

## Weltgrösster Sicherungs-Messreport Januar 2010

Bei den hier durchgeführten Messungen lag das Augenmerk auf dem Einfluss von Schmelz-Sicherungen auf die Performance, insbesondere von High-End Audio Geräten.

### Durchgeführte Messungen

#### 1. Messung des Ohmschen Widerstandes mit DC-Spannung, Meßstrom 3Amp.

(bei Sicherungen mit kleinerem Nennstrom, 80 % U-Nenn)

Sicherung, Typ	DC R Richtung1	DC R Richtung 2	DC R in Halterung
<b>T 1,6 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning US-Ultimate <sup>3</sup> (Silver Star)*	44,47	44,57	46,21
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup>	45,02	45,14	47,27
Iso Clean	155,8	155,9	158,0

<b>T 2 Amp. 5 x 20 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Cryo	24,077	24,115	26,257
HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup>	24,586	24,611	25,723
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Cryo	24,972	25,066	27,078
Iso Clean	27,610	27,643	29,228
SinnOxx	46,692	46,797	48,205
Super Cryo (LF)	54,432	54,527	55,048
AHP	586,43	585,69	588,28
<b>T 2 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	31,314	31,340	33,081
Standard, Glass Fuse	112,54	117,74	114,38
Iso Clean	131,90	132,50	133,62

<b>T 3,15 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	21,834	21,862	22,375
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup>	24,475	23,585	24,584
Infinity Power Evolution (3 Amp.) (rhodium)	49,578	49,769	50,267
Standard, Ceramic Fuse	55,043	54,465	56,402
Standard, Glass Fuse	58,041	55,934	67,053

<b>T 5 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	12,750	12,782	13,086
Iso Clean	31,625	32,240	33,948
Standard Ceramic Fuse	40,491	40,923	41,543

<b>F 13 Amp. 6,3 x 25 mm. (UK-Plug Fuse)</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning UK-Gold <sup>2</sup>	3,936	3,934	---
Iso Clean	4,463	4,465	---

- = **Weltpremiere 2010 (CES Las Vegas)**

<b>Fuse, Type</b>	<b>DC R Richtung1</b>	<b>DC R Richtung2</b>	<b>DC R in Halterung</b>
<b>T 16 Amp. 5 x 20 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Cryo	2,4479	2,4435	4,0733
HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Cryo	2,5135	2,5215	4,4667
<b>T 16 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	3,0533	3,0631	3,9052

<b>T 20 Amp. 5 x 20 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Cryo	1,7123	1,7139	3,9576
HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Cryo	1,8194	1,8251	3,8136
<b>T 20 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>	<b>mOhm</b>
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	2,1093	2,1210	3,9509

## 2. Messung des Spannungsabfalls über der Sicherung bei 1 Amp. 50 Hz.

<b>Sicherung, Typ</b>	<b>Spannungsabfall bei 1 Amp. AC, 50 Hz.</b> (0,9 Amp. bei 1Amp. Typ.)
	<b>mV AC</b>
<b>T 0,5 Amp. (500 mA.) 5 x 20 mm.</b>	
HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Kryo	76,611
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Kryo	94,1954
AMR	251,188
Infinity Power Evolution (palladium)	264,997
Infinity Power Evolution (rhodium)	266,192
AHP	484,610
Super Cryo (LF)	522,403

<b>T 1,6 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	
HiFi-Tuning US-Ultimate <sup>3</sup> * (Silver Star)	51,005
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Kryo	54,838
Iso Clean	91,571

<b>T 2 Amp. 5 x 20 mm.</b>	
HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Kryo	28,180
AMR	29,452
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Kryo	29,730
Iso Clean	34,697
Einlötsicherung	44,083
SinnOxx Germany	54,971
AHP	68,461
Super Cryo (LF)	99,635
Super Cryo (LF)	durchgebrannt bei 800mA.!
<b>T 2 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Kryo	37,022
Standard, Glass, Spiral	52,438
Iso Clean	142,058

<b>T 3 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>	
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	25,469
Infinity Power Evolution 3 Amp. (rhodium)	52,477
Iso Clean	69,675

Sicherung, Typ	Spannungsabfall bei 1 Amp. AC, 50 Hz. (0,9 Amp. bei 1Amp. Typ.)
	mV AC
<b>F 10 Amp. 6,3 x 25 mm. (UK-Plug Fuse)</b> HiFi-Tuning UK-Gold <sup>2</sup>	12,714
<b>F 13 Amp.</b> HiFi-Tuning UK-Gold <sup>2</sup> Iso Clean	11,225 14,236

<b>T 16 Amp. 5 x 20 mm.</b> HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Kryo HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Kryo	6,350 6,591
<b>T 16 Amp. 6,3 x 32 mm.</b> HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Kryo	7,542

<b>T 20 Amp. 5 x 20 mm.</b> HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Kryo HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Kryo	6,223 6,326
<b>T 20 Amp. 6,3 x 32 mm.</b> HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Kryo	7,884

### Auswertung der Messung:

#### **1. Ohmscher Widerstand, DC 3 Amp.**

In der ersten Spalte steht der Widerstandswert in Milliohm in einer Laufrichtung gemessen.

In der zweiten Spalte steht der Widerstandswert in Milliohm in der zweiten Laufrichtung gemessen.

In der dritten Spalte steht der Widerstandswert in Milliohm, wenn sich die Sicherung in einer handelsüblichen Schraubfassung befindet.

#### **Interpretation der Messergebnisse:**

Zuerst ist festzustellen, dass man nur Sicherungen mit gleichem Nennwert und gleicher Charakteristik vergleichen sollte. Je kleiner der Sicherungswert in Ampere, desto dünner ist der Schmelzdraht, desto höher der Widerstandswert.

Die Sicherungen von Infinity Power Evolution sind vom Aufdruck her leider nicht Normgerecht. Es wird z.B. keine Angabe über das Ansprechverhalten (T oder F) gemacht!

Es gab immer eine messbare Laufrichtung aufgrund der gezogenen Schmelzdrähte der Feinsicherungen. Je nach Bauart der Sicherung sind die Unterschiede im Bereich von kleiner 5 %, also auch im Bereich von Fertigungstoleranzen.

Der Widerstand der Sicherungen selbst hängt von der Länge des Schmelzdrahtes und den verwendeten Materialien sowie der Fertigungsqualität ab.

Bei reinen DC-Messungen schneidet von den kommerziellen Sicherungen die Einlötsicherung am besten ab (insgesamt kürzeste Leitungslänge) am schlechtesten die Glassicherungen mit gewendelttem Schmelzdraht (insgesamt größte Leitungslänge).

**Von den High-End Sicherungen sind die kryogenisch behandelten Sicherungen von HiFi-Tuning eindeutig mit den besten Leitwerten ausgestattet.**

**Die Rhodium beschichtete Sicherung von Padis bildet hier das Schlusslicht.**

Für DC-Anwendungen ist es also empfehlenswert, Einlötsicherungen zu verwenden, oder aber die Kryogenisch behandelten Sicherungen von HiFi-Tuning.

Ein um bis zum Faktor 8 kleinerer Widerstand ist sowohl messtechnisch als auch in Hörtests deutlich bemerkbar.

Sicherungen mit Glaskörper und insbesondere Wendel, sind zusätzlich leider noch um den Faktor 20 mikrofonie- empfindlicher. Sicherungen mit Glaskörper und geradem Schmelzdraht immer noch um den Faktor 5!

Je höher die Nennleistung der Sicherung in Ampere, desto dicker ist der Schmelzdraht und umso geringer der Widerstand.

Von der logischen Schlussfolgerung: „Einfach eine Sicherung mit höherer Amperezahl einsetzen“ muß natürlich aus Sicherheitsgründen aufs eindringlichste abgeraten werden!

Hinweis: Alle gemessenen High-End Feinsicherungen haben einen keramischen Grundkörper, mit Ausnahme der Iso Clean-Sicherungen, diese haben, außer wenn es extra vermerkt ist, einen Glaskörper mit meist gewendelttem Schmelzdraht.

## **2. Spannungsabfall bei 1Amp. AC, 50 Hz.**

Hierzu wurde über einen Kalibrator ein Strom von 1 Amp. bei einer Frequenz von 50 Hz. in die Sicherung geleitet und die über der Sicherung abfallende Spannung gemessen. Bei Sicherungen mit einem Nennwert unter 1 Amp. , 90 % des Nennstromes.

Geht man von einem Verbraucher aus, der bei Netzspannung von 230 Volt eine Stromaufnahme von 1 Amp. hat, so bedeutet dies eine Gesamtleistung von 230 VA (früher Watt) zwischen 0,113 VA (Glassicherung mit Wendel) und 0,060 VA (kryo behandelte Sicherung von HiFi-Tuning) werden als Verlustleistung in der Sicherung in Wärme umgesetzt. Diese Verlustleistung von maximal 0,25 % ist vernachlässigbar, denn die Schwankungen der gelieferten Netzspannung sind meist weit höher.

Rein technisch erbrachten die Kryobehandelten Sicherungen von HiFi-Tuning die besten, und die Iso Clean-Glassicherung mit Wendel, die schlechtesten Ergebnisse.

## **3. Messungen mit einem Impedanz Analyser**

Ein Impedanz-Analyser ist ein Gerät, mit welchem man den vektoriellen Widerstand eines Prüflings messen kann. Dies bedeutet: (vereinfacht ausgedrückt), ein Prüfling, wie z. B. eine Sicherung hat nicht nur einen ohmschen Widerstand, sondern auch einen kapazitiven sowie induktive Komponenten, die besonders bei höheren Frequenzen zum Tragen kommen.

Gerade bei der höchsten gemessenen Frequenz (100kHz.) sind die Sicherungen mit der kleineren Bauform immer im Vorteil, dass kommt daher, weil sie eine geringere

Leitungslänge und damit geringere Induktivität haben.

Wenn man sich vor Augen hält, dass Musik nicht aus reinen Sinustönen besteht, sondern auch viele Impulse enthält, so ist die Anforderung an eine Sicherung, diese im relevanten Bereich „ungefiltert“ durch zulassen, im höheren Frequenzbereich (z.B. Schaltnetzteile, Radiofrequenzen aber nicht mehr, um das Eindringen von Störungen zu verhindern. Gerade bei diesen Impedanzmessungen stellen die High-End Sicherungen eine sehr vorteilhaftere Bestückung dar.

Die kommerziellen Feinsicherungen sind alle im Bereich bei 50 Hz. und auch bei 100 kHz. deutlich unterlegen!

Worauf man ebenfalls achten sollte, ist dass die Impedanz einer Sicherung langsam und stetig ansteigen sollte. Ist dies nicht der Fall kann es zu hörbaren Verformungen von Impulsen und Intermodulationen kommen. Ein negatives Beispiel hierfür sind einige Sicherungen von Iso Clean, die auch sehr starke Schwankungen aufweisen.

Insgesamt am besten schneidet auch hier wieder die kryobehandelten Sicherungen von HiFi-Tuning ab.

Auch im AC-Bereich war ein geringfügiger Einfluss der Laufrichtung zu bemerken.

#### **4. Messungen der Rauschspannungen an den Prüflingen.**

Die bisherigen Messungen zeigten zwar messtechnisch deutliche Unterschiede auf, erklären aber noch nicht völlig die zum Teil deutlich hörbaren Unterschiede zwischen einzelnen Sicherungstypen.

Ein Ansatz dafür ist, dass Verbraucher sehr kurze impulsförmige Ströme ziehen und diese auch auf der Primärseite von Netztransformatoren und natürlich selbstverständlich innerhalb von Schaltungen auftreten. Sicherungen mit besseren Kontakten, geringeren Übergangswiderständen und besserem Leitermaterial beeinträchtigen diese Impulse weniger.

Es gibt aber noch einen weiteren Aspekt:

##### **„Können Sicherungen Störungen erzeugen?“**

Hierzu wurden die Prüflinge mit einem so genannten „Rauschmessplatz“ untersucht. Dieser misst das thermische Rauschen in Widerständen, also auch in Sicherungen. Zum einen wurden die Messungen bei einem Strom von 0,1 Amp. (100 mA.) durchgeführt und der dadurch verursachte Anstieg des Breitbandrauschens in Dezibel gemessen. Zum zweiten wurde die rein vorhandene Thermospannung, die durch unterschiedliche verwendete Metalle verursacht wird, mit einem Nanovoltmeter gemessen.

Auch bei diesen Messungen schnitten die Sicherungen von HiFi-Tuning immer besser ab!

<b>Fuse, Type</b>	<b>Anstieg des Rauschens / 0,1Amp. dB</b>	<b>thermosp. µV</b>
<b>T 0,8 Amp. (800 mA.) 5 x 20 mm.</b>		
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Cryo	2,4	0,49
Standard Glass Spiral	2,7	0,62
AHP	3,2	0,68
Super Cryo Fuse (0,76 Amp.)	3,4	0,71

<b>T 1 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>		
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	1,6	0,54
Standard Ceramic	1,9	0,82
Iso Clean	1,1	1,15
Infinity Power Evolution (rhodium)	2,3	1,15

<b>T 1,6 Amp. 6,3 x 32 mm.</b>		
HiFi-Tuning US-Ultimate <sup>3*</sup> (Silver Star)	1,0	0,49
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	1,1	0,40
Iso Clean	1,0	2,03

<b>T 3,15 Amp. 5X20mm.</b>		
HiFi-Tuning Ultimate <sup>2</sup> Cryo	0,5	0,20
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Cryo	0,5	0,22
Solder Type, round body	1,1	0,36
SinnOxx	1,0	0,55
Super Cryo (LF)	1,2	0,73
Padis Rhodium	0,9	1,16
AHP	1,3	1,16
<b>T 3,15 Amp. 6,3x32mm.</b>		
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	0,5	0,20
Standard, Keramik Sicherung	0,9	0,41
Standard, Glass, Spiral Fuse	1,0	0,45

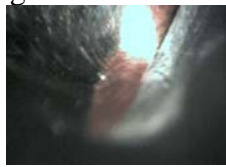
<b>T 3 Amp. 6,3x32mm.</b>		
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	0,9	0,29
Infinity Evolution (rhodium)	1,0	0,36

<b>T 5 Amp. 5X20mm.</b>		
HiFi-Tuning Ultimate <sup>3</sup> Cryo	0,7	0,15
Infinity Power Evolution (rhodium)	0,9	0,42
Standard, Glass, Spiral	0,8	0,43
HiFi-Tuning US-Gold <sup>2</sup> Cryo	0,7	0,51
AMR	0,6	0,61
SinnOxx	1,0	0,87
AHP	1,1	0,92
Iso Clean	0,6	2,64

<b>UK-Plug Fuse 6,3x25mm.</b>		
HiFi-Tuning UK-Gold <sup>2</sup>	0,4	0,13
Iso Clean	0,6	0,20

**5. Zusammenfassung der Messergebnisse:**

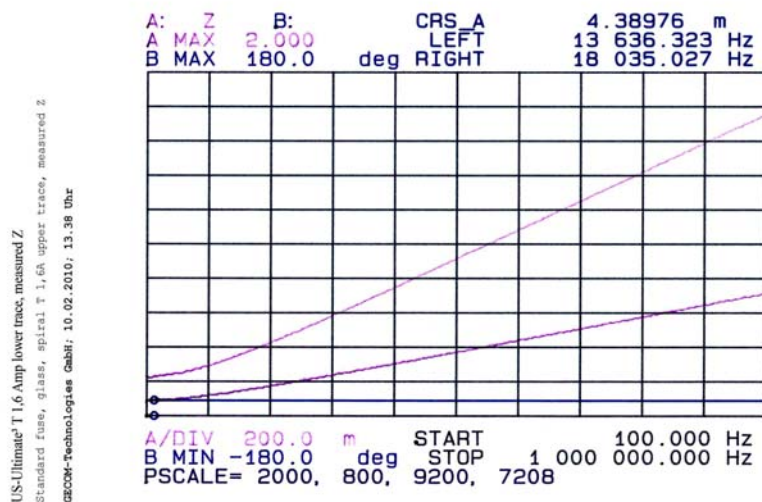
- a. Je kleiner der Sicherungswert ist, desto größer, ist physikalisch bedingt, der Widerstand. Da aber auch der Strom durch die Sicherung kleiner ist, ist der prozentuale Leistungsverlust an der Sicherung (bei gleicher Bauform) etwa gleich.
- b. Je kleiner die Sicherung von der Bauform ist, desto besser sind die Messergebnisse.
- c. Marken High-End Sicherungen haben durchschnittlich reproduzierbar bessere Ergebnisse, als Standardsicherungen.
- d. Sicherungen aus Fernost hatten große Streuungen und oft nur gleiche oder sogar schlechtere Ergebnisse, als Standardsicherungen!
- e. Negativ aufgefallen ist die schlechte Verarbeitung der Infinity Power Evolution Sicherungen. Alle Kappen zeigten Abriebs-Spuren, besonders gravierend die 500 mA. (Palladium) Sicherung



Hier eine Mikroskopaufnahme der Kappe.



Im Vergleich hierzu eine Mikroskopaufnahme einer HiFi-Tuning Ultimate<sup>3</sup> Feinsicherung.



Auf dem Photo sehen Sie den Vergleich der HiFi-Tuning Ultimate<sup>3</sup> 6 x 32 mm T 1,6 Amp. Sicherung mit einer normalen Glas Standard Sicherung.

Dargestellt ist der Bereich von 100 Hz bis 1 MHz.

Die untere Trace ist die U<sup>3</sup>-Sicherung, die obere die Standard Type!

Ganz deutlich sieht man, dass unsere Sicherung grundsätzlich mit ca. 80mOhm einen viel geringeren Widerstand hat, als die Standard Sicherung (startet mit 230mOhm) stetig steigend. Eine Division ist 200mOhm.

Zum Vergleich: Netzkabel die wir bauen haben inkl. Stecker einen Gesamtwiderstand (pro Ader) von ca. 30mOhm!

**Das erklärt schon, warum man die HiFi-Tuning Sicherungen so drastisch hört!**

## 6. Empfehlungen für die Optimierung von High-End Audio Geräten:

- f. Möglichst kleine Sicherungen verwenden – z.B. bei Sicherungshaltern 6,3 x 32 mm. solche mit 5 x 20 mm einbauen und entsprechende Sicherungen verwenden.
- g. Qualitativ anerkannte Markensicherungen verwenden, wie z.B. die von HiFi-Tuning.
- h. In sonstigen Geräten käme auch als kostengünstige Lösung der Einbau von Einlötsicherungen in Frage.
- i. Nicht alle Sicherungen sind aus VDE-Vorschriften zwingend nötig in Geräten verbaut. Hier wäre es nach entsprechendem Studium der Schaltung oft auch möglich, völlig auf die Sicherung zu verzichten.

**\* = WELTPREMIERE 7. Jan. 2010 CES - Las Vegas**

© HiFi-Tuning Germany

[www.HiFi-Tuning.com](http://www.HiFi-Tuning.com)