

Zur Theorie der Schallplattenentzerrung

Andreas Hünnebeck
ah@despammed.com

3. November 2003

Zusammenfassung

Es werden die theoretischen Grundlagen der Schneide- und Entzerrkennlinien bei der Wiedergabe von Schallplatten erörtert. Dabei werden neben der genormten RIAA-Kennlinie auch andere früher verwendete Kennlinien beschrieben.

1 Die Schneidkennlinie

Schallplatten werden aufgrund von technischen Problemen mit einer verzerrten Übertragungskennlinie geschnitten. 1955 wurde diese Kennlinie von der RIAA¹ genormt, weil zuvor von den verschiedenen Plattenfirmen verschiedene Kennlinien verwendet wurden.

Die meisten Schneidkennlinien bestehen aus einem dreipoligen Filter:

1. eine Höhenanhebung im Baßbereich:

$$A_1 = 1 + j\omega\tau_{l_0}$$

¹Recording Industry Association of America

2. ein Tiefpaß im Mitteltonbereich:

$$A_2 = \frac{1}{1 + j\omega\tau_{mid}}$$

3. eine Höhenanhebung im Höhenbereich:

$$A_3 = 1 + j\omega\tau_{hi}$$

Die Kombination dieser drei Einzelkomponenten ergibt die Übertragungsgleichung A_S der Schneidkennlinie zu:

$$A_S = A_1 A_2 A_3 = \frac{(1 + j\omega\tau_{lo})(1 + j\omega\tau_{hi})}{1 + j\omega\tau_{mid}} \quad (1)$$

Die verschiedenen mir bekannten τ -Werte für Langspielplatten sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Kennlinie	Baßbereich		Mitteltonbereich		Hochtonbereich	
	$\tau_{lo} / \mu s$	f_{lo} / Hz	$\tau_{mid} / \mu s$	f_{mid} / Hz	$\tau_{hi} / \mu s$	f_{hi} / Hz
RIAA / CCIR	3180	50.05	318	500.5	75	2122
London ffr LP 1953	1590	100	354	450	53	3000
EMI LP	2274	70	318	500	63.7	2500
NAB	–	–	318	500	99.5	1600

2 Die Entzerrkennlinie

Der Schallplattenvorverstärker muß dementsprechend eine Entzerrkennlinie haben, die das genaue Gegenteil der Schneidkennlinie ist. Die Übertragungsgleichung A_E der Entzerrkennlinie ergibt sich deshalb zu:

$$A_{eRIAA} = 1/A_S = \frac{1 + j\omega\tau_{mid}}{(1 + j\omega\tau_{lo})(1 + j\omega\tau_{hi})} \quad (2)$$

Die Übertragungsgleichungen der einzelnen Pole sind dann:

1. ein Tiefpaß bei τ_{lo} :

$$A_{e_1} = \frac{1}{1 + j\omega\tau_{lo}} \quad (3)$$

2. eine Höhenanhebung bei τ_{mid} :

$$A_{e_2} = 1 + j\omega\tau_{mid} \quad (4)$$

3. ein Tiefpaß bei τ_{hi} :

$$A_{e_3} = \frac{1}{1 + j\omega\tau_{hi}} \quad (5)$$

Die standardisierte RIAA-Entzerrungskennlinie ergibt sich damit zu:

$$A_{e_{RIAA}} = \frac{1 + j\omega 318\mu s}{(1 + j\omega 3180\mu s)(1 + j\omega 75\mu s)} \quad (6)$$

Viele Jahre nach Festlegung der RIAA-Kennlinie wurde von der IEC noch ein zusätzlicher 4. Pol festgelegt, der jedoch nur bei der Wiedergabe verwendet wird. Es handelt sich dabei um einen Hochpaß von 20,02 Hz (7950 μs), der als Filter gegen Rumpeln und Infraschall durch verwellte Schallplatten dienen soll:

$$A_{IEC} = \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega 7950\mu s}} \quad (7)$$

Die Übertragungsgleichung A_E der IEC-Entzerrkennlinie ergibt sich dann zu:

$$A_{e_{IEC}} = A_{e_{RIAA}} A_{IEC} = \frac{1 + j\omega 318\mu s}{(1 + j\omega 3180\mu s)(1 + j\omega 75\mu s)(1 + \frac{1}{j\omega 7950\mu s})} \quad (8)$$

Ein Bodeplot von der RIAA-Entzerrung und der IEC-Entzerrung von 2 Hz bis 200 kHz findet sich unten.

