

# LSD-Stimmung

## Das Infrarot-Spektrum des LSD-Moleküls und seine Transkription in den Hörbereich mit Stimmdatenblättern

### Inhaltsübersicht

<b>Der Klang der Moleküle</b>	<b>2</b>
<b>Elektronenspektroskopie – Wellenzahlen und Wellenlängen</b>	<b>2</b>
<b>Das Infrarotspektrum des LSD-Moleküls</b>	<b>2</b>
<b>Die Frequenzen des IR-Spektrums</b>	<b>2</b>
<b>Oktavierung in den Hörbereich</b>	<b>3</b>
<b>Oktavierung in den Sichtbereich</b>	<b>4</b>
<b>Die Töne und Intervalle im Hörbereich</b>	<b>4</b>
<b>Intervalle des LSD-Spektrums (Übersicht)</b>	<b>6</b>
<b>LSD – IR-Spektrum (Stimmdaten in der Übersicht)</b>	<b>7</b>
<b>Erläuterungen zu den Stimmdatenblättern</b>	<b>8</b>
<b>Stimmdatenblätter</b>	<b>9</b>



2002, 2006 Hans Cousto  
Creative-Commons-Lizenz: Namensnennung-Nicht-Kommerziell  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/de>

## Der Klang der Moleküle

Molekular gestimmte Musik wird, wie planetarisch gestimmte Musik, nach streng harmonikalen Kriterien komponiert, das heißt im Einklang mit gegebenen harmonischen Strukturen und auf Basis der natürlichen Gesetzmäßigkeiten der „*Kosmischen Oktave*“. Grundlage der kompositorischen Elemente dieser Musik (Tempo, Rhythmus, Tonstufen, Intervalle) sind die im Ultraviolett- respektive im Infrarot-Bereich (UV- und IR-Bereich) physikalisch meßbaren Resonanzen der Moleküle. Die physikalisch eruierten Meßwerte werden dann in den Rhythmusbereich und in den hörbaren Tonbereich oktaviert und bilden so die Grundlage der gesamten musikalischen Komposition.

### Elektronenspektroskopie Wellenzahlen und Wellenlängen

Mittels moderner Apparate kann man heutzutage mit der Elektronenspektroskopie die Spektralanalyse von chemischen Substanzen sehr präzise durchführen. Anhand der gemessenen Wellenzahlen (Anzahl von Wellen innerhalb einer definierten Strecke) oder der gemessenen Wellenlängen im Ultraviolett- oder im Infrarotbereich lassen sich die Spektren von verschiedenen Molekülen genau voneinander unterscheiden. Die Wellenzahlen und die zugehörigen Wellenlängen verhalten sich umgekehrt proportional zueinander (Funktion  $1/x$ ).

Die Wellenzahlen der Moleküle werden in der Literatur meistens pro Zentimeter (Wellenzahl / cm) angegeben. Die Wellenlängen werden im allgemeinen in Nanometer (1 Nanometer = 1 Millionstel Millimeter = 1 Zehnmillionstel Zentimeter) aufgelistet. Um aus einer Wellenzahl, die pro Zentimeter angegeben ist, die zugehörige Wellenlänge in Nanometer (nm) zu berechnen, muß man zuerst den Kehrwert (Funktion  $1/x$ ) der Wellenzahl bilden und dann das Ergebnis mit 10.000.000 multiplizieren. Das erhaltene Produkt (Ergebnis der Multiplikation) ist die Maßzahl der Wellenlänge in Nanometer.

### Das Infrarotspektrum des LSD-Moleküls

Beispielsweise lauten die Wellenzahlen (Anzahl von Wellen pro Zentimeter) der Resonanzen des Moleküls Lysergsäurediäthylamid (LSD) im IR-Spektrum 750, 776, 850, 937 und 996. Bildet man nun von jeder dieser Zahlen den Kehrwert und multipliziert man dann diese Kehrwerte jeweils mit 10.000.000, dann erhält man die Wellenlängen in Nanometer des IR-Spektrums des LSD-Moleküls, wie in der folgenden Tabelle aufgezeigt wird.

#### Wellenzahlen und Wellenlängen des IR-Spektrums

Wellenzahlen pro cm	750 cm <sup>-1</sup>	776 cm <sup>-1</sup>	850 cm <sup>-1</sup>	937 cm <sup>-1</sup>	996 cm <sup>-1</sup>
Kehrwerte (1 / x)	0,001 333 cm	0,001 289 cm	0,001 176 cm	0,001 067 cm	0,001 004 cm
Wellenlängen in nm	13.333 nm	12.887 nm	11.765 nm	10.672 nm	10.040 nm

### Die Frequenzen des IR-Spektrums

Wellenlängen und Frequenzen verhalten sich, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, im elektromagnetischen Bereich zueinander umgekehrt proportional, wie auch die Zeit und die Frequenz, nur mit dem Unterschied, daß hier noch die Lichtgeschwindigkeit zu berücksichtigen ist. Es gilt:

$$\lambda = c / f \quad \text{und} \quad f = c / \lambda$$

wobei  $\lambda$  die Wellenlänge,  $f$  die Frequenz und  $c$  die Lichtgeschwindigkeit [ $2,997\,925 \cdot 10^{17} \text{ nm} \cdot \text{sec}^{-1}$ ] ist. Die Frequenzen der Maxima im IR-Spektrum des LSD-Moleküls betragen somit:

$$\begin{aligned}
2,998 \cdot 10^{17} \text{ nm} \cdot \text{sec}^{-1} / 13.333 \text{ nm} &= 2,248 \cdot 10^{13} \text{ Hz} \\
2,998 \cdot 10^{17} \text{ nm} \cdot \text{sec}^{-1} / 12.887 \text{ nm} &= 2,326 \cdot 10^{13} \text{ Hz} \\
2,998 \cdot 10^{17} \text{ nm} \cdot \text{sec}^{-1} / 11.765 \text{ nm} &= 2,548 \cdot 10^{13} \text{ Hz} \\
2,998 \cdot 10^{17} \text{ nm} \cdot \text{sec}^{-1} / 10.672 \text{ nm} &= 2,809 \cdot 10^{13} \text{ Hz} \\
2,998 \cdot 10^{17} \text{ nm} \cdot \text{sec}^{-1} / 10.040 \text{ nm} &= 2,986 \cdot 10^{13} \text{ Hz}
\end{aligned}$$

### Oktavierung in den Hörbereich

Vierzig Oktaven unterhalb des sichtbaren Frequenzspektrums liegt fast genau im mittleren Hörbereich die eingestrichene Oktave, darunter die mittlere (kleine) Oktave, darunter die große Oktave, etc. Die erste Grundfrequenz aus dem IR-Spektrum des LSD-Moleküls in den Hörbereich oktaviert vernimmt man in der 35. Unteroktave mit 654,4 Hz als musikalischen Ton im Bereich des e" respektive in der 36. Unteroktave mit 327,2 Hz als musikalischen Ton im Bereich des e'.

$$\begin{aligned}
2,248 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{35} &= 654,4 \text{ Hz} & e'' \\
2,248 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{36} &= 327,2 \text{ Hz} & e' \\
2,248 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{37} &= 163,6 \text{ Hz} & e \\
2,248 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{38} &= 81,8 \text{ Hz} & E \\
2,248 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{39} &= 40,9 \text{ Hz} & \underline{E}
\end{aligned}$$

Die zweite Hauptfrequenz aus dem IR-Spektrum des LSD-Moleküls in den Hörbereich oktaviert vernimmt man in der 35. Unteroktave mit 677,1 Hz als musikalischen Ton im Bereich zwischen dem e" und dem f" respektive in der 36. Unteroktave mit 338,5 Hz als musikalischen Ton im Bereich zwischen dem e' und dem f'.

$$\begin{aligned}
2,326 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{35} &= 677,1 \text{ Hz} & e''/f'' \\
2,326 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{36} &= 338,5 \text{ Hz} & e'/f' \\
2,326 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{37} &= 169,3 \text{ Hz} & e/f \\
2,326 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{38} &= 84,6 \text{ Hz} & E/F \\
2,326 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{39} &= 42,3 \text{ Hz} & \underline{E/F}
\end{aligned}$$

Die dritte Hauptfrequenz aus dem IR-Spektrum des LSD-Moleküls in den Hörbereich oktaviert vernimmt man in der 35. Unteroktave mit 741,6 Hz als musikalischen Ton im Bereich des fis" respektive in der 36. Unteroktave mit 370,8 Hz als musikalischen Ton im Bereich des fis'.

$$\begin{aligned}
2,548 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{35} &= 741,6 \text{ Hz} & fis'' \\
2,548 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{36} &= 370,8 \text{ Hz} & fis' \\
2,548 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{37} &= 185,4 \text{ Hz} & fis \\
2,548 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{38} &= 92,7 \text{ Hz} & Fis \\
2,548 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{39} &= 46,4 \text{ Hz} & \underline{Fis}
\end{aligned}$$

Die vierte Hauptfrequenz aus dem IR-Spektrum des LSD-Moleküls in den Hörbereich oktaviert vernimmt man in der 35. Unteroktave mit 817,5 Hz als musikalischen Ton im Bereich des gis" respektive in der 36. Unteroktave mit 408,8 Hz als musikalischen Ton im Bereich des gis'.

$$\begin{aligned}
2,809 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{35} &= 817,5 \text{ Hz} & gis'' \\
2,809 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{36} &= 408,8 \text{ Hz} & gis' \\
2,809 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{37} &= 204,4 \text{ Hz} & gis
\end{aligned}$$

$$2,809 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{38} = 102,2 \text{ Hz} \quad \text{Gis}$$

$$2,809 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{39} = 51,1 \text{ Hz} \quad \underline{\text{Gis}}$$

Die fünfte Hauptfrequenz aus dem IR-Spektrum des LSD-Moleküls in den Hörbereich oktaviert vernimmt man in der 35. Unteroktave mit 869,0 Hz als musikalischen Ton im Bereich des a" respektive in der 36. Unteroktave mit 434,5 Hz als musikalischen Ton im Bereich des a'.

$$2,986 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{35} = 869,0 \text{ Hz} \quad \text{a"}$$

$$2,986 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{36} = 434,5 \text{ Hz} \quad \text{a'}$$

$$2,986 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{37} = 217,3 \text{ Hz} \quad \text{a}$$

$$2,986 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{38} = 108,6 \text{ Hz} \quad \text{A}$$

$$2,986 \cdot 10^{13} \text{ Hz} / 2^{39} = 54,3 \text{ Hz} \quad \underline{\text{A}}$$

### Oktavierung in den Sichtbereich

Das IR-Spektrum des LSD-Moleküls liegt vier bis fünf Oktaven unterhalb des sichtbaren Spektrums, das bei Wellenlängen von 770 nm an der Schwelle des Infrarots zur Farbe Rot beginnt und mit sukzessive abnehmenden Wellenlängen (und sukzessive zunehmenden Frequenzen) bei Wellenlängen von 380 nm an der Schwelle der Farbe Violett zum Ultraviolett-Bereich (UV-Bereich) endet. Die Wellenlängen (respektive die Frequenzen) des IR-Spektrums des LSD-Moleküls müssen je nach Gegebenheit vier- oder fünfmal oktaviert werden, bis die oktavanaloge Wellenlängen (respektive Frequenzen) im sichtbaren Spektrum der Regenbogenfarben erscheinen. In der folgenden Tabelle ist die Herleitung der oktavanalogen Farben (mit den zugehörigen Wellenlängen) zum IR-Spektrum des LSD-Moleküls systematisch dargestellt. In der obersten Zahlenreihe sind die Wellenlängen des IR-Spektrums des LSD-Moleküls aufgelistet, darunter die Oktavzahlen und darunter in der Folge die durch diese bestimmten Teiler, die Wellenlängen der oktavanalogen Farben, die Farbbezeichnungen und zuletzt in der untersten Zeile die entsprechenden Bezeichnungen der Tonbereiche.

#### Wellenlängen der oktavanalogen Farben

Wellenlängen in nm	13.333 nm	12.887 nm	11.765 nm	10.672 nm	10.040 nm
Oktavzahlen	5	5	4	4	4
Teiler	$2^5 = 32$	$2^5 = 32$	$2^4 = 16$	$2^4 = 16$	$2^4 = 16$
Sichtbare Wellenlängen in nm	417 nm	403 nm	735 nm	667 nm	628 nm
Farben	Violett	Violett	Rot	Orange	Gelb-Orange
Tonbereiche	e	e/f	fis	gis	a

### Die Töne und Intervalle im Hörbereich

**Tonbezeichnungen** beziehen sich auf die Höhe der Töne und sind immer relativ zu einem festgelegten Grundton oder Kammerton zu verstehen. Die Tonhöhe wird durch die Frequenz determiniert. Industriestandard ist heute ein a' = 440 Hz. Die elf weiteren standardisierten Töne für die Ausgestaltung der achttufigen Tonleitern sind nach dem Prinzip der gleichmäßig schwebenden Stimmung festgelegt. Das Intervall von Halbton zu Halbton hat dabei stets den gleichen Intervallfaktor von  $1,059\,465 = 2^{1/12}$  (12. Wurzel aus zwei). Die Grenze des Wechsels von einer Tonbezeichnung zur nächsten liegt jeweils genau in der (logarithmischen) Mitte zwischen den normierten Tonstufen der zwölfstufigen Skala. Der Wechsel erfolgt jeweils unterhalb respektive oberhalb von einer Tonstufe beim Intervall mit dem Intervallfaktor  $1,029\,302 = 2^{1/24}$  (24. Wurzel aus zwei).

**Centwerte** sind Maßangaben zur genauen Beschreibung der Größe eines Intervalls. Die Oktave wird in 1.200 Cent eingeteilt, so daß jeder Halbtonschritt der gleichmäßig schwebenden Stimmung (Normstimmung) genau 100 Cent umfaßt. Der Intervallfaktor des gleichmäßig schwebenden Halbtonschrittes beträgt 1,059 463, was der 12. Wurzel aus 2 entspricht, also jener Zahl, die zwölfmal mit sich selbst multipliziert 2 ergibt. Der Centwert eines Intervalls I wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Centwert von I} = (\ln I / \ln 2) \times 1.200 \text{ Cent}$$

In der Formel steht „I“ für den Intervallfaktor, „ln I“ für den natürlichen Logarithmus (zur Basis e = natürlicher Logarithmus) des Intervallfaktors, „ln 2“ für den natürlichen Logarithmus der Zahl 2 und „(ln I / ln 2)“ steht somit für den Logarithmus des Intervallfaktors zur Basis 2. Die Zahl „1.200“ steht für die Centzahl innerhalb einer Oktave.

Setzt man in der oben bezeichneten Formel für „I“ die Zahl 2 ein, also den Intervallfaktor vom Grundton zur Oktave, erhält man 1.200 als Resultat – die Centzahl, die eine Oktave umfaßt. Setzt man für „I“ die Zahl 1,059 463 ein, also den Intervallfaktor eines Halbtonschrittes der Normskala, erhält man als Resultat die Zahl 100 – also die Centzahl, die ein Halbton in der heutigen Normstimmung umfaßt. Setzt man beispielsweise für „I“ den Wert 1,5 ein – also den Intervallfaktor der natürlichen (reinen) Quinte – erhält man als Resultat den Wert von 701,955 Cent und erfährt so, daß die reine Quinte um 1,955 Cent größer ist als die „Normquinte“ in der gleichmäßig schwebenden Stimmung, die auch gleichmäßig schwebende Temperatur genannt wird.

$$(\ln 1,5 / \ln 2) \times 1.200 = 701,955$$

Intervallfaktoren werden durch Multiplikation respektive Division miteinander verknüpft, die entsprechenden Centwerte hingegen durch Addition respektive Subtraktion. Centwerte widerspiegeln somit die linearen Aspekte zwischen Tonhöhen und Intervallen.

Die oktavanalogen **Tonhöhen des LSD-Spektrums** weichen von den Tonhöhen der Normstimmung ab. Die erste Hauptfrequenz aus dem IR-Spektrum des LSD-Moleküls erklingt in der 37. Unteroktave mit 163,6 Hz, der Ton „e“ aus der Normskala erklingt etwas höher mit 164,8 Hz. Das „e“ aus dem IR-Spektrum erklingt somit 1,2 Hz tiefer als das „e“ aus der Normskala. Der Quotient aus den Werten der beiden Tonstufen „e-LSD“ und „e-Norm“ bezeichnet die Größe des Intervalls zwischen diesen Tonstufen in Form des Intervallfaktors.

$$164,8 \text{ Hz} / 163,6 \text{ Hz} = 1,007 33$$

Dem Intervallfaktor von 1,007 33 entspricht der Centwert von 12,84. Das „e“ aus dem IR-Spektrum erklingt somit 12,84 Cent tiefer als das „e“ aus der Normskala. Deshalb wird dem „e“ aus dem IR-Spektrum die Spezifikation „-12,84 Cent“ angefügt. In der folgenden Tabelle sind die Tonhöhen des LSD-Spektrums im Vergleich zu den Tonhöhen der Normstimmung systematisch dargestellt. In der ersten Spalte stehen die Tonbezeichnungen, in der zweiten Spalte die Frequenzen in Hz der oktavanalogen LSD-Töne, in der dritten Spalte die Frequenzen der entsprechenden Norm-Töne, in der vierten Spalte die jeweilige Differenz dieser Töne in Hz, in der fünften Spalte die Quotienten aus den jeweiligen LSD- und Norm-Tönen, in der sechsten Spalte die Kehrwerte davon (Quotienten aus den Norm- und LSD-Tönen) und in der letzten Spalte die jeweiligen Centwerte.

#### Oktavanaloge Tonhöhen des LSD-Spektrums

Tonbezeich.	LSD-Ton	Norm-Ton	Differenz	Quotient	Kehrwert	Centwert
e	163,6 Hz	164,8 Hz	1,2 Hz	0,993	1,007	-12,84 Cent
e (+e/-f)	169,3 Hz	164,8 Hz	4,5 Hz	1,191	0,840	46,16 Cent
fis	185,4 Hz	185,0 Hz	0,6 Hz	1,002	0,998	3,85 Cent
gis	204,4 Hz	207,7 Hz	3,3 Hz	0,984	1,016	-27,45 Cent
a	217,3 Hz	220,0 Hz	2,7 Hz	0,988	1,012	-21,74 Cent

Die **Intervalle der oktavanalogen Tonhöhen des LSD-Spektrums** sind identisch mit den Intervallen der originären Frequenzen des IR-Spektrums des LSD-Moleküls. Die fünf Hauptfrequenzen des LSD-Spektrums sind nicht gleichmäßig im Oktavraum angesiedelt, sondern liegen alle in einem Intervallraum, der etwas kleiner ist als eine reine Quarte. Die ersten beiden Hauptfrequenzen liegen dicht beieinander im Tonbereich „e“ und bilden ein Intervall von 59,0 Cent, was etwa einem Vierteltonschritt gleichkommt. Die dritte Hauptfrequenz liegt im Tonbereich „fis“ 217 Cent über der ersten Hauptfrequenz, was etwa einem Ganztonschritt gleichkommt. Die vierte Hauptfrequenz liegt im Tonbereich „gis“ 386 Cent über der ersten Hauptfrequenz, was ziemlich genau dem Intervall einer natürlichen großen Terz mit 385,39 Cent gleichkommt. Die fünfte Hauptfrequenz liegt im Tonbereich „a“ 491 Cent über der ersten Hauptfrequenz, was einem Intervall, das etwas kleiner als eine reine Quarte mit 498,04 Cent ist, nahezu gleichkommt. In der folgenden Tabelle sind die Tonstufenbereiche und die Intervalle des IR-Spektrums vom LSD in einer Übersicht zusammengestellt.

## Intervalle des LSD-Spektrums (Übersicht)

Tonstufen	Töne LSD IR-Spektrum	Intervalle LSD IR-Spektrum	Intervalle Harmonische
c''			
h'			
b' / ais'			
a'	a' -21,74 Cent		275 Cent (gr. überm. Sekunde) +1Q +2T -1O
gis'	gis' -27,45 Cent		
g'			
fis'	fis' +3,85 Cent		
f'			
e'	e' -12,84 Cent / e' +46,16 Cent		
dis'			
d'			
cis'			
c'		709 Cent / 768 Cent (Quinte +)	
h			
b / ais			
a	a -21,74 Cent	106 Cent (Halbton +)	386 Cent (nat. gr. Terz)
gis	gis -27,45 Cent	169 Cent (Ganzton -)	
g			
fis	fis +3,85 Cent	217 Cent / 158 Cent (Ganzton)	
f		59 Cent (Viertelton +)	
e	e -12,84 Cent / e +46,16 Cent		
dis			
d			
cis			
c			

## LSD IR-Spektrum (Stimmdaten in der Übersicht)

### LSD IR-Spektrum

Spektrallinie	Nr.:	1	2	2	3	4	5
Tonbereich		E	E	F	Fis	Gis	A
Wellenzahl ( $n/cm$ )	$n=$	750	776	776	850	937	996
Wellenzahl ( $n/mm$ )	$n=$	75,0	77,6	77,6	85,0	93,7	99,6
Wellenlänge ( $mm$ )	$\lambda=$	0,013 333	0,012 887	<i>0,012 887</i>	0,011 765	0,010 672	0,010 040
Wellenlänge ( $\mu m$ )	$\lambda=$	13,333	12,887	<i>12,887</i>	11,765	10,672	10,040
Wellenlänge ( $nm$ )	$\lambda=$	13.333	12.887	<i>12.887</i>	11.765	10.672	10.040
+ 1 Oktave ( $nm$ )	$\lambda=$	6.667	6.443	<i>6.443</i>	5.882	5.336	5.020
+ 2 Oktaven ( $nm$ )	$\lambda=$	3.333	3.222	<i>3.222</i>	2.941	2.668	2.510
+ 3 Oktaven ( $nm$ )	$\lambda=$	1.667	1.611	<i>1.611</i>	1.471	1.334	1.255
+ 4 Oktaven ( $nm$ )	$\lambda=$	833	805	<i>805</i>	<u>735</u>	<u>667</u>	<u>628</u>
+ 5 Oktaven ( $nm$ )	$\lambda=$	<u>417</u>	<u>403</u>	<u>403</u>	368	334	314
<b>Farbe</b>		<b>Violett</b>	<b>Violett</b>	<b>Violett</b>	<b>Rot</b>	<b>Orange</b>	<b>Gelb-Orange</b>

Die Wellenlängen im sichtbaren Spektrum sind fett und unterstrichen dargestellt.

Frequenz ( $Hz \times 10^{13}$ )	$f=$	2,248	2,326	<i>2,326</i>	2,548	2,809	2,986
- 39 Oktaven ( $Hz$ )	$f=$	40,9	42,3	<i>42,3</i>	46,4	51,5	54,3
- 38 Oktaven ( $Hz$ )	$f=$	81,8	84,6	<i>84,6</i>	92,7	102,2	108,6
- 37 Oktaven ( $Hz$ )	$f=$	163,6	169,3	<i>169,3</i>	185,4	204,4	217,3
- 36 Oktaven ( $Hz$ )	$f=$	327,2	338,5	<i>338,5</i>	370,8	408,8	434,5
- 35 Oktaven ( $Hz$ )	$f=$	654,4	677,1	<i>677,1</i>	741,6	817,5	869,0
35. Unterokt./440 Hz	$I=$	1,487	1,539	<i>1,539</i>	1,686	1,858	1,975
Centwert zu $a'=440$ Hz	$Cent$	687,16	746,16	<i>746,16</i>	903,85	1.072,55	1.178,26
Tonstufenabzug	$Cent$	-700	-700	<i>-800</i>	-900	-1.100	-1.200
<b>Tonstufe</b>		<b>E</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Fis</b>	<b>Gis</b>	<b>A</b>
Centabweichung	$Cent$	-12,84	45,16	<i>-53,84</i>	3,85	-27,45	-21,74
Kammerton $a'$ in Hz	$f=$	436,75	451,89	<i>426,53</i>	440,98	433,08	434,51

## Erläuterungen zu den Stimmdatenblättern

Basis zur Berechnung der ergänzenden Stimmdaten in den Stimmdatenblättern sind die Frequenz  $f$  des zur Wellenzahl oktavanalogen Tones in der 37. Unteroktave und die Centwertdifferenz des korrespondierenden Kammertones  $a'$  zum Normkammerton  $a' = 440$  Hz. In den untenstehenden Formeln (Gleichungen) steht die Abkürzung  $diff$  für diese Centwertdifferenz.

Frequenz:  $f$

Centwertdifferenz:  $diff$

### Grunddaten

Beats per Minute (in der 45. Unteroktave) =  $60 \times (f / 256)$

Beats per Minute (in der 44. Unteroktave) =  $60 \times (f / 128)$

Beats per Minute (in der 43. Unteroktave) =  $60 \times (f / 64)$

$\frac{1}{4}$  Note in Millisekunden (in der 45. Unteroktave) =  $1.000 \times (1 / (f / 256))$

$\frac{1}{4}$  Note in Millisekunden (in der 44. Unteroktave) =  $1.000 \times (1 / (f / 128))$

$\frac{1}{4}$  Note in Millisekunden (in der 43. Unteroktave) =  $1.000 \times (1 / (f / 64))$

### Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64) =  $diff / 1,5625$

Hinweis:  $100 / 64 = 1,5625$

Pitch (64=0); Range 1 =  $diff / 1,5625 + 64$

Pitch (64=0); Range 2 =  $diff / 3,125 + 64$

Hinweis:  $100 / 32 = 3,125$

Microschritt / SY 77 =  $(\ln (f / 440 \text{ Hz}) / \ln 2) \times 1.024 + 3.755$

Pitchbend (+/- 8.192); Range 1 =  $diff \times 81,92$

Pitchbend (8.191  $\rightarrow$  +/- 0); Range 1 =  $diff \times 81,92 + 8.191$

Pitchbend (8.191  $\rightarrow$  +/- 0); Range 2 =  $diff \times 40,96 + 8.191$

Pitchbend (8.191  $\rightarrow$  +/- 0); Range 8 =  $diff \times 10,24 + 8.191$

# LSD IR-Spektrum

## Stimmdatenblatt Nr. 1

Spektralline mit Wellenzahl  $n_{(1)} = 750$  Wellen pro cm, Tonbereich: E

### Grunddaten

Tonname:	e	Frequenz:	163,60 Hz		
Kammerton:	436,75 Hz	Differenz zu 440 Hz:	-12,8 Cent		
Beats per minute:	38	77	153	Farbe:	Violett
¼ Note in Millisek.:	1.565	782	391	λ = 417 nm	

---

### Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-8	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-1.052
Pitch (64=0); Range 1:	56	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	7.139
Pitch (64=0); Range 2:	60	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	7.665
Microschritt / SY 77:	4.341	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	8.060

---

### Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktavzahl	Millisekunden	Frequenz in Hz	Beats per minute
-47	6.259,3	0,16	9,6
-46	3.129,7	0,32	19,2
-45	<b>1.564,8</b>	0,64	<b>38,3</b>
-44	<b>782,4</b>	1,28	<b>76,7</b>
-43	<b>391,2</b>	2,56	<b>153,4</b>
-42	195,6	5,11	306,7
-41	97,8	10,22	613,5
-40	48,9	20,45	1.227,0
-39	24,5	40,90	2.453,9
-38	12,2	81,80	4.907,9
-37	6,1	<b>163,60</b>	9.815,7
-36	3,1	327,19	19.631,5
-35	1,5	654,38	39.263,0
-34	0,8	1.308,77	78.526,0
-33	0,4	2.617,53	157.052,0
-32	0,2	5.235,07	314.104,0
-31	0,1	10.470,13	628.207,0

Die in den Grunddaten aufgeführten Werte sind in der Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten fett ausgedruckt.

# LSD IR-Spektrum

## Stimmdatenblatt Nr. 2

Spektralline mit Wellenzahl  $n_{(2)} = 776$  Wellen pro cm, Tonbereich: E

### Grunddaten

Tonname:	e	Frequenz:	169,27 Hz		
Kammerton:	451,89 Hz	Differenz zu 440 Hz:	46,2 Cent		
Beats per minute:	40	79	159	Farbe:	Violett
¼ Note in Millisek.:	1.512	756	378	λ = 403 nm	

---

### Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	30	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	3.781
Pitch (64=0); Range 1:	94	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	11.972
Pitch (64=0); Range 2:	79	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	10.082
Microschritt / SY 77:	4.392	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	8.664

---

### Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktavzahl	Millisekunden	Frequenz in Hz	Beats per minute
-47	6.049,6	0,17	9,9
-46	3.024,8	0,33	19,8
-45	<b>1.512,4</b>	0,66	<b>39,7</b>
-44	<b>756,2</b>	1,32	<b>79,3</b>
-43	<b>378,1</b>	2,64	<b>158,7</b>
-42	189,1	5,29	317,4
-41	94,5	10,58	634,8
-40	47,3	21,16	1.269,5
-39	23,6	42,32	2.539,0
-38	11,8	84,63	5.078,0
-37	5,9	<b>169,27</b>	10.165,0
-36	3,0	338,53	20.312,1
-35	1,5	677,07	40.624,1
-34	0,7	1.354,14	81.248,2
-33	0,4	2.708,27	162.496,5
-32	0,2	5.416,55	324.992,9
-31	0,1	10.833,10	649.985,8

Die in den Grunddaten aufgeführten Werte sind in der Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten fett ausgedruckt.

# LSD IR-Spektrum

## Stimmdatenblatt Nr. 2a

Spektralline mit Wellenzahl  $n_{(2)} = 776$  Wellen pro cm, Tonbereich: **F**

### Grunddaten

Tonname:	<b>f</b>	Frequenz:	<b>169,27 Hz</b>		
Kammerton:	<b>426,53 Hz</b>	Differenz zu 440 Hz:	<b>-53,8 Cent</b>		
Beats per minute:	<b>40</b>	<b>79</b>	<b>159</b>	Farbe:	<b>Violett</b>
¼ Note in Millisek.:	<b>1.512</b>	<b>756</b>	<b>378</b>	λ =	<b>403 nm</b>

---

### Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	<b>-34</b>	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	<b>-4.411</b>
Pitch (64=0); Range 1:	<b>30</b>	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	<b>3.780</b>
Pitch (64=0); Range 2:	<b>47</b>	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	<b>5.986</b>
Microschritt / SY 77:	<b>4.306</b>	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	<b>7.640</b>

---

### Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktavzahl	Millisekunden	Frequenz in Hz	Beats per minute
-47	6.049,6	0,17	9,9
-46	3.024,8	0,33	19,8
-45	<b>1.512,4</b>	0,66	<b>39,7</b>
-44	<b>756,2</b>	1,32	<b>79,3</b>
-43	<b>378,1</b>	2,64	<b>158,7</b>
-42	189,1	5,29	317,4
-41	94,5	10,58	634,8
-40	47,3	21,16	1.269,5
-39	23,6	42,32	2.539,0
-38	11,8	84,63	5.078,0
-37	5,9	<b>169,27</b>	10.165,0
-36	3,0	338,53	20.312,1
-35	1,5	677,07	40.624,1
-34	0,7	1.354,14	81.248,2
-33	0,4	2.708,27	162.496,5
-32	0,2	5.416,55	324.992,9
-31	0,1	10.833,10	649.985,8

Die in den Grunddaten aufgeführten Werte sind in der Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten fett ausgedruckt. Mit Ausnahme der hier in violetter Farbe wiedergegebenen Werte sind alle Angaben identisch mit denen auf der Tabelle „Spektralline mit Wellenzahl  $n_{(2)} = 776$  Wellen pro cm, Tonbereich: E“ auf Seite 10.

# LSD IR-Spektrum

## Stimmdatenblatt Nr. 3

Spektralline mit Wellenzahl  $n_{(3)} = 850$  Wellen pro cm, Tonbereich: Fis

### Grunddaten

Tonname:	<b>fis</b>	Frequenz:	<b>185,41 Hz</b>		
Kammerton:	<b>440,98 Hz</b>	Differenz zu 440 Hz:	<b>3,8 Cent</b>		
Beats per minute:	<b>43</b>	<b>87</b>	<b>174</b>	Farbe:	<b>Rot</b>
¼ Note in Millisek.:	<b>1.381</b>	<b>690</b>	<b>345</b>	λ =	<b>735 nm</b>

---

### Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	2	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	315
Pitch (64=0); Range 1:	66	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	8.506
Pitch (64=0); Range 2:	65	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	8.349
Microschritt / SY 77:	4.526	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	8.230

---

### Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktavzahl	Millisekunden	Frequenz in Hz	Beats per minute
-47	5.522,9	0,18	10,9
-46	2.761,5	0,36	21,7
-45	<b>1.380,7</b>	0,72	<b>43,5</b>
-44	<b>690,4</b>	1,45	<b>86,9</b>
-43	<b>345,2</b>	2,90	<b>173,8</b>
-42	172,6	5,79	347,6
-41	86,3	11,59	695,3
-40	43,1	23,18	1.390,6
-39	21,6	46,35	2.781,1
-38	10,8	92,70	5.562,3
-37	5,4	<b>185,41</b>	11.124,5
-36	2,7	370,82	22.249,0
-35	1,3	741,63	44.498,1
-34	0,7	1.483,27	88.996,1
-33	0,3	2.966,54	177.992,2
-32	0,2	5.933,07	355.984,5
-31	0,1	11.866,15	711.969,0

Die in den Grunddaten aufgeführten Werte sind in der Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten fett ausgedruckt.

# LSD IR-Spektrum

## Stimmdatenblatt Nr. 4

Spektralline mit Wellenzahl  $n_{(4)} = 937$  Wellen pro cm, Tonbereich: Gis

### Grunddaten

Tonname:	<b>gis</b>	Frequenz:	<b>204,39 Hz</b>		
Kammerton:	<b>433,08 Hz</b>	Differenz zu 440 Hz:	<b>-27,5 Cent</b>		
Beats per minute:	<b>48</b>	<b>96</b>	<b>192</b>	Farbe:	<b>Orange</b>
¼ Note in Millisek.:	<b>1.253</b>	<b>626</b>	<b>313</b>	λ =	<b>667 nm</b>

---

### Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-18	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-2.249
Pitch (64=0); Range 1:	46	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	5.942
Pitch (64=0); Range 2:	55	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	7.067
Microschritt / SY 77:	4.670	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	7.910

---

### Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktavzahl	Millisekunden	Frequenz in Hz	Beats per minute
-47	5.010,1	0,20	12,0
-46	2.505,1	0,40	24,0
-45	<b>1.252,5</b>	0,80	<b>47,9</b>
-44	<b>626,3</b>	1,60	<b>95,8</b>
-43	<b>313,1</b>	3,19	<b>191,6</b>
-42	156,6	6,39	383,2
-41	78,3	12,77	766,4
-40	39,1	25,55	1.532,9
-39	19,6	51,10	3.065,8
-38	9,8	102,19	6.131,6
-37	4,9	<b>204,39</b>	12.263,1
-36	2,4	408,77	24.526,3
-35	1,2	817,54	49.052,6
-34	0,6	1.635,09	98.105,1
-33	0,3	3.270,17	196.210,3
-32	0,2	6.540,34	392.420,6
-31	0,1	13.080,69	784.841,1

Die in den Grunddaten aufgeführten Werte sind in der Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten fett ausgedruckt.

# LSD IR-Spektrum

## Stimmdatenblatt Nr. 5

Spektralline mit Wellenzahl  $n_{(5)} = 996$  Wellen pro cm, Tonbereich: A

### Grunddaten

Tonname:	<b>a</b>	Frequenz:	<b>217,26 Hz</b>	
Kammerton:	<b>434,51 Hz</b>	Differenz zu 440 Hz:	<b>-21,7 Cent</b>	
Beats per minute:	<b>51</b>	<b>102</b>	<b>204</b>	Farbe: $\lambda = 628$ nm
¼ Note in Millisek.:	<b>1.178</b>	<b>589</b>	<b>295</b>	<b>Gelb-Orange</b>

---

### Synthesizer-Einstellungen

Microtune (+/- 64):	-14	Pitchbend (+/- 8192); Range 1:	-1.781
Pitch (64=0); Range 1:	50	Pitch (8191 → +/- 0); Range 1:	6.410
Pitch (64=0); Range 2:	57	Pitch (8191 → +/- 0); Range 2:	7.301
Microschritt / SY 77:	4.760	Pitch (8191 → +/- 0); Range 8:	7.968

---

### Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten

Oktavzahl	Millisekunden	Frequenz in Hz	Beats per minute
-47	4.713,4	0,21	12,7
-46	2.356,7	0,42	25,5
-45	<b>1.178,3</b>	0,85	<b>50,9</b>
-44	<b>589,2</b>	1,70	<b>101,8</b>
-43	<b>294,6</b>	3,39	<b>203,7</b>
-42	147,3	6,79	407,4
-41	73,6	13,58	814,7
-40	36,8	27,16	1.629,4
-39	18,4	54,31	3.258,8
-38	9,2	108,63	6.517,7
-37	4,6	<b>217,26</b>	13.035,3
-36	2,3	434,51	26.070,6
-35	1,2	869,02	52.141,3
-34	0,6	1.738,04	104.282,5
-33	0,3	3.476,08	208.565,0
-32	0,1	6.952,17	417.130,1
-31	0,1	13.904,34	834.260,1

Die in den Grunddaten aufgeführten Werte sind in der Umrechnungstabelle für Echo-, Hall- und Loopzeiten fett ausgedruckt.