläufern geht die Abfolge je nach Erdkugelhälfte nach der einen oder anderen Richtung. Die Galaxien sehen im Mittelfeld bis auf das Auge, die kugelige Wölbung und die Ausbreitung der Spiralen den Wirbelstürmen sehr ähnlich (Bild 96C,D), nehme deshalb an, es seien solche. Dann stehen die Kugelgalaxien am Anfang und die platten oder gestreckten am Ende bei gleicher Entwicklungsart. Für die kugeligen Systeme gilt daher, dass sie jung sind in der Kontraktionsphase und erst beginnen, ein Drehmoment zu entwickeln. Sobald dies eintritt, platten sie ab, mit zunehmendem Alter zerfetzen sie mit herausgeschleuderten Stücken.

Die gleichmäßigen Galaxien sind kaum strukturiert, bleibt die Frage, wie es zu den Ästen der Galaxien kommt. Aus der Vielzahl von Bildern mit Begegnungen von Galaxien untereinander kann man schließen, dass diese sich ständig gegenseitig auffressen (Bild 96F), also ein *kosmischer Kannibalismus*. Nun sind Doppelsysteme keine Seltenheit, auch Mehrfachsysteme kommen vor, aber wenn bei letzteren die Partner unwahrscheinlich gleich groß sind, wird die größere sich die kleinere ohne allzu große Deformation einverleiben, die Andromeda wird ihre Begleiterin ohne weiteres schlucken. Bei gleich großen Systemen gibt es kein Schlucken, sondern sie nähern sich kreisend in immer enger werdenden Spiralen (Bild 96F,G). Nun kreisen die inneren Teile schneller als die äußeren, ein scheinbares Abschleudern ist die Folge. Tatsächlich werden die äußeren Teile nicht abgeschleudert, sondern kommen nicht mehr mit und reißen ab, es entstehen Schweife, als Arme erkennbar. Bei Doppelsystemen gibt es die schönen Spiralen mit zwei gegenseitigen Armen (Bild 96EII), bei Mehrfachsystemen eben mehr Arme, je nach Zahl und Größe. Aus den Doppelsystemen lassen sich also weitere komplexere Systeme ableiten. Im Endstadium nach unten bleiben irreguläre Systeme mit unzusammenhängenden, in Wolken eingehüllte Fetzen übrig.

Bleibt noch zu überlegen, wie bei den Balkenspiralen die eigentlichen Balken entstehen, nämlich gerade diametrale Streifen, an denen die Schweife ansetzen. Schaut man sich die Bilder genau an, scheinen die Balken mitsamt dem Kern wie in einer Eierschale eine abgesonderte Rotation auszuführen. Die Ränder an der Schale brechen abrupt ohne Übergang ab, was bei einem Einstürzen nicht der Fall wäre, Wasser einen Fall herunterstürzend hat wenigstens eine kleine parabolische Biegung. Im Inneren des Eies spielt sich also etwas anderes ab, als was oben ausgeführt für außen mit den Wirbelstürmen vergleichbar ist. Denke das Ei rotierend nicht in der Ebene der Spirale, sondern rechtwinklig dazu, darin ist eine kinetische Lösung dieses Phänomens zu finden. Der Balken wird auf der Achse der Rotation gebündelt, begradigt und an der Schalenkante geht er im scharfen Knick in die beiden

Seitenschweife über.

Noch ein Wort zum scheinbar fehlenden Auge. Allgemein wird wegen der Kontraktion und Verdichtung im Inneren ein sogenanntes schwarzes Loch angenommen, ein Kern mit ungeheurer, selbst das emittierte Licht, verschlingender Masse. In einem Wirbelsturm dagegen ist absolute Ruhe im Auge, es dreht sich nichts, lediglich in der Höhe bildet sich ein Sog, es ist frei von Kondensat. Die Verhältnisse auf der Erde sind allerdings in einem wesentlichen Punkt nicht vergleichbar, nämlich der Sturm kreist über dem Erdboden plattgedrückt von der Erdanziehung. Letztere gibt es im All nicht und den Boden auch nicht. Auf Grund der Schnelle der Rotation herrscht aber im Inneren der Galaxis zunehmend zur Mitte ein abweichender Gravitationsdruck, beide laterale Seiten der Galaxis sind also demgegenüber anders, so dass man annehmen kann, die extreme Rotation findet wie beim Wirbelsturm nicht im Auge statt. Eine Bedeckung mit Sternen der Naben der Achse der Galaxis ist durchaus denkbar, man sieht deshalb in den Mittelpunkt der Achse nicht hinein, und dort ist es möglicherweise vollkommen leer. Wenn die Sterne einer verdichteten Wolke zusammenstürzen, in Rotation geraten und eine Galaxie bilden, werden die Sterne der Scheibe also älter sein als diejenigen des Halos, und nicht umgekehrt.

97.) Sterne

Nun zu den Sternen. Zuvor eine Rekapitulation des bisherigen Standes der Astronomie:

a) Die Sterne lassen sich in Spektralklassen einteilen, welche nach effektiver Temperatur und absoluter Helligkeit geordnet das von Hertzsprung und Russel entwickelte Diagramm (HRD genannt, Bild 97A) liefert. Dabei ist die Temperatur über die Spektralklasse direkt beobachtbar, deren Bezeichnung eine geringe Willkürlichkeit an sich hat, die historisch durch geänderte Einteilung des Beobachtungsmaterials bedingt ist, sie ist an der heute nicht mehr folgerichtigen Bezeichnung zu erkennen, interessiert deshalb nicht. Die Spektralklasse ist nach den Regenbogenfarben geordnet von blauweiß, weiß, gelb bis zu rot, woraus auf die Temperatur geschlossen wird. Im Diagramm ist deshalb die Farbe als unmittelbar wahrnehmbare Erscheinung vermerkt. Die absolute Helligkeit hängt dagegen stark von den Annahmen der Entfernung ab, was bei großen Entfernungen je nach Messmethode mit Fragezeichen zu versehen sein kann, beobachtbar ist ja nur die scheinbare Helligkeit zunächst, als nächster abgeleiteter Wert dann die bolometrische, aus der dann die absolute abgeleitet werden kann.

b) Das Besondere an dem Diagramm HRD mit auch entfernten Sternen ist, dass die Sterne nicht gleichmäßig verteilt auftauchen, sondern es gibt einen Hauptreihenast (HR) mit den meisten Sternen und dann ausgedehnte Felder mit roten Riesen (RR) und weißen Zwergen (WZ) mit beträchtlichen Lücken dazwi-

schen. Die im HRD erkennbaren Riesen und weißen Zwerge übergehen wir als Sonderfall, da von ihnen zur Hauptreihe eine Lücke klafft, die auf diskontinuierliche Ontologie schließen lässt. Die Hauptreihe geht diagonal von hellen weißen und damit heißen zu schwachen roten und damit kühlen Sternen. Die dabei verwendeten Temperaturangaben sind allerdings nicht mit den sensuell erfahrbaren Größenordnungen vergleichbar, sie werden letztlich über Vergleiche mit Labormessungen von Farbspektren über Energiezuführungen definiert. Die Temperatur der Sterne ist daher keine erfahrbare Tatsache, sondern eine gerechnete Größe aus der Farbe. Hinzu kommt, dass die bei uns anlandende Farbe, wie bei der Sonne zu beobachten, nicht aus dem Inneren des Sterns stammt, sondern nur von dessen Oberfläche, was sich im Inneren des Sterns abspielt, ist nicht beobachtbar. Möglicherweise ist die Farbe noch beeinflusst von der Korona und dem Halo des Sterns.

c) Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Kombination eines reinen Farben-Helligkeits-Diagrammes der Sterne der näheren Sonnenumgebung. Soweit die nähere Umgebung der Sonne festgestellt wird, lässt sich mit der Parallaxe eine sichere Entfernungsbestimmung und damit Klassifizierung durchführen, hier taucht aber nur ein Teil der Hauptreihensterne auf, die umgebenden Sterne scheinen der Sonne ähnlich zu sein. Hierzu wird ein Farb-Helligkeitsdiagramm erstellt (FHD genannt, Bild 97B), das trotz der anderen Bezeichnung dem HRD wegen der Konnexität von Spektralklasse, Temperatur und Farbe äquivalent ist. Auf das Problem der Auswahl der Sterne braucht aber nicht weiter eingegangen werden, weil bei beiden Diagrammen die Hauptreihenkurve gleich ist, und darauf kommt es hier an.

d) Beobachten kann man Sternexplosionen, sogenannte Supernovae, allerdings nicht sehr häufig. Dabei wird Wasserstoff abgestoßen, wie aus dem Spektrum der Hülle zu entnehmen ist. Man setzt eine Supernova ans Ende eines Sterns, andere angenommene Enden sind erlöschender weißer Zwerg, Neutronenstern oder Kollabierer, die unter der Bezeichnung schwarze Löcher Unbehagen einflößen. Letztere kann man nicht sehen naturgemäß, ihre Suche über Synchrotronstrahlung, die nach theoretischer Überlegung besonders bei diesen auftauchen soll, ist mäßig erfolgreich.

e) Den besagten Diagrammen ist auch über weitere Berechnungen zu entnehmen, dass die Größe der Sterne einer Begrenzung unterliegt, bei etwa 30 Sonnenmassen ist Schluss. Das gilt entsprechend für andere Werte wie Leuchtkraft, Radius.

f) Die Sonne ist ein gewöhnlicher Stern aus der unteren Hauptreihe im HRD, von ihr ist die Leistung der Abstoßung an Materie und Strahlung bekannt, sie ist beträchtlich in Form von Strahlung elektromagnetischer Art und Partikeln, dem Sonnenwind. Die Aufnahme an diffuser Materie und Energie durch ihre Umgebung ist dagegen gering.

g) Man unterscheidet mit Baade zwei Sternpopulationen, das sind zusammengehörige Sternansammlungen: die Population I hauptsächlich mit Sternen der galaktischen Ebene und damit

auch sonnennaher Sterne, und die Population II vor allem mit Kugelsternhaufen aus dem Halo der Galaxis (siehe Bild 96B). Diejenigen der Population I bewegen sich in der Rotation der Galaxis und enthalten soweit von der Oberfläche sichtbar schwere Elemente bis etwa 2% ihrer Masse, diejenigen der Population II haben diffuse Eigenbewegungen und um einen Faktor 10 bis 100 seltener schwere Elemente.

Es wird nun angenommen, Sterne entstünden aus Materiewolken, die als Selbstleuchter oder Reflektierer je nach Art des Spektrums zu beobachten sind, darin sind Sterngeburten selbst allerdings nicht beobachtet worden. Auf Grund kernphysikalischer Überlegungen gibt es darauf aufbauend Sternentstehungsmodelle, welche mit der Hauptreihe nicht direkt übereinstimmen, sondern verschiedene Stadien außerhalb derselben annehmen. Die Sterne machen in dieser angenommenen Entwicklung Sprünge von der Hauptreihe. Die Sterne der Population I werden dabei als jünger gegenüber denjenigen der Population II eingestuft, das hieße, der Halo wäre älter und die Galaxis jünger.

Die hier nur angedeuteten recht komplexen gängigen Theorien über die Entstehung der Sterne mögen in technischen Einzelheiten durchaus begründet sein, in der Gesamtschau überzeugen sie nicht.

Das HRD der Sonnenumgebung legt nahe, dass die Sternentwicklung eines Hauptreihensterns auch in der Hauptreihe abläuft und nur dort, die Riesen und Zwerge sind daher Sonderformen ohne direkte Verbindung. Wäre es anders, dürfte in dem HR-Diagramm keine Lücke auftauchen, oder die Sternauswahl für das Diagramm ist falsch, das ist nicht anzunehmen.

Nachdem die Massensynthese des Lichts und auch anderer Strahlung Wasserstoff erzeugt, dieser gravitiert und in Bewegung gerät, erzeugt er eine lockere neblige Wolke mit mehrfacher Sternmasse, neblig, weil die Wolke wegen ihrer Dichte und Größe für nicht hochenergetische Strahlung undurchlässig ist. So könnten dunkle Radioquellen, die Quasare, entstehen. Die Geburt der Sterne erfolgt möglicherweise katastrophal als Implosion. Im Übrigen spielt sich die Geburt eines Sterns im Verborgenen ab, erst wenn die Wolken aufgesogen sind, wird der Stern voll sichtbar und zwar sofort in herausragender Größe mit geringer Leuchtkraft und am Rot seines Daseins, weil die ihn noch umgebende Materie seine Strahlung energetisch absorbiert. Zunächst vergrößert er sich ständig durch kosmischen Kannibalismus, wird ständig heißer und wandert von der roten in die blaue Spektralklasse. Gleichzeitig verliert er ständig durch Sternwind und baut um sich eine Wolke von Abfall, die er ins All hinausstößt, manchmal explosionsartig als Supernova. Die Supernovae sind allerdings seltene Vorgänge und wohl nicht das Gewöhnliche. Schließlich erlischt der Stern unscheinbar als brauner

schwerer Zwerg. Damit endet aber nichts, es geht weiter. Wegen der Synthese von schweren Elementen wird er zunächst zum Gammastrahler, weil jene mit nachlassendem Druck der Hülle wieder radioaktiv zerfallen. Schließlich irrt er als schwach radioaktiver Brocken mit erkalteter und fester Kruste im Raum umher, bis ihn der nächste Stern einfängt.

Nachdem also ein Stern wie die Sonne zunächst durch Kannibalismus immer an Masse zunimmt, folglich auch größer wird, muss er an Leuchtkraft ebenfalls gewinnen, er wandert also in der Richtung der Bläue im HR-Diagramm. Am Anfang war er klein und mäßig heiß, aber vernebelt, zwischendurch ist er am klarsten, am Ende ist er klein und weiß, bis er braun verschwindet in seiner eigenen Dreckwolke. Die anderen selteneren Sterntypen wie die roten Riesen haben offenbar andere getrennte Entwicklungen, die wir im Rahmen unserer Überlegungen aussparen müssen.

Wenn der Stern mit Wasserstoffsynthese zu schwereren Elementen verbrennt, werden auf Grund des im Inneren herrschenden Druckes und der Temperaturen nicht nur die Energie freisetzenden Elemente bis zum Eisen entstehen, sondern auch schwerere, also Uran oder noch darüber hinaus. Damit ist ein alter Stern gekennzeichnet durch einen hohen Anteil von schweren Elementen. Damit sind Sterne der Population I mit deutlich höherem Schwermetallanteil ältere Sterne, diejenigen der Population II dagegen jüngere, was sich zwanglos in die Konfiguration der Galaxie einpasst.

98.) Sonnenfeld

Wenn nun so ein Stern entsteht in einer Nebelwolke aus Wasserstoff, ist er nicht allein, anzunehmen ist, dass um ihn herum allerlei Brocken herumschwirren. Erwähne die Fakten:

a) In unserem Sonnenfeld schweben einige Planeten herum, alle in derselben Richtung und fast in der gleichen Ebene, äquatorial um die Sonne.

b) Die inneren sind fest, die äußeren Gasriesen, dazwischen treibt Müll im Asteroidengürtel, auch in derselben Richtung.

c) Planet Pluto hat eine absonderliche Bahn, er tanzt etwas aus der Reihe, auch ist er kein Gasriese, sondern ein kleiner Doppelbrocken, immerhin wahrscheinlich kugelig, näher gesehen hat man ihn noch nicht. Wie Pluto verhalten sich die neu bekannten Mitglieder unseres Systems Eris und Sedna.

d) Uns besuchen auf stark elliptischen Bahnen immer wieder Kometen, Dreckbollen aus Eis. Ständig prasseln Sternschnuppen auf uns nieder, selten findet man einen Eisenkern, meistens nichts.

e) Außerhalb ist der Kuiper-Gürtel zu vermuten, ein diffuser Ring aus allerlei Brocken, eher klein bis winzig. Näheres ist unbekannt.

f) Die Erde besteht in der bekannten Rinde aus allerlei Elementen in deren Verbindungen, also beileibe nicht nur aus Wasser oder Wasserstoff. Die schwersten Elemente wie Uran zerfallen unaufhörlich, sie werden nicht neu gebildet. Aus

deren Zerfallszeit hat man ein Alter der Erde abgeleitet. Im Innern vermutet man Eisen in beträchtlicher Menge, gesehen hat es noch niemand, aber aus vielen überlegten Beobachtungen ist zu schließen, dass der Kern jedenfalls schon von der Masse her nicht aus Wasserstoff bestehen kann, sondern erheblich dichter und damit schwerer sein muss.

Die gängige Erklärung zur Entstehung des Sonnenfeldes ist die Theorie vom Urnebel, aus der sich der Stern Sonne zusammengeballt und dann entzündet hat, die Planeten seien aus Wirbeln der umgebenden Wolke entstanden. Diese Theorie vermag die sichtbaren Verhältnisse aber nicht zu erklären, woher kommt das ständig zerfallende Uran, soviel Eisen im All, wieso gravitiert bei der Sonnengeburt nicht die ganze Wolke und fällt mit der Zeit in diese hinein und vieles mehr? Pluto passt schon gar nicht in dieses Bild, man behilft sich und macht ihn zum Gastplaneten. Wie aber, wenn seine Erscheinung die normale wäre?

Er müsste dann bereits vor Eintritt in das Sonnenfeld entstanden sein, er hätte die schweren Elemente mitgebracht wie die Erde, diese würden dann langsam zerfallen, er würde den Eisdreck im All mit der Zeit einfangen, und schließlich würde er durch die Adhäsion der Gravitation auf die Äquatorialebene der Sonne mit einer zunehmenden Kreisbahn gezwungen. Dabei wandert er durch die Zunahme an Masse langsam der Sonne zu, wenn er schwer genug ist, durchbricht er den Gasriesengürtel im swing by, wenn er zu leicht ist, stürzt er wie der Meteor Levy-Civita in einen Gasriesen. Wenn er dazwischen liegt, umkreist er noch eine Weile seinen Wirt um herauszuwandern oder hineinzufallen, je nach mitgebrachtem Impuls und Massenzunahme.

Es ist nun leicht, die Verbindung zur Sternleiche herzustellen, dort findet sich alles, was so ein Pluto oder auch eine Erde braucht, um so zu sein, wie sie jetzt ist, mit Ausnahme des Eises. Der Stern bildet beim Heliumbrennen schwerere Elemente, die einzelnen theoretisch möglichen Brandfolgen überschlagen wir. Unter dem Druck im Inneren werden die instabilen Elemente gebildet, instabil dann, wenn der Druck wegfällt, weil sie an die Oberfläche kommen, die Sternleiche an Masse verliert oder die Temperatur sinkt, es kommt zur Zerfallsstrahlung. Die stabilen Elemente und Verbindungen bleiben, wie und wo sie sind, im All kommen sie sonst nicht vor mit Ausnahme des Wasserstoffs.

Die Eisenkerne von Meteoriten stammen aus Supernovae, explodierten Sternen, die Teile ihrer Materie in das All schleudern und in das Sonnenfeld gelangen, von alleine entsteht Eisen im All nicht. Das Wasser im All besteht aus originärem Wasserstoff und noch ungeklärtem Sauerstoff, was sich an Restpartikeln absetzt. Wir können damit die Entstehung des Sonnenfeldes skizzieren, am Anfang war die gravitierende Wasserstoffwolke, vielleicht durchsetzt mit unbedeutenden Dreckpartikeln, die möglicherweise bei der Wasserstoffsynthese

eine Rolle spielen. Nach Bildung des Sonnenkörpers entzündet er sich, wahrscheinlich katastrophal und pustet kontinuierlich eine Menge Staub ins All, der sich im Keuper-Gürtel noch findet. Nach und nach wandern Sternleichen ein, die zunächst wie Kometen stark elliptische Bahnen aufweisen, von der Adhäsion der Gravitation aber auf eine kreisförmige äquatoriale Bahn gezwungen werden.

Die Erde ist also nicht erst ein paar Milliarden Jahre alt, falls solche Zeitangaben überhaupt einen nachvollziehbaren Sinn machen, sondern um die Zeit eines Sternenlebens, denn die Erde ist eine *Sternleiche*.

99.) Erde

Die Erde ist also ein abgefackelter Stern. Wie geht es jetzt weiter, denke einmal darüber nach, auch wenn wir sicher nicht mehr vom Verlauf berührt werden, weil warum auch immer. Die Erde liegt in einem schmalen Gürtel, in dem Wasser weder verdampft noch gefriert, einer Kondenszone, praktisch für uns, sonst wären wir nicht. War das immer so, wird das so bleiben? Die Frage des Verdampfungsverlustes oder Zugewinns durch Meteoriten ausgespart, frage, ob die Erde nach innen oder nach außen wandert. Unser Mond wandert nach außen, heißt es, ein paar Zentimeter jährlich. Wie der Marsmond Daimon, sein anderer Mond Phobos wandert nach innen, und zwar recht schnell, in 50.000 Jahren soll es krachen, haben die Astronomen aus der Form der Umlaufbahn berechnet.

Es gibt also mehrere Einflüsse für die Wanderung von Planeten. Liste sie auf.

a) Zunächst ist da der Eingangsimpuls. Ein Brocken aus dem All hat irgendeine Bewegungsrichtung zum Sonnenfeld und wird nun eingefangen. Das geschieht nicht abrupt, sondern in schier endlosen Rosettenbahnen, die sich unter allerlei Kräfteinflüssen schließlich der zentralen Kraft beugen und auf die Äquatorialbahn einmünden. Der Eingangsimpuls ist zum größten Teil umgewandelt in einen Kreisimpuls, aber nie alles, ein Rest bleibt immer, dieser treibt den Planeten nach außen wie einen Kometen, nachdem er das Perihel überwunden hat.

b) Nachdem die Sonne irgendwann an Masse verliert, bleibt eine weitere Resultierende nach außen, aber erst in einer späteren Phase.

c) Der Zugewinn an Masse durch Meteoriten, Allstaub und Strahlung zwingt ihn nach innen, dieser ist ständig und hängt von der Dichte des Alls in unserer Umgebung ab. Er dürfte beträchtlich sein, bezogen auf kosmische Zeiträume.

d) Der Sog der Gravitation beschleunigt ihn, also nach außen. Dieser hinwiederum ist sehr gering.

e) Ein Kollisionseffekt tritt bei Berührung mit Materie im All in mannigfacher Weise auf, die Resultierende ist vermutlich eine Impulsverringerung des Planeten und damit treibt dies ihn nach innen.

f) Der Druck des Sonnenwindes treibt ihn nach außen, er kommt

radial vom Zentralgestirn.

Es wird noch viel andere gegenseitige Einflüsse geben, mit Errechnen der einzelnen Komponenten wird die Frage aber nicht zu lösen sein, da die wenigsten Daten ausreichend zur Verfügung stehen. Irgendwelche Erkenntnisse über ein Ab- oder Zuwandern sind nicht bekannt. Es scheint zur Zeit daher ein annähernd stabiles Gleichgewicht zu herrschen, zumindest bezogen auf das Alter der Entstehung des Lebens.

Wir müssen also länger denken, dazu schaue die Umgebung an: vier innere Planeten, ein Schrottgürtel, vier äußere Gasriesen und Neulinge. Nehme an, es läge hierin eine Gesetzmäßigkeit zu einer Langzeitwirkung, so muss man sich den Asteroidengürtel als Konvektionszone denken, dort sammelt sich Schrott, verdichtet sich und wandert dann nach außen oder innen.

Umgekehrt kann es nicht sein, denn dann wäre nur ein großer Planet in der Mitte, der als Staubsauger alles leer fegt, wie Jupiter in seiner Umgebung.

Dass der Schrott abwandert, nachdem ein Planet von Jupiter zertrümmert wurde, kann ebenfalls nicht sein. In diesem Szenario wandern die inneren Planeten nach außen, werden von Jupiter zertrümmert und der Schrott aufgesogen. Dafür spricht die Größe des Jupiter, sonst nichts. Eine Zertrümmerung findet, wie man an Levy-Civita schön beobachten konnte, erst statt, wenn der Körper eingefangen wurde, der Asteroid müsste also auf Jupiter ziemlich schnell zugewandert sein, und dann sind nur noch kleine Stücke da, aber schon die Größe und Bahn eines Asteroiden Ceres wäre nicht möglich. Auch die Trennung der kleinen Schwerplaneten zu den Gasriesen findet keine Erklärung.

Versuche es anders: die inneren Planeten wandern langsam nach innen, die äußeren nach außen, Pluto wandert gar nicht, sondern eilt als Neuling einem Schicksal voraussichtlich zunächst als Mond eines Gasriesen entgegen oder durchbricht die Riege der Gasriesen und ein neues Szenario tritt auf. Merkur fällt in ferner Zeit in die Sonne, Mars wandert dann in die Kondenszone. Wer ewig leben will, sollte sich also auf dem Mars beizeiten eine Parzelle kaufen und nicht auf der Venus, diese wird ihre Atmosphäre verdampfen. Vielleicht war sie vorher in der Kondenszone, man sollte sinnigerweise dort statt auf dem Mars nach früherem, jetzt wegen des auf der Venus heißen Klimas gar gekochtem Leben suchen. In der Konvektionszone entstehen ständig neue Planetoiden oder sie wandern im swing by ein. Die neuen wiederum wandern je nach Zusammensetzung nach außen oder innen, die nach außen haben allerdings Pech, sie werden regelmäßig von Jupiter aufgefressen, dessen enormer Massenzuwachs ihn am abdriften hindert. Vielleicht bringt er es zu einer Selbstzündung, nachdem die Sonne still vor sich hin erloschen ist und wird ein Stern außerhalb der Hauptreihe, weil er bereits eine andere Zusammensetzung mitbringt. Die Sonne wird bei diesem

Modell jedenfalls nicht als roter Riese enden, eine Verbindung der Hauptreihe zu denen am Ende des Sternenlebens ist nicht ersichtlich.

00.) Pangäa

Wenn man die vorigen Überlegungen weiterverfolgt, bietet sich eine zwanglose Historie der Kontinente dar. Der heutige Mond der Erde war zunächst auch ein Stern irgendwo, brannte ab, wurde ein brauner Zwerg, also eine mäßig warme Kugel mit fester Kruste und nach wie vor heißem Kern, die Kruste glühte teils schwach, größtenteils war sie dunkel. Strahlung war hauptsächlich infrarot und gamma, also Wärme- und Erdstrahlung. Vulkane trieben ihr Unwesen. Sonst war der Mond kahl, so ähnlich wie Io. Wie der Mond ausgesehen haben könnte, dafür geben die verschiedenen inzwischen bekannten Monde anderer Planeten reichlich Stoff für die Fantasie. Alle sind sie grundverschieden, weil sie aus anderen Systemen unter diversen entstanden ins Sonnensystem eingewandert sind. Als solcher wanderte unser Mond unter ständiger Abkühlung ein in das Sonnenfeld, überwand die Riege der Gasriesen und fand sich wieder im Kreise der inneren Planeten mit einer stark exzentrischen Bahn. Dort wurde er eingefangen von der fünfmal größeren Erde, behielt aber einen Teil seines Eingangsimpulses, so dass er auf die Erde weiter zulief und kein stabiles System bildete. Dieses Zulaufen wird überlagert von dem umgewandelten und gerichteten Kreisimpuls, weshalb Luna nun ebenfalls in Drehrichtung der Sonne und in deren Äquatorialebene umläuft. Die Erde mag wenig oder nicht rotiert haben. Das Ganze ergibt eine sich ständig verengende Spirale, mit zunehmender Nähe zur Erde wird diese anfangen gleichsinnig zu rotieren, wenn sie es vorher nicht schon tat, genauso wie bei Galaxien (siehe Bild 96G).

Die Kreise werden immer enger, schneller, bis schließlich der *Impakt* kommt, nicht katastrophal, sondern mit sanfter aber ungeheurer Gewalt. Luna drückt die Erde ein auf der ganzen Breitseite, dort ist heute der Pazifik, auf der entgegengesetzten Seite gibt es eine riesige Beule, etwa heute in Afrika. Die beiden Kugeln setzen ihren Reigen in umgekehrter Richtung vom Impakt aus gesehen fort, vom Eingangsimpuls aus gesehen in gleicher Richtung, aber abgeschwächt. Die Erde behält ihren Drehimpuls weiter zum größten Teil und verliert ihn auch heute nur unwesentlich. Luna hingegen mit weit weniger Masse erstarrt zur gebundenen Rotation.

Nach alledem kann man annehmen, dass die gemeinsame Rotation vielleicht das doppelte der heutigen Erdrotation ausgemacht hatte, die beiden haben sich also wie ein Doppelpaar zweimal an einem heutigen Tag umeinandergedreht, bevor sie wieder auseinander gingen. Die Erde war nach dem Impakt eingebeult auf der einen Seite, auf der anderen ausgebeult. Das gab *Pangäa*, wie die Geologen den einzigen zusammenhängenden Urkontinent gegenüber der Impaktseite nennen. Man kann dieses Phänomen sehr schön an einem kleinen nackten Mond studieren, dort weist

die eine Seite einen Einschlagkrater, die andere eine entsprechende Beule aus.

Die Erde war zu dieser Zeit wohl schon von flüssigem Wasser bedeckt, was aber nicht so wesentlich ist. Interessant ist für uns, wie es mit Pangäa weiterging, dazu höre die Geologen wieder an. Der Urkontinent ist zerbrochen in verschiedene große Stücke, die größten driften auseinander, so dass in ferner Zeit Amerika gegenüber zu Eurasien zu liegen kommt, am Südpol liegt ein Teil, der die Mehrmasse der nördlichen Hälfte kompensiert. Man sieht leicht, dass die Erde versucht, diese durch den Impakt entstandene Unwucht zu beseitigen. Die Massen wandern so ab, dass die Erde wieder rund läuft und nicht mehr eiert. Es ist nichts anderes, als wenn man einen Reifen auswuchtet.

Der Mond wandert unterdessen immer weiter fort, bis eine gravierende Bahnstörung eines Nachbarplaneten eintritt. Tendenziell driftet das Erde-Mondsistem zur Sonne, so dass die Abwanderung des Mondes als des leichteren Teiles in Richtung Venus zu erwarten ist. Das würde umgekehrt eine Verschiebung der Erdbahn nach außen bedingen, weil der gemeinsame Schwerpunkt abgesehen von der Sonnendrift gleich bleibt. Und was wird aus den Kontinenten? Wenn man sich so umschaute, die Erosion, das Nagen des Meeres, der Flüsse, die Grundwasserspülung und all das ansieht auf der einen Seite, auf der anderen den nachlassenden Vulkanismus, die Beruhigung der Plattentektonik mit ihren Hebungen, dann muss man zu dem Schluss kommen, dass irgendwann Schluss mit dem gemütlichen Landleben ist. Die Höhen über Wasser werden am schnellsten abgetragen, alles Land ertrinkt, zunächst bilden sich noch flache Meere wie das Urmeer Tethys auf den überbleibenden Sockeln der überspülten Kontinente, aber auch das wird versinken.