

**Stimmtabellen**  
**zum Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit,**  
**zum Kammerton der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit**  
**und zum Ton der Einheit berechnet nach den Angaben von Norbert Böhm**  
**auf Basis der Vereinigung der physikalischen Theorien**

**Berechnung und Zusammenstellung:**

**Hans Cousto**

**Inhaltsübersicht**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit</b>                            | <b>2</b>  |
| <b>Kammerton der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit</b>                | <b>2</b>  |
| <b>Der universale Ton der Einheit</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Stimmdaten zum Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit</b>             | <b>6</b>  |
| <b>Stimmdaten zum Kammerton der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit</b> | <b>8</b>  |
| <b>Stimmdaten zum Kammerton der Einheitsfrequenz (Ton der Einheit)</b>          | <b>10</b> |



2007, 2008 Hans Cousto  
Creative-Commons-Lizenz: Namensnennung-Nicht-Kommerziell  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/de>

## Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit

Im Jahre 1899 veröffentlichte die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin den Beitrag »Über irreversible Strahlungsvorgänge« von Max Planck. In § 26 »Natürliche Maßeinheiten« beschreibt Max Planck die Berechnung der Maßeinheit der Zeit auf Basis der Konstante  $b$ , die er später als Hilfsgröße  $h$  bezeichnete und die in der Folge als Plancksches Wirkumsquantum<sup>1</sup> eine fundamentale Größe in der Physik wurde. Als Einheit der Zeit gab Planck den Wert von  $1,38 \times 10^{-43}$  Sekunden an.<sup>2</sup>

Max Planck nannte diese Einheit der Zeit wie auch die von ihm 1899 berechneten Einheiten der Länge, Masse und Temperatur »natürliche Maßeinheiten«, da diese Maßeinheiten eben naturgegeben sind und nicht willkürlich vom Menschen definiert wurden.

Im Dezember 1900 publizierte Max Planck seine Arbeit zur Theorie der Strahlung eines Schwarzen Körpers, in der die später nach ihm benannte Konstante erstmals mit  $h$  (von Hilfsgröße abgeleitet) bezeichnet wurde, und für die er 1919 den Nobelpreis für Physik für das Jahr 1918 erhielt.

Der korrespondierende **Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit** in der 134. Unteroktave liegt (berechnet auf Basis des aktuell bekannten Wertes des Planckschen Wirkumsquantums) bei 339,79 Hz, was einer Tonstufe zwischen einem e und einem f entspricht. Die genaue Berechnung ist auf Seite 6 dargestellt, die entsprechenden Stimmdaten auf Seite 7.

## Kammerton der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit

Häufig wird heute in der Physik statt  $h$  auch das so genannte **reduzierte Plancksche Wirkumsquantum  $\hbar$**  (sprich „ha quer“) verwendet mit:

$$\hbar = h / 2 \times \pi = 1,054\,571\,6 \text{ cm}^2 \times \text{g} \times \text{sec}^{-1}$$

wobei  $\pi$  die Kreiszahl (pi) ist.  $\hbar$  wurde in der Vergangenheit gelegentlich auch nach Paul Dirac, einem britischen Physiker, Nobelpreisträger und Mitbegründer der Quantenphysik als »Diracsche Konstante« bezeichnet.<sup>3</sup> Das reduzierte Plancksche Wirkumsquantum  $\hbar$  wurde im Jahr 1913 von dem dänischen Physiker und Nobelpreisträger Niels Bohr in der Quantenphysik mit der Veröffentlichung seiner Theorie

---

1 Das Plancksche Wirkumsquantum  $h$  ist eine fundamentale Naturkonstante der Quantenphysik. Es tritt bei der Beschreibung von Quantenphänomenen auf, bei denen physikalische Eigenschaften nicht jeden beliebigen kontinuierlichen Wert, sondern nur bestimmte diskrete Werte annehmen können. Das Plancksche Wirkumsquantum verknüpft Teilchen- und Welleneigenschaften, es ist das Verhältnis von Energie und Frequenz eines Lichtquants oder eines Teilchens.

2 Max Planck: Über irreversible Strahlungsvorgänge; § 26. Natürliche Maßeinheiten, in: Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1899 – Erster Halbband, S. 440; 479

Planck ging von einem Wert von  $b = 6,885 \text{ cm}^2 \times \text{g} \times \text{sec}^{-1}$  aus. Nach heutigem Erkenntnisstand liegt der Wert des Planckschen Wirkumsquantums bei  $h = 6,626 \text{ cm}^2 \times \text{g} \times \text{sec}^{-1}$ . Planck ging also bei seinen Berechnungen von einem Wert aus, der etwa 4% zu hoch lag. Somit war seine Einheit der Zeit von  $1,38 \times 10^{-43}$  Sekunden um etwa 2% größer als nach der Berechnung mit dem aktuellen Wert von  $h$ :  $1,35 \times 10^{-43}$  Sekunden.

3 Die Ein-Zeichen-Notation für das reduzierte Plancksche Wirkumsquantum wurde im Jahr 1926 von P. A. M. Dirac eingeführt. Ein kurzer Abschnitt zur Historie findet sich z.B. in M. Jammer, „The Conceptual Development of Quantum Mechanics“, McGraw-Hill, New York (1966), S.294. Diracs Originalarbeit: P. A. M. Dirac, „Quantum mechanics and a preliminary investigation of the hydrogen atom“, Proc. Roy. Soc. A, 110 (1926), 561-579.

des Wasserstoffatoms eingeführt.<sup>4</sup> Bohr untersuchte das Licht, das von Wasserstoffatomen abgegeben wird, wenn diese vorher aufgenommene Energie wieder abgeben. Er stellte fest, daß zum einen im Spektrum nur einzelne farbige Linien zu sehen sind, und zum anderen, daß nicht angeregte Atome kein Licht abgeben. Bohr erkannte, daß Johann Jakob Balmers Formel zur Berechnung der sichtbaren Spektrallinien des Wasserstoffs<sup>5</sup> auch so ausgedrückt werden konnte, daß sie die Konstante  $h$  enthielt, die Planck bei seiner Theorie des Lichts zur Berechnung der Quantengröße verwendet hatte.

Grundlage der Theorie von Niels Bohr war der Drehimpuls<sup>6</sup> des Elektrons, wobei er feststellte, daß nicht primär die Konstante  $h$  sondern die reduzierte Konstante  $\hbar$  geeignet war, die Ordnung des Atoms darzustellen und zu beschreiben. Deshalb wurden in der Quantenphysik die **reduzierten Planckschen Maßeinheiten** eingeführt. Dies geschah jedoch erst nach den ersten Publikationen zur Vereinigung von Quantentheorie und Gravitation in den späten 30er Jahren des letzten Jahrhunderts, als ein neues Anwendungsgebiet der »Plank-Einheiten« entstand.

Die sogenannte Planck-Zeit berechnet nach Maßgabe des reduzierten Planckschen Wirkungsquantums  $\hbar$  entspricht einer Zeitspanne von  $5,391\ 21 \times 10^{-44}$  sec. Diese Zeitspanne ist um den Wert der Quadratwurzel aus  $2 \times \pi = 2,506\ 628$  kleiner als der ursprünglich von Max Planck angegebene Wert. Entsprechend ist der korrespondierende **Kammerton der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit** in der 134. Unteroktave mit 851,71 Hz (in etwa ein gis") um den Intervallfaktor 2,506 628 höher als der originale Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit (gemäß Berechnungsgrundlagen von Max Planck aus dem Jahre 1899). Die genaue Berechnung des Kammertons der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit ist auf Seite 8 dargestellt, die entsprechenden Stimmdaten auf Seite 9.

## Der universale Ton der Einheit

Der **universale Ton der Einheit** ist die höchste theoretisch relevante Frequenz und resultiert aus der Vereinigung von Gravitationstheorie, Relativitätstheorie und Quantentheorie am Objekte eines Schwarzen Loches von Mindestgröße, der natürlichen Einheit. Der universale Ton der Einheit ist die sogenannte Gravitationsfrequenz und gibt die Anzahl der Kreisumläufe eines Lichtquants auf dem Gravitationskreis (auch Lichtkreis genannt) eines Schwarzen Loches von Mindestgröße in der Sekunde an. Ein Schwarzes Loch von Mindestgröße hat einen (euklidischen) Radius = Gravitationsradius von  $1,616\ 04 \times 10^{-35}$  m und somit ein Gravitationsumfang von  $1,015\ 393 \times 10^{-34}$  m. Die populären Physiker (J.A. Wheeler war der erste, später Brian Greene u. Stephen Hawking) nennen den Gravitationsradius (Radius der natürlichen Einheit) „Planck-Länge“. Geht man von der logischen Entwicklung aus, müßte man diesen Wert besser als „Einheitsradius“ bezeichnen, um nicht unnötig zu verwirren; denn eine Länge ist in der Tradition der

---

4 Niels Bohr: On the Constitution of Atoms and Molecules (Über den Bau von Atomen und Molekülen), in: Philosophical Magazine 26, 1 (1913)

5 Der in Basel tätige Lehrer an einer Mittelschule entwickelte 1855 eine erstaunlich einfache Formel, mit der jeder Linie des sichtbaren Spektrums des Wasserstoffs ein exakter numerischer Wert zugeordnet werden kann. Vergl. hierzu: Hans Cousto: H<sub>2</sub> – Der Klang der Wasserstoffmoleküle, Musikalische Transkription der Wasserstoffspektren, Physikalische Grundlagen zur Anhörung der Quantentheorie, Berlin 1999, S. 4 ff.  
[http://www.planetware.de/tune\\_in/wasserstoff-1.pdf](http://www.planetware.de/tune_in/wasserstoff-1.pdf)

6 Das Bohrsche Postulat lautete: Der Drehimpuls  $L$  eines Elektrons ist gleich dem reduzierten Planckschen Wirkungsquantum  $\hbar = h / (2 \times \pi)$  oder gleich einem ganzzahligen Vielfachen davon. Bohr hat, mit anderen Worten, den Drehimpuls gequantelt. Die Quantenzahl  $n$  bestimmt letztlich, daß nur bestimmte Werte des Drehimpulses vorkommen können.

Quantenphysik immer eine Wellenlänge. Eine Länge ist somit im physikalischen Erkenntnismodus – also innerhalb der Raumzeit – das, was man messen kann, was man zurücklegen kann oder die Strecke, die ein Lichtstrahl durchlaufen kann. Somit wäre als letzte feststellbare Einheitslänge der Umfang der Einheit zu bezeichnen, der ja zugleich Wellenlänge ist und im physikalischen Erkenntnismodus steht.<sup>7</sup>

Die Frequenz des Einheitstones, die **Einheitsfrequenz** hat den Wert von  $2,952\,47 \times 10^{42}$  Hz.<sup>8</sup> Die der Einheitsfrequenz entsprechenden Umlaufperiode dauert  $3,386\,99 \times 10^{-43}$  Sekunden. Dies ist die universale physikalische Maßeinheit der Zeit und nicht die hiervon abgeleitete euklidische Radialkomponente (die sogenannte Planck-Zeit berechnet nach Maßgabe des reduzierten Planckschen Wirkungsquantums  $\hbar$  mit einer Zeitspanne von  $5,391\,21 \times 10^{-44}$  Sekunden).

Die Einheitsfrequenz  $\nu$  wird berechnet nach der Formel:

$$\nu = \sqrt{\frac{c^5}{2\pi \cdot G \cdot h}} = 2,952\,47 \cdot 10^{42} \text{ Hz}$$

wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ( $2,997\,924\,580 \times 10^{10}$  cm x sec<sup>-1</sup>),  $\pi$  die Kreiszahl 3,141 592 654,  $G$  die Gravitationskonstante ( $6,674\,2 \times 10^{-8}$  cm<sup>3</sup> x g<sup>-1</sup> x sec<sup>-2</sup>) und  $h$  das originäre Plancksches Wirkungsquantum ( $6,626\,068\,765 \times 10^{-27}$  g x cm<sup>2</sup> x sec<sup>-1</sup>) ist.

Die Einheitsfrequenz von  $2,952\,47 \times 10^{42}$  Hz ist gleicherweise die Gravitationsfrequenz des kleinsten Schwarzen Loches der Einheit und die Quantenfrequenz des Photons auf dessen Gravitationskreis, wobei nur bei diesem theoretischen Denkobjekt der natürlichen Einheit die Masse **M** des Schwarzen Loches gleich der Masse **m** des umlaufenden Photons ist. In der 134. Unteroktave entspricht dies der Frequenz

7 Norbert Böhm schreibt hierzu in „Die philosophische Einheit“ (S. 51): Da Max Planck seine „natürlichen Einheiten“ formal bestimmte und seine Ergebnisse mit unseren, durch logisch-physikalische Herleitungen gewonnenen Ergebnissen nicht ganz übereinstimmen, können wir, da wir uns davon überzeugt haben, dass Plancksens gesuchte „natürlichen Einheiten“ allesamt Dimensionen an einem physikalischen kreis- und kugelsymmetrischen Denkobjekt sind, von diesem generell als von „der natürlichen Einheit“ oder der „universellen Einheit“ sprechen. Wir wissen, dass Max Planck die Möglichkeiten, die seine Theorien implizieren, schon über 100 Jahre vor uns erahnt hat. Er konnte nur nicht feststellen, dass seine natürlichen Einheiten richtig quantifiziert allesamt geometrisch-physikalische Eigenschaften eines theoretisch bestimmbar Schwarzen Lochs von Mindestgröße sind, welches Gebilde wir in seinem strahlenden Aspekt der Einheit wissenschaftlichen Erkennens auch als „wissenschaftliche Einheit“ oder kurz als „Einheit“ bezeichnen wollen. **Die Einheit** ist das im strengsten Sinne Unteilbare!

Die Hypostasierung der „natürlichen Maßeinheiten“ zur „natürlichen Einheit“ erscheint mir völlig obligat zu sein. Wenn wir also von der Einheit sprechen, meinen wir gleichermaßen das kreis- und kugelsymmetrische Gedankenprodukt, welches von den Planckschen natürlichen Einheiten zur vollständigen Erkenntnis vorbereitet wurde und sind dabei der Ansicht, der Planckschen Auffassung näher zu sein, als wenn wir von „Planckgrößen“ sprechen würden. Obwohl Max Planck der Erste war, dessen Gedanken in diese Bereiche vordrangen meinen wir, dass die von Planck selbst gewählte Benennung die Sache besser bezeichnet. Das Plancksche Wirkungsquantum war ja gewissermaßen nur der letzte Baustein zu diesem reinen Verständnis. Die Gravitationstheorie und die Einsteinsche Relativitätstheorie haben aber ebenso großen Anteil an dieser Herleitung. Es ist schließlich das Resultat der konzentrierten Bemühungen ganzer Generationen von Wissenschaftlern, welches die Errichtung dieses Gebäudes ermöglicht, das deswegen nur als Errungenschaft vieler fleißiger und tapfer suchender Menschen richtig verstanden werden kann. Dies ahnte Max Planck und sprach selbstlos von „natürlichen Maßeinheiten“, die jede Spezies an einem beliebigen Ort im Universum bei erreichter Entwicklungshöhe als solche entdecken wird. Wenn wir also von der „natürlichen Einheit“ sprechen, so meinen wir der Einsicht Max Plancks näher zu stehen, aber vor allem der Sache angemessen und besser zu entsprechen.

<http://www.friedenswarte.de/diephilosophischeeinheit.pdf>

8 Norbert Böhm: Die philosophische Einheit (Die Suche nach der Einheit – Moderne Physik im Kontext der Philosophie), Brandenburg 2007/2008, S. 46

<http://www.friedenswarte.de/diephilosophischeeinheit.pdf>

von 135,57 Hz (in etwa ein cis). Die genaue Berechnung des universalen Tons der Einheit ist auf Seite 10 dargestellt, die entsprechenden Stimmdaten auf Seite 11.

Die **Einheitsfrequenz** respektive der **universale Ton der Einheit** wie auch die entsprechenden Oktavtöne sind um den Intervallfaktor

$$2 \times \pi = 6,283\ 185$$

tiefer als die Frequenz respektive die entsprechenden Oktavtöne der auf Basis des Kehrwertes der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit berechneten Frequenz und um den Intervallfaktor

$$\text{Quadratwurzel aus } 2 \times \pi = 2,506\ 628$$

tiefer als die Frequenz respektive die entsprechenden Oktavtöne der auf Basis des Kehrwertes der originären Planckschen Maßeinheit der Zeit berechneten Frequenz. Es sei hier angemerkt, daß eine Frequenz mittels einer Sinuskurve (als Zeitverlauf) beschrieben werden kann und eine Sinuskurve hat die minimale Länge von  $2 \times \pi$ . Zeit und Frequenz verhalten sich umgekehrt proportional (stehen also reziprok zueinander). Dies gilt jedoch nur für Zeitspannen, die gleich groß oder größer sind als das  $2 \times \pi = 6,283\ 185$ fache einer (virtuellen) kleinsten Zeiteinheit, der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit. Auch deshalb muß die Einheitsfrequenz um den Faktor 6,283 185 tiefer sein, als dies in der Literatur unter dem Begriff »Planck-Frequenz« heutzutage angegeben wird.<sup>9</sup>

Die Kammertöne zur originären Planckschen Maßeinheit der Zeit wie auch zur reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit sind deshalb imaginäre oder virtuelle (nicht real existierende respektive nicht real vorstellbare) Kammertöne, der Kammerton zur Einheitsfrequenz respektive der universale Ton der Einheit ist hingegen ein real vorstellbarer Kammerton, da seine Grundfrequenz eine reale physikalische Grundlage (Wellenlänge) hat.

Nach dem heutigen standardisierten Tonsystem gelten Frequenzen im Bereich von 134,65 - 142,65 Hz als Ton cis, wobei der Mittelwert bei 138,65 Hz liegt.<sup>10</sup> Der Einheitston mit der oktavanalogen Frequenz von 135,57 Hz liegt also im unteren Teil dieses Bereiches mit einer leichten Tendenz hin zum Ton c. Der Jahreston der Erde, der sich mit dem traditionellen OM-Ton der indischen Musik (auch Sadjā genannt) als identisch erweist, hat für das tropische Jahr die Frequenz von 136,10 Hz und für das siderische Jahr die Frequenz von 136,097 Hz.<sup>11</sup> Damit liegt der Oktavton der Einheit nur geringfügig unterhalb des Oktavtones des Erdenjahres.

Die oktavierten Frequenzen des Tones der Einheit liegen 6,78 Cent tiefer als die oktavanalogen Frequenzen des tropischen Jahres respektive 6,72 Cent tiefer als die oktavanalogen Frequenzen des siderischen Jahres. Wenn man den Jahreston der Erde – für Erdenbewohner somit ein sogenannter „home tone“ – als OM-Ton bezeichnet, sollte man zur Unterscheidung den Jahreston als „irdischen OM-Ton“ und den Ton der Einheit als „universellen OM-Ton“ bezeichnen, denn letzterer ist nicht nur im Bereich der Erde für Erdenbewohner relevant, sondern im ganzen Universum für alle in diesem Universum vorkommenden (intelligenten und Forschung treibenden) Spezies.

---

9 Vergl. hierzu: Artikel *Planck-Einheiten*, in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 22. Mai 2008  
URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Planck-Einheiten&oldid=46376600>

10 Vergl. Hierzu: Hans Cousto: Klänge Bilder Welten, Musik im Einklang mit der Natur, Berlin 1989, S. 263

11 Vergl. Hierzu: Hans Cousto: Die kosmische Oktave – der Weg zum universellen Einklang, Essen 1984, S. 200

## Der Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit

### Ein virtueller Kammerton

(berechnet auf Basis der Angaben von Max Planck (1899) mit dem Planckschen Wirkungsquantum  $h$ )

| Gegebenheit                                | Maßzahl  | Maßeinheit  |
|--|--|---|
| Lichtgeschwindigkeit $c$                   | $2,997\,924\,580 \times 10^{10}$                                     | $\text{cm} \times \text{sec}^{-1}$                        |
| Gravitationskonstante <sup>12</sup> $f, G$ | $6,674\,2 \times 10^{-8}$  | $\text{cm}^3 \times \text{g}^{-1} \times \text{sec}^{-2}$ |
| Plancksches Wirkungsquantum $h$            | $6,626\,068\,765 \times 10^{-27}$                                    | $\text{g} \times \text{cm}^2 \times \text{sec}^{-1}$      |
| Zeit im Quadrat                            | $f \times h \times c^{-5}$   | $\text{sec}^2 = \text{s}^2$                               |
|  | $1,826\,213\,886 \times 10^{-86}$                                    | $\text{sec}^2 = \text{s}^2$                               |
| Zeit                                       | $(f \times h \times c^{-5})^{1/2}$                                   | $\text{sec} = \text{s}$                                   |
|  | $1,351\,374\,813 \times 10^{-43}$                                    | $\text{sec} = \text{s}$                                   |
| Frequenz                                   | $((f \times h \times c^{-5})^{1/2})^{-1}$                            | Hz  |
|  | $(f \times h \times c^{-5})^{-1/2}$                                  | Hz  |
|  | $7,399\,871\,525 \times 10^{42}$                                     | Hz  |
| 93 Unteroktave                             | $((f \times h \times c^{-5})^{-1/2}) \times 2^{-93}$                 | Hz  |
|  | $7,471\,961 \times 10^{14}$  | Hz  |
| Wellenlänge                                | $c \times (((f \times h \times c^{-5})^{-1/2}) \times 2^{-93})^{-1}$ | cm  |
|  | $4,012\,233 \times 10^{-5}$  | cm  |
|  | 401,223  | nm (Nanometer) – <b>Violett</b>                           |
| 134 Unteroktave                            | $((f \times h \times c^{-5})^{1/2})^{-1} \times 2^{-134}$            | Hz  |
|  | 339,79   | Hz  |
| 135 Unteroktave                            | $((f \times h \times c^{-5})^{1/2})^{-1} \times 2^{-135}$            | Hz  |
|  | 169,89   | Hz  |

12 Um 1900 wurde die Gravitationskonstante zumeist mit dem Kürzel „ $f$ “ dargestellt, heute hat sich stattdessen das Kürzel „ $G$ “ dafür eingebürgert.



## Der Kammerton der Planckschen Maßeinheit der Zeit

### Ein virtueller Kammerton

Ton liegt zwischen e und f etwas näher beim f

|   | <b>Ton e</b>     | <b>Ton f</b>     |
|---|------------------|------------------|
| Frequenz                                      | 169,893 Hz       | 169,893 Hz       |
| Centabweichung Norm-e                         | 52,55 Cent       | -47,46 Cent      |
| Entsprechender gleichschwebender Kammerton a' | 453,56 Hz        | 428,10 Hz        |
| <b>Tempo 143 Unteroktave</b>                  | <b>39,8 bpm</b>  | <b>39,8 bpm</b>  |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 1.506,8 ms       | 1.506,8 ms       |
| <b>Tempo 142 Unteroktave</b>                  | <b>79,6 bpm</b>  | <b>79,6 bpm</b>  |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 753,4 ms         | 753,4 ms         |
| <b>Tempo 141 Unteroktave</b>                  | <b>159,3 bpm</b> | <b>159,3 bpm</b> |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 376,7 ms         | 376,7 ms         |

### Feinabstimmungen / Microtunings

|   | <b>Ton e</b> | <b>Ton f</b> |
|---|--------------|--------------|
| Frequenz                                      | 169,893 Hz   | 169,893 Hz   |
| Centabweichung Norm-e                         | 52,55 Cent   | -47,46 Cent  |
| Entsprechender gleichschwebender Kammerton a' | 453,56 Hz    | 428,10 Hz    |
| Microtune (+/- 64)                            | 34           | -30          |
| Pitch (64=0); Range I                         | 98           | 34           |
| Pitch (64=0); Range II                        | 81           | 49           |
| Microschritt / SY 77<br>(1024 = 1200 Cent)    | 4.397        | 4.397        |
| Pitchbend (+/- 8192); Range I                 | 4.304        | -3.888       |
| Pich (8191 - +/- 0); Range I                  | 12.495       | 4.303        |
| Pich (8191 - +/- 0); Range II                 | 10.343       | 6.247        |
| Pich (8191 - +/- 0); Range III                | 8.729        | 7.705        |

## Der Kammerton der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit

### Ein virtueller Kammerton

(berechnet auf Basis der Angaben neuerer zeitgenössischer physikalischer Abhandlungen mit dem reduzierten Planckschen Wirkungsquantum  $\hbar$ )

| Gegebenheit  | Maßzahl   | Maßeinheit   |
|--|---|--|
| Lichtgeschwindigkeit $c$                                 | $2,997\ 924\ 580 \times 10^{10}$  | $\text{cm} \times \text{sec}^{-1}$                         |
| Gravitationskonstante $G$                                | $6,674\ 2 \times 10^{-8}$   | $\text{cm}^3 \times \text{g}^{-1} \times \text{sec}^{-2}$  |
| Reduziertes Plancksches Wirkungsquantum $\hbar = h/2\pi$ | $1,054\ 571\ 628 \times 10^{-27}$   | $\text{g} \times \text{cm}^2 \times \text{sec}^{-1}$       |
| Zeit im Quadrat  | $G \times \hbar \times c^{-5}$<br>$2,906\ 514 \times 10^{-86}$  | $\text{sec}^2 = \text{s}^2$<br>$\text{sec}^2 = \text{s}^2$ |
| Zeit   | $(G \times \hbar \times c^{-5})^{1/2}$<br>$5,391\ 21 \times 10^{-44}$   | $\text{sec} = \text{s}$<br>$\text{sec} = \text{s}$         |
| Frequenz   | $((G \times \hbar \times c^{-5})^{1/2})^{-1}$<br>$(G \times \hbar \times c^{-5})^{-1/2}$<br>$1,854\ 87 \times 10^{43}$  | Hz<br>Hz<br>Hz   |
| 95 Unteroktave   | $((G \times \hbar \times c^{-5})^{-1/2}) \times 2^{-95}$<br>$4,682\ 35 \times 10^{14}$                                  | Hz<br>Hz   |
| Wellenlänge  | $c \times (((G \times \hbar \times c^{-5})^{-1/2}) \times 2^{-95})^{-1}$<br>$6,402\ 607 \times 10^{-5}$<br>$640,260\ 7$ | cm<br>cm<br>nm (Nanometer) – <b>Orange</b>                 |
| 136 Unteroktave  | $((((G \times \hbar \times c^{-5})^{1/2})^{-1}) \times 2^{-136})$<br>$212,93$   | Hz<br>Hz   |
| 135 Unteroktave  | $((((G \times \hbar \times c^{-5})^{1/2})^{-1}) \times 2^{-135})$<br>$425,86$   | Hz<br>Hz   |



## Der Kammerton der reduzierten Planckschen Maßeinheit der Zeit

### Ein virtueller Kammerton

#### Ton liegt über dem Gis

|   | <b>Ton gis</b>   |
|---|------------------|
| Frequenz                                      | 212,93 Hz        |
| Centabweichung Norm-gis                       | 43,44 Cent       |
| Entsprechender gleichschwebender Kammerton a' | 451,18 Hz        |
| <b>Tempo 144 Unteroktave</b>                  | <b>49,9 bpm</b>  |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 1.202,3 ms       |
| <b>Tempo 143 Unteroktave</b>                  | <b>99,8 bpm</b>  |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 601,1 ms         |
| <b>Tempo 142 Unteroktave</b>                  | <b>199,6 bpm</b> |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 300,6 ms         |

#### Feinabstimmungen / Microtunings

|   | <b>Ton gis</b> |
|---|----------------|
| Frequenz                                      | 212,93 Hz      |
| Centabweichung Norm-gis                       | 43,44 Cent     |
| Entsprechender gleichschwebender Kammerton a' | 451,18 Hz      |
| Microtune (+/- 64)                            | 28             |
| Pitch (64=0); Range I                         | 92             |
| Pitch (64=0); Range II                        | 78             |
| Microschritt / SY 77<br>(1024 = 1200 Cent)    | 4.731          |
| Pitchbend (+/- 8192); Range I                 | 3.559          |
| Pich (8191 - +/- 0); Range I                  | 11.750         |
| Pich (8191 - +/- 0); Range II                 | 9.970          |
| Pich (8191 - +/- 0); Range III                | 8.636          |

## Der Ton der Einheit – nahezu im Einklang mit dem Jahreston der Erde (»OM«)

### Ein reeller Kammerton

(berechnet nach den Angaben von Norbert Böhm (2007) auf Basis der Vereinigung der physikalischen Theorien)

| Gegebenheit                     | Maßzahl  | Maßeinheit  |
|---------------------------------|--|---|
| Lichtgeschwindigkeit $c$        | $2,997\,924\,580 \times 10^{10}$   | $\text{cm} \times \text{sec}^{-1}$                        |
| Gravitationskonstante $G$       | $6,674\,2 \times 10^{-8}$  | $\text{cm}^3 \times \text{g}^{-1} \times \text{sec}^{-2}$ |
| Plancksches Wirkungsquantum $h$ | $6,626\,068\,765 \times 10^{-27}$  | $\text{g} \times \text{cm}^2 \times \text{sec}^{-1}$      |
| Zeit im Quadrat                 | $2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5}$   | $\text{sec}^2 = \text{s}^2$                               |
|                                 | $1,147\,17 \times 10^{-85}$  | $\text{sec}^2 = \text{s}^2$                               |
| Zeit                            | $(2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5})^{1/2}$                                   | $\text{sec} = \text{s}$                                   |
|                                 | $3,386\,99 \times 10^{-43}$  | $\text{sec} = \text{s}$                                   |
| Frequenz                        | $((2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5})^{1/2})^{-1}$                            | Hz  |
|                                 | $(2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5})^{-1/2}$                                  | Hz  |
|                                 | $2,952\,47 \times 10^{42}$   | Hz  |
| 92 Unteroktave                  | $((2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5})^{-1/2}) \times 2^{-92}$                 | Hz  |
|                                 | $5,962\,47 \times 10^{14}$   | Hz  |
| Wellenlänge                     | $c \times (((2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5})^{-1/2}) \times 2^{-93})^{-1}$ | cm  |
|                                 | $5,02\,800 \times 10^{-5}$   | cm  |
|                                 | 502,800  | nm (Nanometer) –<br>Blaugrün (Türkis)                     |
| 134 Unteroktave                 | $((((2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5})^{1/2})^{-1}) \times 2^{-134})$        | Hz  |
|                                 | 135,57   | Hz  |
| 133 Unteroktave                 | $((((2 \times \pi \times G \times h \times c^{-5})^{1/2})^{-1}) \times 2^{-133})$        | Hz  |
|                                 | 271,14   | Hz  |

## Der Ton der Einheit – nahezu im Einklang mit dem Jahreston der Erde (»OM«)

### Ein reeller Kammerton

Ton liegt etwas tiefer als das Cis

|   | <b>Ton cis</b>   |
|---|------------------|
| Frequenz                                      | 135,57 Hz        |
| Centabweichung Norm-cis                       | -38,15 Cent      |
| Entsprechender gleichschwebender Kammerton a' | 430,41 Hz        |
| <b>Tempo 142 Unteroktave</b>                  | <b>31,8 bpm</b>  |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 1.888,3 ms       |
| <b>Tempo 141 Unteroktave</b>                  | <b>63,5 bpm</b>  |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 944,2 ms         |
| <b>Tempo 140 Unteroktave</b>                  | <b>127,1 bpm</b> |
| ¼ Note in Millisekunden                       | 472,1 ms         |

### Feinabstimmungen / Microtunings

|   | <b>Ton cis</b> |
|---|----------------|
| Frequenz                                      | 135,57 Hz      |
| Centabweichung Norm-cis                       | -38,15 Cent    |
| Entsprechender gleichschwebender Kammerton a' | 430,41 Hz      |
| Microtune (+/- 64)                            | -24            |
| Pitch (64=0); Range I                         | 40             |
| Pitch (64=0); Range II                        | 52             |
| Microschritt / SY 77<br>(1024 = 1200 Cent)    | 4.064          |
| Pitchbend (+/- 8192); Range I                 | -3.125         |
| Pich (8191 - +/- 0); Range I                  | 5.066          |
| Pich (8191 - +/- 0); Range II                 | 6.628          |
| Pich (8191 - +/- 0); Range III                | 7.800          |