

## **Vorbemerkung**

*Als ich vor über 30 Jahren irgendwann begann, die Knotenpunkte des idealen harmonischen Spektrums, so wie man dieses von einer schwingenden Saite her kennt, systematisch auf den Boden und die Decke einer Geige zu übertragen, konnte ich die Bedeutung dieses Schrittes nicht ahnen.*

*Ich war damals auf der Suche nach den geheimnisvollen Ursachen für die in der Tat einzigartigen Klangeigenschaften der Geigen des „Stradivari“ oder des „Guarneri del Gesù“.*

*Zermüht durch die immer wieder irritierend rätselhaften Resultate, die sich aus meinen praktischen Geigenversuchen ergaben, hatte ich mich schließlich, mit dann tatsächlich umwerfendem Erfolg, weg von der reinen Empirie und hin zur detaillierten mathematischen Analyse der physikalischen Zusammenhänge gewandt.*

*Aus der Übertragung des eindimensionalen harmonischen Teilungssystems der Saite auf die zweidimensionalen Oberflächen der Geige ergaben sich überlagernde, eigenartig ästhetische „Linien-Ensembles“, die mit zunehmenden Teilungsgraden mehr und mehr die „Quantnatur“ des Klangsystems offenbar werden ließen.*

*Da begann ich zu ahnen, dass es hier um mehr ging als nur um Geigen: in letzter Konsequenz nämlich um einen Schlüssel zu den zentralen noch offenen Fragen, die die „große Zeit“ der Theoretischen Physik des 20. Jahrhunderts uns hinterlassen hat.*

*„Der große anfängliche Erfolg der Quantentheorie kann mich doch nicht zum Glauben an das fundamentale Würfelspiel bringen, wenn ich auch wohl weiß, dass die jüngeren Kollegen dies als Folge der Verkalkung auslegen. Einmal wird's sich ja herausstellen, welche instinktive Haltung die richtige gewesen ist.“*

Albert Einstein, Brief an Max Born vom 7.9.44

## **Die „Lösung des Quantenrätsels“**

### **1. Einstein und das Dilemma der Physik**

Wegen der fundamentalen atomistischen Unbestimmtheit in der Quantenwelt war es im Zuge der Entwicklung der Quantenmechanik aus systematischen Gründen erforderlich geworden, die mathematische Grundlage des Atomismus der klassischen Physik, nämlich das „eindeutige“ System der ganzen Zahlen ( $\mathbb{Z}$ ), und die mathematische Grundlage der Quantenphysik, nämlich das „vieldeutige“ System der statistischen Wahrscheinlichkeiten, auf grundsätzlich voneinander getrennte Fundamente zu stellen.

Damit aber begann sich eine Spaltung der naturwissenschaftlichen Weltsicht zu vollziehen, die dem Konzept der rationalen Welterkenntnis, welches spätestens seit den 1687 erstmals veröffentlichten „*Principia Mathematica*“ Isaak Newtons endgültig siegreich zu sein schien, zunehmend den Boden unter den Füßen zu entziehen begann.

Einstein, der seine Relativitätstheorie, anders als viele seiner frühen Bewunderer, stets nicht anders als eine Weiterführung des Newtonschen Ansatzes verstanden hatte, stemmte sich der zunehmenden Tendenz, diese Trennung als existentiell und damit unwiderruflich zu verstehen, vehement entgegen.

Er suchte daher bis zum Ende seines Lebens beharrlich nach einem Weg, die klassische Mechanik und die Quantenmechanik auf ein gemeinsames Fundament zu stellen. Dabei bezeichnet Einstein das, was ihm vorschwebte, als „eine im eigentlichen Sinne atomistische Theorie **ohne Lokalisierung von Teilchen im mathematischen Modell**“ (Hervorhebung G.I.).

Endgültig ins Abseits geriet Einstein allerdings erst, nachdem der physikalische Diskurs immer mehr in diesen – wie ich finde – unseligen Philosophenstreit um „Freiheit und Determination“<sup>1</sup> einzumünden begann, was mit dem Konstrukt eines platten, unversöhnlich dualistischen Gegensatzpaares aus „deterministischer“ klassischer Mechanik und „indeterministischer“ Quantenmechanik de facto dann das Ende aller Vereinheitlichungsbemühungen einläutete. Dabei war der Unterschied zwischen der Außenseiter-Position Einsteins und der Mehrheits-Position der „Kopenhagener Interpretation“<sup>2</sup> – betrachtet man es genauer – weniger sachlicher als weltanschaulicher Natur und es wäre sicherlich interessant, einmal zu untersuchen, in welchem Maße der allgemeine Zeitgeist bei der Meinungsbildung damals bestimmend mit einfluss. Jedenfalls war es schon sehr auffällig, wie bereitwillig die Mehrheit der Kollegen Einsteins – fasziniert von der in der Tat mitreißenden Entdeckung dieser „**anderen**“ Mechanik – die Idee der Einheitlichkeit mit samt ihrem vermeintlichen Determinismus-Ballast zu kippen bereit war.

Der geniale Kunstgriff der „Kopenhagener Interpretation“ bestand dabei darin, dass diese dem Messgerät und dem Beobachter der quantenphysikalischen Vorgänge gewissermaßen die „Macht“ über Sein oder Nichtsein, d.h. über Realität oder Nichtrealität der quantenphysikalischen Naturvorgänge zusprachen. Der Kopenhagener Interpretation nach beruht nämlich der Wahrscheinlichkeitscharakter quantentheoretischer Vorhersagen nicht auf einer Unvollkommenheit der theoretischen Grundlagen, sondern auf dem prinzipiell indeterministischen Charakter der quantenphysikalischen Naturvorgänge selbst. Es wird deswegen grundsätzlich darauf verzichtet, den Objekten des quantentheoretischen Formalismus, wie insbesondere der Wellenfunktion, eine Realität in unmittelbarem Sinne zuzuerkennen. Diese werden lediglich als Mittel zur Vorhersage der Wahrscheinlichkeiten von Messergebnissen verstanden, weswegen letztere als die **einzigsten** Elemente der Realität angesehen werden.

Analysiert man nun die Gegenposition Einsteins, so wird erkennbar, dass dieser im Gegensatz dazu die Ursache der Unbestimmtheit in der Elementarteilchenwelt nicht in einer Besonderheit der Realität, sondern in einer Besonderheit des Betrachtungsvorganges als solchem vermutete. So gesehen war die Unbestimmtheit in der Quantenphysik für Einstein eben kein Wesensmerkmal der Natur, wohl aber eines des Naturbetrachtens, in welcher Form ein solches sich auch immer vollziehen mag. Diese Opposition Einsteins ist aus physikalischer Sicht dabei alles andere als unrealistisch (vgl. auch Fußnote 1). So ist z.B. jedes makroskopische Forschungsobjekt der Physik nicht anders als „unscharf“ zu betrachten. Wir wissen zwar auf Grund logisch deduzierender Schlüsse (und irgendwann vielleicht sogar unter Mithilfe von extremen Elektronen-Mikroskopen), dass sich all diese Objekte prinzipiell aus jeweils identischen atomistischen Teilen (Molekülen, Ato-

---

<sup>1</sup> **Aus Brief vom 31.3.54 Wolfgang Pauli an Max Born:** „... Es schien mir, Sie hätten sich irgendeinen Strohmännchen-Einstein aufgebaut, den Sie dann mit großem Pomp widerlegen. Insbesondere hält Einstein (wie er mir ausdrücklich wiederholte) den Begriff »Determinismus« nicht für so fundamental wie es oft geschieht und leugnete energisch, dass er jemals ein solches Postulat aufgestellt habe wie »die Aufeinanderfolge solcher Zustände muß ebenfalls objektiv, reell sein, d.h. automatisch, maschinenmäßig, deterministisch«. Ebenso **bestreitet** er, dass er als »Kriterium für eine zulässige Theorie« die Frage benutzt: »ist sie streng deterministisch?«. Einsteins Ausgangspunkt ist vielmehr »realistisch«...“ (Hervorhebung G.I.)

<sup>2</sup> „Die Interpretation, welche die Quantenmechanik auf Grund des Dualismus von Welle und Teilchen den beiden gleichberechtigten Erscheinungsformen elementarer Gebilde gibt, besagt, dass die jeweiligen Erscheinungsformen nur Bilder eines „Ding an sich“ sind, die in unsere Welt in verschiedener Weise hineinprojiziert werden (...) Es hat keinen Sinn, davon zu reden ein Elementargebilde sei unter bestimmten Umständen etwa ein Teilchen, wenn man diese Aussage nicht durch ein Experiment belegt oder nicht wenigstens die Möglichkeit, ein Experiment auszuführen, im Prinzip schafft. **Denn das physikalische Elementargebilde wird erst zu einem Ding im gewöhnlichen Sinne durch den Meßvorgang. Erst das experimentierende Subjekt „macht“ die physikalischen Elementargebilde zu Dingen...**“ (Hervorhebung G.I.) (Zitat: dtv-Lexikon der Physik, München, 1970 / Stichwort: Objektivierbarkeit)

men, Elementarteilchen usw.) zusammensetzen, von einer Betrachtungsposition außerhalb des Objektes aus ist es aber der Definition nach schlicht unmöglich, diese atomistischen Strukturen unmittelbar zu lokalisieren.

Erst wenn wir nach „Science-Fiction-Manier“ zu „Mikro-Betrachtern“ geschrumpft wären, könnten wir in das makroskopische Objekt „eintreten“ und die atomistischen Strukturen, aus denen sich dieses zusammensetzt, als das unmittelbar wahrnehmen, was sie (dem Bohrschen Atommodell jedenfalls nach) sind: nämlich als den Sternen und Planeten unserer Erfahrungswelt analoge, in den in Relation zu ihnen „unendlichen Weiten“ des Mikro-Raumes direkt lokalisierbare, physikalische Körper - allerdings wäre in diesem Augenblick das makroskopische Objekt als solches sofort automatisch aus unserem unmittelbaren Wahrnehmungsfeld verschwunden. Das aber heißt: Wir können deswegen Makrokosmos und Mikrokosmos nicht zu gleicher Zeit beobachten, weil wir unmittelbar immer nur das Äußere oder aber nur das Innere eines Betrachtungsobjektes wahrnehmen können; was dabei aber außen oder innen, d.h. was Makro oder Mikro sein mag, ist - weil jedes Außen auch ein Innen hat - von einer übergeordneten Betrachtungsposition aus als durchaus relativ zu verstehen.

## **2. Einstein und die „Theorie im eigentlichen Sinn“**

Mit dem Gravitationsgesetz und den Bewegungsgleichungen Isaak Newtons erreichte die Wissenschaft in dem allerdings begrenzten Bereich der klassischen Physik auf der Ebene des mathematisch Abstrakten erstmals in der Menschheitsgeschichte den höchstmöglichen Status des „rationalen Welterkennens“ - oder wie Einstein es ausdrückt: den Status einer physikalischen „*Theorie im eigentlichen Sinn*“. Alles was bis dahin an Theorien vorgelegen hatte, waren mehr oder weniger begrenzt verallgemeinerbare Deutungen bzw. Interpretationen der Naturphänomene - der Status der Deutung ist also ganz allgemein das Normale und die „*Theorie im eigentlichen Sinn*“ das einzigartig Besondere. So gesehen war es dann auch nur natürlich, dass die „Kopenhagener Gruppe“ um Niels Bohr ihre theoretischen Deutungsversion der Quantenmechanik als „**Interpretation**“ klassifizierte.

Bis hierhin hatte sich alles also durchaus noch im Einvernehmen befunden, dann aber ereignet sich das für Einstein nicht mehr Nachvollziehbare: Die große Mehrheit der Fachkollegen erkennt der „Kopenhagener Interpretation“ das zu, was für Einstein allein der „*Theorie im eigentlichen Sinn*“ zukommt, nämlich den Status des Letztgültigen!

Die unverzichtbare fundamentale Basis einer „*Theorie im eigentlichen Sinn*“ ist für Einstein eine diskrete wie auch immer „atomistische Struktur“ als natürliche Voraussetzung für ein mathematisches Zahlensystem, mit dessen Hilfe die Vorgänge in der Natur überhaupt erst im Detail abstrakt darstellbar werden. Genau dieses aber fehlte der Quantenmechanik. Die „Kopenhagener Interpretation“ sagt hierzu der Sache nach nur: Es gibt keine diskreten atomistischen Einzelgrößen in der Quantenwelt. Und weil diese sich demzufolge allein aus „indiskreten“ Strukturen zusammensetzt - existiert für diese Quantenwelt auch kein System diskreter Zahlen. An dieser Stelle aber ist darauf zu verweisen, dass allein schon der Umstand, dass die statistische Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Atomphysik trotz nicht definierbarer Zahlenwerte zu exakten Ergebnissen gelangt, ein starker Hinweis auf die potentielle Existenz auch eines (für die „Makro-Statistiken“ ja existierenden) diskreten Zahlensystems ist. In diesem Zusammenhang gleichfalls

zu nennen ist, dass die Elementarteilchen ponderable Massen besitzen. Die Tatsache, dass über dies hinaus der Quant-Begriff in der Physik bis heute allenfalls nur in einem sehr vagen Sinn zu definieren ist und somit niemand in der Wissenschaft für sich in Anspruch nehmen kann, genau zu wissen, was sich in letzter Konsequenz hinter diesem Wort „Quant“ verbirgt, sei hier zuletzt dann auch erwähnt<sup>3</sup>. Ich folge hier daher Einstein in seinem grundsätzlichen Einheitlichkeits-Optimismus und gehe im Weiteren davon aus, dass das System der ganzen Zahlen soweit weiterentwickelt werden kann, dass es zuletzt auch die Quanten der Teilchenphysik, mit der von Einstein geforderten mathematischer Klarheit eindeutig auszudrücken vermag.

### 3. Einsteins Vermutung

Als Alternative zu der für ihn unbefriedigenden „Kopenhagener Interpretation“ der Quantenmechanik formuliert Einstein in seinem Vortrag, „Zur Methodik der Theoretischen Physik“, eine im Verlauf der Wissenschaftsentwicklung zwar bislang nicht erfolgreich weiterverfolgte, aus meiner Sicht dennoch aber richtungweisende Vermutung im Hinblick auf eine atomistische Theorie **ohne** Lokalisierung atomistischer Teilchen.

Einstein schreibt:

*„Dass wir den Gedanken an eine vollständige Lokalisierung der Teilchen in einem theoretischen Modell aufzugeben haben, scheint mir andererseits sicher. Dies scheint mir das bleibende Ergebnis der Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation zu sein. Es kann aber sehr wohl eine im eigentlichen Sinne (nicht nur auf Grund einer Interpretation) atomistische Theorie ohne Lokalisierung von Teilchen im mathematischen Modell gedacht werden. Um z.B. dem atomistischen Charakter der Elektrizität gerecht zu werden, brauchen die Feldgleichungen nur zur folgenden Konsequenz zu führen: **Ein dreidimensionaler Raumteil, an dessen Begrenzung die elektrische Dichte überall verschwindet, enthält stets eine elektrische Gesamtladung von ganzzahligem Betrag.** In einer Kontinuumtheorie würde sich also der atomistische Charakter der Integralsätze befriedigend äußern können, ohne Lokalisierung der die atomistische Struktur ausmachenden Gebilde. Erst wenn eine solche Darstellung der atomistischen Struktur gelungen wäre, würde ich das Quantenrätsel für gelöst halten.“*<sup>4</sup>  
(Hervorhebung G.I.)

Die oben von mir fett hervorgehobene die Energiefelder der Physik ganz allgemein betreffende Vermutung Einsteins<sup>5</sup> verdient es nicht nur, genauer betrachtet zu werden, sie kann – wie ich nachfolgend zeigen werde – im Grundsatz sogar am Beispiel eines makroskopischen Schallfeldes überprüft und – so behaupte ich – in der Tat dann sogar verifiziert werden. Ein aus meiner Sicht für einen solchen Zweck prädestiniertes Modell ist das spezifische Energiefeld, das von einer idealisiert gedachten eingespannten schwingenden Saite erzeugt wird. Dieses will ich im nachfolgenden Abschnitt nun genauer untersuchen.

---

<sup>3</sup> An dieser Stelle gleichfalls einzuräumen ist allerdings auch, dass die klassische Mechanik, da sie die Welt der Quanten und Felder mathematisch nicht zu fassen vermag, gleichfalls den Status der *Theorie im eigentlichen Sinn* nicht erfüllt!

<sup>4</sup> Albert Einstein, „Zur Methodik der Theoretischen Physik“, in „Mein Weltbild“, Ullstein Materialien, Ullstein Buch Nr. 35024 Frankfurt/M – Berlin – Wien. August 1983 / Erstdruck 1934 in Amsterdam.

<sup>5</sup> Einstein verwendet zwar das Beispiel der Elektrizität, seiner theoretischen Grundposition gemäß zielt seine Vermutung prinzipiell aber auf alle Formen des energetischen Feldes: „*Vornehmstes Ziel aller Theorie ist es, jene irreduzibeln Grundelemente so einfach und so wenig zahlreich als möglich zu machen, ohne auf die zutreffende Darstellung irgendwelcher Erfahrungsinhalte verzichten zu müssen*“ (Zitat: A-Einstein, „Zur Methodik der Theoretischen Physik“).

#### 4. Das Energiefeld „idealer Klang“<sup>6</sup>

Im Sinne der zuvor zitierten Einsteinschen Vermutung verstehe ich das akustische Klangfeld als einen dreidimensionalen Raumteil, dessen Begrenzung durch das Verschwinden der akustischen Feldstärke, d.h. jeglicher Schallwirkung, definiert ist. Weil Schall sich als ein frequenzmäßiges Ereignis darstellt, das heißt als eine Abfolge von im kontinuierlichen Wechsel verdichtenden (+) und verdünnenden (-) Einzelimpulsen, wird das von Einstein geforderte Kriterium der Ganzzahligkeit beim Schall auf natürliche Weise erfüllt. Diese ganzzahligen gegensätzlichen Einzelimpulse des Schalles dehnen sich bei einer Kugelwelle jeweils als elastisch verdichtet (+) und elastisch gedehnt (-) „geladene“ Kugeloberflächen zur Ereignisgrenze hin. Der „Einsteinsche Raumteil“ stellt sich damit beim Schallfeld also kugelförmig dar.

Im Zusammenhang des akustischen Phänomens Klang interessiert mich an dieser Stelle nun – weil ursächlich - der das Schallfeld erzeugende Schwingzustand als solcher.

Dieser ist nun sehr viel komplizierter, als es die oben beschriebene reine Kugelwellen-Systematik zunächst einmal vermuten lässt. Die Saitenschwingung bildet nämlich insgesamt ein extrem komplexes spektrales Überlagerungssystem aus, das sich aus „Stehenden Wellen“, nämlich den Teilschwingungen, zusammensetzt, die untereinander auf systematische Weise jeweils differieren.

Der Übersichtlichkeit wegen richte ich meinen Blick nun auf die einfachste dieser stehenden Wellensysteme, nämlich die 1. Teilschwingung der Saite, die ich nachfolgend isoliert betrachte:

Die 1. Teilschwingung bildet ein zweigeteiltes Stehendes Wellensystem aus, das durch einen Schwingungsknoten in der Mitte der Saitenlänge, sowie zwei Schwingungsbäuche gekennzeichnet ist. Die beiden Schwingungsbäuche ( $B_1$ ,  $B_2$ ) sind dabei vollkommen identisch, schwingen allerdings exakt gegenphasig zueinander.

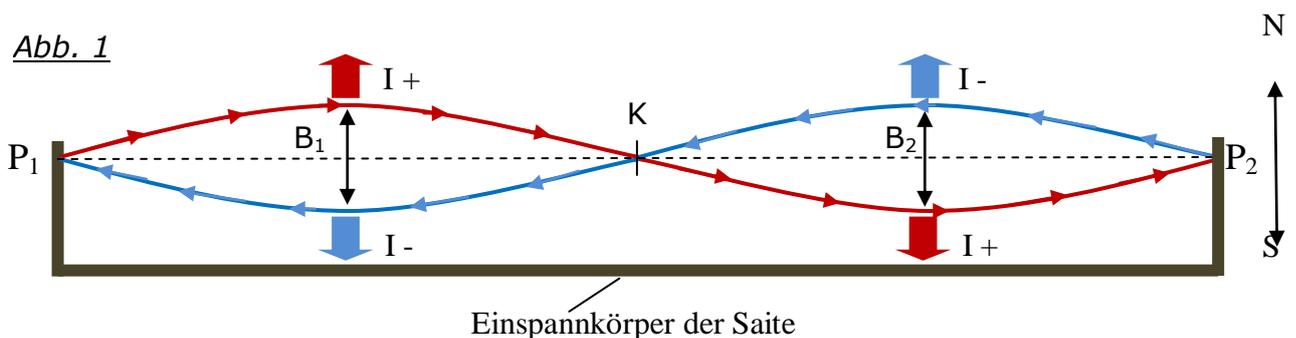


Abb. 1 zeigt, dass die Energie der Welle sich von  $P_1$  aus (rote Linie, rote Pfeile) längs der Saite fortpflanzt. In  $P_2$  wird diese dann zurückgeworfen und fließt nun in die entgegengesetzte Richtung (blaue Linie, blaue Pfeile) zurück zu  $P_1$  usw.

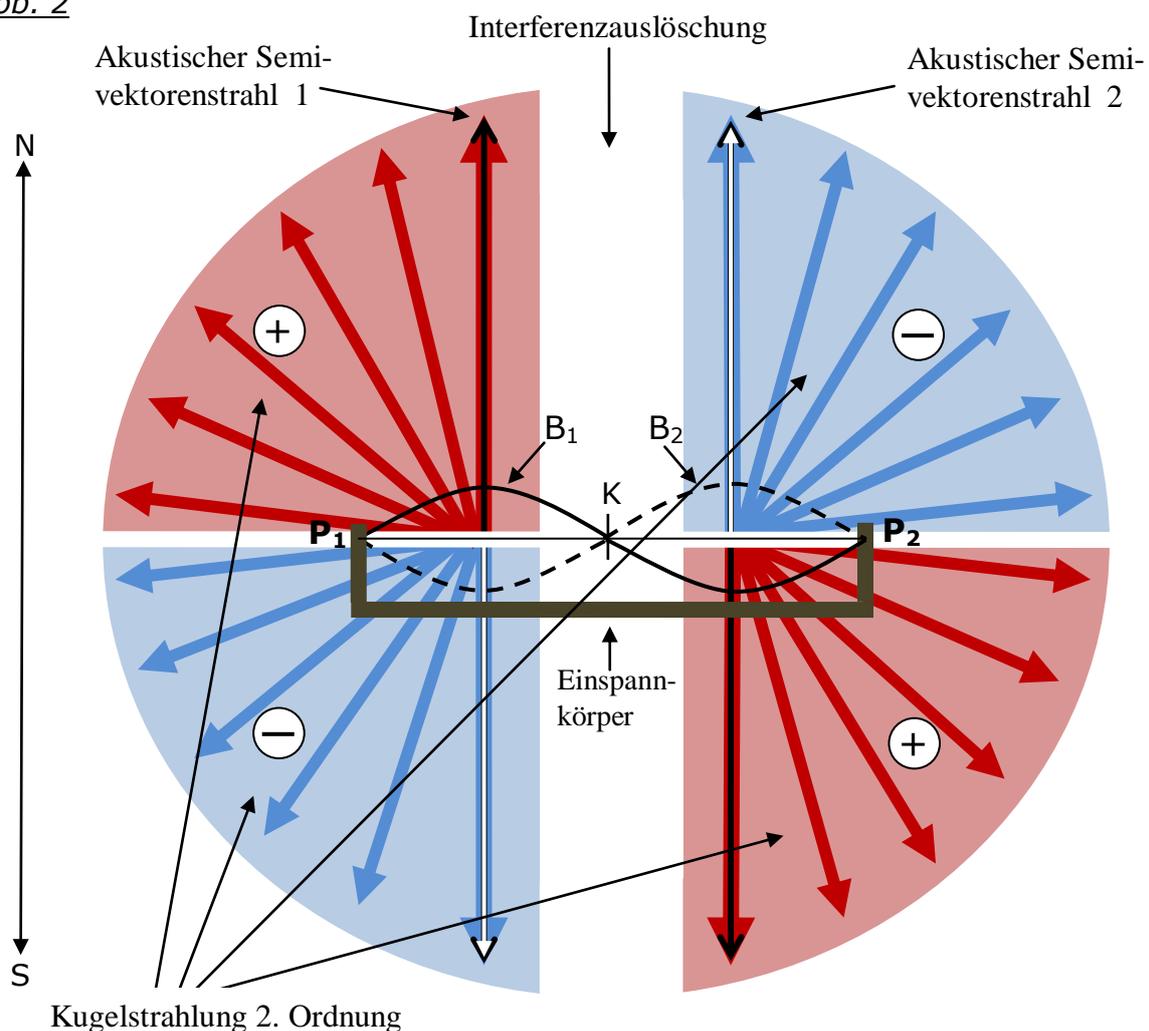
Die längs der Saite auf solche Weise zirkulierende Energiewirkung bildet die beiden bereits angesprochenen Bauchbereiche sowie den exakt in der Saitenmitte befindlichen Schwingungsknoten (K) aus, wobei sich in letzterem die Phasenumkehr vollzieht.

<sup>6</sup> Unter „idealer Klang“ verstehe ich das Naturtonspektrum, das sich ausbildet, wenn keinerlei störende Einflüsse das Einschwingen des Spektrums behindern.

Wenn also von  $B_1$  ausgehend nach „N“ hin ein Verdichtungsimpuls (I +) in das Luftmedium wirkt, dann geht mit gleicher Richtung und zur **gleichen** Zeit von „Bauch 2“ ( $B_2$ ) ein Verdünnungsimpuls (I -) aus. Bei der Gegenphase kehrt sich dies naturgemäß dann um. Es ergibt sich damit die Doppelsituation zweier **zur gleichen Zeit** (!) gegenphasig wirkender Wellen, die gleichgerichtet und frequenzgleich, durch den Punkt K getrennt, d.h. praktisch unmittelbar nebeneinander, von der Saite abstrahlen.

Die symbolischen Abbildungen 2 und 3 zeigen, dass die beiden Schwingungsbäuche jeweils als „Kugelstrahler 2. Ordnung“ fungieren<sup>7</sup>, diese also im frequenzmäßigen Wechsel wiederum gleichfalls „doppelnaturig“ zur Wirkung gelangen.

Abb. 2



Da die beiden Schwingungsbäuche der 1. Teilschwingung gegenphasig zueinander schwingen, löschen sich alle Wellenanteile **zwischen** den Wellenbäuchen, die von der Saite abgestrahlt werden, mit zwei Ausnahmen sofort interferenzmäßig gegenseitig aus.

<sup>7</sup> Beim Kugelstrahler 1. Ordnung schwingen zwei durch einen in Ruhe befindlichen Großkreis getrennte Kugel-hälften gegenphasig zueinander...Der Kugelstrahler 2. Ordnung besitzt zwei zueinander senkrechte Knotenkreise, die die Kugeloberfläche in gegenphasig schwingende Gebiete unterteilen.“ Aus: „dtv-Lexikon der Physik“ (Mai 1970 Deutscher Taschenbuchverlag GmbH & Co), Stichwort: „Kugelstrahler“, LIT: Trendelenburg, F.: Einführung in die Akustik. Berlin 1961.



Die solcherart definierte und abgebildete Grenzform des Schalles ist zwar eine Welle, wirkt ihrer Natur nach aber wie ein Korpuskel, ist in diesem Sinne also ein „*Quasikorpuskel*“. Sie entspricht dabei exakt dem, was Einstein im Zusammenhang der Quantenphysik gemeinsam mit seinem Mitarbeiter, Dr. Walter Mayer, entdeckt und als „*Semivektoren*“ bezeichnet hatte. In „*Zur Methodik der theoretischen Physik*“ schreibt Einstein:

*„Die einfachsten Gleichungen, welchen solche Semivektoren unterworfen werden können, geben einen Schlüssel für das Verständnis der Existenz von zweierlei Elementarteilchen verschiedener ponderabler Masse und gleicher, aber entgegengesetzter Ladung. Diese Semivektoren sind nach den gewöhnlichen Vektoren die einfachsten mathematischen Feldgebilde, die in einem metrischen Kontinuum von vier Dimensionen möglich sind und es scheint, dass sie zwanglos wesentliche Eigenschaften der elektrischen Elementarteilchen beschreiben.“*

In Anlehnung an diesen Begriff Einsteins bezeichne ich daher den von einer eingespannten schwingenden Saite abgestrahlten und in Abb. 3 hier dargestellten Obertonschall als „**akustisches Semivektoren-Feld**“. Übertragen auf den Obertonschall beruht dabei die von Einstein angeführte Verschiedenheit der „ponderablen Massen“ auf der schallspezifischen „*Verdichtungs- und Verdünnungs-Natur*“ der „*akustischen Semivektoren*“, die „*Ladungsgegensätzlichkeit*“ auf den diametral gegensätzlichen Bewegungsvektoren und der Faktor „*Gleichwertigkeit der Ladung*“ auf der Gleichheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

*Akustische Semivektoren* treten grundsätzlich paarweise in Erscheinung. Die Analyse hat gezeigt, dass jedes *Semivektorenpaar* dabei ursächlich verkoppelt ist, d.h. aus einer einzigen gemeinsamen Ursache resultiert. Wegen des frequenzmäßigen Wechsels von Phase und Gegenphase beim Schwinggeschehen folgen positive (verdichtete) und negative (verdünnte) „*Quasikorpuskel*“ des Schalles im frequenzmäßigen Wechsel jeweils automatisch unmittelbar aufeinander, sodass der „*Semivektoren-Schall*“ die Frequenz des jeweiligen Obertones eindimensional strahlenförmig nach Wellenart transportiert.<sup>8</sup> Aus der logisch konsequenten Übertragung des geschilderten und in Abb. 2 für die 1. und in Abb. 3 für die 4. Teilschwingung graphisch symbolisierten akustischen Phänomens auf die Gesamtheit des im Raum wirkenden Obertonschalles folgt nun, dass die Zahl sich überlagernder differierender *akustischer Semivektoren-Felder* der Zahl differierender Obertöne im Klangspektrum entspricht. **Ich verstehe in diesem Sinne alle Teilschwingungen hier als eigenständige, durch einen qualitativen (Amplitude) und einen quantitativen Wert (Zahl der Schwingungsbäuche) definierte Größen in einem Gesamtgeschehen.**

Da alle Obertöne hinsichtlich Anzahl und Eigenwert der *akustischen Semivektoren* jeweils differieren, ist jedem einzelnen der Obertöne mathematisch eine spezifisch eigene „*Dimensionalität*“ zuzuordnen. Genau an dieser Stelle sticht nun eine weitere Passage aus „*Zur Methodik der Theoretischen Physik*“ ins Auge, mit der Einstein auf eine analoge Variabilität der Quantenstrukturen verweist:

*„Die moderne Quantentheorie in der durch die Namen de Broglie, Schrödinger, Dirac gekennzeichneten Form, die ja mit kontinuierlichen Funktionen operiert, hat diese Schwierigkeit (Anmerkung GI: dass sie nur Funktionen nicht aber atomistische Strukturen beschreiben kann!) durch eine kühne Interpretation überwunden, die zuerst von Max Born in klarer*

---

<sup>8</sup> Die hier für den →eindimensionalen Fall einer schwingenden Saite geschilderten Abläufe gelten prinzipiell natürlich gleichermaßen auch für den →zweidimensionalen Fall einer schwingenden Platte.

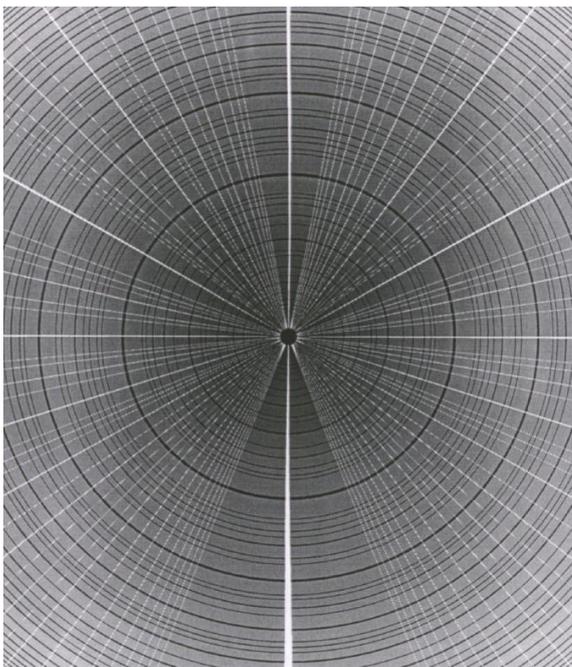
*Form gegeben wurde: die in den Gleichungen auftretenden Raumfunktionen erheben nicht den Anspruch darauf, ein mathematisches Modell der atomistischen Gebilde zu sein. (...) Sie zwingt aber leider dazu, ein Kontinuum zu benutzen, dessen Dimensionszahl nicht die des Raumes der bisherigen Physik (nämlich vier) ist, sondern mit der Zahl der das betrachtete System konstituierenden Partikeln unbegrenzt ansteigt.*<sup>9</sup> (Hervorhebung G.I.)

## 5. Die „Harmonische Oszillation“

Der akustisch wahrnehmbare Aspekt des Phänomens, Harmonisches Spektrum, ist – wie gesagt – der „Klang“, wobei dieser in der Theorie als eine nach der „Harmonischen Reihe“ ( $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \text{usw.} \rightarrow \infty$ ) hierarchisch aufgebaute „Überlagerungs-Säule, der sog. „Obertonreihe“, verstanden wird. Untersucht man nun allerdings den ursächlichen Zusammenhang anhand der Saitenschwingung selber, dann wird sogleich erkennbar, dass jede Teilschwingung des Spektrums zusätzlich zu ihrem den Klang definierenden *qualitativen* „Eigenwert“ (nämlich  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$  usw.) auch einen *quantitativen* Wert aufweist, den ich hier „Quantwert“ nenne.

Die Bedeutung dieses, mit herkömmlichen Messmethoden in der Praxis nicht wirklich angemessen erfassbaren, qualitativ allerdings stark ins Gewicht fallenden<sup>10</sup> naturgesetzlichen Phänomens wurde mir bewusst, als ich im Rahmen meiner Resonanzforschungen mit naiver Unbefangenheit auf die scheinbar schon gar zu naheliegende Idee kam, die Systematik des Saitenschwingens als Masselinienstruktur auf Resonanzmembranen zu übertragen. Diese Übertragung ergab geometrisch ein komplexes hierarchisches „Gittersystem“, das sich am Beispiel einer Kreismembran als eine harmonisch gegliederte mathematische Struktur aus „Innenkreisen“ und Radien darstellt.

Abb. 4



*Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem zentralen Bereich eines harmonisch gegliederten „Kreisystems“.*

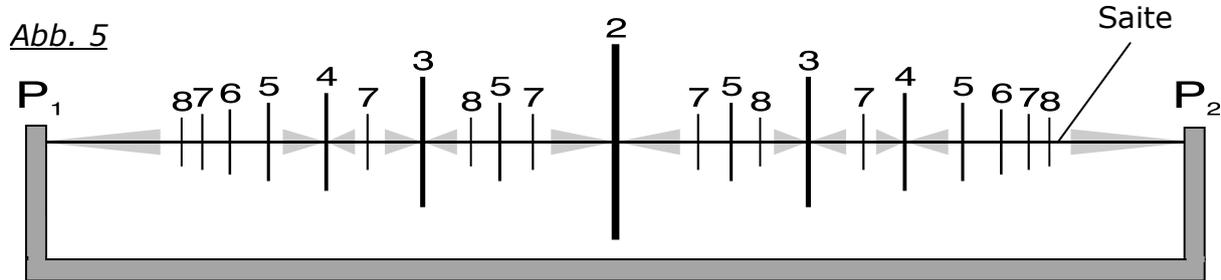
*Die radiale Struktur ist bei dieser Darstellungs-Version zur besseren Differenzierung im Gegensatz zur überlagernden dunkelgrau gezeichneten tangentialen Struktur negativ dargestellt.*

*Das Grau des Hintergrundes ist gleichfalls Folge dieser Negativ-Darstellung.*

<sup>9</sup> Genau diese Bedingung wird von den Teilschwingungen des Harmonischen Schwingungssystems erfüllt.

<sup>10</sup> Die messtechnisch nicht wirklich fassbare, geheimnisvolle Qualität z.B. der „Stradivari-Geigen“ ist ein Beleg hierfür.

Überträgt man diese Systematik von der 2-dimensionalen Kreisfläche auf die 1-dimensionale Strecke, wie sie näherungsweise durch eine zwischen  $P_1$  und  $P_2$  eingespannte Saite repräsentiert wird, dann ergibt sich eine punktartige Knotenstruktur, deren hierarchische Ordnung in Abb. 5 durch Ziffern und vertikale Linien symbolisch dargestellt ist.



Die zu den Knotenpunkten der niedrigzahligen Teilschwingungen hin konvergierenden grau gezeichneten Bereiche symbolisieren Zonen, in denen sich **ausschließlich** Knotenpunkte von extrem hochzahligen Teilschwingungen mengenmäßig verdichten.

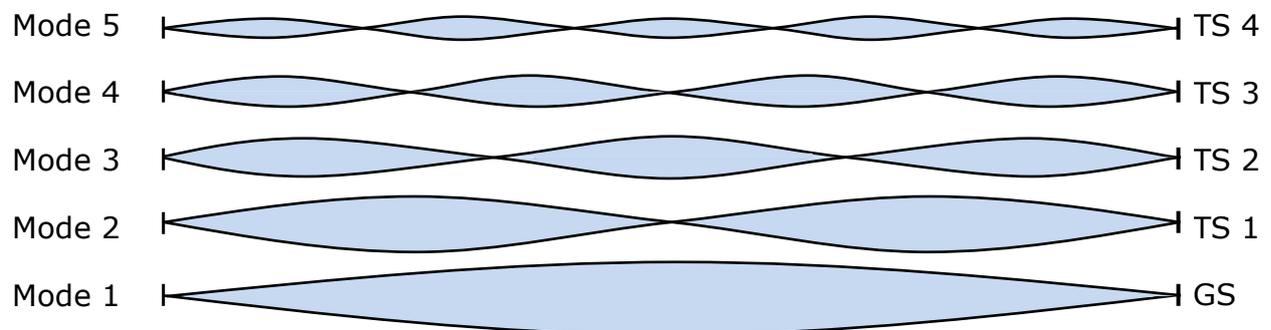
Die Erklärung dafür, dass die Tatsache der „Quantnatur“ der Teilschwingungen bzw. Obertöne in der Wissenschaft bislang nicht die ihr gebührende Aufmerksamkeit gefunden hat, liegt in erster Linie in ihrer messtechnischen Unauffälligkeit.

Akustische Messkurven stellen Schalldruckverläufe dar, die sich als solche weder für die Darstellung der Dichte des wirkenden Schalles noch für den tatsächlichen Energieinhalt eines Klanges eignen, weil bei einer reinen Schalldruckmessung die zur Bestimmung des Energiewertes nicht weniger wichtige Anzahl der Energiequellen (Schwingungsbäuche) schlicht unterschlagen wird.<sup>11</sup> (Vgl. auch die Darstellungen in Abb. 6 und 7)

Die einseitige messtechnische Fixierung auf den Schalldruck hat dann konsequenter Weise dazu geführt, dass gerade der energetisch hochbedeutsame, weil stark „quantisierte“ hohe Obertonbereich des Schallspektrums in der akustischen Praxis vollkommen vernachlässigt wird.

Die *Quantnatur* der Teilschwingungen lässt sich bei einer gespannten Saite optisch erkennbar mit Hilfe von gezielten „Moden-Anregungen“ leicht nachweisen.<sup>12</sup>

**Abb. 6**



<sup>11</sup> Bei Schallmessungen eines Orchesterklanges erweist sich z.B. die Lautstärke einer Geigengruppe keinesfalls als ein Vielfaches der jeweiligen Einzelgeigen.

<sup>12</sup> Man erzeugt die Moden sehr einfach mit Hilfe einer Seilschwingung, wenn man dem einseitig fest fixierten Seil von dem mit der Hand gehaltenen Ende des Seiles aus die jeweiligen Modenfrequenzen „aufzwingt“. Die so erzeugten Stehenden Wellen erfüllen interessanterweise die Doppeldeutigkeit des lateinischen Wortes „quant“, das zugleich „wie groß“ aber auch „wie viel“ heißt.

Mode 1 ist dabei identisch mit der Grundschwingung (GS), Mode 2 identisch mit der 1. Teilschwingung (TS 1), Mode 3 identisch mit der 2. Teilschwingung (TS 2), Mode 4 identisch mit der 3. Teilschwingung (TS 3), Mode 5 identisch mit der 4. Teilschwingung (TS 4) usw.

Die Abbildungen 6. und später dann 7. machen deutlich, dass GS aus einem einzigen Ganzen ( $GS = \frac{1}{1}$ ) besteht, TS 1 sich aus 2 Hälften ( $TS 1 = \frac{2}{2}$ ) zusammensetzt, TS 2 aus 3 Dritteln ( $TS 2 = \frac{3}{3}$ ), TS 3 aus 4 Vierteln ( $TS 3 = \frac{4}{4}$ ) usw.  $\lim \rightarrow \infty$ .

Da jeder Schwingungsbauch in der Praxis als eine eigene Schallquelle fungiert, tritt demgemäß beim „Klang“ **der Grundton 1-fach in Erscheinung, der 1. Oberton 2-fach, der 2. Oberton 3-fach, der 3. Oberton 4-fach usw.  $\rightarrow \infty$** . Wichtig ist dabei zu beachten, dass benachbarte „Bauchbereiche“ stets gegenphasig schwingen, der Obertonklang sozusagen also auf natürliche Weise nach einem (+) und (-) Schema digitalisiert ist.

Die Schallwirkung im Raum ist daher durch ein „*natürlich digitalisiertes*“ gleichzeitiges Nebeneinander<sup>13</sup> und ein *natürlich digitalisiertes* ungleichzeitiges Nacheinander von jeweils im Sinne von (+) und (-) gegensätzlichen *Impulsgrößen* - von mir hier *akustische Semivektoren* genannt - gekennzeichnet.<sup>14</sup>

Die jeweils spezifische Vielzahl des Auftretens dieser *Impulsgrößen* habe ich hier als „*Quantfaktor*“ (QF) bezeichnet. Dem Grundton ordne ich dementsprechend QF 1 zu, dem 1. Oberton dann QF 2, dem 2. Oberton QF 3, dem 3. Oberton QF 4 usw.  $\lim \rightarrow \infty$ .

Die hieraus folgerichtig abzuleitende Reihe ( $\frac{1}{1} + \frac{2}{2} + \frac{3}{3} + \frac{4}{4} + \text{usw. } \rightarrow \infty / \rightarrow \infty$ ) bezeichne ich hier als „**Harmonische Quantenreihe**“.

Da diese sich auf der Basis des klassischen Systems ganzer Zahlen ( $\mathbb{Z}$ ) deswegen nicht angemessen mathematisch darstellen lässt, weil  $\mathbb{Z}$  die Auflösung aller Glieder der Reihe zum einfachen Grundwert 1 hin mathematisch zulässt<sup>15</sup>, ergibt sich an dieser Stelle die Notwendigkeit einer fundamentalen Erweiterung von  $\mathbb{Z}$ .

Am Modell der Harmonischen Oszillation hat sich gezeigt, dass Teilschwingungen (wie auch Obertöne) ihrer Natur nach prinzipiell **nicht auflösbare „doppelnaturige Grundgrößen“** des Spektrums sind.

Ich differenziere deswegen hier grundsätzlich zwischen dem „*Schwingungs-Quant*“ (Teilschwingung) – damit meine ich eine je für sich einzigartige „*komplexe Grundgröße*“ des Spektrums - und den gegenphasig zueinander schwingenden, also wechselseitig jeweils positiv und negativ geladenen „*nicht-komplexen Grundgrößen*“, aus denen sich dieses *Schwingungs-Quant* zusammensetzt. Erstere weisen, wie gesagt, einen *Quant-Charakter* auf, letztere - weil jeder Schwingungsbauch eine eigenständige Schwinggröße ist - einen *Individual-Charakter*.

Alle Teilschwingungen der idealen Harmonischen Oszillation sind dabei gekennzeichnet durch die **Konstanz** des Produktes aus „qualitativem Wert“ (Schwingungsamplitude) und „quantitativem Wert“ (Teilungsgrad bzw. *Quantfaktor*).

---

<sup>13</sup> Ich vermute sehr stark, dass sich dieser quantenmechanische Effekt - analog zum Photoeffekt - mit Hilfe geeigneter Techniken optisch oder wie auch immer nachweisen lassen wird.

<sup>14</sup> Vergl. auch: Georg Ignatius, „*Der „Sononeneffekt“ und die Transformation der Schallwirkung durch die Plattenresonanz*“ <http://www.georg-ignatius.de/texte.php?sec=r>

<sup>15</sup> Die Auflösung der Glieder hin zur Grundgröße 1 profaniert die *Harmonische Quantenreihe* unstatthaft hin zur einfachen Grundgrößen-Addition ( $1 + 1 + 1 + 1 + \text{usw.}$ ) - was im Widerspruch zu den Abläufen bei der Harmonischen Oszillation steht und das harmonische Spektrum irreführend als eine Summe von Grundtönen erscheinen lässt.

Der Wert 1, zu dem man beim rechnerischen Auflösen der jeweiligen Glieder der *Harmonischen Quantenreihe* auf der Basis des bestehenden Systems ganzer Zahlen gelangt, ist in Wahrheit also eine „**Grenzwertzahl**“, die für die quasistatische Natur, bzw. die Konstanz des Verhältnisses von Schwingungs-Amplitude und *Quantfaktor* im idealen harmonischen Schwingsystem steht.

Analoges ist in der Physik z.B. von der Entropie und in der Mathematik von der Wahrscheinlichkeitsrechnung her bekannt.

Bei der idealen Harmonischen Oszillation steht die *Grenzwertzahl*  $\lim \rightarrow 1$  für die „vollkommene Einheit“, bei der Entropie für die „vollkommene Ordnung“ und bei der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die „vollkommene Gewissheit“ – was alles in letzter Konsequenz wohl Aspekte des Gleichen beschreibt. Entsprechendes gilt dabei in einem umgekehrten Sinn für die oppositionelle *Grenzwertzahl*, d.h. für  $\lim \rightarrow 0$ .

Die Quanten des aus der idealen Harmonischen Oszillation resultierenden „idealen Klanges“ (d.h. die idealen Obertöne) definieren mathematisch – wenn man so will – je für sich gleichgroße quasistatische „Makro-Objekte“, die durch eine dem *Quantwert* entsprechende Vielzahl (von Quant zu Quant jeweils unterschiedlicher, innerhalb des Quants aber identischer) positiv und negativ geladener Teilgrößen gekennzeichnet ist. In Anlehnung an einen analogen Begriff Albert Einsteins wurden diese von mir hier *akustischen Semivektoren* genannt.

## 6. Das System ganzer Zahlen ( $\mathbb{Z}$ )

Ganze Zahlen werden in der Mathematik als rein abstrakte Größen ohne spezifischen Wert verstanden, die erst in Kombination mit realen *Quantitäten-Systemen* eine konkrete Bedeutung erlangen<sup>16</sup>.

Die Arithmetik geht dabei selbstverständlich davon aus, dass das natürliche Zahlensystem sich auf eine Singularität, nämlich die *invariante Grundgröße* mit dem abstrakten Wert „1“ zurückführen lässt.

Das heißt: für die Gesamtheit aller ganzen Zahlen ( $\mathbb{Z}$ ) gilt das Axiom der *absoluten „Grundgrößen-Invarianz“*.

Diese „Gesamtheit“ ist dabei quantitativ zwar nicht festgelegt und in diesem Sinne unbestimmt, dennoch aber der Definition nach grundsätzlich nicht anders als endlich zu denken.

Die ganzen Zahlen der Arithmetik in ihrer Gesamtheit verstehe ich dementsprechend hier als ein *endlich abgeschlossenes quantitatives Invarianzsystem*, das – weil abstrakt und damit neutral – mit allen anderen denkbaren „*endlich abgeschlossenen quantitativen Invarianzsystemen*“ verknüpft werden kann. Ich bezeichne  $\mathbb{Z}$  hier daher als ein „*ganzzahliges Invarianzsystem*“.

Die Quantenmechanik hat nun gezeigt, dass die Quantenwelt der Teilchenphysik mit Hilfe von  $\mathbb{Z}$  nicht beschrieben werden kann<sup>17</sup>. Man hat dies – wie gesagt – als einen fundamentalen Dualismus interpretiert und behandelt und damit klassische Mechanik und Quantenmechanik mathematisch unversöhnlich nebeneinander gestellt.

---

<sup>16</sup> Wobei auf dem Felde der Physik hierfür die atomistischen Strukturen der Mikrowelt stehen.

<sup>17</sup> Dies gilt nicht für den Dualismus, weil  $\mathbb{Z}$  auch die negativen ganzen Zahlen miteinschließt.

Eine solche Teilung der Welt kann nun allerdings – da folge ich Einstein - keineswegs bereits das letzte Wort gewesen sein.

Ich gehe daher davon aus, dass die natürliche Basis der Mathematik, d.h.  $\mathbb{Z}$ , deswegen die Phänomene der Quantenwelt nicht fassen kann, weil das System ganzer Zahlen als solches auf eine fundamentale Weise zu eng gefasst worden ist.

Im Nachfolgenden will ich mich daher, einem Ansatz *Erwin Schrödingers* folgend, um die Entwicklung eines erweiterten Systems ganzer Zahlen bemühen.

Schrödinger, der als erster „die Ganzzahligkeit auf dieselbe natürliche Art, wie ... die Ganzzahligkeit der Knotenzahl einer schwingenden Saite“ zu interpretieren versuchte<sup>18</sup>, betrieb genau damit – dies werde ich im Nachfolgenden beweisen – de facto die Verknüpfung zweier gegensätzlicher mathematischer Grundgrößen, nämlich die von „Einzelzahl“ im Sinne von  $\mathbb{Z}$  und von „Quantzahl“ im Sinne der Quantenmechanik.

Mit dem Ersetzen der klaren Eindeutigkeit der mathematischen „1“, d.h. der *Grundgrößen-Invarianz* von  $\mathbb{Z}$ , durch die nur statistisch, d.h. nur unscharf fassbare „Zählgröße“ Quant, hat die Quantenmechanik aus meiner Sicht faktisch das Prinzip einer **systemischen Varianz** axiomatisch in die Mathematik eingeführt.

Dieses interpretiere ich hier als eine „De-Facto-Erweiterung“ des „klassischen Systems ganzer Zahlen“.

Im Nachfolgenden soll  $\mathbb{Z}$  - dem Modell der Harmonischen Oszillation entsprechend - um ein Zahlensystem ergänzt werden, in dem die „Grundgröße“, wie von den Teilschwingungen der idealen Harmonischen Oszillation her bekannt, neben der sich im Sinne der Gleichwertigkeit ausdrückenden *Invarianz-Eigenschaft* axiomatisch auch die *Varianz-Eigenschaft* besitzt. Mit einem solchen Schritt wird das Fundament der Mathematik schlagartig um eine  $\rightarrow\infty$  Vielzahl von abstrakten Zahlgrößen erweitert.

Die „Träger“ der Varianz sind dabei die Größen Eigenwert und Menge, bzw. Qualität und Quantität, bzw. wie ich es hier genannt habe: die Größen „Einzelwert“ und „Quantwert“. Ich bezeichne diese Zahlgrößen hier als „Varianzzahlen“ und symbolisiere das so definierte Ganzzahlen-System selbst mit dem Zeichen  $\mathbb{Z}Q$ .

Das für jedes Ganzzahlen-System axiomatisch vorgeschriebene Gebot der Grundgrößen-Invarianz wird von  $\mathbb{Z}Q$  dabei dadurch erfüllt, dass sich in ihm *Einzelwert* und *Quantwert* **quasistatisch** zueinander verhalten.

Diese Bedingung ist dann erfüllt, wenn sich der Wert für die Einzelgröße des Quants umgekehrt proportional zum Wert für die Anzahl der Einzelgrößen dieses Quants verhält, wenn also das Produkt aus dem Einzelwert der Teile und der Anzahl dieser Teile, bzw. das Produkt aus *Einzelwert* und *Quantwert*, für jedes Glied der Zahlenfolge stets **konstant** bleibt.

---

<sup>18</sup> In „*Quantisierung als Eigenwertproblem*“ (Sonderdruck aus „*Analen der Physik*“ IV. Folge. Bd. 79, 1926 /Joh. Ambr. Barth, Leipzig) formuliert Erwin Schrödinger die „Stationäre Schrödinger-Gleichung“. Er schreibt: „*In dieser Mitteilung möchte ich zunächst an dem einfachsten Fall des (nichtrelativistischen und ungestörten) Wasserstoffatoms zeigen, dass die übliche Quantisierungsvorschrift sich durch eine andere Forderung ersetzen lässt, in der kein Wort von „ganzen Zahlen“ mehr vorkommt. Vielmehr ergibt sich die Ganzzahligkeit auf dieselbe natürliche Art, wie etwa die Ganzzahligkeit der Knotenzahl einer schwingenden Saite. Die neue Auffassung ist verallgemeinerungsfähig und rührt, wie ich glaube, sehr tief an das wahre Wesen der Quantenvorschriften.*“

Diese Forderung wird exemplarisch von der Folge  $1/1, 2/2, 3/3, 4/4$  usw. erfüllt, bei der der Nenner für den *Eigenwert* und der Zähler für den *Quantwert* der *Quant-* bzw. *Varianzzahl* steht.

Ich bezeichne diese Folge hier als „*Harmonische Quantenfolge*“.

Die quasistatische Beziehung zwischen *Einzelwert* und *Quantwert* definiert dabei eine „quasi-invariante Form“ der Gleichheit der Glieder, die es verbietet, das Ergebnis 1 bei der „klassischen Bruchauflösung“ als Wert der arithmetischen Grundgröße zu verstehen.

**Diese „1“ steht nicht für eine in sich invariable Gleichheits-Identität, wohl aber für eine in sich variable Gleichwertigkeits-Identität.**

Dass es sich bei solchen Überlegungen keineswegs nur um rein abstrakte Spitzfindigkeiten handelt, hat die „*Harmonischen Oszillation*“ gezeigt, die ich in Abschnitt 5 dargestellt habe.

*„Aber davon bin ich fest überzeugt, dass man schließlich bei einer Theorie landen wird, deren gesetzmäßig verbundene Dinge nicht Wahrscheinlichkeiten sondern gedachte Tatbestände sind, wie man es bis vor kurzem als selbstverständlich betrachtet hat.“*

Albert Einstein, Brief vom 3.3.47 an Max Born

## 7. Das „erweiterte System ganzer Zahlen“ ( $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$ )

$\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$  steht hier für die abstrakte Form der „*Harmonischen Quantenreihe*“, so wie sie hier im Zusammenhang der „*Harmonischen Oszillation*“ dargestellt und analysiert worden ist.

Die abstrakte Harmonische Folge ( $1, 1/2, 1/3, 1/4$  usw.) verstehe ich dabei als kennzeichnend für die hierarchische „*Varianz-Dimension*“, die – analog zu den Teilschwingungen bei der *Harmonischen Oszillation* – die Reihenfolge der ganzen *Quantzahlen* im *erweiterten Systems ganzer Zahlen* ( $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$ )<sup>19</sup> bestimmt.

Das heißt: Die erste ganzzahlige Grundgröße auf der *Varianz-Dimension*, bzw. die erste ganze „**Quantzahl**“ ( $Q_z 1$ ), verfügt über den abstrakten *Eigenwert* 1, sowie den abstrakten *Quantwert* 1, die zweite ( $Q_z 2$ ) über den abstrakten *Eigenwert*  $1/2$ , sowie den abstrakten *Quantwert* 2, die dritte ( $Q_z 3$ ) über den abstrakten *Eigenwert*  $1/3$ , sowie den abstrakten *Quantwert* 3, die vierte ( $Q_z 4$ ) über den abstrakten *Eigenwert*  $1/4$ , sowie den abstrakten *Quantwert* 4 usw.

Die in sich varianten *komplexen Quantzahlen* stellen je für sich jeweils eigenständige Systeme *nicht-komplexer ganzer Zahlen* dar.

Abstrakt ausgedrückt bezeichne ich sie als *quasi-invariante systemische Grundgrößen* auf der *Varianz-Dimension* von „ $\mathbb{Z}Q$ “.

Die Folge der *Quantzahlen* lautet:  $1/1, 2/2, 3/3, 4/4$  usw.  $\lim \rightarrow \infty$

Diese Definition entspricht prinzipiell der Vermutung *Erwin Schrödingers*, dass die Knotenstruktur einer eingespannten schwingenden Saite „*an das wahre Wesen der Quantenvorschriften*“ rühre. (Siehe auch Zitat in Fußnote 17)

---

<sup>19</sup> Die Erweiterung des natürlichen Zahlensystems beinhaltet automatisch eine Erweiterung auch des Abstraktheits-Begriffes.

Der *Quantwert* und der *Eigenwert* der *Quantzahlen* im *erweiterten System ganzer Zahlen* ( $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$ ) verhalten sich jeweils - dem Modell der „Harmonischen Oszillation“ entsprechend - auf quasistatische Weise umgekehrt proportional zueinander<sup>20</sup>.

Analog zu den Teilschwingungen der Harmonischen Oszillation bzw. den Obertönen des Klanges verstehe ich jede *Quantzahl* im Sinne eines „*Teilsystems*“ (= abstraktes Analogon zur Teilschwingung) von  $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$ .

Innerhalb eines „*Teilsystems*“ von  $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$  sind – wie das Modell gezeigt hat - die *Grundgrößen* stets auf quasistatische Weise invariant.

Abb. 7



Abbildung 7. macht deutlich, dass jede der *Quantzahlen* als ein **eigenständiges** Invarianzsystem *nicht-komplexer ganzer Zahlen* zu verstehen ist.

Die Grundgröße der *Quantzahl* mit dem Eigenwert  $\lim \rightarrow 0$  und dem *Quantwert*  $\lim \rightarrow \infty$  entspricht dabei dem Wert 1 der abstrakten natürlichen Zahl der Arithmetik.

Das klassische System der ganzen Zahlen ( $\mathbb{Z}$ ) wird hier also prinzipiell als der Grenzfall des *Teilsystems* mit  $\lim \rightarrow 0$  konvergierendem *Eigenwert* und dementsprechend  $\lim \rightarrow \infty$  konvergierendem *Quantwert* verstanden.

Diese extreme Eigenschaft macht es dann kompatibel mit allen anderen quantitativen Systemen der Realität und begründet somit seine Bedeutung für die abstrakte Mathematik der Makrowelt.

Für die Gesamtheit des *erweiterten natürlichen Zahlensystems* gilt nach allem die Formel:  $\mathbf{E}_W \times \mathbf{Q}_W = \mathbf{konstant}$  ( $\mathbf{E}_W = \mathbf{Eigenwert}$ ,  $\mathbf{Q}_W = \mathbf{Quantwert}$ )

Die *Eigenwerte* der *Quantzahlen*  $Q_z$  1 ( $^1/1$ ),  $Q_z$  2 ( $^2/2$ ),  $Q_z$  3 ( $^3/3$ ),  $Q_z$  4 ( $^4/4$ ) usw.  $\lim \rightarrow \infty$  von  $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$  verstehe ich hier im Sinne einer abstrakten Zahlenfolge.

Die „*abstrakte Harmonische Quantenreihe*“, die ich hier als identisch mit dem *erweiterten System ganzer Zahlen* ( $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$ ) definiert habe, ist dadurch gekennzeichnet, dass auf der „*Varianz-Dimension*“ des Systems die *Eigenwerte* der Glieder von  $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$  von der „*Grenzwertzahl*“ 1 nach 0 konvergiert und zugleich die *Quantwerte* von der „*Grenzwertzahl*“ 0 nach  $\infty$ . Die „*abstrakte Harmonische Quantenreihe*“ ist mithin mit **allen** konkreten *harmonischen Quantenreihen* kompatibel.

<sup>20</sup> Quasistatisch ist z.B. auch die Beziehung zwischen potentieller und die kinetischer Energie bei der Pendelschwingung.

Da die *abstrakte Harmonische Quantenreihe* **alle** *Invarianz-Zahlen* ( $=\mathbb{Z}$ -Zahlen) und **alle** *Varianz-Zahlen* ( $=\mathbb{Z}Q$ -Zahlen) von  $\mathbb{Z}/\mathbb{Z}Q$  auf systematische Weise in sich einschließt, definiere ich ihre Summe hier als „**mathematisches Alles**“.

Hieraus ergibt sich die Formel:

$$1/1 + 2/2 + 3/3 + 4/4 + \text{ usw. } \lim_{\rightarrow\infty} /_{\rightarrow\infty} = \text{ Alles}$$

Ich behaupte, dass diese Formel alle fundamentalen Bestandteile der Welt abstrakt auf eine natürliche, sowohl symmetrische als auch quasistatische Weise in sich vereint, als da sind: Qualität und Quantität, Einzelgröße und Quantgröße, Einfachheit und Komplexität, Invarianz und Varianz,  $\lim \rightarrow$  ewige Ordnung und  $\lim \rightarrow$  chaotische Ordnung usw.

Die Folge der Zahlen von  $\mathbb{Z}Q$  verstehe ich hier in einem umgekehrten Sinn zur Zahlenfolge des herkömmlichen Zahlensystems ( $\mathbb{Z}$ ). Der Wert 1 steht bei  $\mathbb{Z}$  für die kleinste der ganzen Zahlen und bei  $\mathbb{Z}Q$  für die größte der ganzen Zahlen.

*Nicht-komplexe ganze Zahlen* ( $=\mathbb{Z}$ -Zahlen) sind invariante Grundgrößen einer spezifischen *Quant-Zahl*, welche wiederum als *komplexe ganze Zahl* ( $=\mathbb{Z}Q$ -Zahl) quasi-invariante Grundgröße des übergeordneten spektralen *Varianz-Systems*  $\mathbb{Z}Q$  ist.

## 8. Das wirkende „abstrakte Alles“ als Resonanzsystem

Die *Harmonische Quantenfolge* steht nach allem für die *hierarchische Varianz-Dimension* des erweiterten natürlichen Zahlensystems. Die Glieder dieser Folge sind jeweils auf komplexe ( $=$ quasistatische) Weise singulär im Sinne von einzigartig.

Die Summe der *Harmonischen Quantenreihe* ist dementsprechend beschreibbar als Summe der „*komplexen Singularitäten*“. Diese Summe wiederum definiert abstrakt eine mathematische Überlagerungsstruktur nach Art des idealisierten harmonischen Oszillations-Spektrums, so wie es hier in Abschnitt 5. dargestellt worden ist.

In der Mikrowelt der Quanten stellen sich die Glieder der *harmonischen Quantenreihe* dem forschenden Beobachter – wie ausgeführt – zunächst einmal allgemein als jeweils quasiparallel nebeneinander bestehende, quantenhaft strukturierte *komplexen Singularitäten* dar.

Sofern diese Eigenschaft der Quanten durch die empirische Forschung in der Atomphysik bestätigt wird, erscheint es daher verständlich, dass man solche Erkenntnisse im Sinne „paralleler Universen“ zu deuten versucht hat. Eine solche Deutung versperrt dann allerdings den Blick auf die Einheit im Ganzen.

Einheit und Parallelität sind bei der Harmonischen Quantenfolge eben kein Widerspruch – im Gegenteil: sie bedingen sich sogar.

Überwunden wird das Trennende der Parallelität wirkungsmäßig durch das Phänomen Resonanz, welches das Ganze der Harmonischen Quantenfolge im dynamisierten Zustand zu einem komplex wirkenden Ganzen verbindet, in dem alles mit allem zu einer schwingenden Einheit gelangt.

Die Einheit definiert sich dabei zumindest, d.h. bei den Primzahl-Quantzahlen, über den gemeinsamen Bezug zum ungeteilten bzw. nicht-gequantelten Ganzen.

Diese Einheit im Ganzen äußert sich im energetisch angeregten Zustand der harmonischen Oszillation als „hierarchisch gestaffeltes“, komplexes Resonanzsystem.

Ich verstehe damit die erfahrbare Welt im Einklang mit der String-Theorie als ein System im Zustand des Schwingens.

Hieraus folgere ich, dass das Universum, **in** dem wir leben, als ein ideales, unendlich subtil hierarchisch gestaffeltes, komplexes Resonanzsystem zu verstehen ist, das dem erweiterten Zahlensystem der *Harmonischen Quantenfolge* mathematisch entspricht.

Wolfgang Pauli schreibt in seinem Brief vom 15.4.54 an Max Born: „ ... *Ich teile vollständig Ihre (Anm. G.I.: Max Born) Auffassung, daß Einstein sich »in seine Metaphysik verrannt« hat. Nur würde ich sie eine »realistische« Metaphysik nennen, **nicht** eine »deterministische«...*“ (Hervorhebung G.I.)

Dass Pauli, der als theoretischer Physiker und Mathematiker nicht selten zum Zahlen-Mystizismus tendierte, im Fall von Einstein abfällig von einem in die „*Metaphysik verrennen*“ spricht, halte ich für voreilig, dass er diese „Metaphysik“ dann allerdings als „realistisch“ bezeichnet, trifft in meinen Augen den Punkt.

Die Einsteinsche Metaphysik war das Produkt der Einsteinschen Intuition.

Einsteins Äußerungen lassen die Vermutung zu, dass diese „realistische“ Metaphysik ihrem Wesen nach auf das zu beziehen ist, was aus zwingenden rationalen Gründen deswegen **vor** jedem Resonanzschwingen gedacht werden muss, weil es dem aus rationalistischen Gründen einfach unverzichtbaren Kausalitätsprinzip nach schlicht kein Schwingen ohne etwas geben kann, was nicht vorab die naturgesetzlichen Voraussetzungen für ein in-Erscheinung-Treten des Schwingens auch erfüllt. (z.B. eine elastisch rückstellende Raumkraft!)

Der große Mangel der Kopenhagener Interpretation der Quantenmechanik liegt darin, dass damals über die Kausalzusammenhänge nicht genügend tief nachgedacht worden ist; denn hätte man dies getan, dann wäre – so behaupte ich – damals bereits eindeutig klar geworden, dass der Dualismus von Welle und Teilchen, wie auch das Phänomen der Unbestimmtheit in der Quantenwelt, nichts anderes sein können als Wahrnehmungsphänomene.

Da nämlich die Wahrnehmung, sei sie nun sinnlich subjektiver oder messtechnisch objektivierbarer Natur, **nur** das zu fassen vermag, was wirkt, sind Dualismus und Unbestimmtheit der Quantenwelt zunächst einmal nicht mehr als Phänomene eines „Wirkens“.

Da andererseits wiederum nur das zu wirken vermag, was agiert, muss es in einem existentiellen Sinn unbedingt vor jedem Wirken etwas geben, was seiner Natur nach grundsätzlich zu einem Agieren befähigt ist.

Ein solches Agieren gehört andererseits nun ebenso wie die daraus folgende Wahrnehmbarkeit keineswegs notwendig und automatisch zu den unverzichtbaren Wesensmerkmalen einer zur Aktion prinzipiell befähigten Existenz.

Das heißt: Die Fähigkeit zum Agieren ist problemlos auch als eine nur potentielle Eigenschaft eines **vor** allem Wirken Existierenden denkbar.

Eine potentiell aktionsfähige Existenz vor dem Wirken kann also vollkommen statisch und deswegen nicht lokalisierbar - in diesem „realistischen“ Sinn also metaphysisch – gedacht werden.

Die Theorie einer nicht wahrnehmbaren und wissenschaftlich nicht messbaren metaphysischen Existenz - oder wie Einstein auf die atomistischen Teilchen bezogen schreibt: die „*im eigentlichen Sinne atomistische Theorie **ohne Lokalisierung***“ - wäre nach allem aus wissenschaftlicher Sicht die einzig realistische und ihre Entschlüsselung damit nicht nur eine späte Bestätigung der Einsteinschen Position, sondern doch wohl das Ziel aller Ziele.

Malsburg, den 12. Mai. 2011

