

Norbert Harthun

## Die Struktur des Sonnensystems – warum so und nicht anders ?

In dieser kleinen Studie werden anknüpfend an die Pythagoreer charakteristische Merkmale verschiedener Beschreibungen und Erklärungsversuche zur Struktur des Sonnensystems diskutiert und insbesondere Keplers Näherungsvorgang von der eiförmigen Planetenbahn zur elliptischen erwähnt. Weiter postuliert Kepler eine „magnetische Kraft“ in der „Sonne eingewurzelt, von dannen sie...alle Planeten den Weg herumrafft und treibt“. In Anlehnung an diese Hypothese wird als beschreibende Modellvorstellung die Wirbelquelle eingeführt. Zusätzlich zur Vorstellung eines Wirbelfeldes werden verschiedene Resonanzeffekte diskutiert.

### Geschichtliches

Der Sternenhimmel mit Fix- und Wandelsternen (Planeten) hat seit undenklichen Zeiten zu den verschiedensten (Modell-) Vorstellungen geführt. Hier soll bei den Pythagoreern begonnen werden, weil ihr Gedankengut eine direkte Basis für Keplers erfolgreiche und bis heute gültige Arbeit war. „Die Pythagoreer lehrten, dass jeder Planet bei seiner Kreisbewegung einen Klang erzeugt, einen einzigen Ton, und dass diese Töne eine Harmonie bildeten, d.h. eine wohlgeordnete, wohlklingende Tonleiter“ [1; S. 100]. Von ihnen wurde die „Idee der Sphärenharmonie“ [1; S. 108] überliefert oder sogar selbst geboren. „Aristoteles erwähnt diese Lehre in der ‘Metaphysik’ und noch ausführlicher in der Schrift ‘Vom Himmel’. Er schreibt: ‘Wo sich aber Sonne und Mond und eine solche Menge so gewaltiger Gestirne mit so rasender Geschwindigkeit bewegten, da müsste unbedingt ein Geräusch von einer über alle Begriffe gehenden Stärke verursacht werden...dass wir diesen Klang nicht hören, so erklären sie, das komme daher, dass wir gleich von Geburt an diesen Klang hörten, so dass er uns gar nicht...zum Bewusstsein käme’“ [1; S.100] Die Überlieferung der Sphärenharmonie findet sich auch bei Goethe wieder, im Prolog zu Faust:

“Die Sonne tönt nach alter Weise  
In Brudersphären Wettgesang”.

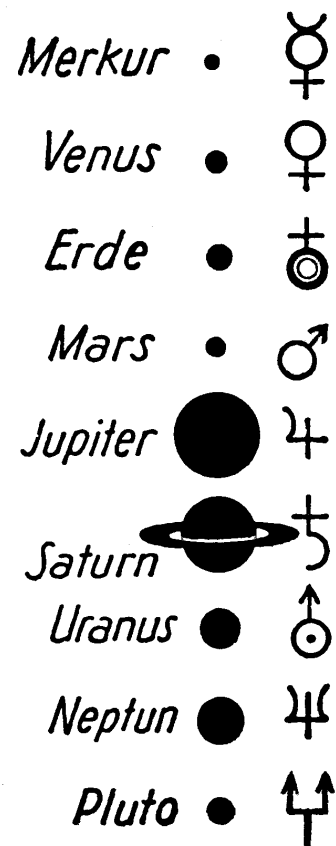


Bild 1 Ungefähre Größenverhältnisse der Planeten und ihre Zeichen [11]

Die antike Auffassung von Bewegungen im Himmel, die Geräusche hervor bringen, beinhaltet damit gleichzeitig die Vorstellung fester Sphären, welche sich jahrhundertlang halten konnte.

### **Sphärenharmonie: Himmlische Musik und Geometrie**

Das pythagoreische Gedankengut wurde später von Johannes Kepler [2], Albert von Thimus [3], Hans Kayser [4] und Rudolf Haase [5] gesammelt, interpretiert und zu einer Grundlage eigenen Schaffens gemacht. Während jedoch bei Kepler die gleichgewichtige Einheit von Geometrie und Musik noch gewahrt blieb – und er dementsprechend die Bewegungsgesetze der Planeten fand, blieben die späteren Autoren erheblich stärker der Musik verhaftet und erlagen hauptsächlich der Faszination, den Zusammenhang psychischen Erlebens und musikalischer Klänge mit Hilfe quantitativer Harmoniegesetze zu studieren und zu deuten.

Konzentriert man sich auf Wesentliches, so existiert einerseits die Vorstellung einer räumlichen Struktur, andererseits ist die Rede von Schwingungen als Funktionen der Zeit (Musik). Im zweiten Fall muss zusätzlich betont werden, dass zwar allgemein von Geräuscherzeugung ausgegangen wurde, in deren Folge aber harmonische Klänge entstanden. Also wurden - in heutiger Ausdrucksweise - der Struktur gewisse "Eigenfrequenzen" zugeschrieben.

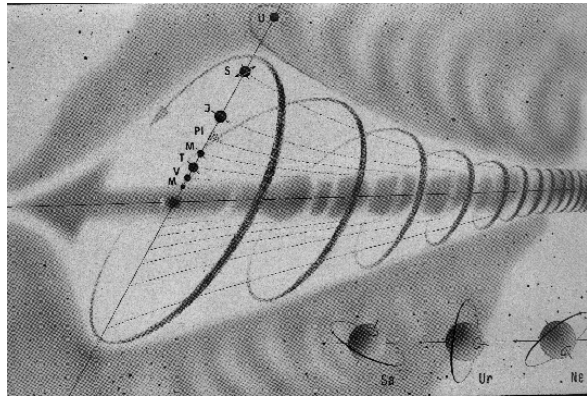
### Vorstellungen in der Neuzeit zur Entstehung des Planetensystems

Eine stichwortartige Auswahl von Theorien und ihrer Urheber zeigt Tabelle 1.

1664 Welttheorie	R. Descartes (1596 – 1650)
1755 Naturgeschichte des Himmels	I. Kant (1724 – 1804)
1796 Himmels-Mechanik	P.S. Laplace (1749 – 1827)
1900 (Kollidierende Massen, Wirbel, stehende Wellen)	Emile Belot
1942 Turbulenztheorie; Wirbelringe	C.F. von Weizsäcker
1946/1954 Sonne und explodierende Nova	Hoyles
ca.1960 Dünner rotierender Urnebel, Kondensationen	G. Kuiper

Tabelle 1 Einige Theorien zur Entstehung des Planetensystems und Urheber [6; 8]

Unter den Genannten dürfte der Franzose Emile Belot weniger bekannt sein. “Er wendete zu Beginn des Jahrhunderts Theorien über die Bildung von Wirbeln und Knoten in vibrierenden Objekten auf astronomische Objekte an. So...errechnete Belot, dass, wenn zwei kosmische Wolken von verschiedener Dichte einander begegnen, sich an mathematisch bestimmmbaren Punkten Sonnen und Planeten bilden können und müssen (Bild 2)” [6].



**Bild 2** Veranschaulichung von Belots Wirbeltheorie. Zwei kosmische Wolken verschiedener Dichte gerieten ineinander. Die schnellere drang in die langsamere ein und brachte sie zum Vibrieren. “Es traten ‘stehende Wellen’ auf und die Knotenpunkte wurden Planeten“.

### **Wirbel und stehende Wellen im entstehenden Sonnensystem**

Die Wirbel-Hypothese taucht schon bei Laplace auf und später auch bei C.F. von Weizsäcker. “Durch Aussagen über die Lage und die Abstandsbreite der Wirbelzonen vermag seine bestechende Theorie eine Erklärung für die empirisch gefundene Titius-Bodesche Reihe zu geben” [7]. Hier sind offensichtlich Hinweise zu finden, weshalb das System gerade so aufgebaut ist und nicht anders. Auf Titius wird weiter unten noch eingegangen. Hoyles lieferte zwei Theorien und Kuiper spricht auch von Wirbelbildungen und –auflösungen einer Gaswolke [7].

Im Rahmen dieses Themas braucht auf entsprechende Einzelheiten nicht eingegangen zu werden. Die moderne Deutung der heutzutage zahlreichen empirischen Daten erfordert neben der Zuständigkeit der klassischen Mechanik zusätzlich noch physiko-chemische Methoden und Argumente. “Nachdem Versuche, die Entstehung des Planetensystems unabhängig von der Bildung der Sonne zu erklären, erfolglos blieben, neigt man heute dazu, die Bildung der Sonne und die des Planetensystems in engem Zusammenhang zu sehen [8]”. Dabei ist anfangs

die Sonne von einer rotierenden flachen Materiescheibe, vorwiegend Gas, umgeben. Die Planeten entstanden nicht durch direkte Kondensation aus der Gasphase, sondern über folgende Schritte: Atomares Gas---Molekülbildung---Bildung größerer Atom-Aggregate---Staubteilchen---größere Partikel---Planetesimale, d.h. Vorstufen der Planeten---Planeten [8].

### Keplers Überlegungen zur Struktur des Sonnensystems

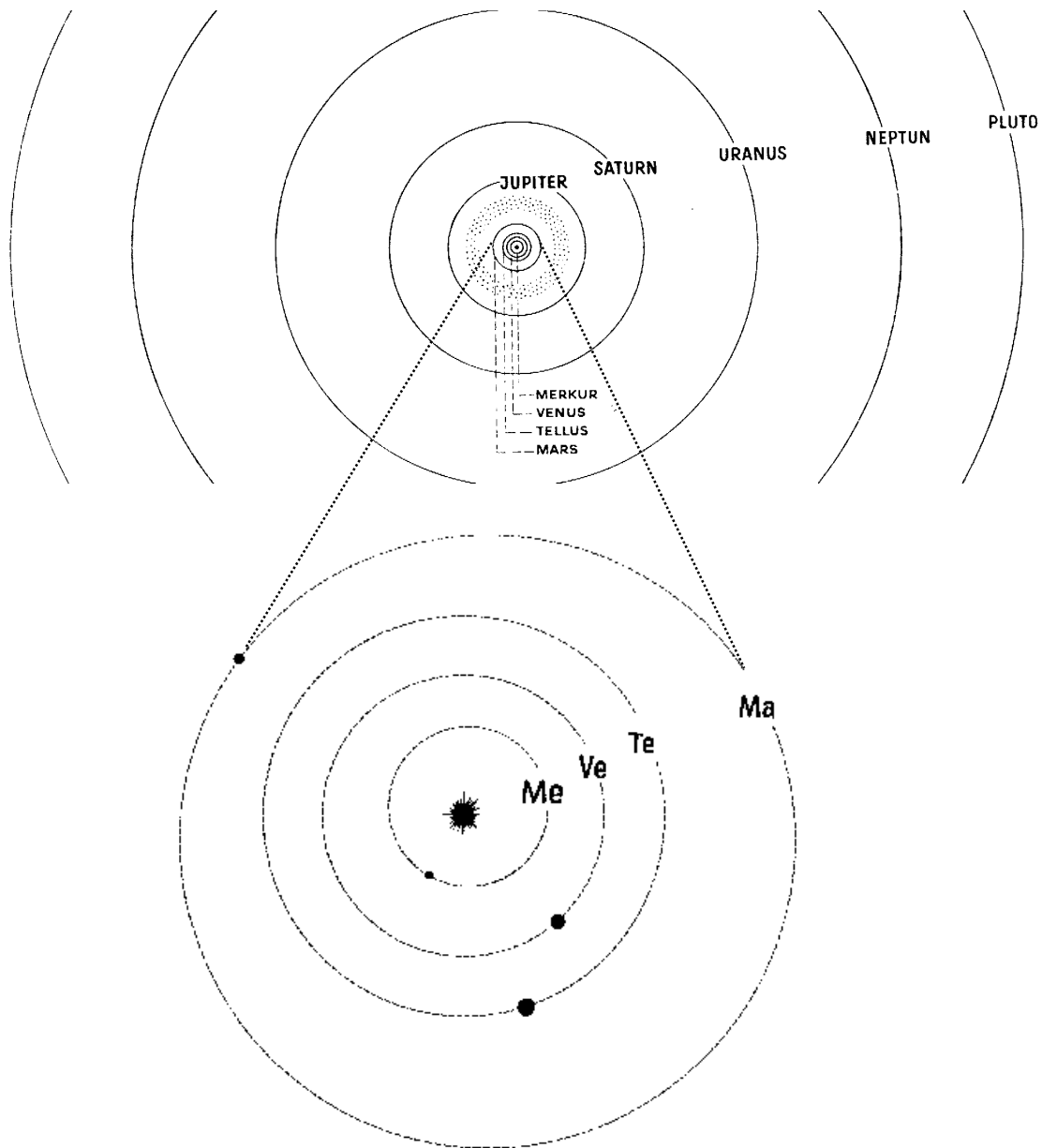
Man weiß von den Bahnen künstlicher Erd-Satelliten, dass deren Lage in Bezug zur Erde im Prinzip beliebig gewählt werden kann. Man muss nur die jeweils passende Kombination von Bahngeschwindigkeit und – radius wählen. Daher können die Planeten-Bahnradien (mit jeweils zugehöriger Geschwindigkeit) beliebig sein. Sie zeigen aber eine gesetzmäßige Staffellung, (was übrigens auch für die Satellitensysteme der Planeten gilt, s.u. [9]). Physiko-chemische oder mechanische Methoden lieferten bis heute keine Erklärungen dafür, dass die Planeten so und nicht anders gestaffelt sind.

Johannes Kepler (1571-1630) beschäftigte sich mit dieser Frage ausführlich und sehr erfolgreich: Er kam dadurch auf die drei nach ihm benannten Gesetze, von denen das erste besagt, dass die Planetenbahnen durch Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne stehe, beschrieben werden können. Es ist praktisch unbekannt, dass Kepler diese schon als eine Näherung für die von ihm aufgedeckte eiförmige Bahnform einführte. Daher sei Kepler hier wörtlich zitiert:

„Und so ist wiederum gezeigt, was ich oben im XX. und XXXIII. Abschnitte nachzuweisen versprochen habe: die Bahn eines Wandelsternes ist kein Kreis, sondern von eiförmiger Gestalt...

XLV.-LV. ABSCHNITT. ANNAHME UND ABWEISUNG DES BAHN-EIRUNDES. Im Nachfolgenden möge der Leser meinem Glauben (an die Wahrheit) manches zu gute halten, da ich alles nur nach meiner Betrachtungsweise beurteile...Drum werden die Anlässe dargestellt, die mich bestimmten,...zu sagen,...dass eben dasselbe Gestirn von der Außenkraft der Sonne in gleichen Zeiteilchen ungleichmäßig fortgerissen werde...Daraus wird gefolgert, dass die Bahn oder der Weg, der von diesen beiden Ursachen abhängt, zur eiförmigen Gestalt ausschlägt. XLVI. ABSCHNITT...7. Man zeigt, daß die so gewonnene Bahn tatsächlich eiförmig ist und nicht elliptisch...Also ist es klar, dass die Bahn ausgebaucht ist. Sie ist nicht geradezu eine Ellipse. Da die Ellipse aber gut verwendbare Mittelpunktsgleichungen liefert, so wird diese ausgebauchte Gestalt offenbar unzuweckmäßige Gleichungen liefern...Wahrlich,

mich hat die Erkenntnis, dass die Ellipse gleichzeitig neben der Schwankung bestehen könnte, wie der folgende Abschnitt klar zeigen wird, nicht wenig gekostet. Dort wird gleichzeitig nachgewiesen werden, dass den Wandelsternen keine andere Gestalt der Bahn zugelassen werden kann, als eine vollkommene Ellipse“ [28; S. 295; 305; 306].



**Bild 3** Das Planetensystem. Man erkennt den unterschiedlichen Charakter der beiden Teile des Sonnensystems („innere“ und „äußere“ Planeten), und außerdem werden die geringen Abweichungen der Planetenbahnen von der Kreisform gut veranschaulicht [6; geändert].

Mit Hilfe von Bild 3 wird veranschaulicht, wie wenig die Bahnen vom Kreis abweichen, und wie genau Kepler gewesen sein muss, dass er der Ei-Form der Bahnen erkannte, die er dann

durch die Ellipse annäherte. Isaak Newton wusste von der Näherung, er schrieb später: „Kepler knew ye Orb to be not circular but oval, and guest it to be elliptical“ [27]. Soweit der Hinweis auf den weitgehend unbekannten Näherungsvorgang von der als oval (ovum/lateinisch: Ei) erkannten Planetenbahn zur beschreibenden und besser zu handhabenden Ellipsen-Formel für sie.



*Jo: Keplerus  
Mathematicus*

Bild 4 Johannes Kepler: Stich von Jakob von Heyden, Straßburg 1620/21; aus [12]

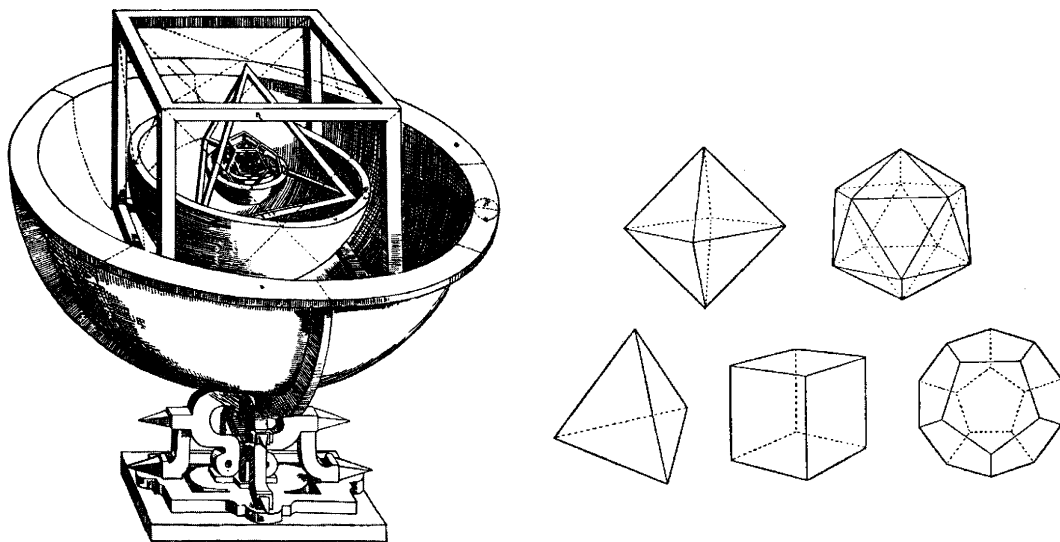
#### Beschreibungen und Erklärungsversuche zur Radian-Staffelung

In Hinsicht auf die spezielle Struktur des Sonnensystems knüpfte Johannes Kepler, wie schon oben erwähnt, an die Pythagoreer an. Ihre Lehre von der Sphärenharmonie faszinierte ihn und

außerdem: „Kepler war davon überzeugt, dass sich die Struktur der Welt in bestimmten geometrischen Verhältnissen darstellen lassen müsse, wie sie der Schöpfer vor der Erschaffung der Welt gedacht hat. Denn die Welt ist als Werk Gottes die schönste und vollkommenste Welt, und die geometrischen Proportionen kennzeichnen diese Schönheit und Vollkommenheit...Die Welt ist nach Kepler eine Kugel von endlichem Radius. In ihrem Aufbau ist das Sinnbild der göttlichen Trinität verborgen; denn im Zentrum - Symbol für Gott-Vater - steht die Sonne, die Oberfläche der Welt - Symbol des Sohnes - wird von der Fixsternsphäre gebildet, während im dazwischenliegenden Raum - Symbol des Heiligen Geistes - die Planeten ihre Bahnen beschreiben“ [12].

### **Kepler: Der Raum, in dem die Planeten ihre Bahn beschreiben, ist Symbol des Geistes**

Kepler wusste, die Planeten bewegen sich frei im Raum. Die antike Vorstellung von der Existenz fester Planetensphären hatte bereits Tycho Brahe endgültig widerlegt. Daher verlegte er die Bahnen in die Zwischenräume von ineinander geschachtelten regulären Körpern:



**Bild 5** Es gibt nur fünf reguläre Körper, die aus regelmäßigen Vielecken zusammengesetzt sind: Oktaeder (8 Dreiecke); Ikosaeder (20 Dreiecke); Tetraeder (4 Dreiecke); Würfel (6 Quadrate); Dodekaeder (12 Fünfecke)

„Jedem der regelmäßigen Vielflächner kann eine Kugel einbeschrieben und eine Kugel umbeschrieben werden, welche die nur der Idee nach vorhandenen Sphären der Planeten darstellen (Bild 5; *Mysterium Cosmographicum*; [29]). Die Dicke einer Kugelschale entspricht dem wechselnden Abstand des entsprechenden Planeten von der Sonne oder, in späterer Sprechweise, der linearen Exzentrizität der jeweiligen Planetenbahn“ [12].

Neben der Entdeckung der drei Gesetze war Kepler in Bezug auf die gesuchten ‚Sphärenharmonien‘ ebenfalls erfolgreich: Er fand die Übereinstimmungen der Verhältnisse von Winkelgeschwindigkeiten der Planeten (im Aphel bzw. Perihel) mit den Frequenzverhältnissen von Ton-Intervallen („Sphärenharmonien“).

Zur Beschreibung der Staffelung der Planetenbahnen ging der Astronom Tietz in Wittenberg (Titius) rund hundertfünfzig Jahre später einen anderen, abstrakteren Weg, er fand die nach ihm benannte Zahlenfolge (1766). Mit der Titius-Bode-Folge (Bode hat lediglich nochmals 1772 auf die Folge hingewiesen [7]) wurde folgende Gesetzmäßigkeit gefunden (allerdings ohne zugehörige physikalische Erklärung): Nach Titius addiert man zur Folge der Zahlen

0; 3; 6; 12; 24...

von denen (mit Ausnahme der zweiten Zahl) jede das Doppelte der vorhergehenden ist, jeweils die Zahl 4. Damit ergibt sich die Titius-Bode-Folge (s. auch Anhang B):

4; 7; 10; 16; 28...

In Tabelle 2 wurde nach [4] die Originalschreibweise von Titius gewählt. Normiert man die mittleren Bahnradialen auf den mittleren Bahnradius der Erde, welcher in der Astronomie mit „Astronomische Einheit“ (AE) bezeichnet wird, dann ergibt sich die dritte Spalte der Tabelle. In der letzten Spalte stehen die prozentualen Abweichungen der Bode-Titius-Werte, bezogen auf die realen Bahnradialen ( $r$ ). Es zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung (Abweichungen unter fünf Prozent) abgesehen von den letzten beiden Planeten Neptun und Pluto!

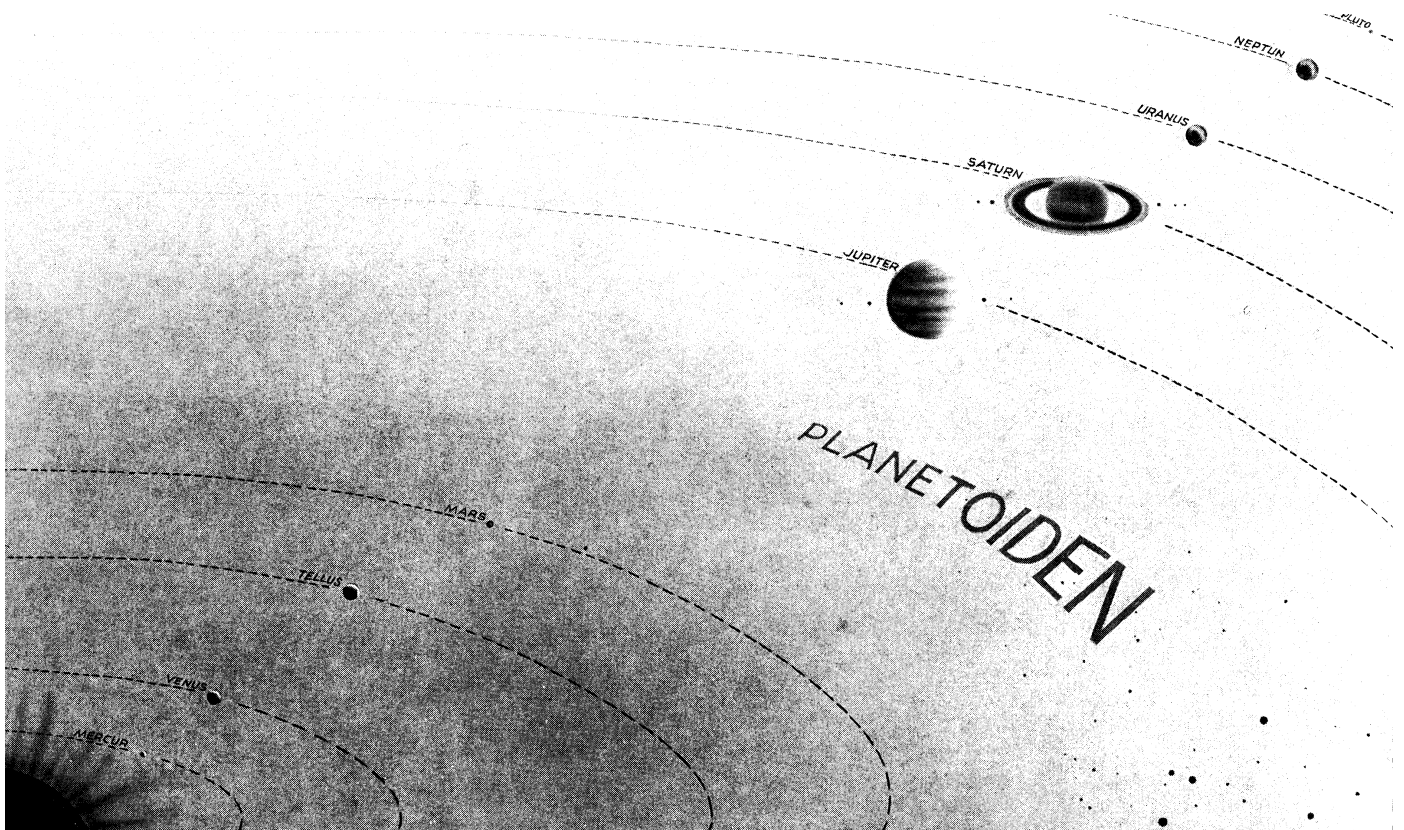


Nr.	Planet	r/AE	Titius	%
1	Merkur	0,387	0,400	+3,36
2	Venus	0,723	$0,4 + 1 \cdot 0,3 = 0,700$	-3,18
3	Erde	1,000	$0,4 + 2 \cdot 0,3 = 1,000$	0
4	Mars	1,524	$0,4 + 4 \cdot 0,3 = 1,600$	+4,99
5	Planetoide(n)	(2,7)	$0,4 + 8 \cdot 0,3 = 2,800$	(+3,7)
6	Jupiter	5,205	$0,4 + 16 \cdot 0,3 = 5,200$	-0,10
7	Saturn	9,567	$0,4 + 32 \cdot 0,3 = 10,000$	+4,53
8	Uranus	19,281	$0,4 + 64 \cdot 0,3 = 19,600$	+1,65
9	Neptun	30,142	$0,4 + 128 \cdot 0,3 = 38,800$	<b>+28,72</b>
10	Pluto	39,88	$0,4 + 256 \cdot 0,3 = 77,200$	<b>+93,58</b>

Tabelle 2 Titius-Bode-Werte im Vergleich zu den realen mittleren Bahnradien  
(in Astronomischen Einheiten; 1 AE = mittlerer Erdbahn-Radius)

Es fällt noch etwas auf: Die Bode-Titius-Folge liefert recht gute Bahnradien-Werte in passender Reihenfolge für die meisten Planeten, wenn man am Platz fünf die Planetoiden, (Asteroiden, Kleinplaneten) als „Planet“ einsetzt (Bild 6). Und so gibt es auch die Ansicht, dass sie „(mit den Kometen und Meteoriten) vielleicht bei einer Explosion eines einem Planeten ähnlichen Körpers von Erdgröße zwischen Mars und Jupiter entstanden sind [7]“. Auch Hans Kayser [4] betrachtete die Trümmer als Bruchstücke eines großen Planeten „Luzifer“. 1978 war die Meinung von van Flandern, dass „im Raum zwischen Mars und Jupiter (Sonnenentfernung von etwa 2,8 Astronomischen Einheiten) ein Planet mit etwa 90 Erdmassen existiert haben muss,“ der explodierte und „dass der überwiegende Teil des Planeten damals das Sonnensystem verlassen hat...Eine Explosion, die heftig genug ist, einen ganzen Planeten auseinander zu reißen, sorgt für genügend hohe Fluchtgeschwindigkeiten [24]“.

Vielleicht hat diese ungeheure kosmische Katastrophe mit dadurch bedingten, das All durchlaufenden Gravitationswellen auch die anderen Planeten von Ihren „idealen“ Plätzen verschoben? Umgekehrt haben die Gravitationsstörungen des größeren Planeten (Jupiter) entsprechend der Himmelsmechanik auf die Schar der Planetoiden rückgewirkt und deren Bahnen im Laufe der Zeit so geordnet, wie man sie heute vorfindet. Eine andere Meinung ist, dass die Planetoiden vielleicht Restbestandteile aus der die Sonne anfangs umgebenden scheibenförmigen Urwolke sind [13]. In einem Faltblatt des Zeiss-Planetarium Jena heißt es dagegen: „Seit dem Ende des ‚Großen Bombardements‘ vor etwa 3,8 Mrd. Jahren, als das Sonnensystem von Raumtrümmern gereinigt wurde, sind die meisten Asteroiden im Gürtel zwischen Mars und Jupiter eingefangen“ [14].



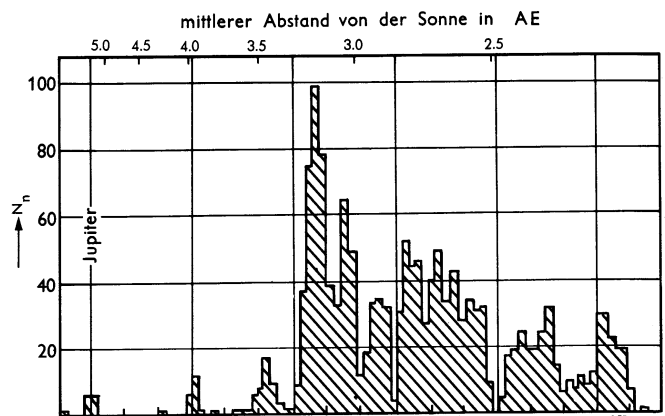
**Bild 6** Die Planetoiden(n) als Planetentrümmer (?) zwischen Mars- und Jupiter-Bahn [6]

### **Planetoiden(n) füllen die Lücke**

„Aufgrund von Störungsrechnungen ermittelte man eine obere Grenze für die Gesamtmasse aller Planetoiden; sie liegt sicher unter 0,5 Erdmassen, nach einer anderen Abschätzung unter 0,1 Erdmassen“ [8]. Es bietet sich an, auf Grundlage der Häufigkeitsverteilung der Planetoiden. (Bild 7) dem fiktiven Planeten einen Platz zuzuweisen (manche Bücher schreiben die Mehrzahl „Planetoiden“ ohne „n“ am Ende). Gewählt wurde aus der Mitte der Verteilung  $r = 2,7$  AE. Daher steht dieser zugewiesene Wert in Tabelle 2 in Klammern; die prozentuale Abweichung von den Titius-Werten liegt dann auch im Rahmen der anderen Abweichungen.

W.M. Bauer: Planeten und Satelliten als Schwingungsprodukte des Zentralkörpers

Im Jahre 1975 veröffentlichte W. M. Bauer seine Theorie der Planetenablösung von der Sonne, die er als rotierendes und schwingendes Plasma betrachtete. (Dieser Gedanke taucht ähnlich auch schon bei Lämmel [15, S. 71] auf). Die Planeten wurden unter der Wirkung der differentiellen Rotation der Sonne und Schwingungsaufschaukelung von ihr abgetrennt und bewegen sich „daher auf spiralenartigen Bahnen von der Sonne weg...“ Durch die Abtrennung eines Planeten oder Satelliten kommt der störepfindliche elektromagnetische Schwingungsvorgang im Zentralgestirn zum Erliegen und die differentielle Rotation



**Bild 7** Häufigkeitsverteilung der Planetoiden nach ihren großen Bahnachsen [8, geändert]

verschwindet, bis sie nach neuerlicher Aufschaukelung elektromagnetischer Schwingungen erneut in Erscheinung tritt. In regelmäßiger Folge vom Zentralgestirn abgetrennte Planeten oder Satelliten durchlaufen die gleiche Spiralbahn. Für einen gegebenen Zeitpunkt kann daher die Staffelung der Zentralabstände rechnerisch bestimmt und mit der Erfahrung verglichen werden“ [9]. Die mathematische Herleitung ist allerdings heftig angegriffen worden; für diese Ausführungen ist sie nicht weiter von Interesse.

### **Exponentielle Radien-Staffelung aufgrund logarithmischer Spiralbahnen**

Bauer berechnet dann das zwischen den beiden Himmelskörpern wirkende Drehmoment und stellt dann fest: „Der Bahndrehimpuls...des abgetrennten Himmelskörpers nähert sich für große Zentralabstände asymptotisch dem Wert Null. Die Abnahme erfolgt, einem Extremalprinzip entsprechend, exponentiell. Die zeitliche Änderung (des Bahndrehimpulses) ist folglich (ihrem) jeweiligen Wert proportional...Abgesehen von periodischen Schwankungen mit der Umlauffrequenz ist die Bahnlinie...somit eine logarithmische Spirale. Mit der konstanten Zeitdauer  $t_0$  zwischen aufeinanderfolgender Abtrennungen erhält man für die augenblickliche Staffelung der Zentralabstände  $r_n$  eines Systems:

$$r_n = r_0 e^{2ct_0 n} \quad n = 0; 1; 2; 3...$$

Was für das Planetensystem eine weit bessere Anpassung darstellt als die Titius-Bodesche Regel, da durch (obige Formel) auch die Abstände von Neptun und Pluto mit guter Genauigkeit bestimmbar sind“ (siehe Tabelle 3 und in Bild 8 Bauers ‚Abb.5‘).

Nr.	Planet	r/AE	Titius	r/10 <sup>6</sup> km	„r-Bauer“	(r-B)/AE	%
1	Merkur	0,387	0,400	57,9	57,9	0,387	<u>±</u> 0
2	Venus	0,723	0,700	108,2	97,4	0,651	- 9,96
3	Erde	1,000	1,000	149,6	163,8	1,095	+ 9,50
4	Mars	1,524	1,600	227,9	275,5	1,842	+21,06
5	Planetoide(n)	(2,7)	2,800	(403,9)			
6	Jupiter	5,205	5,200	779	779,5	5,211	+ 0,12
7	Saturn	9,567	10,000	1432	1311,2	8,765	- 8,38
8	Uranus	19,281	19,600	2884	2205,5	14,741	-23,55
9	Neptun	30,142	38,800	4509	3709,7	24,797	<b>-17,73</b>
10	Pluto	39,88	77,200	5966	6239,9	41,711	<b>+ 4,39</b>

Tabelle 3 Annäherung der realen mittleren Bahnradien nach Titius und nach Bauer (Bauers Zählung in Bild 8 beginnt bei Merkur mit 0; Verschiebung um 1)

In der siebten Spalte der Tabelle 3 sind die Radius-Werte nach Bauer auf Astronomische Einheiten bezogen und in der letzten wieder die prozentualen Abweichungen aufgeführt. Bauers Aussage der „weit besseren Anpassung“ muss etwas relativiert werden (man vergleiche Tabelle 2 mit Tabelle 3). Da aber tatsächlich Neptun und Pluto vom Gesamtalgorithmus wesentlich besser mit erfasst werden als nach der Titius-Folge, erscheint die beschreibende Exponentialfunktion als Beschreibung doch gewichtiger. Zur Lücke bei den Planetoiden nimmt Bauer weiter keine Stellung, in seinen Grafiken übergeht er sie einfach (Bild 8). Andererseits weist er auf weitere Indizien hin, welche die Berechtigung einer Struktur-Beschreibung durch Exponentialfunktionen sehr stark untermauert: „In Unkenntnis des kausalen Zusammenhangs blieb bisher unbeachtet, dass auch die Zentralabstände der Satelliten in den Satellitensystemen von Jupiter, Saturn und Uranus in gesetzmäßiger Weise gestaffelt sind. Die Anwendbarkeit (obiger Formel) kann den Abb. 6, 7 und 8 entnommen werden“ [9]. (In diesem Aufsatz ebenfalls Teile von Bild 8).

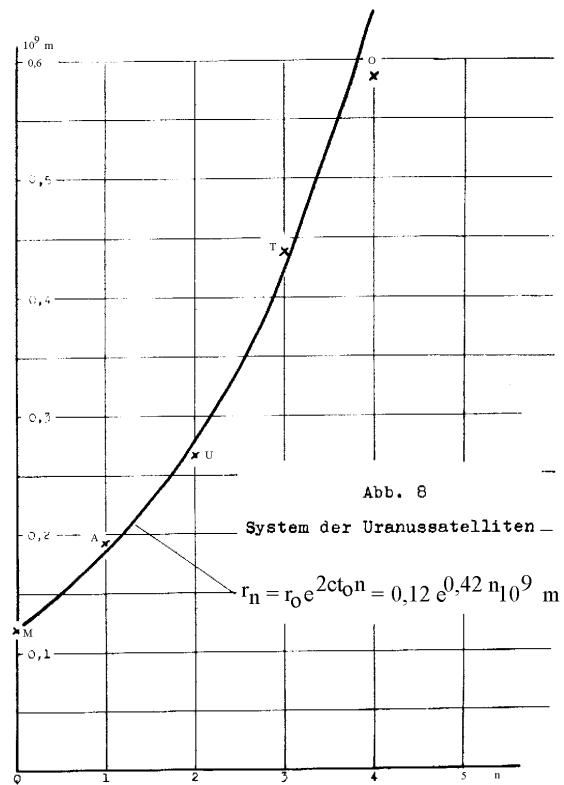
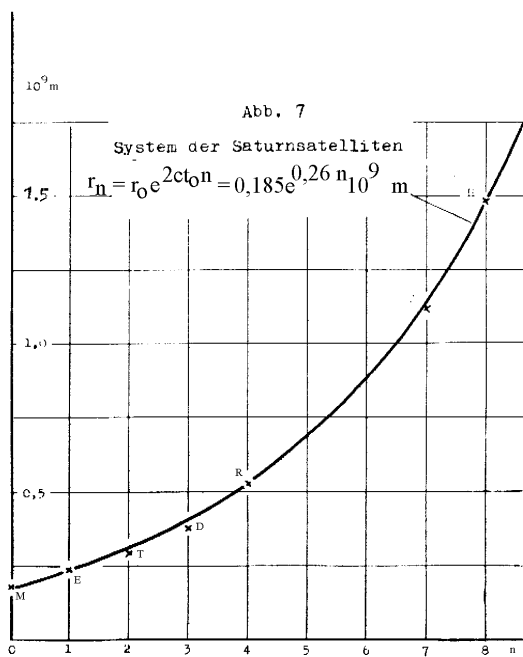
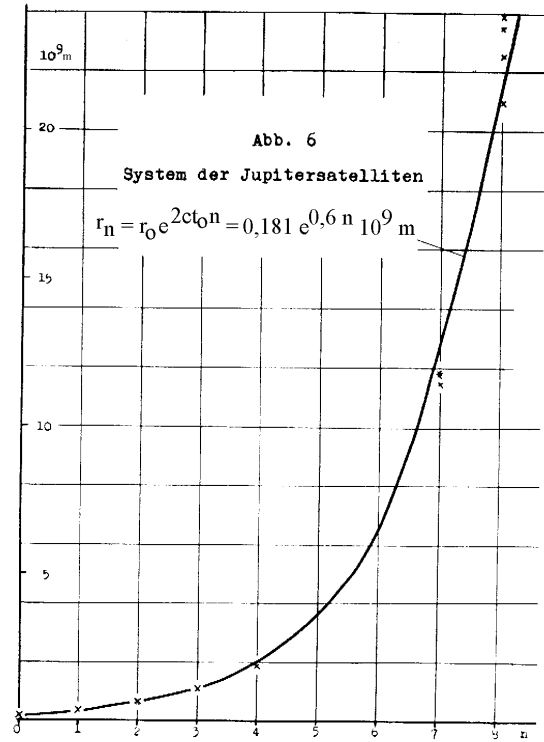
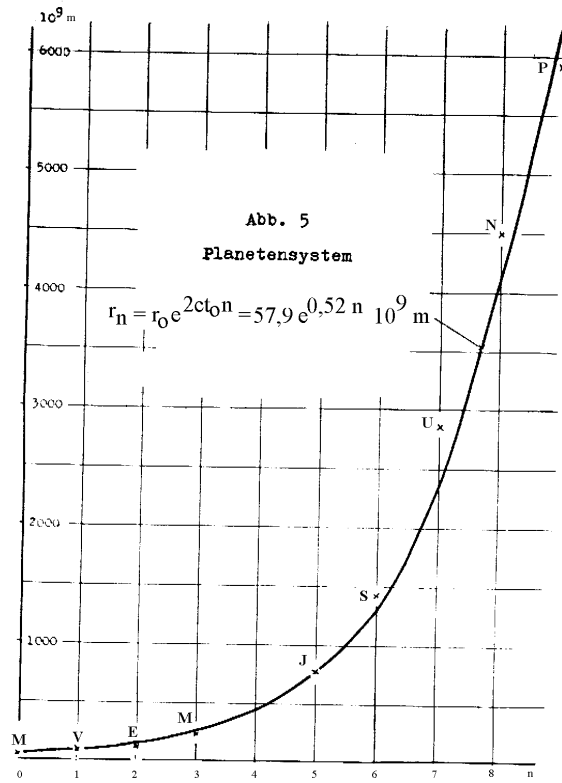


Bild 8 Radien-Staffelung dargestellt als Exponentialfunktionen

### Exponentielle Staffelung durch von der Sonne gespeiste, stehende Welle

Bauers Gleichung zur Beschreibung der Planetenstaffelung lässt sich auch losgelöst von seiner „Abtrennungstheorie“ ganz anders interpretieren: Zusätzlich angeregt durch Keplers Betonung der „magnetischen Kraft“, in der Sonne „eingewurzelt, von dannen sie in die weite Welt ausfließet“, formulierte der Verfasser dieser Zeilen 1981 die Hypothese eines stehenden Wellenfeldes mit der Sonne als Generator [16]. Die betreffenden Gedanken seien hier wörtlich zitiert: „Hier wollen wir mit einer Spekulation einsetzen und uns vorstellen, dass von der Sonne aus eine Welle nach außen laufen soll. Ein Teil von ihr werde an jeder Planetensphäre jeweils reflektiert und laufe in Richtung Sonne zurück, wodurch es zu stehenden Wellen kommt (Resonanz)“. Die Annahme von jeweiligen Teilreflektionen an ‚Planetensphären‘ erscheint gar nicht so weit hergeholt, wenn man an den DFB-Laser denkt (Distributed Feedback-Laser), in dem eine periodische Struktur dem Lichtweg entlang für verteilte Reflexionen (mit resultierender Resonanz) sorgt. Im Falle des Sonnensystems könnten dies örtliche Feld-Inhomogenitäten sein. Eine resonanzfähige Struktur ist durchaus plausibel, wenn man nur eine Annahme macht:

#### Die Geschwindigkeit der Welle verändert sich exponentiell.

Die exponentiell steigenden Entfernungen zwischen den ‚Planetensphären‘ werden dann von der Welle in immer gleichen Zeiten durchlaufen (Bild 9).

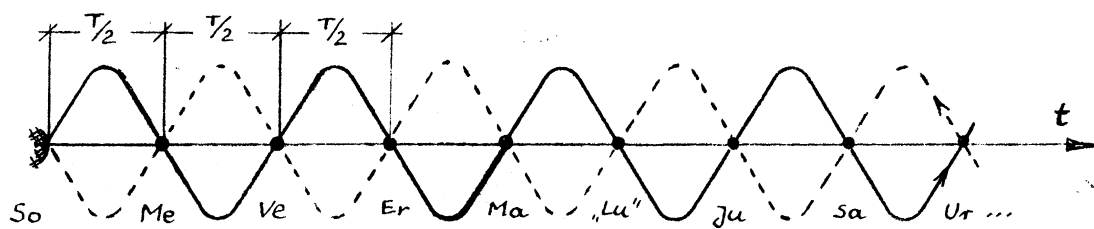


Bild 9 Hin- und rücklaufende Welle zwischen Sonne und Planeten

Jede Teilstrecke entspricht einer halben Wellenlänge der unbekannten Schwingung, deren Periodendauer sich nach einer groben Abschätzung (Anhang C) zu rund sechs Minuten ergibt. Dabei wird für die erste Teilstrecke Sonne-Merkur noch die Lichtgeschwindigkeit  $c$  angenommen. Für Schwingungen im 6 - Minuten- Takt (näherungsweise) wäre dann das ganze Schalensystem (Planeten und Sonne) in Resonanz.

1962 wurden auf der Sonnenoberfläche ‚5-Minuten-Oszillationen‘ entdeckt [17]. Dabei handelt es sich um Schallwellen. In der Photosphäre (500 km dick), schwingt in unabhängigen, zellenartig aneinandergrenzenden Gebieten (granulationsähnlich) von 1700 km bis 3500 km Durchmesser gasförmige Materie in vertikaler Richtung. Die Geschwindigkeit beträgt  $0,4 \text{ km s}^{-1}$  (Effektivwert); die Schwingungsperiode beträgt 296 s, die Amplitude  $A = 19 \text{ km}$  (Effektivwert); die daraus resultierende Beschleunigung  $a = 0,0084 \text{ km s}^{-2}$ ; örtliche Schallgeschwindigkeit  $6,8 \text{ km s}^{-1}$ ; Schwerebeschleunigung  $g = 0,28 \text{ km s}^{-2}$  [17]. Die Stöße pflanzen sich mit steigender (!) Geschwindigkeit nach außen in die Korona fort [13]. Die Amplituden dieser Wellen wachsen mit der Höhe exponentiell an, wobei die Dichte der Atmosphäre exponentiell abnimmt, mittlere Energie der Welle als konstant vorausgesetzt [18].

Die grobe sechs-Minuten-Abschätzung liegt sehr nahe an den fünf-Minuten-Oszillationen. Deswegen drängt sich die Vermutung auf, einen Zusammenhang zwischen der auf der Sonne schwingenden Materie und der die Planetensphären durchteilenden Welle zu sehen, die alle Planeten in Resonanz an die Erde koppelt. Die Vorstellung der Kopplung ist nichts Neues: Alle Planeten hängen bekanntlich via Gravitation an der Sonne!

Die Hypothese der stehenden Wellen im Sonnensystem wird auch von O. Ed Wagner vertreten, der sie 1991 publizierte: „Wir stellen die Hypothese stehender W-Wellen entlang von Gravitationsfeldlinien auf, als Ursache der regelmäßigen Anordnung der beobachteten Satelliten. Wir nehmen W-Wellen an, die sich von einer oszillierenden Sonne radial ausbreiten. Ein großer Geschwindigkeitsgradient entlang der Gravitationsfeldlinien mit daraus resultierenden Reflexionen lässt ein Muster stehender Wellen entlang dieser Gravitationsfeldlinien entstehen“ [21].

Er kam nach intensiven Untersuchungen der Wechselwirkungen von Pflanzen und Gravitation zur Annahme stehender Wellen in Bäumen (nicht nur), die er W-Wellen nannte (nach wood = Holz, wie er schreibt). Weitergehend wandte er diese Vorstellung auch auf die Planeten und die Satellitensysteme von Jupiter und Saturn an und findet folgenden Ausdruck als Beschreibung aller Staffellungen:

$$r = r_0 \cdot e^{0,625 \cdot N}$$

Dabei ist  $r$  die Entfernung zum Mittelpunkt des Zentralkörpers;  $r_0$  ist der Sonnenradius (im Falle der Sonne) zur Zeit der Planeten-Platzierung;  $N$  ist ganzzahlig. Wagner betont, dass 0,625 das Reziproke von 1,6 ist, „welches eine wichtige Konstante ist, die bei früheren Untersuchungen der W-Wellen gefunden wurde“. Diese Untersuchungen an Bäumen usw. sind sehr umfangreich und ergaben bemerkenswerte Ergebnisse, auf die hier aus Platzmangel nicht eingegangen werden kann. Es soll jedoch darauf hingewiesen werden, dass Wagner bei seinen Feldforschungen und zugehörigen Experimenten offensichtlich universellen Zusammenhängen auf die Spur gekommen ist.

Beim hier gewählten Thema interessiert die Tatsache, dass er für die Staffellung der Planeten- und Satellitensysteme eine einzige beschreibende Funktion gefunden hat, deren maßgebende Konstante mit den stehenden Wellen in Bäumen eindeutig zusammenhängt. Dafür muss er aber für die Entstehungszeit des Systems einen fast doppelt so großen Sonnenradius annehmen und zusätzlich örtliche Störungen aufgrund überflüssiger Materie im All. Hinzu kommt, dass er beim Planetensystem dem Merkur recht willkürlich schon  $N = 6$  zuordnen muss (Tabelle 4), damit seine Gleichung erfüllt wird. Bei den Satellitensystemen von Jupiter und Saturn (hier nicht aufgeführt) beginnt er dagegen mit  $N = 1$ .

Nr.	Planet	r/AE	r/10 <sup>6</sup> km	„r-Wagner“
6	Mercury	0,387	57,9	58,3
7	Venus	0,723	108,2	109
8	Earth	1,000	149,6	203
	Mars	1,524	227,9	
9	Ceres	2,767	413,9	380
10	Jupiter	5,205	779	710
11	Saturn	9,567	1432	1326
12	Uranus	19,281	2884	2477
13	Neptune	30,142	4509	4628
14	Pluto	39,88	5966	8646

Tabelle 4 Planetenstaffellung nach Wagner: Im Bereich Erde-Mars eventuell Einfluss früherer überflüssiger Materie auf die Wellengeschwindigkeit; auch b. Pluto. (Die realen Bahnradien r wurden nicht von Wagner sondern aus [8] entnommen)

Er berechnet für die Geschwindigkeit der Welle im Raum:  $v_r = v_0 \cdot e^{0,625 \cdot N}$  und als Frequenz bzw. Periodendauer der Welle nennt er den Sonnen-Zyklus von 22,2 Jahren. Für die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle im Inneren der Sonne setzt er rund 1m/s an (Sonnenradius dividiert durch 22,2 Jahre). Damit widerspricht er aber seiner eigenen Auffassung einer exponentiellen Geschwindigkeitszunahme mit steigender Entfernung von der Sonne. Denn auf der Erde hat er die gleiche Geschwindigkeit selbst gemessen, also keine höhere. Daher bleibt die Frage nach genauen Einzelheiten noch ungelöst. Seine weiteren Überlegungen zum Universum, über das Planetensystem hinaus, basierend auf dem Modell stehender Wellen, liefern allerdings zusätzliche wertvolle Anregungen.

#### Quell- und Wirbelströmung als Modell für Feldstrukturen im Sonnensystem

Im Zusammenhang mit der Entstehungsgeschichte des Sonnensystems sind bereits Wirbelvorstellungen und sogar stehende Wellen genannt worden (Tabelle1). Letztere passen



auch zur antiken Vorstellung ‚klingender Sphären‘. Hinzu kam die Aufdeckung der exponentiellen Staffelung der Bahnradialen, wodurch sich der ursprüngliche Rang der Titius-Bode-Folge etwas minderte. Harthun [16] und Wagner [21] betonen zusätzlich die Rolle der Sonne als zentralem Generator hypothetischer Wellen im Planetensystem. Ein Modell, welches diese Vorstellungen beinhaltet und zusätzlich auf die Intuition Keplers zurückgreift, ist das der Wirbelquelle (bzw. Wirbelsenke).

Ein Quellenstudium bringt Keplers Erklärung der Quelle der Bewegung der Planeten (‚fons motuum‘), wieder an’s Tageslicht: „Wie sich das Kepler genauer gedacht hat, geht aus folgender Stelle hervor (Werke, VII, S.747): „Die magnetische Kraft ist in dem überaus großen Körper der Sonnen eingewurzelt, von dannen sie in die weite Welt ausfließet, und alle Planeten, wann sie einen davon erreicht, den Weg herumraffet und treibet, welchen Weg die Sonne selber, ihr Brunnquell, sich walzet“. (Also Umdrehung der Sonne selbst)“ [15; S. 83], die zu jener Zeit noch unbekannt war [12; S. 47]. Eine andere Literaturstelle: „Seiner Frage nach den ‚Ursachen des Seins‘ gab er die Antwort:... Die himmlischen Körper bewegen sich...durch eine die Welt durchdringende Kraft, welche von der Sonne ausgeht“ [12].

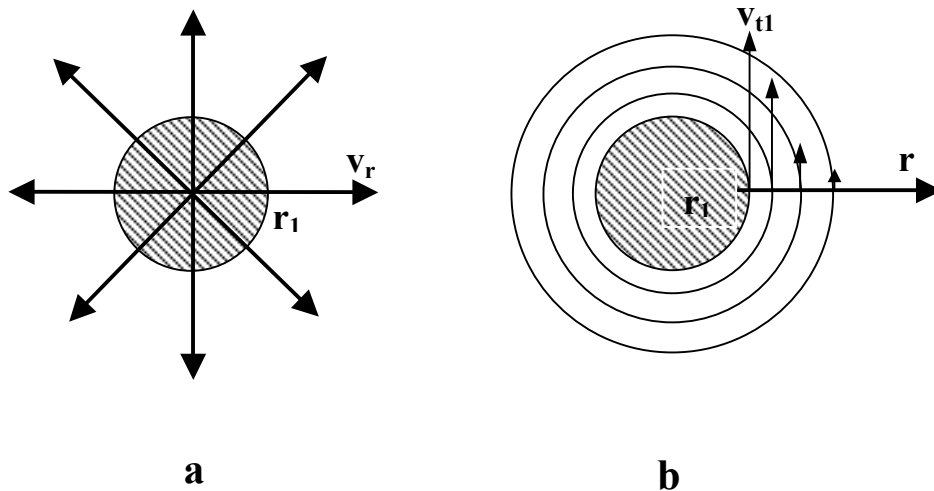
Nun kann man sich Keplers Aussage zu eigen machen und eine dynamische Feldstruktur ansetzen, die „aus der Sonne ausfließet“, modern gesagt, eine Strömungsquelle. Der nächste Schritt ist die Beachtung der Aussage: „alle Planeten...den Weg herumraffet und treibet“. Die Planeten kreisen, also ist es sinnvoll, zusätzlich eine Wirbelstruktur anzusetzen; insgesamt ergibt sich dann eine Wirbelquelle. Dabei soll Johann Haacken nicht unerwähnt bleiben, der ebenfalls einen Antrieb durch Wirbelenergie annahm und das dritte Keplersche Gesetz speziell interpretierte, offensichtlich ohne das Originalzitat von Kepler zu kennen [31]. Bevor das Wirbelmodell eingeführt wird, soll zunächst Keplers zweites Gesetz umgeformt werden. Nach diesem Gesetz überstreicht die Verbindungslinie Planet-Sonne in gleichen Zeiten gleiche Flächen. Es lässt sich auf eine einfache Form bringen [10; 11] (s. Anhang A;  $k_F$  ist für jeden Planeten verschieden):

$$v = k_F \cdot \frac{1}{r} \quad (1) \quad r = \text{mittl. Bahnradius des Planeten}; v = \text{Bahngeschwindigkeit}$$

$k_F = \text{planetenspezifische Konst.}$

### Die Modellvorstellung „Wirbelquelle“ basiert direkt auf Keplers Auffassung

Aus der Strömungstechnik ist der Fall der ebenen Wirbelquelle bekannt. Man kann sie sich veranschaulichen, indem man sich ein senkrechtes Rohr vorstellt, dessen Öffnung sich sehr dicht vor einer ebenen Platte befindet und aus dem ein Fluid nach unten ausströmt (Bild 10). Das Fluid fließe auf der Platte in einem dünnen Film nach allen Richtungen fort (ebene Quelle). Dabei nimmt die Geschwindigkeit der Fluid-Teilchen nach außen ab (Gl.2).



**Bild 10** Ebene Quelle (a) und Potentialwirbel mit Kern (b)

$v_r$  = Radialgeschwindigkeit;  $r_1$  = Rohrradius;  $v_{r1}$  = Austrittsgeschwindigkeit bei  $r_1$   
 $v_t$  = Tangentialgeschwindigkeit

$$v_r = v_{r1} \cdot r_1 \cdot r^{-k_2}; \quad v_r = k_r \cdot r^{k_2} \quad \text{hier: } k_2 = -1 \quad (2)$$

Außerdem soll sich das Rohr um seine Längsachse drehen. Diese Rotation teilt sich dem Fluid mit und hat am Austrittsort (Kern  $r_1$ ) die maximale Umfangsgeschwindigkeit (Tangentialgeschwindigkeit  $v_{t1}$ ), die mit wachsender Entfernung von der Quelle ebenfalls abnimmt (Gl. 3). Sie beschreibt einen Potentialwirbel (Bild 10 b) und entspricht übrigens formal dem zweitem Gesetz von Kepler (Gl.1)!

$$v_t = v_{t1} \cdot r_1 \cdot \frac{1}{r} = k_t \cdot r^{k_3} \quad ; \quad \text{hier: } k_3 = -1 \quad (3)$$

### Wirbelquelle: Geschwindigkeitskomponenten umgekehrt proportional zum Weg

Von besonderem Interesse ist die Bahn eines (Fluid-) Teilchens (Planet) in dieser „Feldstruktur Wirbelquelle“. Die Richtungen der Geschwindigkeiten von Quelle und Wirbel stehen senkrecht

aufeinander und damit auch die Bahnen der Fluid-Teilchen, wenn Quelle und Wirbel getrennt betrachtet werden könnten. Die Kombination beider (Anhang C) führt zur Bahnform der Planeten. Sie ist eine ebene logarithmische Spirale! Aus zwei senkrecht aufeinanderstehenden Strömungen mit hyperbolischer Abhängigkeit (Potenzfunktion) zwischen Weg und Geschwindigkeit ergeben sich logarithmische Bahnen (Trajektorien). So ‚entsteht‘ aus den Idealfiguren der Antike: ‚Kreis und Gerade‘ die logarithmische Spirale (Bild 11)!

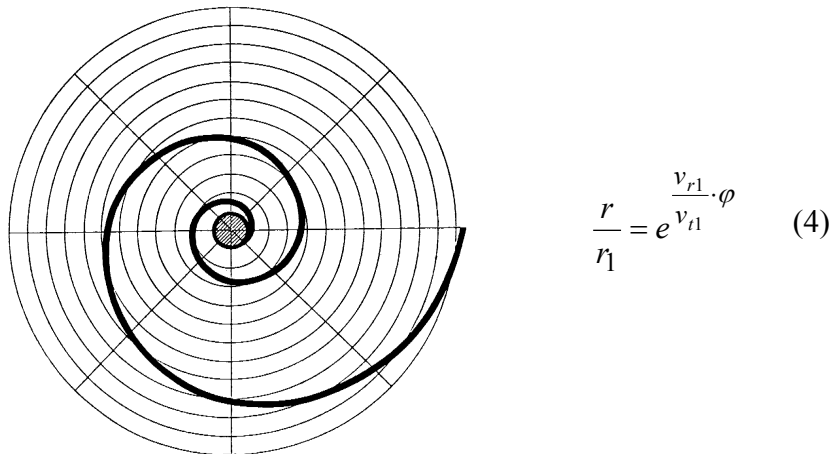
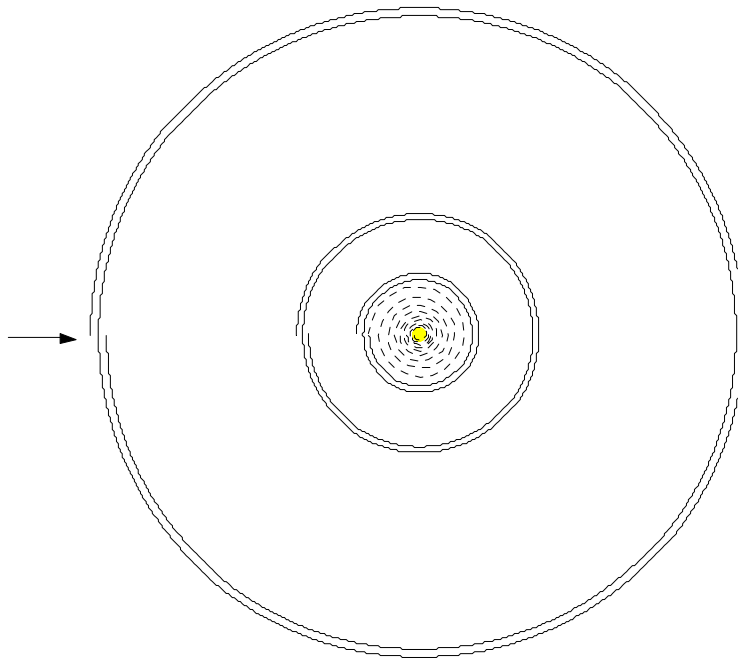


Bild 11 Logarithmische Spiralbahn eines Fluid-Teilchens bei einer ebenen Wirbelquelle

Setzt man voraus, dass eine Planeten- bzw. Satellitenablösung vom Zentralkörper jeweils nach gleichen Zeitabschnitten erfolgte, dann beschrieb jeder Planet seine eigene Spiralbahn hinaus ins All. Während der Zeit bis zur Ablösung des folgenden durchwanderte der Planet auf Spiralbahnen den Raum um den Zentralkörper und entfernte sich allmählich von ihm; in Sonnennähe für den Merkur ist dies durch eine gestrichelte Spirale angedeutet (Bild 12). Bei jeder neuen Ablösung befindet sich der jeweilige Vorgänger-Planet also schon in gewisser Entfernung vom Zentralkörper. Die Windungen der Spiralbahnen liegen so eng aneinander, dass sie während relativ kurzer Beobachtungsintervalle als geschlossene Umlaufbahnen erscheinen. Eine Abschätzung (Anhang D) ergibt rund 40 km für ihren Abstand, ein Wert, der bisher nicht messbar ist: Die heutige Messgenauigkeit des Bahnradius mit Hilfe von Radarechos beträgt etwa 300 km. Durch die Wartezeiten bis zur nächsten Ablösung ergibt sich die Staffelung der einzelnen Bahnen. Da es sich um logarithmische Spiralbahnen handelt, sind die Bahnradien exponentiell gestaffelt. Mit dem Ansatz einer Feldstruktur, die durch eine Wirbelquelle beschreibbar ist, kann man die Anordnung der Planeten also auch erklären.

Ihr logarithmischer Hintergrund wäre auch eine Erklärung dafür, dass Kepler die Bahnen für ausgebauchte Ei-Bahnen hielt und durch Ellipsengleichungen nur näherungsweise beschreiben konnte.

Nach Newtons Worten befindet sich die Sonne nicht in einem Brennpunkt der Ellipse, sondern der Brennpunkt liegt im gemeinsamen Massenzentrum des Planetensystems, weil sich alle Körper gegenseitig anziehen und entsprechend bewegen (Vielkörpersystem). „(Newton zieht den Schluss, dass) ,sich die Planeten weder genau auf Ellipsen bewegen, noch zweimal in der gleichen Umlaufbahn umlaufen‘. Und weiter: ,Es gibt so viele Umlaufbahnen für einen Planeten, wie viele Male er umläuft‘[32]“. Das bedeutet auch schon in dieser Sichtweise, dass die Bahnen nicht geschlossen sind!



**Bild 12** Offene Planetenbahnen als Spiralen mit sehr geringem Windungsabstand (Prinzip)

Das Modell der Wirbelquelle erlaubt auch eine Vorzeichen-Umkehr der Radialkomponente, nämlich die Annahme einer Wirbelsenke. Dabei bleibt die Form der Bahnen gleich, nur die Richtung der Geschwindigkeit kehrt sich um. Dann ergibt sich das Bild von Planeten, die vom Zentralkörper ,eingefangen‘ wurden und sich ihm im Laufe der Zeit mit wachsender Bahngeschwindigkeit nähern.

Im Bezug auf das relative Alter der Planeten zueinander ergeben sich dann, abhängig vom Modell (Wirbelquelle oder –senke) entgegengesetzte Folgerungen: Im Fall der Wirbelquelle

wäre der äußerste Planet der älteste, da er sich zuerst von der Sonne trennte; unter der Voraussetzung einer Wirbelsenke und ‚Einfang-Hypothese‘ wäre der sonnennächste Planet der älteste. Bei der Erde könnte man vielleicht entscheidende Indizien finden: Im ersten Fall, der Wirbelquelle, würde z.B. das Jahr auf der Erde im Laufe der Zeit immer länger werden, im Falle der Wirbelsenke immer kürzer. Hierzu sollten sich in den Geowissenschaften Hinweise finden lassen.

Neben der Radienstaffelung interessiert auch die rechnerische Bahngeschwindigkeit der Planeten auf einer derartigen Spirale: Es ergibt sich  $v = \sqrt{k_r^2 + k_t^2} \cdot r^k$  (Anhang D); etwas kürzer formuliert:

$$v = k_4 \cdot r^k \quad (5)$$

Es lässt sich schnell zeigen, dass obige Wirbelvorstellung nicht nur in Keplers verbalem Zitat eine Stütze findet, sondern auch in seinem dritten Gesetz. Dieses Gesetz, welches die Verknüpfung der Umlaufzeiten mit den mittleren Bahnradien angibt, lautet: und hat die gleiche Form wie Gleichung (5). In Anhang D wird gezeigt, wie diese ungewohnte Form auf einfache Weise aus der bekannteren Formulierung gewonnen wird [30]. Da es sich hier um Feldstrukturen handelt, ist einzusehen, dass der Exponent k in der beschreibenden Gleichung

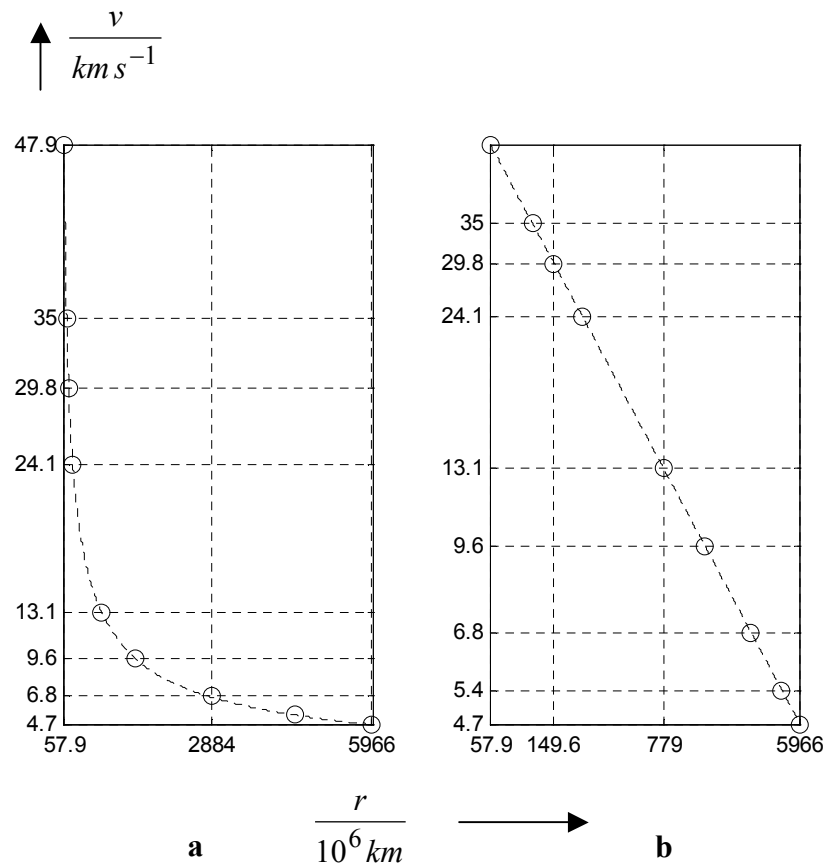
$$v = k_6 \cdot r^{-0,5} \quad (6)$$

<b>Planet</b>	<b>Me</b>	<b>Ve</b>	<b>Er</b>	<b>Ma</b>	<b>Pltoid</b>	<b>Ju</b>	<b>Sa</b>	<b>Ur</b>	<b>Ne</b>	<b>Pl</b>
r/10 <sup>6</sup> km	57,9	108,2	149,6	227,9	(403,9)	779	1432	2884	4509	5966
v/ km s <sup>-1</sup>	47,9	35,0	29,8	24,1		13,1	9,6	6,8	5,4	4,7

Tabelle 5 Mittlere Bahnradien der Planeten und zugehörige Bahngeschwindigkeiten

nicht gleich – 1 ist, welcher für Wirbelsysteme mit Fluiden gilt, sondern im Fall des dritten Keplerschen Gesetzes –0,5 beträgt. Die Konstante  $k_6$  ergibt sich aus bekannten Daten eines Planeten, z.B. Erde:  $k_6 = 364,5 \text{ km}^{3/2} \text{ s}^{-1}$ .

Für einen Vergleich seien die realen Bahngeschwindigkeiten (v) der Planeten und die zugehörigen mittleren Bahnradien herangezogen, sie sind in Tabelle 5 aufgeführt und in Bild13 zur Veranschaulichung grafisch dargestellt. Bild 13 a zeigt den Zusammenhang in halblogarithmischen, Bild 13 b in doppelt-logarithmischen Koordinaten. Die Planeten-Werte sind durch Kreise dargestellt, das 3. Keplersche Gesetz (Gl. 6) durch eine gestrichelte Linie.



**Bild 13** Mittlere Bahnradien der Planeten und zugehörige Bahngeschwindigkeiten (Kreise), sowie das dritte Keplersche Gesetz (gestrichelt)  
 a) halblogarithmische Koordinaten  
 b) doppeltlogarithmische Koordinaten

### Spezielle, resonanzbedingte Feldstrukturen im Bereich der Planetenbahnen

Das Modell ‚Wirbelquelle bzw. –senke‘ beinhaltet im Prinzip die Vorstellung kontinuierlicher Ausbreitungsvorgänge; die Bahnradien sind aber diskontinuierlich gestaffelt und zwar nach einer Exponentialfunktion. Welche Ursache sollte es nun dafür geben, dass die Bahnabstände exponentiell gestaffelt sind, bzw. jeweils nur nach diskreten Zeitabständen ein neuer Planet ‚eingefangen‘ oder gebildet wurde?

Bei den inhomogenen Feldstrukturen im Falle des „Sonnenwirbels“ ist ein Geschwindigkeitsgradient für radiale Wellen nicht verwunderlich. Demnach ist die Annahme einer stehenden Welle im Gesamtsystem nach Harthun [16] und Wagner [21] zur Erklärung recht plausibel. Periodische Schwingungs-Vorgänge auf der Sonne sind eine Tatsache und sie bildet mit den sie umkreisenden Körpern ein Ganzes. Schon aus dieser Sicht erscheinen diskontinuierliche dynamische Feldstrukturierungen im Raum sehr wahrscheinlich. Mit zunehmendem Aufbau

des Planetensystems bildet sich dann ein immer komplexeres schwingendes Gesamtsystem mit Vielfach-Resonanzen (zahlreichen Eigenfrequenzen). Man denke nur an die verschiedenen, zusammenwirkenden Aphel- und Perihel-Bewegungen.



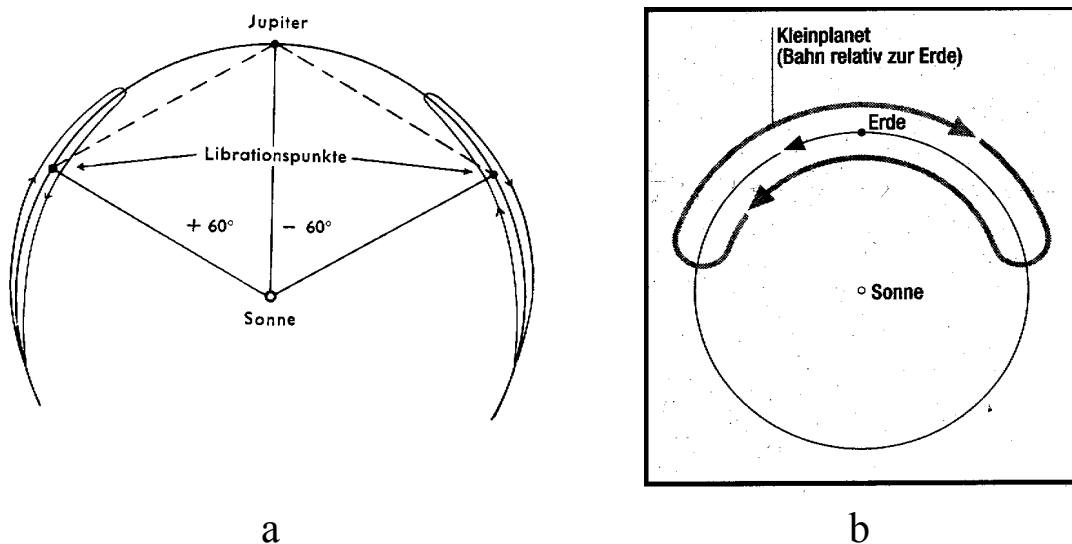
Bild 14 Äußerster Ring (oben) des weitgehend im Schatten liegenden Neptun (Sichel) [22]

Ein erstes Beispiel dafür sind die Erkenntnisse der Astronomie, dass die Stabilität der Ringe von Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun auf „Bahnresonanzen (beruht), die das Material jeweils in festen Abständen von den Planeten halten“ [22]. Hinzu kommt, dass der äußerste Ring des Neptun (Adams) ‚Knoten‘ hat (Bild 14). Diese Verdickungen „dürfte es nach den herkömmlichen Modellen nicht geben. Sie wären längst entlang ihrer Bahn ‚verschmiert‘ worden. Deshalb haben die Astronomen versucht, auch die Knoten als Folge von Bahnresonanzen zu erklären. Als Auslöser kommt nur der kleine Neptunmond Galatea in Frage...(Der Resonanzeffekt) beruht darauf, dass die Bahn von Galatea nicht genau kreisförmig ist, sondern geringfügig davon abweicht“ [22]. H. J. Fahr beschreibt dazu in [20] seine Dichtewellentheorie der Planetenringe.

Hier handelt es sich im wesentlichen schon um zwei verschiedene Resonanz-Systeme: Einmal um Resonanzvorgänge auf einer einzigen Bahn (Adams) und im zweiten Fall um Ring-Material, durch Resonanz in festen Abständen vom Zentralkörper stabil gehalten, also um

Bahnstaffelungen. Diese Staffelungen geschehen also durch Resonanzvorgänge, was bei räumlich ausgedehnten Systemen stehende Wellen bedeutet! Man darf also auch an den Orten der Planetenbahnen besondere Feldstrukturen aufgrund stehender Wellen annehmen, sodass Körper dort stabilisiert („gefangen“) werden. Diese Hypothese wird ganz besonders dadurch gestützt, dass schon allein der Bereich solcher Bahnen Kleinplaneten „einfängt“ die dann die Bahn umkreisen, ohne dass sich dort ein anziehender Zentralkörper befindet:

„Je kleiner die Objekte sind, die die Astronomen noch im Sonnensystem aufspüren können, desto geheimnisvoller wird ihre Welt. Im Laufe der Zeit haben die Forscher herausgefunden, dass sich viele Kleinplaneten gar nicht auf beliebigen Bahnen um die Sonne bewegen. Vielmehr sind sie auf überraschende Weise an die Bahnen der größeren Planeten gekoppelt...Für



**Bild 15** Besondere Bahnen von Kleinplaneten (1. Näherung)

a) Die Bahn der Trojaner umschließt die Jupiter-Bahn [8]

b) Die Bahn von Planetoid 2002 AA29 umschließt die Erd-Bahn [26]

einen Kleinplaneten gibt es in einem System Sonne-Planet fünf Positionen, in denen er gegenüber diesen beiden größeren Himmelskörpern fixiert ist, wenn er erst einmal dorthin gelangt ist (Joseph Louis Lagrange). Zwei der Positionen befinden sich jeweils (60) Grad vor beziehungsweise hinter dem Planeten, sie bilden mit diesem und der Sonne ein gleichseitiges Dreieck.

Anfang vergangenen Jahrhunderts fanden die Astronomen heraus, dass sich an diesen beiden Lagrangeschen Punkten des Jupiters tatsächlich Kleinplaneten befinden, die Trojaner genannt wurden. Die Trojaner ziehen gleichsam mit dem Jupiter um die Sonne, die sie wie dieser in



knapp zwölf Jahren einmal umkreisen. Der erste Trojaner wurde 1906 von dem Heidelberger Astronomen Max Wolf aufgefunden. Mittlerweile sind mehr als 400 von ihnen bekannt, die in engen Bahnen gleichsam um die Lagrangeschen Punkte pendeln (Bild 15 a).

Mathematisch gesehen befinden sich die Trojaner in einer 1:1-Resonanz mit dem Jupiter, das heißt, ihre großen Bahnachsen und die Umlaufperioden entsprechen denen des Planeten. Mittlerweile haben die Astronomen weitere Kleinplaneten mit anderen einfachen Bahnresonanzen (2:3; 3:4) zum Jupiter und zum Saturn aufgespürt. Diese Objekte bewegen sich im Asteroidengürtel auf ziemlich stabilen Bahnen um die Sonne. Die Schwerkräfte der großen Planeten helfen, dass sie nicht durch Störungen auf andere Wege gelenkt werden... Im Jahr 1986 entdeckten die Astronomen einen ersten Kleinplaneten - Cruithne -, der sich in 1:1-Resonanz mit der Erde um die Sonne bewegt. Das Besondere an seiner Bahn wurde aber erst 1997 erkannt. Das Objekt, das einen Durchmesser von etwa fünf Kilometern hat, umkreist die Sonne...auf einer hufeisenförmigen Bahn...

Nach Cruithne spürten die Astronomen in 1:1-Resonanz mit der Erde noch die Kleinplaneten 1998 UPI und 2000PH5 auf. Die Bahnen aller drei Himmelskörper zeichnen sich durch eine große Exzentrizität - also eine stark elliptische Form - aus, wie sie für Kleinplaneten typisch ist, die aus dem Asteroidengürtel herausgeschleudert wurden. Dadurch können sich die Objekte in Richtung Sonne und von dieser fort weit von der Erde entfernen, die Hufeisen sind also ausgesprochen dickbauchig. Das im Januar entdeckte Objekt dieser Klasse, 2002 AA29, hat dagegen eine fast kreisförmige Bahn, so dass sich das Hufeisen eng der Erdbahn anschmiegt“ [25].

Der Leser kann sich durchaus über die merkwürdige „Hufeisenbahn“ im Bild 15 b wundern, lediglich mit mehr oder weniger stark gebogenen Linien dargestellt, und sich fragen, wie denn ein Körper auf diese Weise ‚kreisen‘ könne. Die Literatur nennt diese Darstellungsart denn auch ‚erste Näherung‘ weil sie eigentlich nur die Umhüllende einer Bahnschraube beschreibt (Bild 16). „Die gewundene Bahn des Kleinplaneten 2002AA29, den Astronomen im vergangenen Januar entdeckt haben, schmiegt sich auf ungewöhnliche Weise an die Bahn der Erde...bewegt sich der Kleinplanet bezüglich des Sonne-Erde-Systems in erster Näherung auf einer Bahn, die einem fast geschlossenen Hufeisen ähnelt, wobei sich die Erde zwischen den beiden Enden befindet. In zweiter Näherung handelt es sich bei der Bahn um eine Spirale,

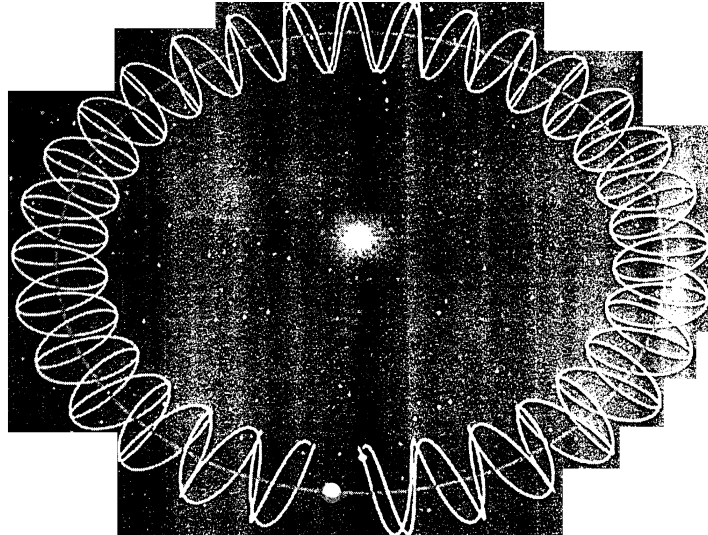


Bild 16 Die Bahn von 2002 AA29 um die Erd-Bahn [26]

die sich um das Hufeisen windet. Das liegt daran, dass einige der Bahnparameter von Erde und Kleinplanet nicht exakt übereinstimmen. Die Bahnebene von 2002AA29 ist zum Beispiel geringfügig gegenüber der Bahnebene unseres Heimatplaneten geneigt. Das Bild gibt die Situation schematisch wieder“ [26]. Entsprechendes wird auch für die Trojaner usw. gelten (Bild 15 a), auch wenn das Standardwerk [8] dies nicht erwähnt!

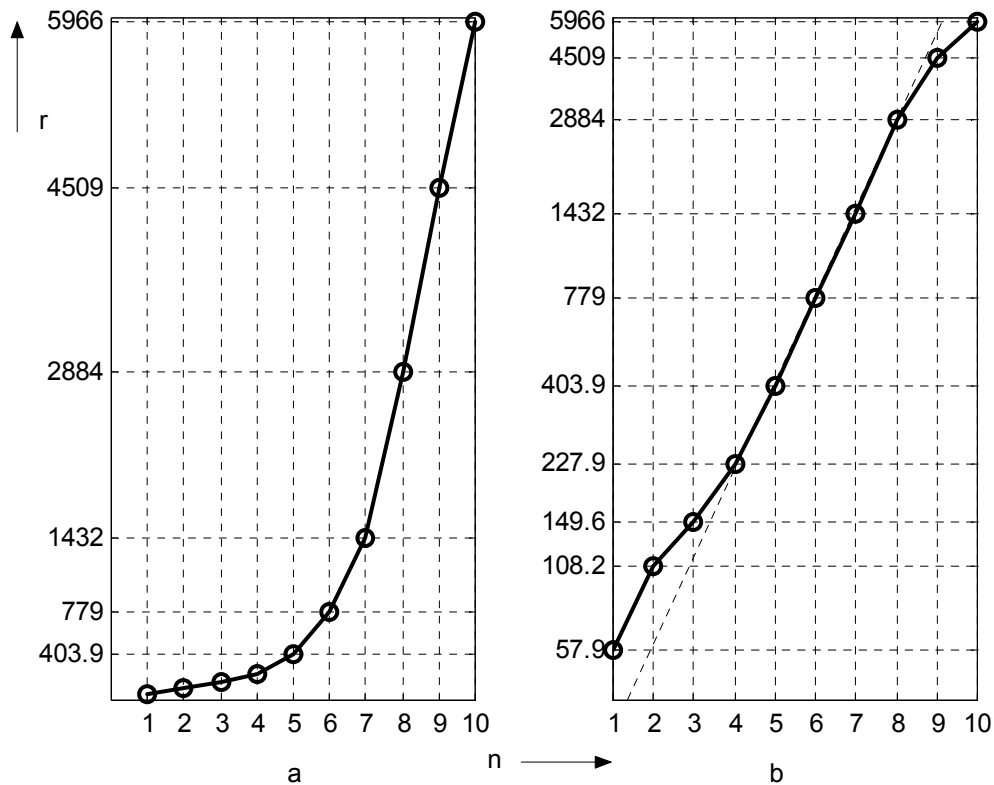
### Abschlussdiskussion und Übersicht

In dieser Studie wird Keplers Vorstellung einer von der Sonne ausgehenden Antriebskraft für die Planeten zum Anlass genommen, Feldstrukturen in Analogie zur Wirbelquelle/senke bei Fluiden anzusetzen. Im Antriebsfeld dieser Strukturen eingebettet, passen Bahnradius und Geschwindigkeit jedes einzelnen Planeten stets einwandfrei zusammen (Bild 13; Keplers 3. Gesetz). Eine Frage taucht dann aber auf, die noch ungeklärt bleiben muss: Das zweite Keplersche Gesetz (Gl.1; Anhang A) hat bei  $r$  mit dem Exponenten  $-1$  die hyperbolische Form, die für den Potentialwirbel gilt und der „Antriebswirbel“ nach dem dritten Gesetz hat jedoch den Exponenten  $-0,5$  bei  $r$  Gl.(6). Auf den ersten Blick liegen zwei unterschiedliche Wirbelstrukturen vor, die jeden Planeten antreiben. Das kann aber nicht sein. Ein zweiter Blick zeigt noch einen weiteren wesentlichen Unterschied. Der Zusammenhang zwischen  $v$  und  $r$  ist im dritten Gesetz unabhängig von den Massen der Planeten. Im zweiten Gesetz dagegen spielt die jeweilige Masse des Planeten eine Rolle und es bietet sich an, einen tieferen Zusammenhang zwischen den Feldstrukturen im Raum und der Masse zu vermuten, der noch nicht erschlossen werden kann.

Die Planeten „schwimmen“ im kontinuierlichen Wirbelfeld. Bei langfristiger Betrachtung der Bahnen ergibt sich für jeden Planeten eine kontinuierliche logarithmische Spirale mit sehr geringer Ganghöhe, die sich in den Raum ausbreitet. Bei kurzer Beobachtung der Bahnen verschiedener Planeten erscheinen die Bahnen geschlossen und exponentiell gestaffelt (Bild 12). Das bedeutet, die Planeten müssen zu diskreten Zeitpunkten ihre jeweilige Spirale begonnen haben und sind auf ihrem Weg in den Raum (Wirbelquelle) oder in Richtung Sonne (Wirbelsenke) verschieden weit gekommen. Im ersten Fall (Sonne als Wirbelquelle) muss man in dem Fall periodische Ablösungen von der Sonne annehmen, während bei der Alternative ‚Sonne als Wirbelsenke‘ vermutet werden muss, dass sich die Planeten durch Resonanzvorgänge bildeten. Und für Resonanzen gibt es ebenfalls Beispiele, wie gezeigt wurde. Die Modellvorstellung, dass die Planeten jeweils immer zu so passenden Zeitpunkten ‚eingefangen‘ wurden und ihre Bahnspirale nach innen begannen, so dass sich später bei kurzfristiger Beobachtung die bekannte gesetzmäßige, exponentielle Staffelung aller ergibt, erscheint nicht sehr plausibel.

Weiter kann eine gewisse Gewichtung aufgestellt werden. Bild 13 veranschaulicht in der Regelmäßigkeit der Planetenanordnung die Wirkung des Wirbelfeldes, welches für die Bahn und Geschwindigkeit jedes Planeten ‚verantwortlich‘ ist. Dagegen zeigt Bild 17, dass die Staffelung der Bahnradien in Abhängigkeit von der abstrakten ‚Planeten-Nummer‘ (Anhang E) durchaus nicht nach einer ‚sauberen‘ Exponentialfunktion erfolgt (gestrichelte Gerade in Bild 17 b), sondern deutlich von ihr abweicht; in halblogarithmischen Koordinaten besser zu erkennen, als in linearen. Die ‚Planeten-Nummer‘ steht für ein bestimmtes, konstantes Zeitintervall; entweder für das Ablöse-Intervall oder für die halbe Periodendauer einer stehenden Welle (Bild 9); bei letzterer muss zusätzlich noch eine exponentiell wachsende radiale Wellenausbreitungsgeschwindigkeit angenommen werden.

Im störungsfreien Fall müsste aufgrund der logarithmischen Spiralbahn eine exakt exponentielle Staffelung vorliegen. Da dies nicht der Fall ist, waren entweder die Ablöse-Intervalle nicht periodisch, oder die Störungen sind während der bisherigen Existenz des Sonnensystems aufgetreten. Die dritte Möglichkeit: Die Laufzeit der Welle ist zwischen den Planeten nicht überall gleich.



**Bild 17** Mittlere Bahnradien in Abhängigkeit von der (willkürlichen) Nummerierung der Planeten  
 a) Lineares Koordinatensystem  
 b) halblogarithmische Koordinaten

Diese Studie gründet auf den mittleren Bahnradien der Planeten und deren Bahngeschwindigkeiten, andere physikalische Daten wurden nicht herangezogen. Daher bleiben diese Fragen für weitere Untersuchungen noch offen und könnten nur mit zusätzlichen Daten beantwortet werden.

<b>Vorstellungen zur Struktur(ierung) des Sonnensystems (Auswahl)</b>	
Pythagoras (geb. –600 oder –570)	<b>Sphären-Harmonie:</b> 1. Feste Sphären (damals noch). 2. Töne (unhörbar). <b>Töne→Eigenfrequenzen→Resonanzen.</b> <b>(Räumlich ausgedehnte Systeme: Stehende Wellen).</b>
Kepler (1571-1630)	<b>Geometrische Beschreibung:</b> <u>Reguläre Körper</u> ineinander geschachtelt.
	<b>Algebraische Beschreibung:</b> <u>Bahnform:</u> 1. Gesetz (Kreis→Ei→Ellipse). <u>Dynamik:</u> 2. und 3. Gesetz .
	<b>Physikalischer Bezug Wirbel:</b> „...magnetische Kraft in (der Sonne) eingewurzelt und (die) alle Planeten...den Weg herum raffet und treibt“.
Entstehungstheorien (siehe Tabelle 1)	<b>Wirbel , Resonanzen, stehende Wellen.</b>
Titius-Bode (1766)	<b>Zahlenfolge</b> ohne physikalischen Bezug.
W.M. Bauer (1975)	<b>Exponentielle Staffelung</b> aufgrund periodischer <b>Ablösevorgänge</b> und <b>Sonnen-Resonanzen.</b>
N. Harthun (1979/81)	<b>Sonne als Generator stehender Wellen.</b> <b>Exponentiell steigende Ausbreitungsgeschwindigkeit</b> der Wellen. Sphären = „distributed feedback“ (Reflexionen).
Ed. O. Wagner (1991)	<b>Sonne als Generator stehender Wellen.</b> <b>Exponentiell steigende Ausbreitungsgeschwindigkeit</b> der Wellen: <b>Geschwindigkeitsgradient</b> = Ursache der Reflexionen.
N. Harthun (2003)	<b>Sonnen-Feldstrukturen analog einer Wirbelquelle/senke</b> <b>Kontinuierliche Felder + überlagerte Resonanzstrukturen:</b> Bahnen = <b>bevorzugte Raumbereiche.</b>

Tabelle 6 Übersicht der wichtigsten Aussagen

Anhang A

Das 2. Kepler-Gesetz entspricht dem Flächensatz, der einen Sonderfall des Drehimpulssatzes darstellt [11]. Für jeden einzelnen Planeten gilt jeweils:

$$I \cdot \omega = \text{konst.} \quad (a)$$

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (b)$$

$$I = m \cdot r^2 \quad (c)$$

(c) und (b) in (a) eingesetzt:

$$m \cdot r^2 \cdot \frac{v}{r} = \text{konst.}$$

$$m \cdot v \cdot r = \text{konst.}$$

$$v \cdot r = \frac{\text{konst.}}{m} = k_F$$

$$v = k_F \cdot \frac{1}{r} \quad (1)$$

Setzt man dafür die Werte des interessierenden Planeten ein, so lässt sich  $k_F$  berechnen; z.B. für die Erde:

$$r_{\text{Erde}} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km} ; \quad v_{\text{Erde}} = 29,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} ; \quad \underline{\underline{k_{F \text{ Erde}} = 4,46 \cdot 10^9 \text{ km}^2 \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Anhang B

Zur Titius-Bode-Folge: Betrachtet man die 3 (nach der 0) als erstes Glied ( $n_1$ ) der Folge (also  $x_1 = 3$ ), dann gilt für alle Glieder (nach 0 bzw. 4) der allgemeine Ausdruck:  $x_n = 3 \cdot 2^{n-1} + 4$ .

Anhang C

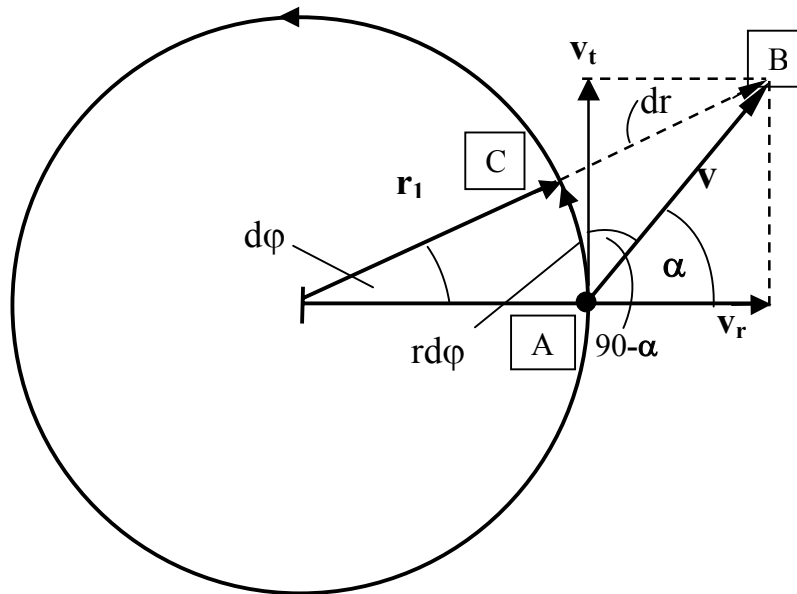
Abschätzung der Periodendauer der stehenden Welle im Sonnensystem: Die Strecke Sonne Merkur entspricht der halben Wellenlänge (Bild 9):  $\frac{\lambda}{2} = 57,9 \cdot 10^6 \text{ km}$ . Weiter gilt:

$$\lambda \cdot f = v = \frac{\lambda}{T} ; \quad v = \text{Ausbreitungsgeschwindigkeit}; T = \text{Periodendauer}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{2 \cdot 57,9 \cdot 10^9 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}} = 390 \text{ s} = \underline{\underline{6,4 \text{ min}}} \quad \text{unter der Annahme: } v = c (\text{Lichtgeschwindigkeit})$$

### Anhang D

Die Gleichung für die Bahnkurve (Trajektorie) in Abhängigkeit vom Winkel,  $r = f(\varphi)$ , lässt sich mit Bild 18 folgendermaßen herleiten, (angelehnt an die Kurzform in [23]):



**Bild 18** Geschwindigkeits- und Bahnkomponenten eines Fluid-Teilchens bei einer Wirbelquelle  
(Die infinitesimal geringe Bewegung des Körpers von A nach C wurde stark vergrößert)

Das betrachtete Teilchen bewegt sich sowohl vom Ort A tangential mit der Geschwindigkeit  $v_t$  fort, als auch gleichzeitig radial nach außen mit der Geschwindigkeit  $v_r$ . Diese beiden Geschwindigkeitskomponenten ergeben zusammen Betrag und Richtung von  $v$ , so dass der Körper sich zum Ort B bewegt. Dabei entfernt er sich um das Stück  $dr$  vom Mittelpunkt. Diese Strecke ist abhängig vom Winkel  $\varphi$  und den beiden Geschwindigkeiten  $v_t$  und  $v_r$ . In dem rechtwinkligen Dreieck A B C gilt bei sehr kleinen Winkeländerungen  $d\varphi$  der Bogen  $rd\varphi$  als linear und daher gilt auch das Verhältnis:

$$\frac{dr}{rd\varphi} = \operatorname{tg}(90 - \alpha) = \operatorname{ctg}\alpha$$

Der Winkel  $\alpha$  lässt sich mit Hilfe folgender Beziehung ersetzen:

$$\operatorname{ctg}\alpha = \frac{v_r}{v_t} \quad . \quad \text{Damit folgt:}$$

$$\frac{dr}{rd\varphi} = \frac{v_r}{v_t}$$

Bei konstantem Geschwindigkeitsverhältnis  $v_{r1} / v_{t1}$  gilt:

$$\frac{dr}{r} = \frac{v_{r1}}{v_{t1}} d\varphi$$

$$\int \frac{dr}{r} = \frac{v_{r1}}{v_{t1}} \int d\varphi$$

$$\ln r + k = \frac{v_{r1}}{v_{t1}} \cdot \varphi$$

Zur Berechnung der Integrationskonstanten ist folgendes bekannt: An der Stelle  $\varphi = 0$  ist  $r = r_1$ :

$$\ln r_1 + k = 0$$

$$k = -\ln r_1$$

Damit folgt:

$$\ln r - \ln r_1 = \frac{v_{r1}}{v_{t1}} \cdot \varphi$$

$$\ln \frac{r}{r_1} = \frac{v_{r1}}{v_{t1}} \cdot \varphi \quad \Rightarrow \quad \underline{\underline{\frac{r}{r_1} = e^{\frac{v_{r1}}{v_{t1}} \cdot \varphi}}} \quad (4)$$

Die Strömung besteht aus derartigen Spiralen, die bei einer Wirbelquelle nach außen laufen; (bei einer Wirbelsenke nach innen). Der Windungsabstand lässt sich schnell abschätzen (zugegebenermaßen äußerst grob): Die Erde ist 149,6 Millionen km von der Sonne entfernt und existiert seit rund vier Milliarden Jahren, hat sich also in dieser Zeitspanne von der Sonne fortbewegt. Damit folgt für die jährliche Radialkomponente:

$$\text{Windungsabst.} = \frac{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}}{4 \cdot 10^9 \text{ Jahre}} = 40 \text{ m/Jahr}$$

Der Bahnradius ist heute mit einer Genauigkeit von ca. 300 km messbar (Radarechos).

Ein Hinweis aus der Strömungstechnik, der vielleicht von Bedeutung sein kann und sicher nur wenigen bekannt ist: Pumpen oder Turbinen mit Schaufeln, die nach der logarithmischen Spirale geformt sind und im Sinne der Quelle oder Senke angeströmt werden, funktionieren nicht. Es sind keine Kräfte übertragbar, weder von der Strömung auf die Schaufeln noch umgekehrt! Auch dies unterstreicht den besonderen Rang dieser Figur – oder der e-Funktion – welche zur mathematischen Beschreibung einer unübersehbaren Anzahl von Naturphänomenen geeignet sind.

Für die rechnerische Bahngeschwindigkeit  $v$  eines Körpers auf der Spirale im Wirbelsystem, abhängig von  $r$  folgt mit Bild 17:



$$v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2}$$

Mit den Gleichungen (2) und (3) folgt allgemein:

$$v_r = k_r \cdot r^{k_2} \quad \text{und} \quad v_t = k_t \cdot r^{k_3}$$

Es ist sinnvoll, die beiden Exponenten  $k_2$  und  $k_3$  gleich zu setzen, um auf die Form des Gleichung (5) zu kommen:  $k_2 = k_3 = k$ . Dann folgt:

$$v = \sqrt{k_r^2 \cdot r^{2k} + k_t^2 \cdot r^{2k}} = \sqrt{(k_r^2 + k_t^2) \cdot r^{2k}}$$

$$\underline{\underline{v = \sqrt{k_r^2 + k_t^2} \cdot r^k}} \quad (5)$$

Nach dem dritten Keplerschen Gesetz gilt:  $\frac{T^2}{r^3} = \text{konst.} = k_5$ .

Für die Umlaufzeit  $T$  gilt:  $T = 2\pi r / v$ . Nach Einsetzen und Umformen folgt:  $\frac{4\pi^2}{v^2 r} = k_5$  und weiter:

$$\underline{\underline{v = k_6 \cdot r^{-0,5}}} \quad \text{mit} \quad k_6 = \sqrt{\frac{4\pi^2}{k_5}} \quad (6) \quad \text{Drittes Keplersches Gesetz;}$$

$$k_6 = 364,3 \cdot 10^3 \text{ km}^{3/2} \text{ s}^{-1}$$

### Anhang E

Bauer hatte den Planeten jeweils einen Ablösezeitpunkt zugeordnet, was hier einfach durch eine Nummer (n) ausgedrückt wurde (Tabelle 3). Später führte Wagner unabhängig davon ebenfalls eine Nummer N für jeden Planeten ein (Tabelle 4), mit der er allerdings kein Zeitintervall meinte, sondern die Stellung des betreffenden Planeten im zugehörigen Knoten (oder Bauch) einer stehenden Welle (Bild 9); Ablöse-Theorie oder stehende Welle: Die Nummer n (bzw. N) steht in beiden Fällen im Zusammenhang mit mittleren Bahnradien der Planeten. Deswegen sind sie in Bild 19 über ihrer Nummer n aufgetragen, wodurch die Art ihrer Staffelung anschaulich wird. Dabei wurde die Darstellung in linearen Koordinaten (a) jener in halblogarithmischen (b) gegenüber gestellt. Letztere zeigt anschaulich, dass eine e-Funktion, angedeutet durch die eingefügte Gerade, angenähert wird. Diese Näherungsfunktion lautet:

$$r = r_0 \cdot e^{0,49 \cdot n} \quad (7)$$

Der Wert des Exponenten weicht von dem in Bild 8 (oben links) etwas ab und der erste Faktor ist wegen der unterschiedlichen Zählung ein anderer (Merkur = 0 bzw. 1).

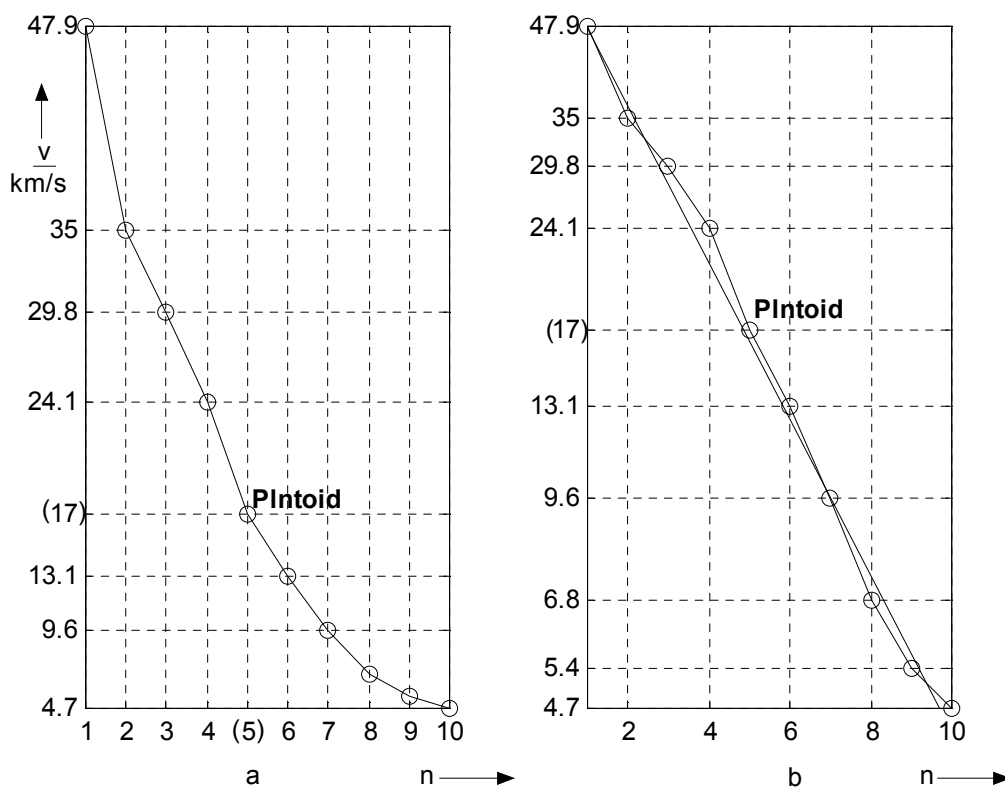
Um die Zuordnungen zu „n“ abzurunden, sei noch der Zusammenhang der mittleren

Bahngeschwindigkeiten der Planeten mit deren „Nummer“  $n$  angegeben. Die Werte sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Bild 19 zeigt wieder die erwartete näherungsweise exponentielle Abhängigkeit. Auch hierzu wurde empirisch eine Exponentialfunktion gefunden, deren Werte in der vierten Zeile der Tabelle zum Vergleich aufgeführt sind:

$$v_{\text{Formel}} = 47,9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot e^{-0,26 \cdot n} \quad ; \quad e = 2,7182; \quad n = 1; 2; 3; \dots$$

Planet	Me	Ve	Er	Ma	Pltoid	Ju	Sa	Ur	Ne	Pl
n	1	2	3	4	(5)	6	7	8	9	10
$v/\text{km s}^{-1}$	47,9	35,0	29,8	24,1		13,1	9,6	6,8	5,4	4,7
$V_{\text{Formel}}$	47,9	36,9	28,5	22	(16,9)	13	10,1	7,7	6	4,6

**Tabelle 7** Bahngeschwindigkeiten der Planeten in Abhängigkeit von  $n$   
(Reale Werte und jene nach beschreibender Exponentialfunktion)



**Bild 19** Mittlere Bahngeschwindigkeit in Abhängigkeit  
von der (willkürlichen) Nummerierung der Planeten  
a) Lineares Koordinatensystem  
b) halblogarithmische Koordinaten

Für die wertvolle Unterstützung bei Text und Berechnungen, verbunden mit den zugehörigen fruchtbaren Diskussionen, sei meiner Frau hiermit herzlich gedankt!

## Literaturquellen

- [1] Waerden, B.L. van der: Die Pythagoreer; Zürich 1979; Artemis-Verlag
- [2] Kepler, Johannes: Weltharmonik; München 1939 bzw. Wiss. Buchgesellschaft Darmstadt 1978
- [3] Thimus, Albert von: Die harmonikale Symbolik des Alterthums, 2 Bde.; Olm Verl. Hildesheim, New York 1972
- [4] Kayser, H.: Der hörende Mensch – Elemente eines akustischen Weltbildes; Berlin 1930; Lampert Schneider
- [5] Haase, Rudolf: Grundlagen der harmonikalen Symbolik; ORA Verlag München 1966
- [6] Kahn, F.; Das Buch der Natur (Bd. 1), A. Müller Verlag Rüschlikon-Zürich 1952
- [7] Müller, Rolf: Astronomische Begriffe; Bibliographisches Institut; Mannheim 19
- [8] Krautter, Joachim: Meyers Handbuch Weltall, 7. Auflage; Meyers Lexikon Verlag 1994; S. 402
- [9] Bauer, Wilhelm M.: Geo- und Astrophysik; Selbstverlag 1975; Nonntaler Hauptstr. 14; A-5020 Salzburg
- [10] Harthun, Norbert: Die Planeten – Schwingendes System mit Rätseln; Kosmische Evolution 1979; Nr. 4; S. 136
- [11] dtv Lexikon der Physik
- [12] Bialas, V. u.a.: Johannes Kepler zur 400. Wiederkehr seines Geburtstages; Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte 39.Jahrg.; 1971; H.1 S. 8; R. Oldenbourg Verlag, München 1971, VDI-Verlag Düsseldorf
- [13] Herrmann, Joachim: dtv-Atlas zur Astronomie: Deutscher Taschenbuch Verlag München 1973
- [14] Ernst-Abbe-Stiftung Zeiss-Planetarium Jena: Der letzte Tag der Saurier; Ein Programm-Blatt des Zeiss-Planetariums, ca. 1992/93
- [15] Rudolf Lämmel: Von Naturforschern und Naturgesetzen; Hesse u. Becker Verlag, Leipzig 1927
- [16] Harthun, Norbert: Sonne und Planeten in Resonanz – Zusammenhalt durch unbekannte Energiewelle?; Mensch und Technik – naturgemäß; 1981; H.3; S. 83-91
- [17] Leighton R.B.; Noyes R.W.; Simon G.W.: Velocity Fields in the Solar Atmosphere; I. Preliminary Report; The Astrophysical Journal 135; (1962); S. 474-499
- [18] Stix, Michael: Strahlungsrelaxation bei chromosphärischen Oszillationen; Dissertation München 1969
- [19] Aufgrund von Kürzungen entfallen
- [20] Fahr, H.J.: Die Entstehung von Sonnensystemen; Spektrum Akad. Verl.; Heidelberg, Berlin 1998
- [21] Wagner, O. Ed: W-Waves and a Wave Universe; 1991; Wagner Publishing; a Division of Wagner Laboratory; 2645 Sykes Creek Road, Rogue River, Oregon 97537, ISBN 0-9628853-1-2.
- [22] Southwest Research Institute Boulder/Colorado: Nature Bd. 417; S.45; zitiert in: Paul, Günter: Knoten im Neptunring durch Resonanz verursacht
- [23] Bruno Eck; Technische Strömungslehre, 3. Aufl. Springer Verl. Berlin, Göttingen Heidelberg 1949
- [24] Hahn, Hermann-Michael: Trümmer eines zerplatzten Planeten; Bild der Wissenschaft 1979; H. 5; S. 162-163
- [25] Paul, G.: Fast ein Mond der Erde – Gelegentlicher Besucher: Kleinplanet in ungewöhnlicher Bahn; FAZ 25.10.02
- [26] Bild: Nasa ; FAZ 08.01.03
- [27] Wilson, Curtis: How did Kepler discover his first two laws ?; Scientific American 1972 Nr. 3 (March)
- [28] Kepler, Johann: Die Zusammenklänge der Welten; Herausgegeben von Otto J. Bryk; verlegt bei Eugen Diederichs Jena 1918
- [29] Warm, Hartmut: Die Signatur der Sphären; Keplerstern Verlag 2001 Hamburg; 3-935958-10-2
- [30] Harthun, Norbert: Harmonie der Planetenbahnen; im ‚Mathematischen Kabinett‘ von: Bild der Wissenschaft 1969; Nr. 4; S. 380-384
- [31] Haacken, Johann; Wirbelenergie: Ursache von Spiralnebel, Sonnen- und Planetensysteme; Mensch und Technik-naturgemäß 1981; Nr. 1; S. 15
- [32] Cohen, I. Bernhard: Newtons Gravitationsgesetz – Aus Formeln wird eine Idee; Spektrum der Wissenschaft 1981; Nr. 5 (Mai); S. 100-111