



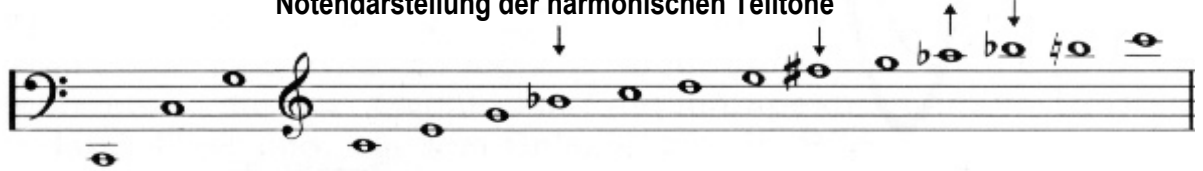
Harmonische, Partialtöne, Teiltöne und Obertöne

Schreibt man alle Sinuskomponenten eines Klangs in ein Notensystem, so ergibt sich die hier abgebildete Tonreihe. Werden die Sinuskomponenten als "Obertöne" bezeichnet, so beginnt die 1. Oberton-Zählung erst bei der 2. Harmonischen, die **1. Harmonische heißt dann Grundton**. Achten Sie bitte auf die unterschiedliche Nummerierung der Tonkomponenten - je nachdem, ob sie als **a)** Harmonische, Partialtöne, Teiltöne oder als **b)** Obertöne bezeichnet werden. "Oberton" = Harmonische minus 1 oder "Harmonische" = Oberton + 1.

UdK Berlin
Sengpiel
11.2002
Tutorium

Einige Schwingungen der Obertöne lassen sich mit unserer Notenschrift nicht genau in der wirklichen Tonhöhe angeben. ↑ bedeutet, dass sie höher als notiert klingen und ↓ bedeutet, dass sie tiefer als notiert klingen.

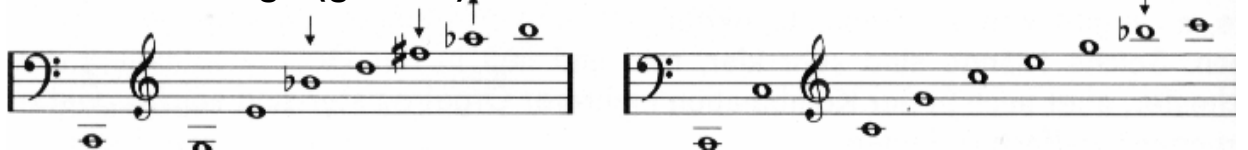
Notendarstellung der harmonischen Teiltöne



Harmonische	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Partialtöne	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Teiltöne	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Obertöne	Grundton	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Frequenz	f	$2 \cdot f$	$3 \cdot f$	$4 \cdot f$	$5 \cdot f$	$6 \cdot f$	$7 \cdot f$	$8 \cdot f$	$9 \cdot f$	$10 \cdot f$	$11 \cdot f$	$12 \cdot f$	$13 \cdot f$	$14 \cdot f$	$15 \cdot f$	$16 \cdot f$
Hz (z. B.)	65	130	195	260	325	390	455	520	585	650	715	780	845	910	975	1040
Tonname	C	c	g	c'	e'	g'	b'	c''	d''	e''	fis''	g''	as''	b''	h''	c'''

Ungeradzahlige (ungerade) Harmonische beim **Klirrfaktor** $k_3, k_5, k_7 \dots$

Geradzahlige (gerade) Harmonische beim Klirrfaktor $k_2, k_4, k_6 \dots$



1. 3. 5. 7. 9. 11. 13. 15. Teilton

(1.) 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. Teilton

Ungeradzahlige Harmonische

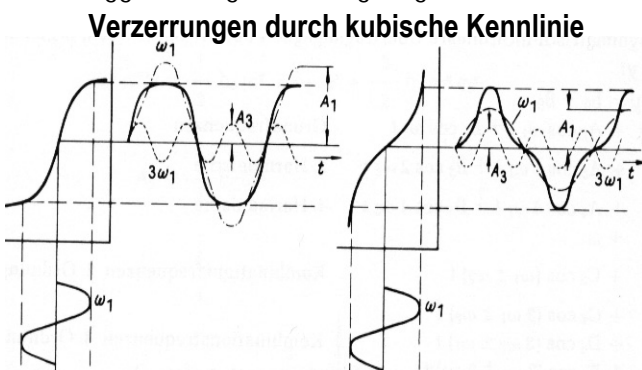
Geradzahlige Harmonische

Transistor-Verstärker und analoge Tonbänder können **nichtlineare Verzerrungen** mit **kubischem Klirrfaktor** an einer **symmetrischen Kennlinie** erzeugen, und dabei besonders stark die **ungeradzahligen** Harmonischen hervorheben. Das sind harmonisch geringer verwandte Teiltöne, die gedeckt, hohl und weniger angenehm klingen. Klirrfaktor $k_3, k_5, k_7 \dots$ (Klarinette, gedackte Orgelpfeife); siehe die Abbildung unten links.

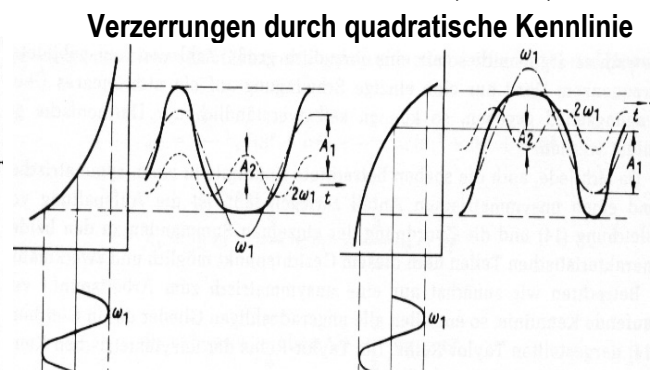
Beim Bandsättigungs-Effekt wirken die schnelle Kompression der Höhen und der Klirrfaktor k_3 zusammen.

Röhrenverstärker und Röhrenmikrofone (Trioden), die bei höheren Lautstärken **nichtlineare Verzerrungen** mit **quadratischem Klirrfaktor** an einer **unsymmetrischen Kennlinie** mit überwiegend **geradzahligen Harmonischen** erzeugen können, heben besonders diejenigen Teiltöne hervor, die mit dem Grundton harmonisch nah verwandt sind. Das klingt nicht unbedingt negativ. Klirrfaktor $k_2, k_4, k_6 \dots$ Siehe Abbildung unten rechts.

Merke: So erklärt sich die Klarheit der Klänge mit hervortretenden geradzahligen Teiltönen. Das sind **Verzerrungen**, die klanglich vom subjektiven Hörempfinden nicht unbedingt abgelehnt werden, sondern sogar zur Klanggestaltung mit herangezogen werden können. Denke an die Beliebtheit von Röhren (Trioden).



Erzeugung von $k_3, k_5, k_7 \dots$ **ungeradzahlige** Harmonische



Erzeugung von $k_2, k_4, k_6 \dots$ **geradzahlige** Harmonische

Berechnung der Harmonischen aus der Grundfrequenz:

<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-harmonische.htm>