

# Thema Lautstärke und Lautstärkepoti

Immer wieder ist in den Foren zu lesen: mein Verstärker kann schon bei 9Uhr brachial laut. Was sie damit zum Ausdruck bringen wollen: mein AMP hat jede Menge Leistungsreserven, deiner ist zu schwach! Grund genug, mich diesem Thema mal anzunehmen, um mit diesem Gedanken-Vorurteil –ja eigentlich technischen Unsinn- einmal aufzuräumen.



Bild a)

Im Bild a) sehen wir ein handelsübliches Lautstärkepotentiometer, kurz Poti, mit der Skaleneinteilung 0...10, oft wird auch von Uhrzeiten geredet, Stellung 0 ist dann 7Uhr, Stellung 5 = 12Uhr und Stellung 10 entspricht 17Uhr. Unser Wunschenken wäre es doch, wenn mit jedem Skalensprung die Lautstärke sich verdoppeln würde und das ganze bis zuletzt, also Stellung 10. Leider ist dies technisch sehr schwer zu erzielen. Die Gründe sind:

Es gibt verschiedene Hörertypen, die ich in einer Tabelle aufgelistet habe und in jeder Spalte den Durchschnittspegel sowie Spitzenpegel angegeben (wir sind uns im Klaren, dies sind alles nur Circa-Werte). Um Musik zu genießen, d.h. nicht als Hintergrundmusik abzuspielen braucht man eine gewisse Lautstärke. Das Gros der Kopfhörerfreunde hört bei etwa einem Durchschnittspegel von 90dB, dabei treten Spitzenpegel bis etwa 100dB auf. Die Rubriken habe ich in 10dB-Schritten eingeteilt.

Hintergrund	Leisehörer		Normalhörer		Lauthörer		Extremhörer		Ohr kaputt
<<< 80	80	90	90	100	100	110	110	120	120 >>>
	↑		↑		↑				
	Hifiman HE-6 83,5dB		Enigma Dharma 95dB		Denon D7100 110dB				

Dann haben die Kopfhörer sehr unterschiedliche Wirkungsgrade: Dazu habe ich den mit dem niedrigsten, einem Kopfhörer mit mittlerem und den mit derzeit höchstem Wirkungsgrad passend in die Tabelle eingetragen. Alle kennen den HE-6 von Hifiman, der potente Verstärker benötigt sowie den Denon, der aufgrund seines Wahnsinnswirkungsgrades vielen guten AMPs schlimme Rauschfahnen entlockt. Zwischen diesen beiden KH liegen rund 27dB, hört sich zunächst nicht berauschend viel an, bedeutet aber technisch das 500-fache an Leistung! Während der Denon für den Spitzenpegel eines Lauthörers genau 1 Milliwatt (1mW) benötigt, müssen in den Hifiman bereits 500mW gepumpt werden.

Warum werden die Wirkungsgrade in dB angegeben? Eine gehörmäßige Lautstärkeverdopplung erzielt man mit einem Sprung von ca. 10dB, d.h. die 10-fache Leistung, nochmalige Verdopplung der Lautstärke um weitere 10dB (10-fache), also insgesamt +20dB =  $10 \cdot 10 = 100$ -fache Leistung. Ein 60dB-Sprung bedeutet demnach das  $10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10$  -fache, also Millionenfache.

Wir hören also nicht linear sondern logarithmisch. Kommen wir wieder zu unserer Ausgangsforderung einer gleichmäßigen Verdopplung der Lautstärke bis zum Skalenende zurück. Da die handelsüblichen Lautstärkepotis so funktionieren, dass sie auf einer Widerstandsbahn mit einem Schleifer (Abgriffskontakt) den Gesamtwiderstand in zwei Portionen aufteilen, die Spannung damit reduzieren, die letztlich mit dem Verstärker um einen Faktor X verstärkt wird. Die Leistung geht im Quadrat zur Spannein, d.h. logarithmisch. Also müssten wir ein logarithmisches Poti einsetzen, um die Leistung zu linearisieren (Bild c). Die meisten Hersteller verwenden aber ein Poti mit linearer Kennlinie. Weiterhin sollte das Poti vorzugsweise in der letzten Hälfte verwendet werden (zwischen 5 und 10), um eine feine Lautstärkestellung mit wenig Signalverlust (Rauschen) zu erzielen. Dazu ist die max. Gain sauber festzulegen, top wäre +10dB über der maximalen Leistung. Hier eine Graphik über die im Handel verfügbaren Potentiometer. Es gibt noch andere Typen, aber in der Audioanwendung werden hauptsächlich Linear- und Positiv-Logarithmische Potis eingesetzt. Das positiv logarithmische kommt unserem natürlichen Hörempfinden für gleichbleibenden Lautstärkeanstieg am nächsten. Linearpotis sind aber weiter verbreitet, derweil günstiger.

## Lautstärkepotis

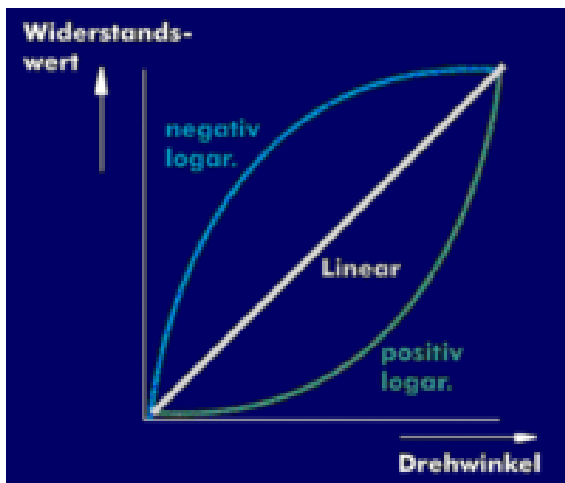
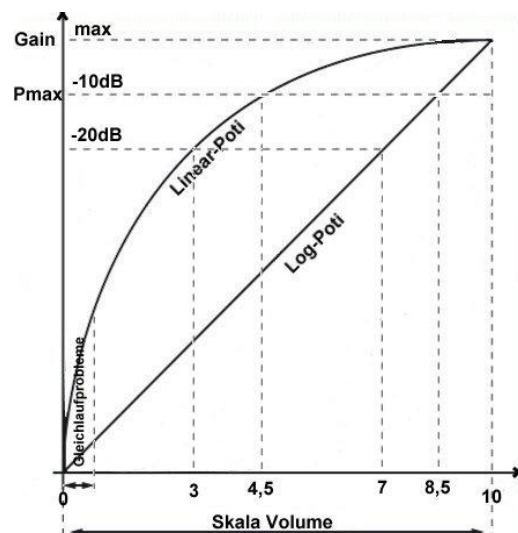


Bild b) Potentiometer-Arten



c) Lautstärkeempfindung bezogen auf Potiskala

So und nun kommen wir zum Wesentlichen: Bei welcher Uhrzeitstellung soll unser Verstärker seine maximale Leistung entwickeln? Die meisten gehen von einem voll verfügbaren Potibereich 7Uhr bis 17Uhr aus, also maximale Leistung bei 17 Uhr. Dem ist aber leider nicht so. Die meisten Verstärker haben schon bei 10Uhr-11Uhr ihr Leistungsmaximum, danach verzerren Sie nur noch.

Neue Quellgeräte haben eine Ausgangsspannung zwischen 1,5V – 2,5V, alte Geräte aus den 70er teilweise nur mit Spannungen von 0,5V, (Playstation1 beispielsweise 0,7V). Um bei diesen alten Geräten mit dem Verstärker die volle Leistung ausgeben zu können wird die 3-fache bis 5-fache Verstärkung benötigt als mit neuen Quellgeräten, in dB ausgedrückt: 9dB bis 14dB mehr. Um auf der sicheren Seite zu sein, legen viele Hersteller meist noch eine Schippe drauf und nehmen +20dB. So passiert es nun, dass nicht bei Skalenstellung 10, sondern schon bei Skalenstellung „3“ (-20dB) volle Power rausgeht. Der AMP-Besitzer ist stolz, wie laut er schon auf Stellung 3 hören kann und denkt, er hat ja noch jede Menge Reserven, aber Pustekuchen! Ein Log-Poti hätte immerhin noch die Stellung „7“.

Gut ist, wenn der Verstärker „GAIN-mäßig“ d.h. verstärkungsmäßig adaptiert werden kann, also mehrere GAIN-Vorwahl-Stufen hat, „**Pre-GAIN**“ genannt: Zum Beispiel

hat der **Phonitor2 von SPL** 3-Vorwahlstufen: 0dB, +6dB, +12dB,

der **Vioelectric V281** lobenswerte 5 Stellungen: -12, -6, 0, +6, +12dB + Grundverstärkung von 8dB,

der **BHA-1 von Bryston** 2 Stellungen: 14dB und 20dB,

der **Audiovalve Solaris** und **LuminareV2016** ebenso 2 Stellungen: Grundverstärkung 30dB und 40dB usw.

Eine Pre-Gain-Adaption sollte eigentlich jeder Verstärker haben, ansonsten ist eine optimale Anpassung nur für ganz wenige Kopfhörer möglich.

Röhrenverstärker haben zusätzlich mittels Impedanzwandler (Übertrager) noch die Möglichkeit, die Ausgangsleistung zu steuern. Nimmt man diese Möglichkeit mit in Betracht, so haben beispielsweise der Solaris und der Luminare (Version 2016) insgesamt 6 verschiedene Gain-Anpassungen, 5 davon derzeit technisch nutzbar. Wir kommen also auf die gleiche Anpassung wie beim V281 von Vioelectric.

D. h. um mit dem Denon 7100 (250Ohm Impedanz) einen Spitzenpegel von 110dB zu erzeugen, wird eine Ausgangsspannung 0,2 V benötigt. Bei einer Quelle von 2V sind das -20dB, wäre für eine optimale eine Pre-Gain von -10dB!

Das gleiche beim HE-6 (500Ohm): erforderliche Ausgangsspannung 6,5V, das sind +10dB, Optimale Pre-Gain +20dB. Wir sehen, dass viele Verstärker für den Betrieb eines HE-6 garnicht ausgelegt sind! Anders beim Solaris/Luminare: OTL +30dB Verstärkung oder IMP(-18dB) mit +40dB (High-GAIN) kommen auf die erforderlichen Werte!

**Fazit:** Alle Kopfhörermodelle und Hörgewohnheiten unter einem Kopfhörerverstärker zu vereinen ist fast eine unlösbare Aufgabe. Feinfühliges Lautstärkeeinstellen und große Maximalleistungen bringen weitere Schwierigkeiten. Potieinstellungen im Bereich 7-8Uhr als Abhörlautstärke sind wegen des fehlenden Potigleichlaufes ungeeignet. Maximalleistungen bei 10Uhr mit Normquellen (2V) sind **fehlangepasste** Verstärker. Am besten sind Einstellungen oberhalb 12Uhr und die Verwendung eines logarithmischen Potis, dieses kommt dem menschlichen Hörempfinden am nächsten. Mit „Pre-Gain“ und/oder Impedanzwandler sollte deshalb jeder Kopfhörerverstärker ausgerüstet sein.

Herr Becker schlägt die Brücke über alle Anforderungen mit seinen Verstärkern Luminare und Solaris und ermöglicht sogar Elektrostatenbetrieb auf Weltklasseniveau. Es dürfte kaum Verstärker geben, die diese Performance selbst in ihren Spezialgebieten übertreffen. Als „One for All“-Lösung sind sowohl **Solaris** als auch **Luminare** eine Meisterleistung „State of the art“.

## Empfohlene Verstärkereinstellungen Solaris und Luminare:

<b>Kopfhörer /Lautsprecher</b>	<b>Solaris</b>		<b>Luminare</b>	
Einstellung	<b>Mode</b>	<b>GAIN</b>	<b>Mode</b>	<b>GAIN</b>
<b>Dynamische/magnetostatische</b>	<b>2x10Watt</b>		<b>2x5Watt</b>	
Kopfhörer 40hm (Ergo-AMT)	IMP	Low	IMP	Low
Kopfhörer >98dB/mW	IMP	Low	IMP	Low
Kopfhörer >90dB/mW	IMP	Low	IMP	Low
	OTL	Low	OTL	Low
Kopfhörer <<90dB/mW	IMP	High	IMP	High
	OTL	Low	OTL	Low
<b>Lautsprecher</b>	<b>2x8Watt</b>			
Lautsprecher 4/8Ohm <90dB	IMP	Low	Nicht möglich	
Lautsprecher 4/8Ohm >90dB	IMP	High	Nicht möglich	
Lautsprecher >16Ohm <90dB	Stax	Low	Nicht möglich	
Lautsprecher >16Ohm >90dB	Stax	High	Nicht möglich	
<b>Elektrostaten Stax</b>	<b>&lt;1300Vpp</b>		<b>&lt;1300Vpp</b>	
<b>Leisehörer/Normalhörer</b>	IMP	High (108dB)	IMP	High (108dB)
<b>Lauthörer</b>	Stax	High (114dB)	Stax	High (114dB)
<b>Extremhörer &gt;110dB</b>	Nicht möglich		Nicht möglich	

**Für eine bessere Klangwiedergabe dürfen andere Einstellungen gerne ausprobiert werden.**