

Subwoofer SW-1 Dokumentation



Inhalt

Anforderungen	3
Entwicklung	4
Simulation.....	4
Konstruktion	6
Messungen	9
Amplituden- und Phasengang	9
Nichtlineare Verzerrungen	9

Anforderungen

Ziel war die Entwicklung eines Subwoofers für ein Double Bass Arrays, das in einem Wohnraum installiert werden soll. Die Subwoofer sollen auf dem Boden direkt an der Wand stehen und mit vertretbarem Volumen auskommen. Gleichzeitig aber einen möglichst hohen Maximalpegel und damit geringe nichtlineare Verzerrungen erzeugen.

Akustische Anforderungen:

1. Untere Grenzfrequenz von ca. 25 Hz im Raum
2. Das Subwoofersystem soll bei ca. 80 Hz steil getrennt werden (mit FIR-Filter)
3. Hoher Maximalpegel
4. Geringe nichtlineare Verzerrungen

Anforderungen an die Gehäusegröße:

1. Maximale Tiefe von 70 cm
2. Maximale Breite von 40 cm
3. Maximale Höhe von 40 cm

Aufgrund der akustischen Anforderungen, die auch linearphasige FIR-Filter einschließen, wurde sich für das Bassreflexkonzept entschieden. Es bietet einen hohen Maximalpegel bei vertretbarem Volumen. Die starke Phasendrehung des notwendigen Hochpasses unterhalb der Abstimmfrequenz wird durch ein linearphasiges Filter vermieden.

Entwicklung

Simulation

Das Bassreflexgehäuse wurde mit ABEC simuliert. Als guter Kompromiss stellte sich ein Volumen von ca. 80 l mit den Außenmaßen von 65 x 40 x 40 cm heraus.

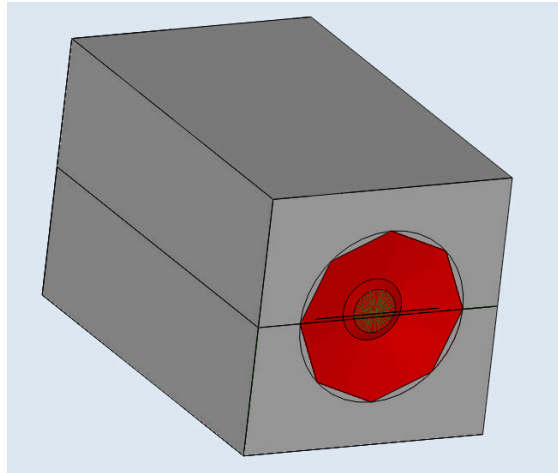


Abbildung 1: Modell des Subwoofers

Durch das vergleichsweise geringe Volumen in Bezug auf die Abstimmfrequenz von 26 Hz ist die Güte der Helmholtzresonanz relativ niedrig. Das bedeutet, dass sein Amplitudengang eher flach verläuft und der Gesamtamplitudengang relativ früh abfällt. Das kommt allerdings der Anhebung durch den Raum entgegen.

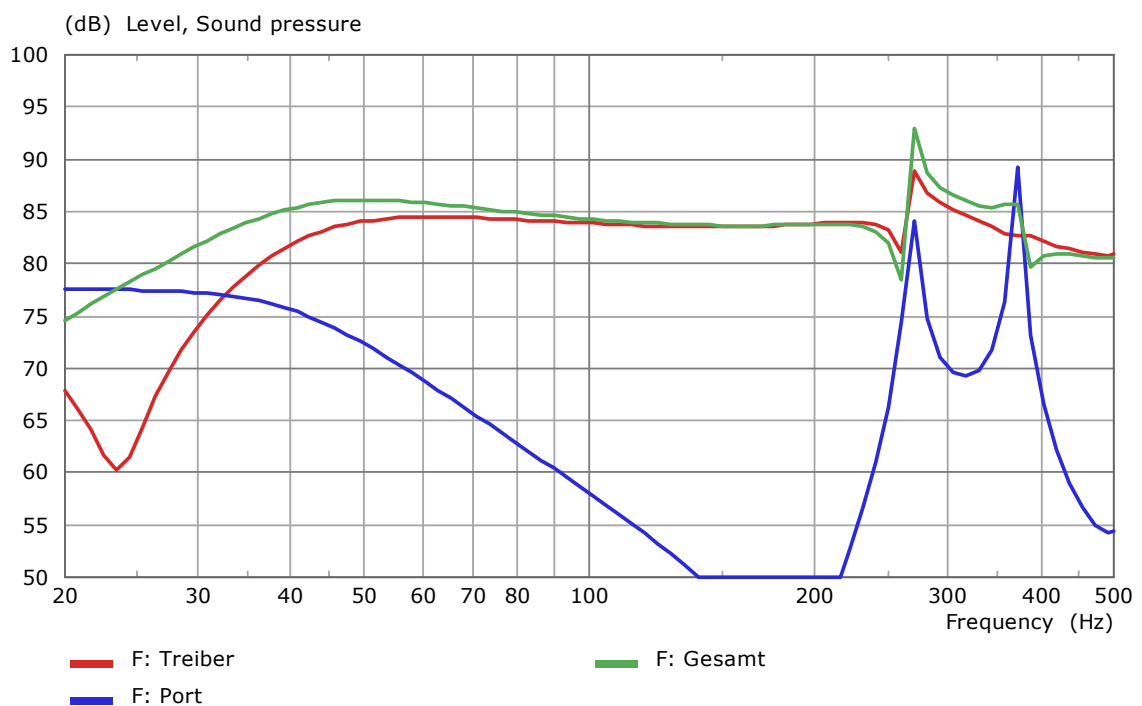


Abbildung 2: Amplitudengänge der Simulation

Weiterhin ist in der Simulation die Auswirkung der 1. Längsmode des Gehäuses (280 Hz) und die 1. Portresonanz (380 Hz) zu sehen. Erstere soll durch teilweise Bedämpfung des Gehäuses eliminiert werden. Die Portresonanz dagegen wird nicht behandelt.

Weiterhin wurde mittels WinISD der Maximalpegel simuliert. Mechanisch begrenzt kann ein einzelner Subwoofer im Halbraum theoretisch 112 dB erzeugen. Die limitierende Frequenz im Übertragungsbereich, bei der als erstes X_{\max} erreicht wird, liegt bei 36 Hz.

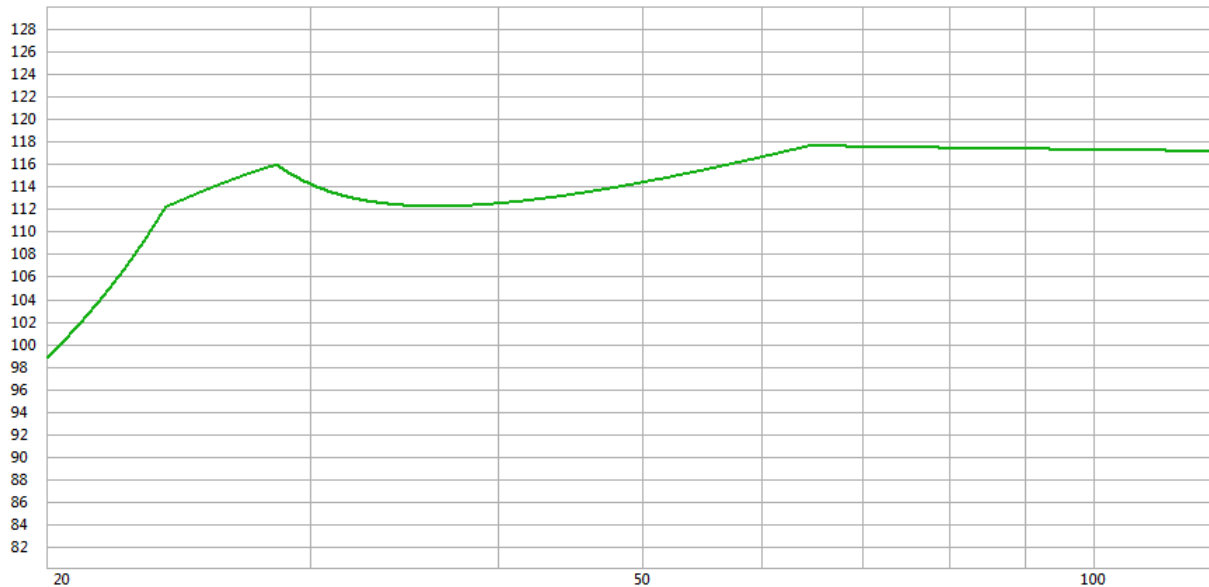


Abbildung 3: Simulierter Maximalpegel

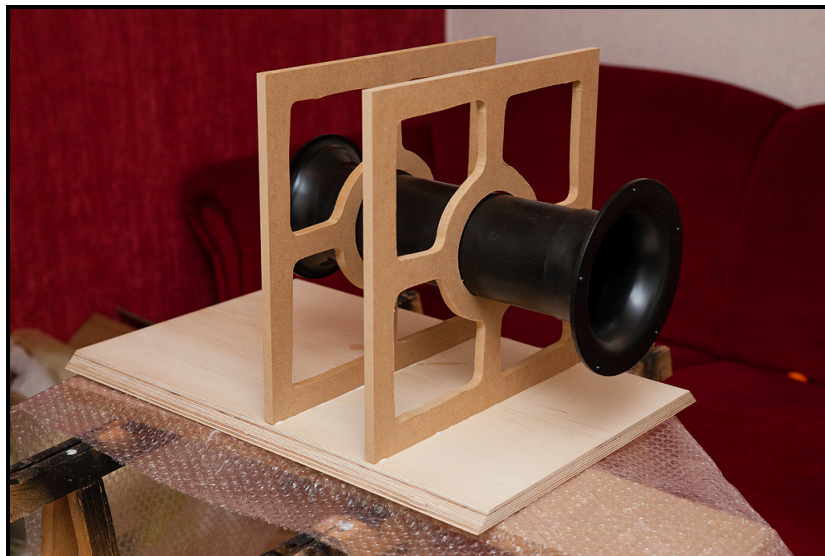
Konstruktion

Es wurden mehrere 12" und 15"-Treiber evaluiert. Letztendlich fiel die Entscheidung auf den Scan Speak 30w/4558t00, der sich durch ein hohes Verschiebevolumen und sehr geringe nichtlineare Verzerrungen auszeichnet.

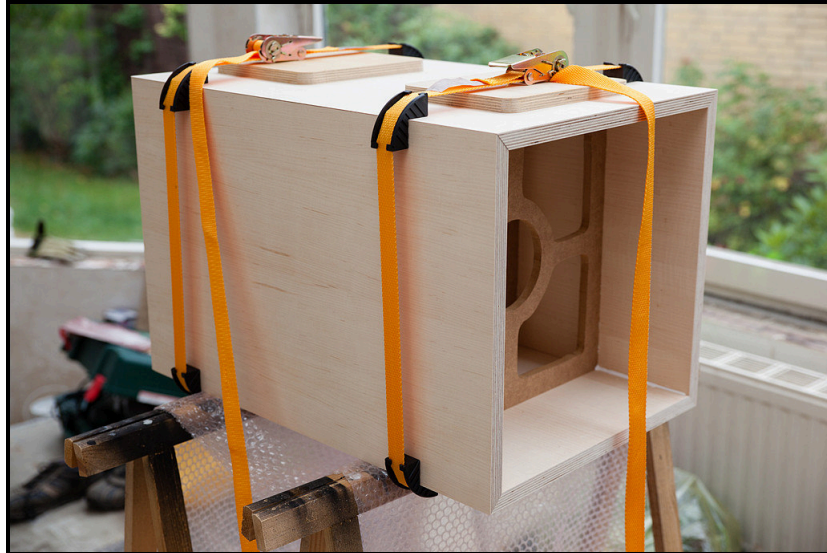


Abbildung 4: Scan Speak 30w/4558t00

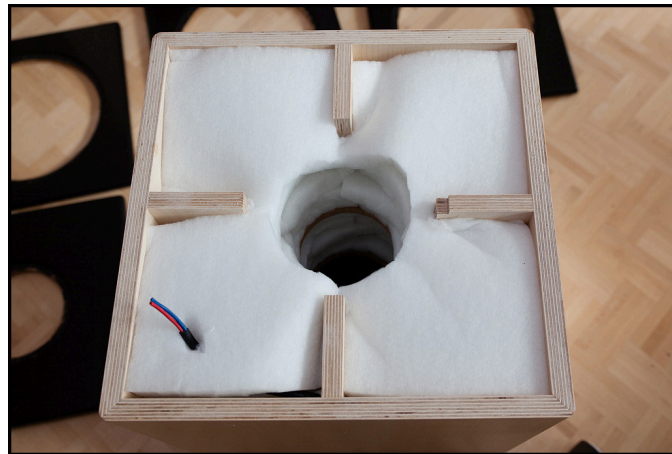
Das Bassreflexrohr mit 10 cm Durchmesser wurde mit beidseitig abgerundeten Enden ausgeführt, um Strömungsgeräusche zu minimieren. Außerdem sind die Auslässe zum Großteil symmetrisch, was K2 gering hält. Im Gehäuse wurde das Rohr durch Verstrebungen fixiert.



Die Gehäuse wurde auf Gehrung verleimt. Anschließend wurden die Kanten mit einem Rundfräser abgerundet. Als Material kam Multiplex mit Ahorn-Edelfurnier zum Einsatz. Dieses wurde mehrfach geschliffen und mit halbmattem Parkettlack lackiert.



Der hintere Teil des Gehäuses wurde mit Iso Bond WLG 35 gefüllt, um stehende Wellen wirkungsvoll zu bedämpfen.



Die Vorder- und Rückseite der Subwoofer wurden grundiert und schwarz lackiert. Das bildet optisch einen schönen Kontrast zu dem hellen Holz der Seitenteile.



Hier ist das Innere aus Sicht der Vorderseite zu sehen.



Es wurden vier Exemplare gebaut. Jedes besitzt einen speakOn-Anschluss.



Messungen

Amplituden- und Phasengang

Der komplexe Frequenzgang der Ground-Plane-Messung zeigt die Abstimmung des Bassreflexgehäuses. Der Amplitudengang verläuft wie erwartet.

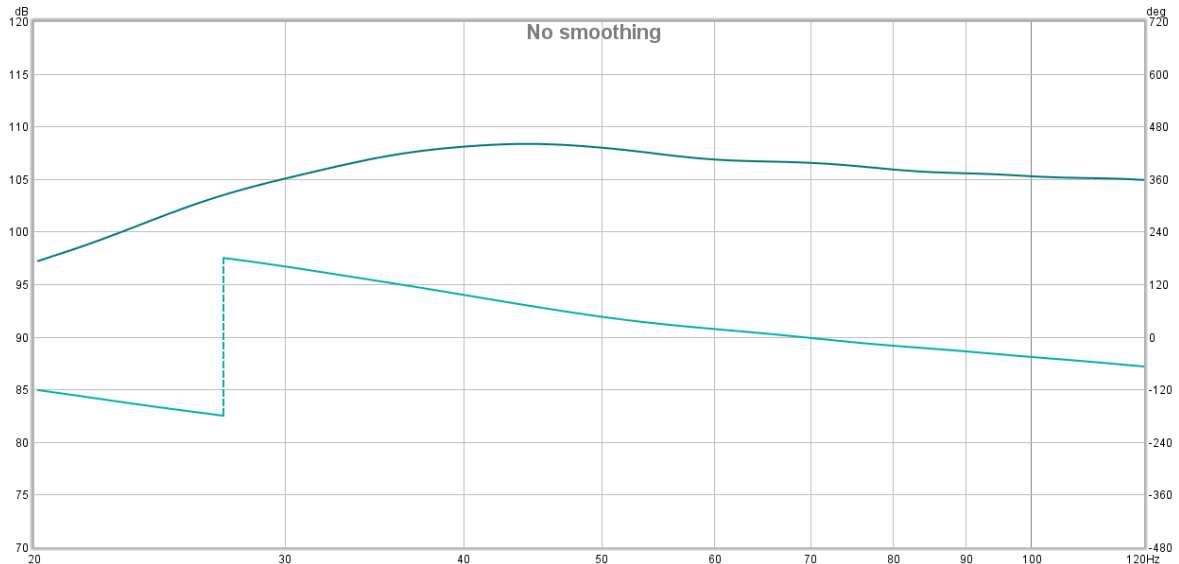


Abbildung 5: Komplexer Frequenzgang

Im Folgenden wurde das Mikrophon im Gehäuse platziert. Einmal hinter der Frontwand (grün) und einmal in der Mitte des Bassreflexrohrs. Wie zu sehen, sind die stehenden Wellen des Gehäuses gut bedämpft. Die erste müsste bei ca. 280 Hz auftreten. Dagegen ist die 1. Resonanz des Bassreflexrohrs bei 390 Hz gut zu erkennen. Sie liegt etwas höher als in der Simulation.



Abbildung 6: Amplitudengang im Gehäuse und in der Mitte des Bassreflexrohrs

Nichtlineare Verzerrungen

Die nichtlinearen Verzerrungen sind insgesamt gering und unterhalb der Hörschwelle. Selbst bei 105 dB wird 2 % nur unterhalb der Abstimmfrequenz überschritten. Vor allem K3 ist sehr niedrig.

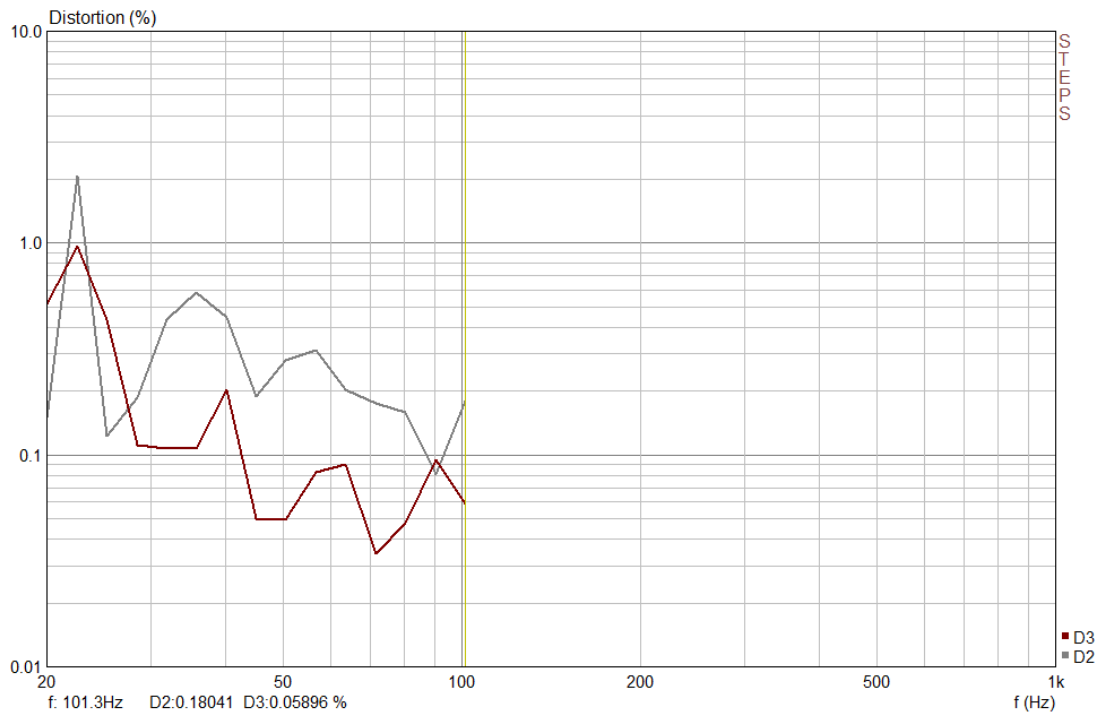


Abbildung 7: Nichtlineare Verzerrungen bei 95 dB

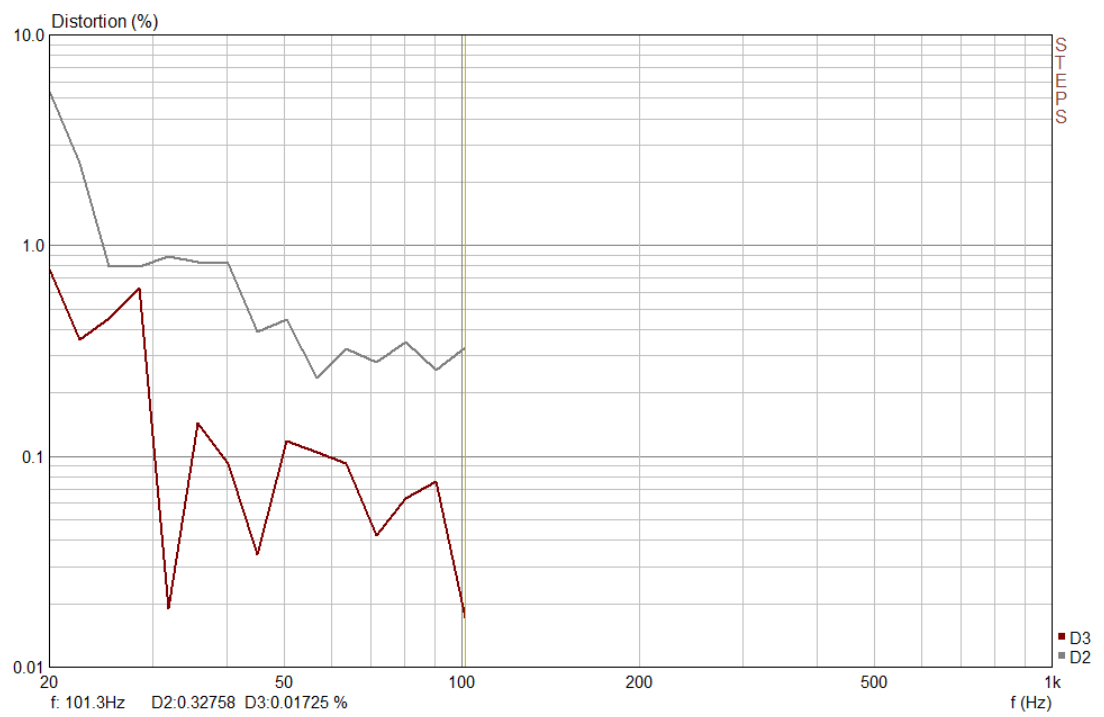


Abbildung 8: Nichtlineare Verzerrungen bei 100 dB

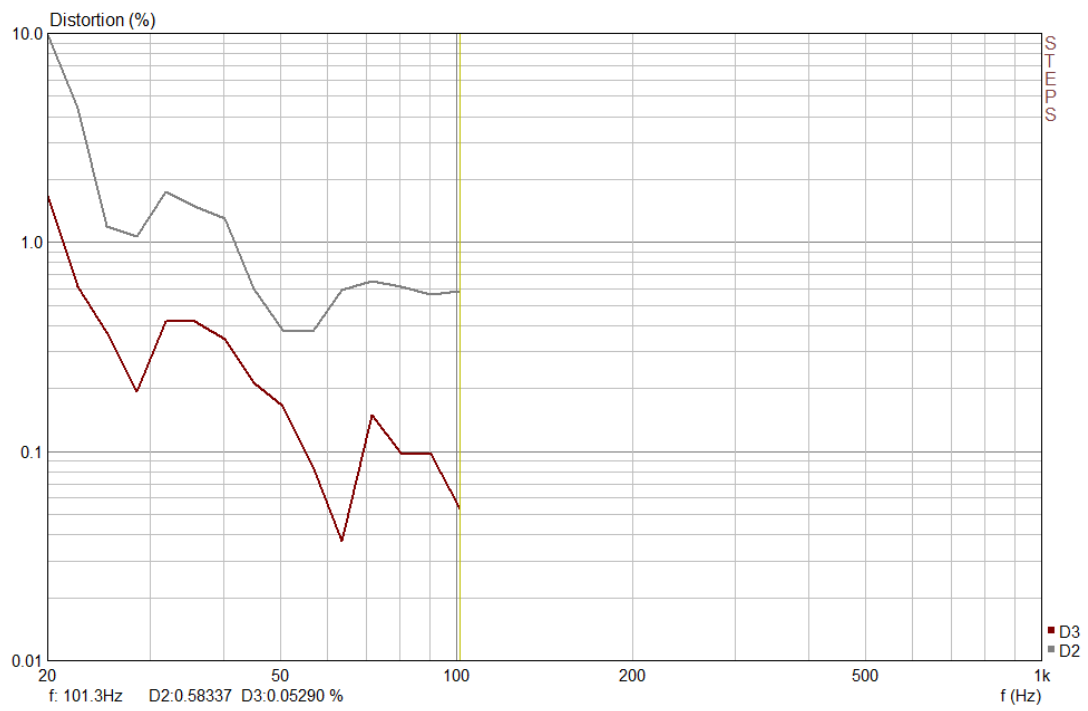


Abbildung 9: Nichtlineare Verzerrungen bei 105 dB