MUNDORF®



Inner Excellence

*pro***AMT Tweeter**

Dieses Dokument ist gültig ab sofort gültig.
This document is effective immediately.

Design & Layout Konrad Schaedle - Arrangé, Büro für Grafik / Design, Cologne
Text & Tables Mirko Filke, Andreas Rullmann, Raimund Mundorf



RoHS konform (bleifrei) / RoHS compliant (lead-free)
REACH konform / REACH compliant



Wir beziehen seit 2008 Ökostrom.
We purchase clean eco-power since 2008.



Wir drucken ausschließlich auf recyceltem Papier.
We use recycled paper only.

Mundorf EB GmbH

Liebigstr. 110
50823 Köln • Germany

fon +49 221 977705-0
fax +49 221 977705-99

info@mundorf.com
www.mundorf.com

Die vorliegenden technischen Angaben wurden mit allergrößter Sorgfalt erstellt. Da Fehler trotzdem nicht auszuschließen sind, weisen wir darauf hin, dass für eventuelle Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, von der Mundorf EG GmbH weder eine Garantie noch juristische Verantwortung oder Haftung übernommen wird.
Note: the technical information present was produced with great care. Nevertheless, since errors cannot be ruled out, we would like to point out that Mundorf EB GmbH does not guarantee the information or take legal responsibility or liability for possible consequences that can be attributed to incorrect information.

Alle Rechte des Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe oder Übersetzung, auch auszugsweise, vorbehalten.
All rights of reprint, of photomechanical reproduction or translation, including excerpts, reserved.

Technische Änderungen behalten wir uns jederzeit vor.
Subject to technical changes by us at any time.

© Copyright Mundorf EB GmbH 2015

MUNDORF® PRO

AMT® Tweeter

Inhaltsverzeichnis Content	Seite Page
46 Jahre AMT The Origin of AIR MOTION TRANSFORMER	4
NEUHEITEN 2015 NEWS 2015	4
Einführung Punktquelle Point Sources	5
Übersicht Punktquellen Overview Point Sources	6
Datenblätter Punktquellen Datasheets Point Sources	7
Neuheit 2015 88PP27R-14-462-H 9 New Product 2015 88PP27R-14-462-H 9	9
Mundorf Pro Linienstrahler AMT Mundorf Pro Line Source AMT	11
Übersicht Linienquellen Overview Line Sources	12
Die Mundorf Pro AMT Produktmatrix am Beispiel des 8“ AMT The Mundorf Pro AMT product matrix using the 8“driver AMT	14
Neuheit 2015 12“ Linienquelle New Product 2015 12“ Line Source	26
Die Vorzüge des AMT - Einzigartige Membrangeometrie Advantages of AMT - Unique Diaphragm Design	28
Membranfläche und Material Membrane Surface	29
Exzellentes Phasenverhalten Excellent Phase Properties	31
Der ideale Lienienstrahler The ideal Line Source	33
Die Auswahl der Treiberbauform Selection of Driver Construction	34
Externe Kühlung und integrierte Kühlung External cooling and integrated cooling	35
Air Motion Transformer vs. Kompressionstreiber Air Motion Transformer vs. Compression Driver	36 38

Made in Germany

MUNDORF® PRO

46 JAHRE AMT
Reif für die Zukunft

Im Jahre 1969 meldet Prof. Dr. Oskar Heil den von ihm entwickelten “Air Motion Transformer” (AMT) in den USA zum Patent an. Überzeugt von der prinzipiellen Überlegenheit des AMT, nimmt im Jahr 2005 Mundorf die nachhaltige Weiter- und teilweise Neuentwicklung des AMT auf. Dabei gilt dem ProAudio Bereich von Beginn an ein zentrales Interesse. Der Einsatz modernster Werkstoffe und Fertigungsmethoden, sowie völlig neu patentierte Problemlösungen haben maßgeblich Anteil daran, dass Mundorf Air Motion Transformer heute weltweit als best gemachte und klanglich führende Hochtöner gelten bei allen, die in die Zukunft hören können.

The Origin of Air Motion Transformer

In 1969 Oskar Heil applied for a patent for his so called “Air Motion Transformer” (AMT) principle. After termination of the patents this transducer principle has been taken over and further developed by serveral other manufacturers. In 2005, Mundorf also started the further development of the AMT with special attention to the ProAudio field. Nowadays, Mundorf Pro AMT form admittedly part of the best made and tonally leading tweeter throughout the world, both in the HiFi and the Pro Audio field.

NEUHEITEN 2015

Der AMT 328PP27R-9-463 ist mit einer Bauhöhe von 328 mm der richtige Treiber für hochwertige 12"- LineArrays. 133 dB SPL, die Übernahmefrequenz von 900 Hz und seine Dauerbelastbarkeit von bis zu 240 Watt, kombiniert mit den AMT-typischen Vorteilen wie extrem niedrigem Klirr, phasenrichtiger Wiedergabe und einer unerreicht weit tragenden Zylinderwelle setzen neue Maßstäbe für eine hochwertige Live-Wiedergabe.

Der AMT 88PP27R-14-462 erzielt eine Empfindlichkeit von 100dB und kann in hochwertigen Zweiweg-Kombinationen als Punktquelle eingesetzt werden. Passend hierzu bieten wir ein 100 * 60 Horn an.

NEWS 2015

The AMT 328PP27R-9-463 is with a height of 328 mm the perfect driver for high-quality 12"-line arrays. 133 dB SPL, a crossover frequency of 900 Hz and its continuous load capacity of up to 240 watts, combined with the AMT typical advantages such as extremely low harmonic distortion, phase-correct reproduction and an unmatched far-reaching cylindrical wave sets a new standards for high-quality live performance.

The AMT 88PP27R-14-462 achieved a sensitivity of 100dB and can be used in high-quality two-way combinations as a point source. To match this, we offer a 100 * 60 horn.

Einführung Punktquelle
Intro PointSource



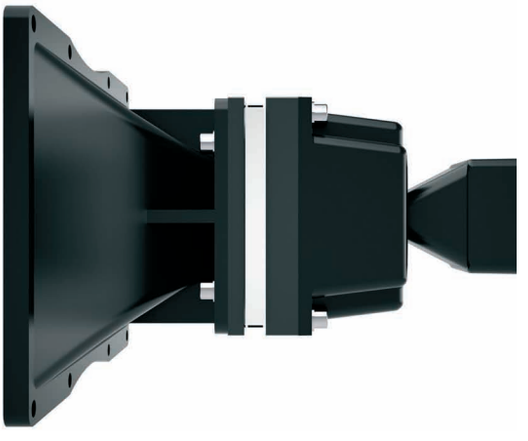


Diese Treiber wurden in verschiedenen Varianten als Punktschallquelle für Anwendungen in Diskotheken, auf Bühnen oder auch als Kinobeschallungen konzipiert.

Die Varianten unterscheiden sich vor allem durch den Übertragungsbereich. Zusammen mit dem angebotenen Horn CDH88 100x60 bieten wir eine leicht zu integrierende Hochtoneinheit. Hiermit lassen sich Zweiweg-Systeme für allerhöchste Ansprüche realisieren.

These drivers have been designed in different variations as point sources for applications in nightclubs / clubs, for stage installations or in cinema sound applications.

The drivers differ primarily in their frequency response. Together with the offered Horn CDH88 100x60 is an easy-to-integrate tweeter for high performance two-way speaker systems.



MUNDORF®PRO

Höhe Height	**Magnete** Magnets	**Technische Daten** Specs	**SPL mit Horn** SPL with horn	**Belastbarkeit** Capicity	**Impedanz** Impedance			**Seite** Page
Punkt-quelle 2" Point-source	7 mm	**88PP27R-7-323** 880-20000 Hz 94,7 dB		20 W F (fan) 60 W	6 R			7
	8 mm	**88PP27R-8-462-H** 870-17700 Hz 92,1 dB			4 R			8
	14 mm	**88PP27R-14-462-H** 762-15859 Hz 99,1 dB			4 R	Neuheit 2015		9
		88PP27R-14-462-HF 762-15900 Hz 99,1 dB			4 R	Neuheit 2015		10

AMT® Tweeter



2“ PunktQuelle 880Hz-20.000Hz
2“ PointSource 880Hz-20.000Hz

88PP27R-7-323





MUNDORF® PRO

Dieser Treiber wurde für den Einsatz ohne Horn optimiert. Er eignet sich besonders für Beschallungsanlagen in Diskotheken, Bühneninstallationen oder anspruchsvolle Kinobeschallung.

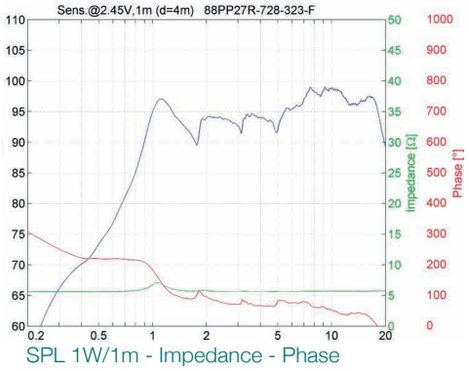
This driver has been optimized for unloaded applications. Especially for sound systems in clubs, stage installations or quality cinema speaker systems.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

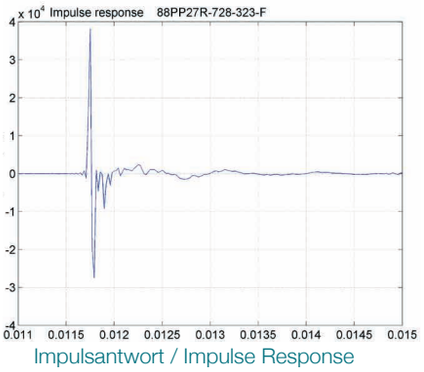
88PP27R-7-323	6 Ohm

Gemeinsame Daten

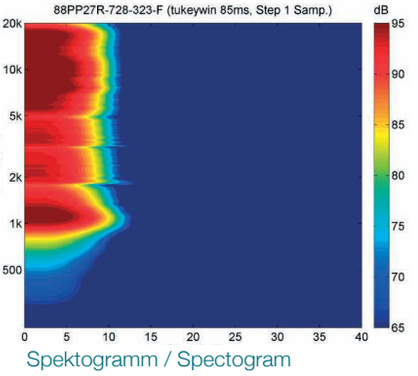
Sensitivity @ 1W/1m dB	94,7dB
Frequency Response (-6dB)	880Hz-20kHz
Power Handling (cont.rms)	20W
Power Handling with fan (cont.rms)	60W
Resonance Frequency (fs)	1100Hz



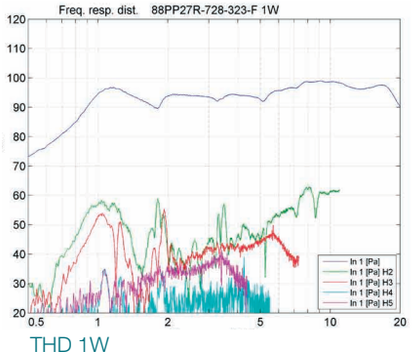
SPL 1W/1m - Impedance - Phase



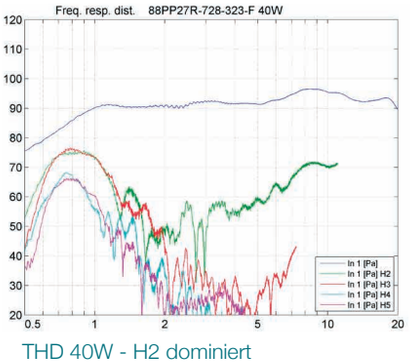
Impulsantwort / Impulse Response



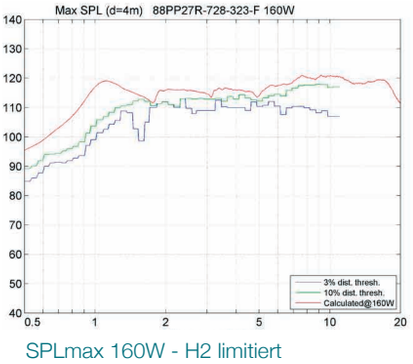
Spektogramm / Spectogram



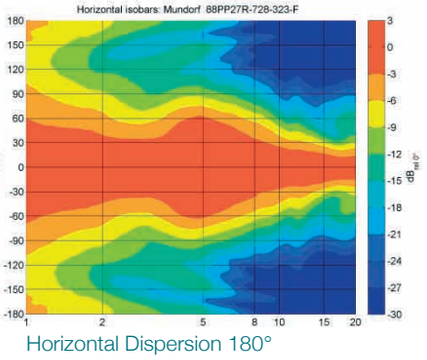
THD 1W



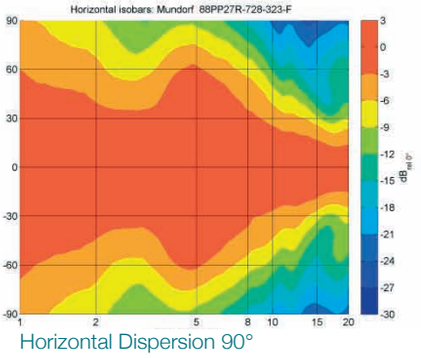
THD 40W - H2 dominiert



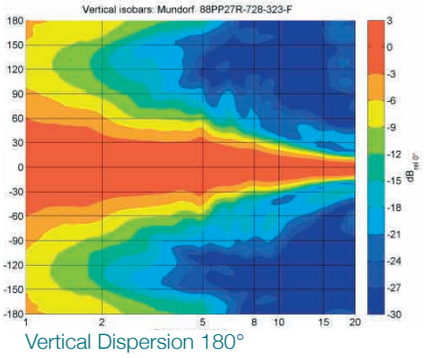
SPLmax 160W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°



Vertical Dispersion 180°

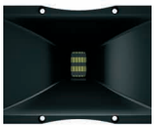


AMT® Tweeter

2“ PunktQuelle 840Hz-15.800Hz
2“ PointSource 840Hz-15.800Hz

88PP27R-8-462-H





MUNDORF® PRO

Dieser Treiber wurde für den Einsatz mit Horn optimiert. Er eignet sich besonders für Beschallungsanlagen in Diskotheken, Bühneninstallationen oder anspruchsvolle Kinobeschallung.

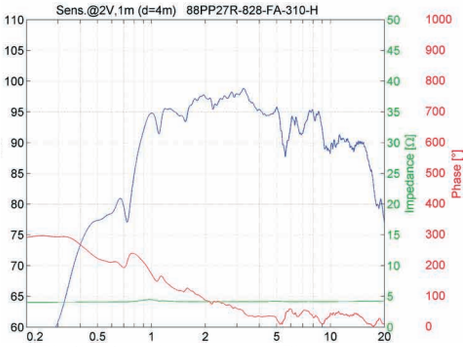
This driver has been optimized for loaded applications. Especially for sound systems in clubs, stage installations or quality cinema speaker systems.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

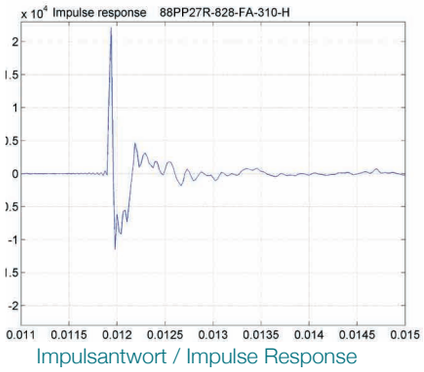
88PP27R-8-462-H	4,0 Ohm

Gemeinsame Daten

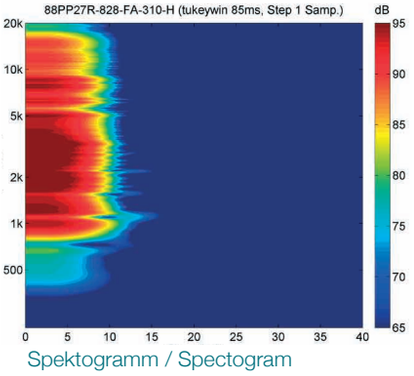
Sensitivity @ 1W/1m dB	95dB
Frequency Response (-6dB)	840Hz-15.800Hz
Power Handling (cont.rms)	20W
Power Handling with fan (cont.rms)	60W
Resonance Frequency (fs)	1000Hz
Resonance Frequency (fs) with CD Horn	1000Hz



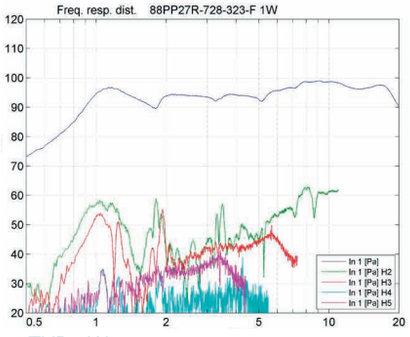
SPL 1W/1m - Impedance - Phase



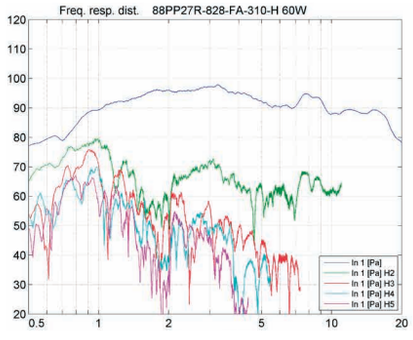
Impulsantwort / Impulse Response



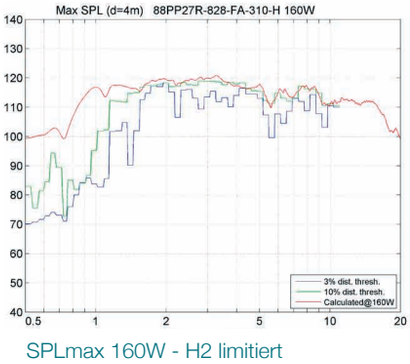
Spektogramm / Spectogram



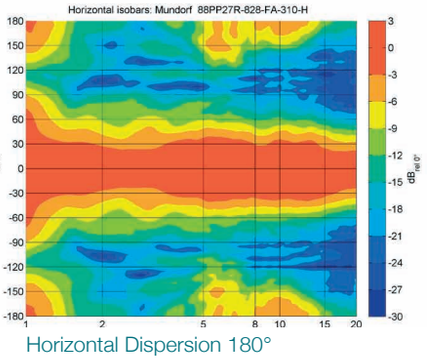
THD 1W



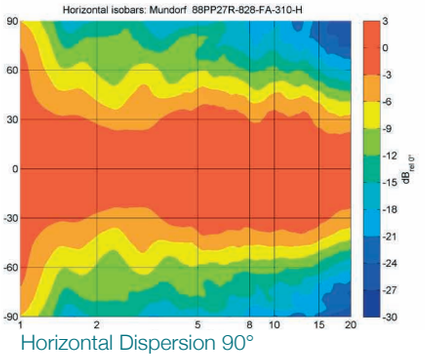
THD 60W - H2 dominiert



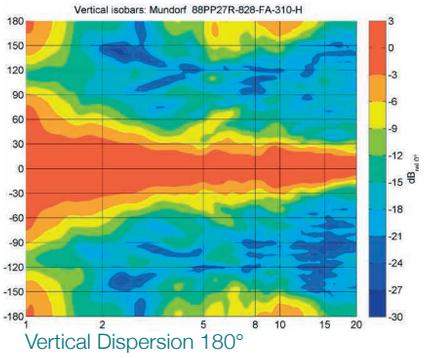
SPLmax 160W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°



Vertical Dispersion 180°



NEUHEIT 2015!
NEW Product 2015!

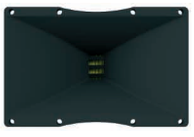
AMT® Tweeter

2“ PunktQuelle 760Hz-16.000Hz

2“ PointSource 760Hz-16.000Hz

88PP27R-14-462-H





MUNDORF® PRO

Dieser Treiber wurde für den Einsatz mit Horn optimiert. Er eignet sich besonders für Beschallungsanlagen in Diskotheken, Bühneninstallationen oder anspruchsvolle Kinobeschallung.

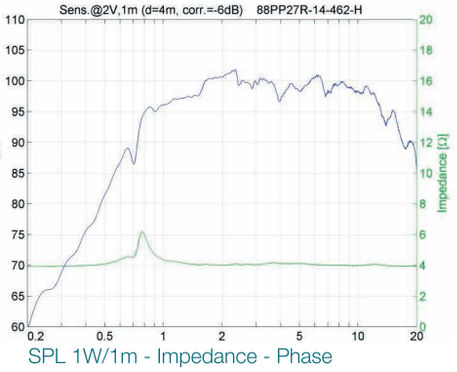
This driver has been optimized for loaded applications. Especially for sound systems in clubs, stage installations or quality cinema speaker systems.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

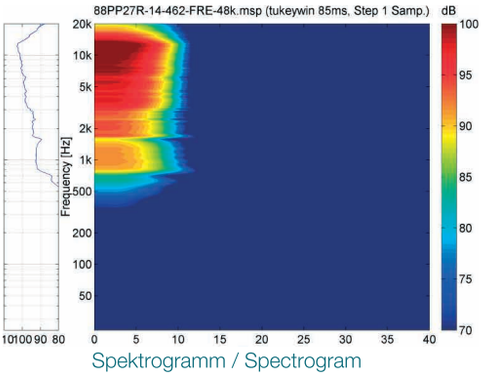
88PP27R-14-462-H	4,0 Ohm

Gemeinsame Daten

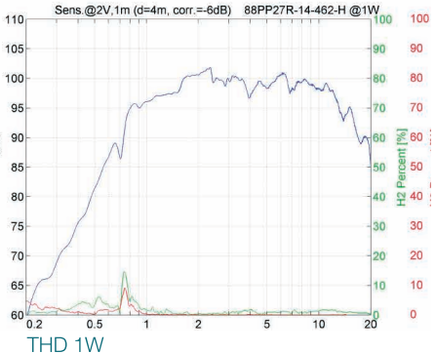
Sensitivity @ 1W/1m	99,1dB
Frequency Response (-6dB)	760-16000 Hz
Power Handling (cont. Sin)	20 W
Power Handling with fan	60 W
Resonance Frequency	900Hz



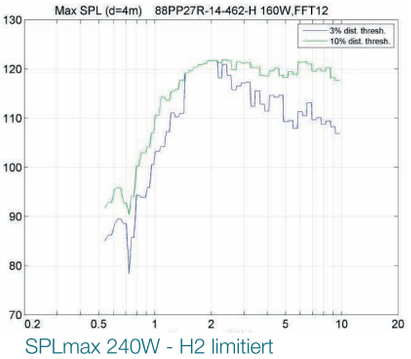
SPL 1W/1m - Impedance - Phase



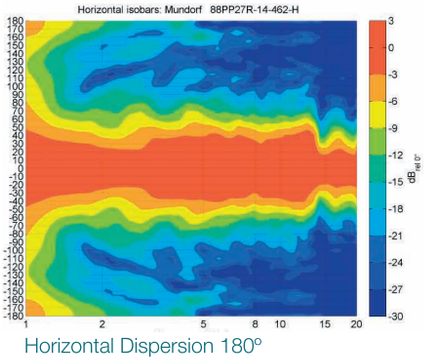
Spektrogramm / Spectrogram



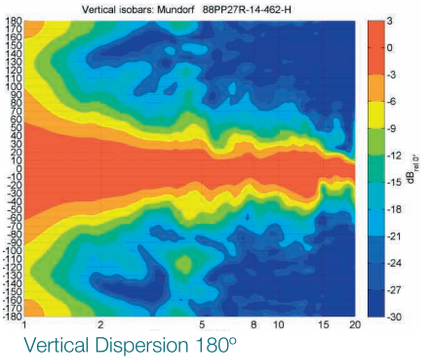
THD 1W



SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Vertical Dispersion 180°



NEUHEIT 2015!
NEW Product 2015!

AMT® Tweeter

2“ PunktQuelle 760Hz-16.000Hz

2“ PointSource 760Hz-16.900Hz

88PP27R-14-462-HF



MUNDORF®PRO

Dieser Treiber wurde für den Einsatz mit Horn optimiert. Er eignet sich besonders für Beschallungsanlagen in Diskotheken, Bühneninstallationen oder anspruchsvolle Kinobeschallung.

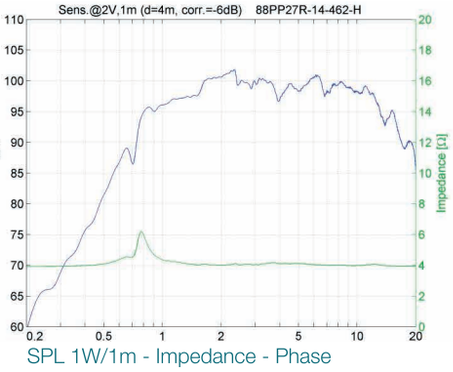
This driver has been optimized for loaded applications. Especially for sound systems in clubs, stage installations or quality cinema speaker systems.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

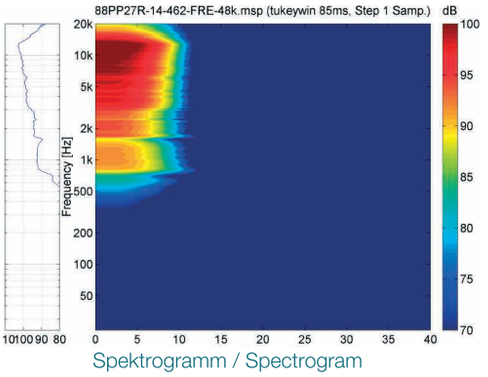
88PP27R-14-462-HF	4,0 Ohm

Gemeinsame Daten

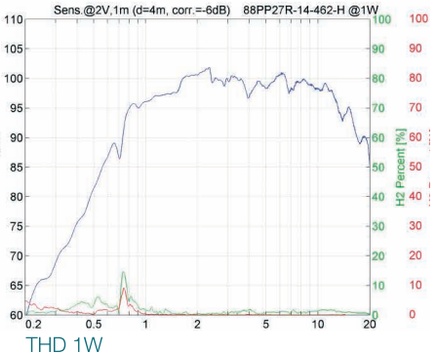
Sensitivity @ 1W/1m	99,1dB
Frequency Response (-6dB)	760-16000 Hz
Power Handling with fan	60 W
Resonance Frequency	900Hz



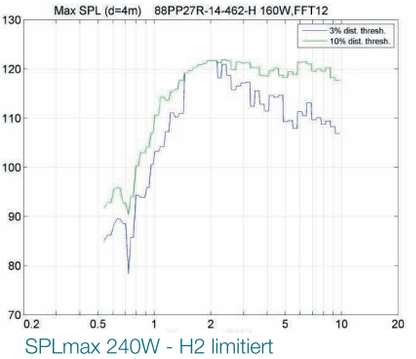
SPL 1W/1m - Impedance - Phase



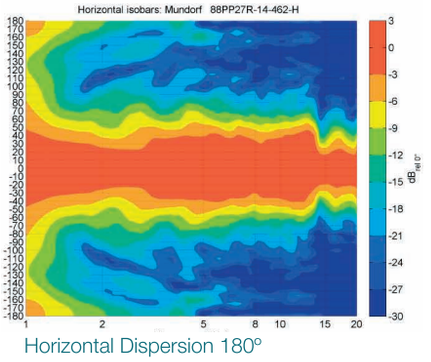
Spektrogramm / Spectrogram



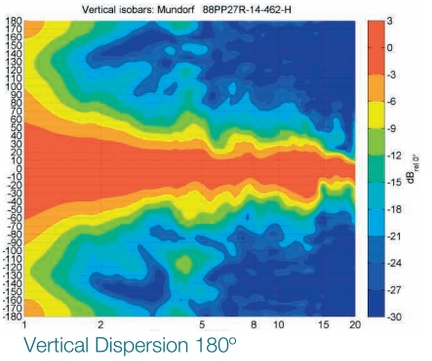
THD 1W



SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Vertical Dispersion 180°

MUNDORF® PRO

Mundorf Pro Linienstrahler AMT
Mundorf Pro Line Source AMT



Mit den Treibern der Mundorf Pro AMT Line Source Serie sind Sie in der Lage, Line Arrays zu realisieren, die höchstes klangliches Niveau mit höchster Zuverlässigkeit verbinden.

Auf den folgenden Seiten finden Sie einen Überblick über unsere Auswahl an 8“- Treibern. Entsprechende 6“ bis 12“ Treiber sind gelistet, aber hier nicht dargestellt. Die Produktpalette umfasst pro Treiberhöhe sechs Typen in den auf Seite 34 beschriebenen Bauformen R, F1 und F2. Bei den neuen -9 Typen wurde das Magnetsystem verstärkt und damit die Empfindlichkeit weiter erhöht und die magnetisch bedingte Power Kompression deutlich reduziert.

With our ProAMT Line Source series you are able to engineer line array systems that combine highest SPL and ultimate reliability.

On the following pages you will find an overview of our selection of 8“- drivers. Corresponding 6“ to 12“ drivers are listed, but not illustrated. The product range includes per driver the six types described on page 34 types R, F1 and F2. With the new -9 types, the magnet system has been strengthened and thus further increases the sensitivity and the magnetically induced power compression significant reduced.

Höhe Height	Magnete Magnets	Technische Daten Specs	SPL mit Horn SPL with horn	Belastbarkeit Capicity	Impedanz Impedance			Seite Page
Linien-quelle 6" Line-source	7 mm	**168PP27F1-7** 2150-20600 Hz 102,4 dB	2200-17800 Hz 107,2 dB	50 W F (fan) 130 W	6 R			
		168PP27F2-7 1500-20800 Hz 100 dB	1550-18100 Hz 104,5 dB		6 R			
		168PP27R-7 1120-23800 Hz 98 dB	1080-19600 Hz 101,5 dB		6 R			
	9 mm	**168PP27F1-9** 1870-23800 Hz 103,5 dB	1850-15700 Hz 108 dB		6 R			
		168PP27F2-9 1350-23200 Hz 103 dB	1260-15400 Hz 105,6 dB		6 R			
		168PP27R-9 1150-22400 Hz 99 dB	1100-22900 Hz 103 dB		6 R			

Höhe Height	Magnete Magnets	Technische Daten Specs	SPL mit Horn SPL with horn	Belastbarkeit Capicity	Impedanz 1 Impedance 1	Impedanz 2 Impedance 2	Impedanz 3 Impedance 3	Seite Page
Linien-quelle 8" Line-source	7 mm	**197PP27F1-7** 2000-15000 Hz 105 dB	107 dB	75 W F (fan) 200 W	4 R	6 R	12 R	14
								15
		197PP27F2-7 1400-18500 Hz 103 dB	106 dB		4 R	6 R	12 R	16
								17
		197PP27R-7 640-18800 Hz 100 dB	102,3 dB		4 R	6 R	12 R	18
								19
	9 mm	**197PP27F1-9** 1900-14800 Hz 107 dB	109,5 dB		4 R	6 R	12 R	20
								21
		197PP27F2-9 1300-15000 Hz 105,5 dB	107,5 dB		4 R	6 R	12 R	22
								23
		197PP27R-9 780-18300 Hz 102 dB	104,5 dB		4 R	6 R	12 R	24
								25

Höhe Height	Magnete Magnets	Technische Daten Specs	SPL mit Horn SPL with horn	Belastbarkeit Capicity	Impedanz 1 Impedance 1	Impedanz 2 Impedance 2		Seite Page
Linien-quelle 10" Line-source	7 mm	**248PP27F1-7** 2040-18000 Hz 106,5 dB	2000-16000 Hz 108,3 dB	95 W F (fan) 200 W	4 R	8 R		
		248PP27F2-7 1412-17840 104 dB	107 dB		4 R	8 R		
		248PP27R-7 800-18000 Hz 99 dB	704-17400 Hz 103,5 dB		4 R	8 R		
	9 mm	**248PP27F1-9** 1933-15380 Hz 108,1 dB	1880-14300 Hz 109,8 dB		4 R	8 R		
		248PP27F2-9 1284-16086 Hz 106,3 dB	1230-14500 108 dB		4 R	8 R		
		248PP27R-9 700-18320 Hz 102,5 dB	720-15200 105,1 dB		4 R	8 R		

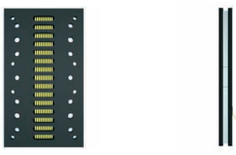
Höhe Height	Magnete Magnets	Technische Daten Specs	SPL mit Horn SPL with horn	Belastbarkeit Capicity	Impedanz Impedance			Seite Page
Linien-quelle 12" Line-source	9 mm	**328PP27R-9** 880-17320 Hz 103,5 dB	870-15676 Hz 106,9 dB	95 W F (fan) 240 W	10 R			26 27



8“ LinienQuelle 2000Hz-15.000Hz

8“ LineSource 2000Hz-15.000Hz

197PP27F1-7



MUNDORF® PRO

8“- AMT für Line Array-Anwendungen. Höchster Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung

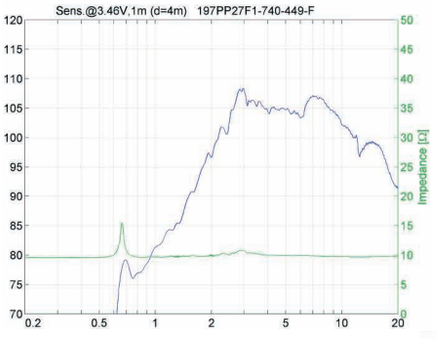
8“- AMT for Line Array-Applications. Highest sensitivity at given height and magnet dimensions.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

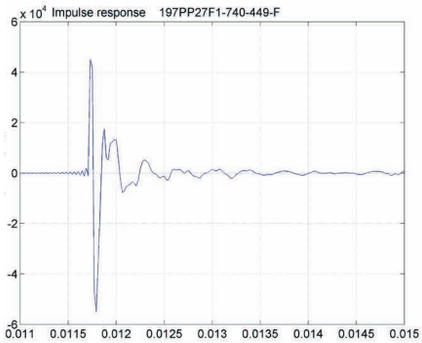
197PP27F1-7-452	4 Ohm
197PP27F1-7-458	6 Ohm
197PP27F1-7-449	12 Ohm

Gemeinsame Daten

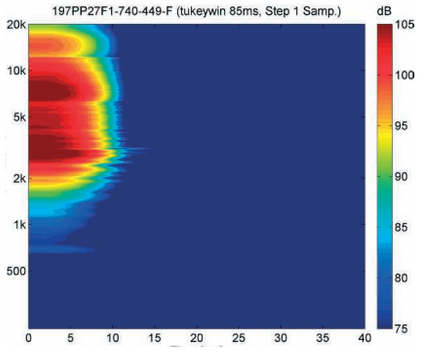
Sensitivity @ 1W/1m	105 dB
Frequency Response (-6dB)	2.000-15.000 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	650 Hz



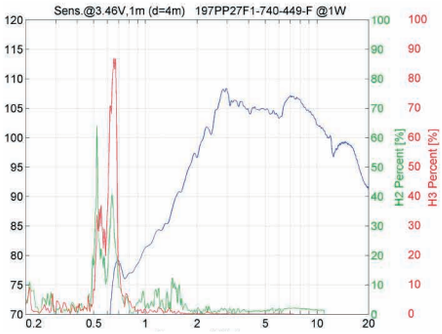
SPL 1W/1m - Impedance



Impulsantwort / Impulse Response



Spektogramm / Spectogram



THD 1W



8“ LinienQuelle 2000Hz-15.000Hz

8“ LineSource 2000Hz-15.000Hz

197PP27F1-7-H





MUNDORF® PRO

8“- AMT für Line Array-Anwendungen. Höchster Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Mit CD-Horn.

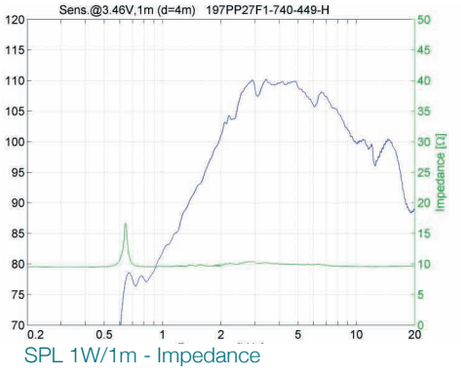
8“- AMT for Line Array-Applications. Highest sensitivity at given height and magnet dimensions. With CD-Horn.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

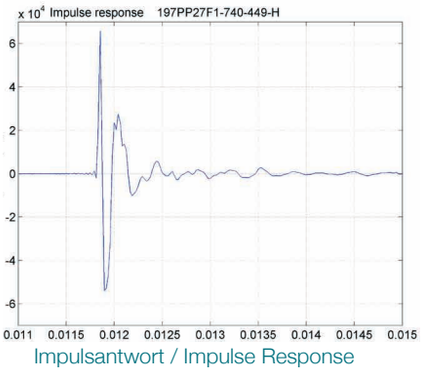
197PP27F1-7-452-H	4 Ohm
197PP27F1-7-458-H	6 Ohm
197PP27F1-7-449-H	12 Ohm

Gemeinsame Daten

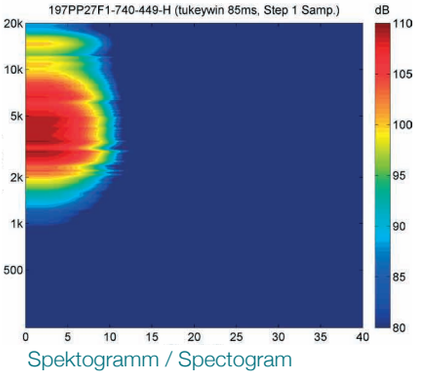
Sensitivity @ 1W/1m	107 dB
Frequency Response (-6dB)	2.000-15.000 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	650 Hz



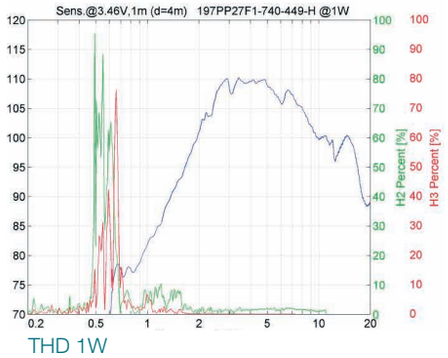
SPL 1W/1m - Impedance



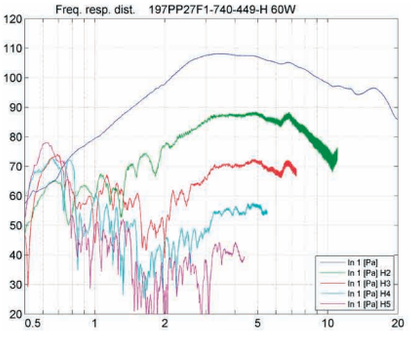
Impulsantwort / Impulse Response



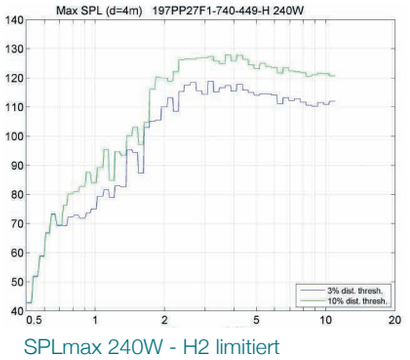
Spektogramm / Spectogram



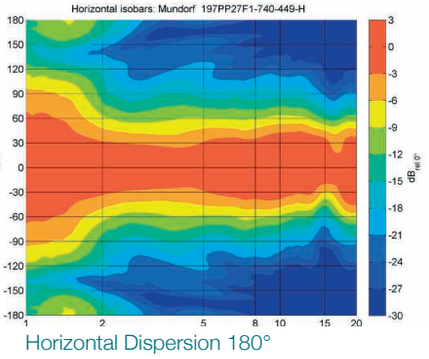
THD 1W



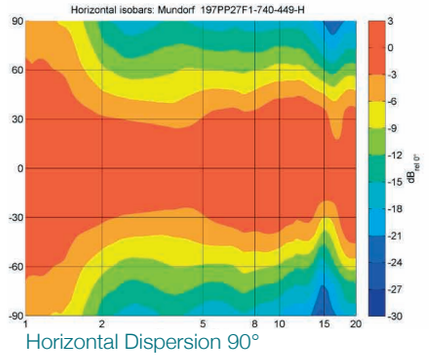
THD 60W - H2 dominiert



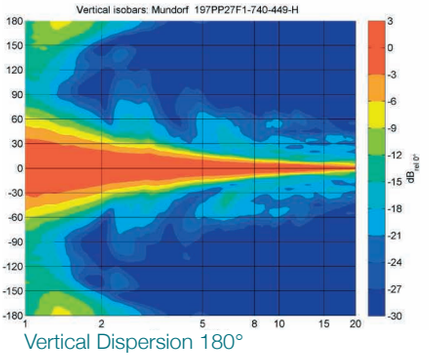
SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°



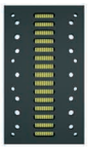
Vertical Dispersion 180°



8“ LinienQuelle 1400Hz-18.500Hz

8“ LineSource 1400Hz-18.500Hz

197PP27F2-7





MUNDORF® PRO

8“- AMT für Line Array-Anwendungen. Mittlerer Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Erweiterter Frequenzbereich.

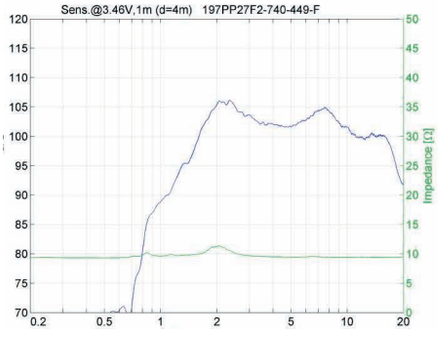
8“- AMT for Line Array-Applications. Medium sensitivity at given height and magnet dimensions. Extended frequency range.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

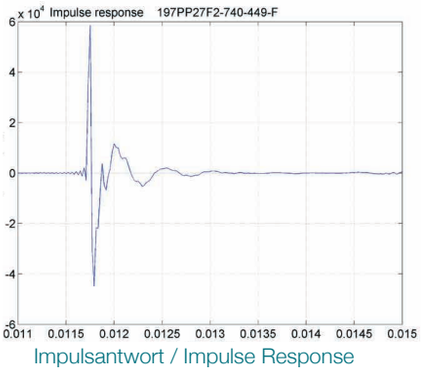
197PP27F2-7-452	4 Ohm
197PP27F2-7-458	6 Ohm
197PP27F2-7-449	12 Ohm

Gemeinsame Daten

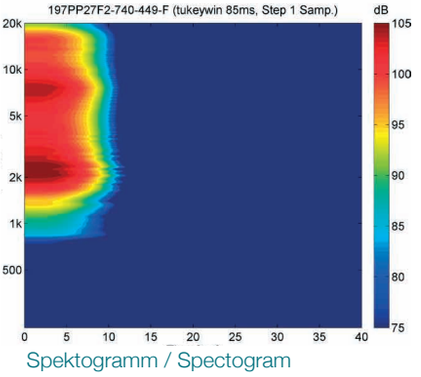
Sensitivity @ 1W/1m	103 dB
Frequency Response (-6dB)	1.400-18.500 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	700 Hz



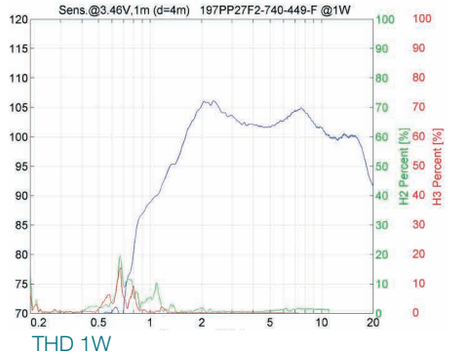
SPL 1W/1m - Impedance



Impulsantwort / Impulse Response



Spektogramm / Spectogram



THD 1W

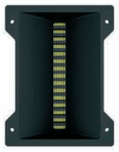


8“ LinienQuelle 1500Hz-18.500Hz

8“ LineSource 1500Hz-18.500Hz

197PP27F2-7-H





MUNDORF® PRO

8“- AMT für Line Array- Anwendungen. Mittlerer Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Erweiterter Frequenzbereich. Mit CD-Horn.

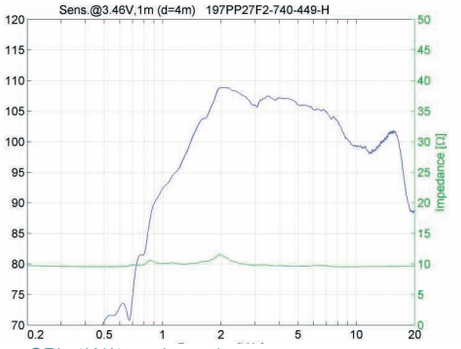
8“- AMT for Line Array-Applications. Medium sensitivity at given height and magnet dimensions. Extended frequency range. With CD-horn.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

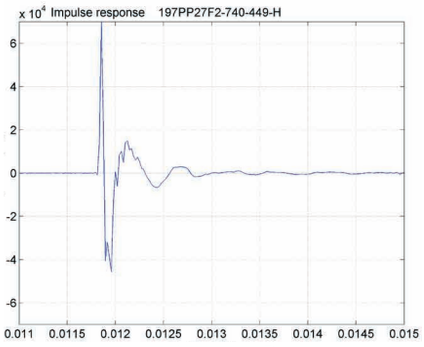
197PP27F2-7-452-H	4 Ohm
197PP27F2-7-458-H	6 Ohm
197PP27F2-7-449-H	12 Ohm

Gemeinsame Daten

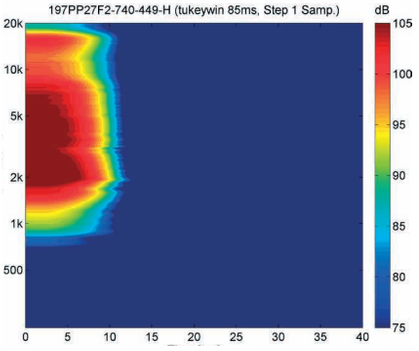
Sensitivity @ 1W/1m	106 dB
Frequency Response (-6dB)	1.500-18.500 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	700 Hz



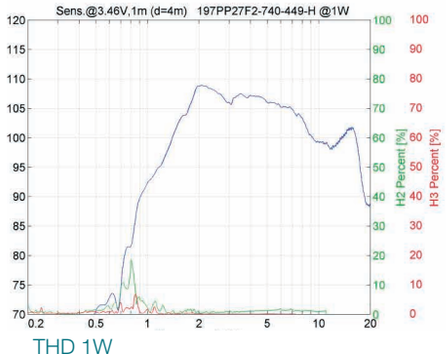
SPL 1W/1m - Impedance



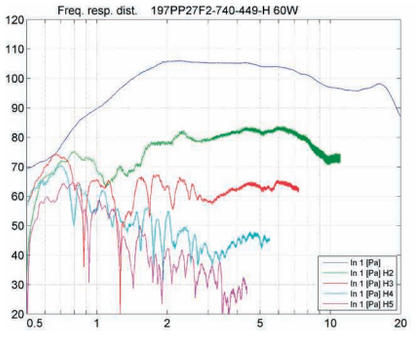
Impulsantwort / Impulse Response



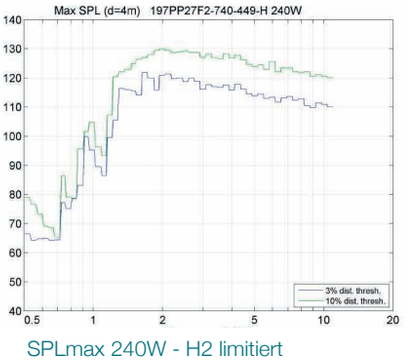
Spektogramm / Spectogram



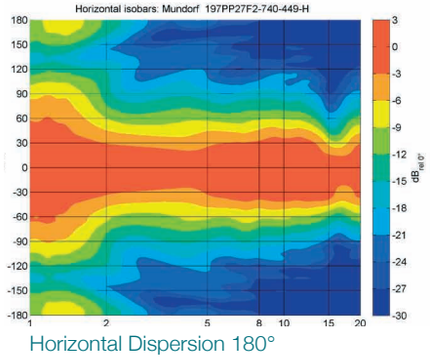
THD 1W



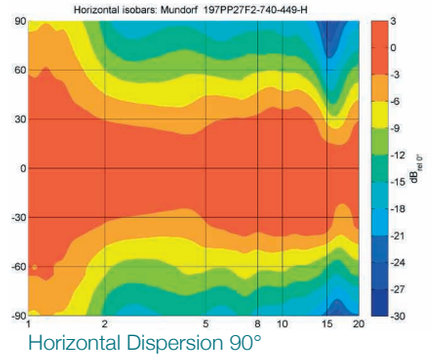
THD 60W - H2 dominiert



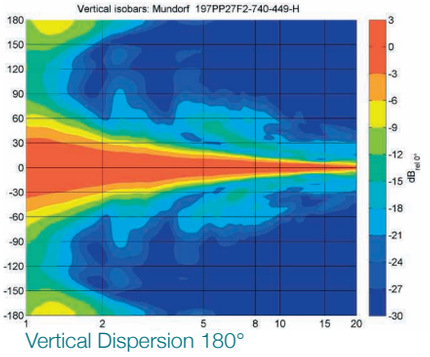
SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°



Vertical Dispersion 180°

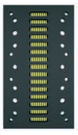


8“ LinienQuelle 640Hz-18.800Hz

8“ LineSource 640Hz-18.800Hz

197PP27R-7





MUNDORF® PRO

8“- AMT für Line Array- Anwendungen. Größter Freqenzumfang bei gegebener Höhe und Magnet-abmessung.

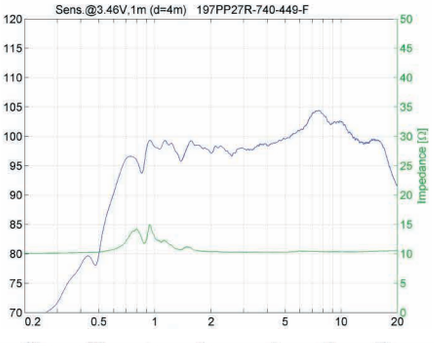
8“- AMT for Line Array- Applications. Widest frequency range at given height and magnet dimensions.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

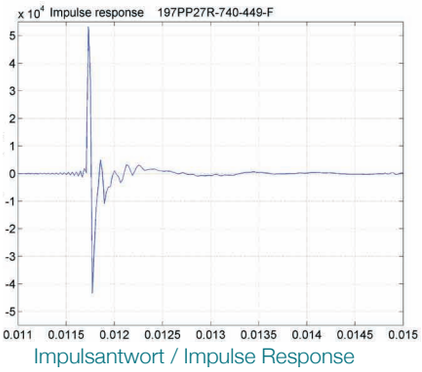
197PP27R-7-452	4 Ohm
197PP27R-7-458	6 Ohm
197PP27R-7-449	12 Ohm

Gemeinsame Daten

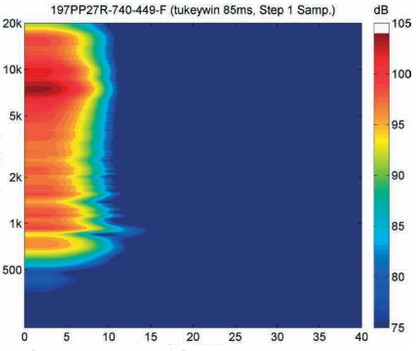
Sensitivity @ 1W/1m	100 dB
Frequency Response (-6dB)	640-18.800 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	700 Hz



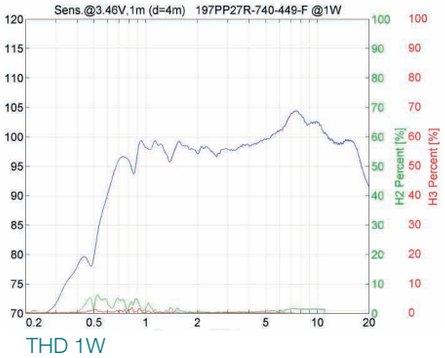
SPL 1W/1m - Impedance



Impulsantwort / Impulse Response



Spektogramm / Spectogram



THD 1W



8“ LinienQuelle 660Hz-17.200Hz
8“ LineSource 660Hz-17.200Hz

197PP27R-7-H





MUNDORF® PRO

8“-AMT für Line Array-Anwendungen.Größter Frequenzumfang bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Mit CD-Horn.

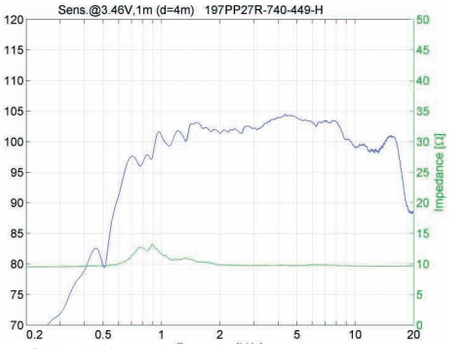
8“-AMT for Line Array-Applications. Widest frequency range at given height and magnet dimensions. With CD-horn.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

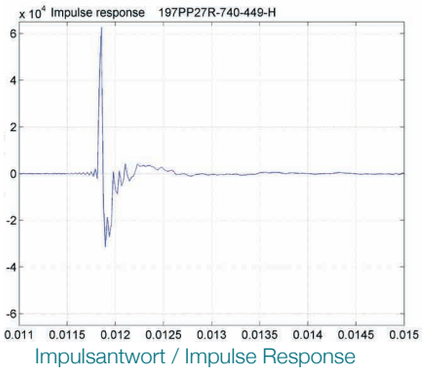
197PP27R-7-452-H	4 Ohm
197PP27R-7-458-H	6 Ohm
197PP27R-7-449-H	12 Ohm

Gemeinsame Daten

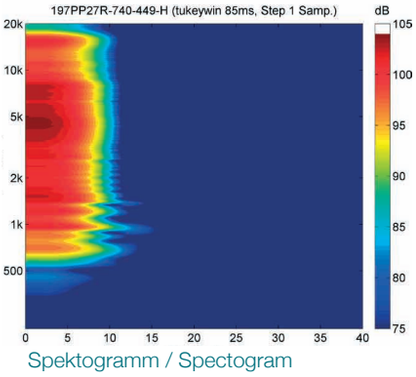
Sensitivity @ 1W/1m	102,3 dB
Frequency Response (-6dB)	660-17.200 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	700 Hz



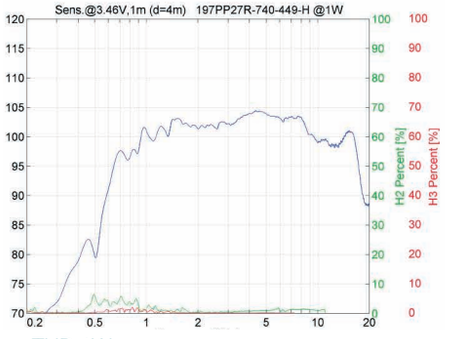
SPL 1W/1m - Impedance



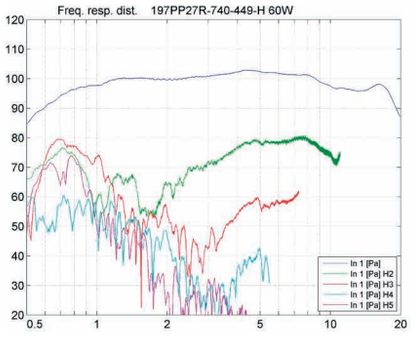
Impulsantwort / Impulse Response



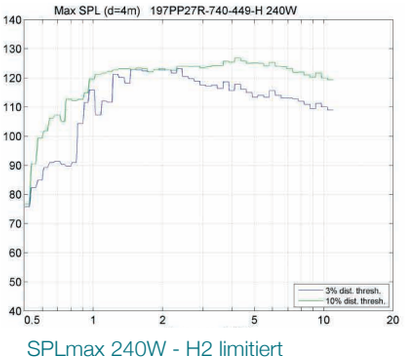
Spektogramm / Spectogram



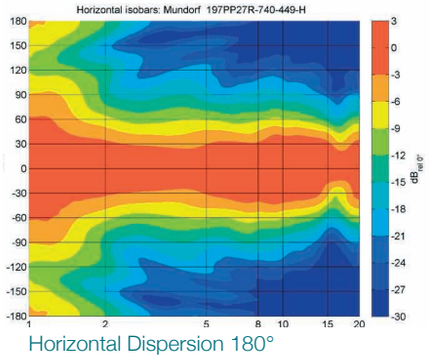
THD 1W



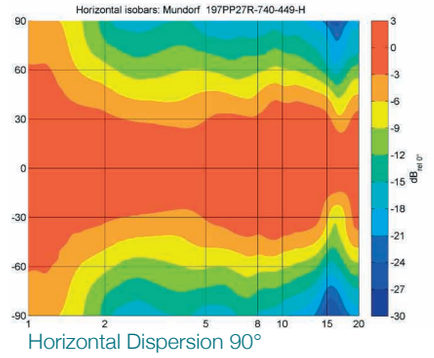
THD 60W - H2 dominiert



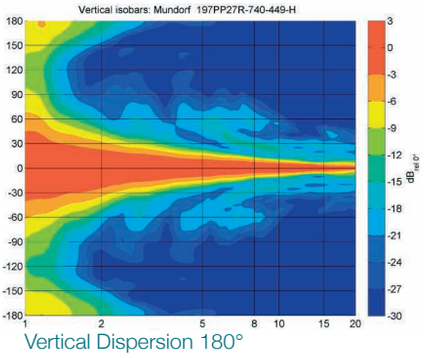
SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°



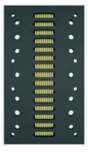
Vertical Dispersion 180°



8“ LinienQuelle 1900Hz-14.800Hz

8“ LineSource 1900Hz-14.800Hz

197PP27F1-9





MUNDORF®PRO

8“-AMT mit verstärktem Magnetsystem für Line Array-Anwendungen. Höchster Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung

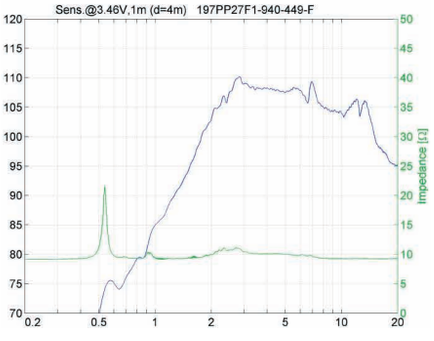
8“-AMT with enforced magnet system for Line Array-Applications. Highest sensitivity at given height and magnet dimensions.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

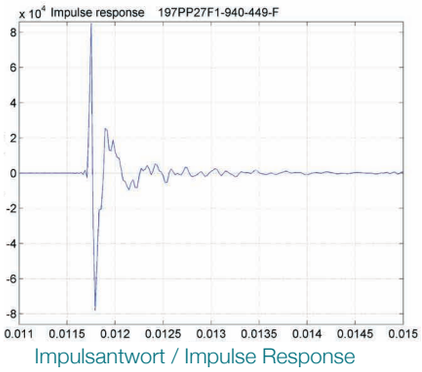
197PP27F1-9-452	4 Ohm
197PP27F1-9-458	6 Ohm
197PP27F1-9-449	12 Ohm

Gemeinsame Daten

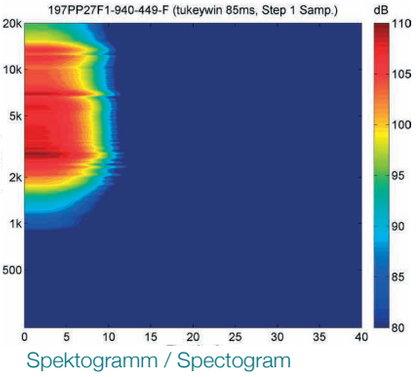
Sensitivity @ 1W/1m	107 dB
Frequency Response (-6dB)	1.900-14.800 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	650 Hz



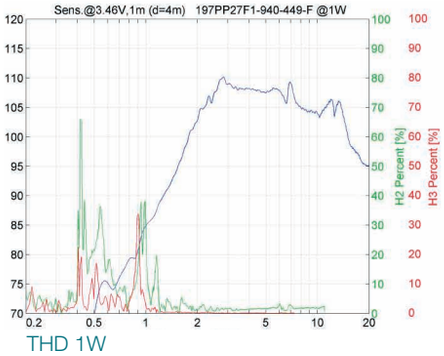
SPL 1W/1m - Impedance



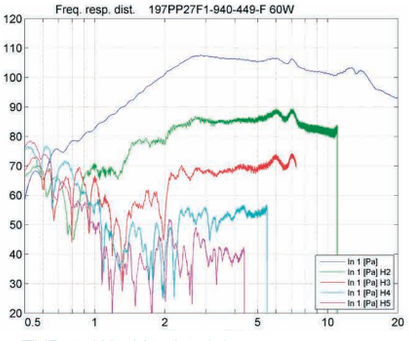
Impulsantwort / Impulse Response



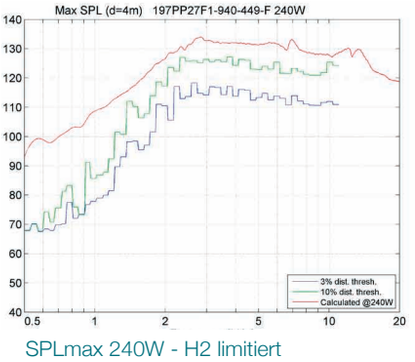
Spektogramm / Spectogram



THD 1W



THD 60W - H2 dominiert



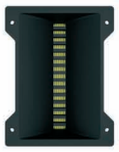
SPLmax 240W - H2 limitiert



8“ LinienQuelle 1.850Hz-13.900Hz
8“ LineSource 1.850Hz-13.900Hz

197PP27F1-9-H





MUNDORF® PRO

8“-AMT mit verstärktem Magnetsystem für Line Array-Anwendungen. Höchster Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Mit CD-Horn.

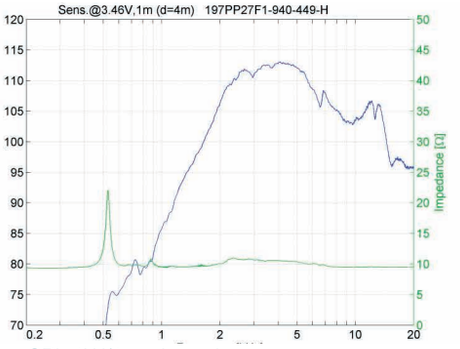
8“-AMT with enforced magnet system for Line Array- Applications. Highest sensitivity at given height and magnet dimensions. With CD-horn.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

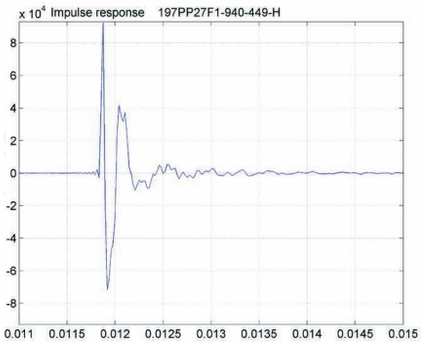
197PP27F1-9-452-H	4 Ohm
197PP27F1-9-458-H	6 Ohm
197PP27F1-9-449-H	12 Ohm

Gemeinsame Daten

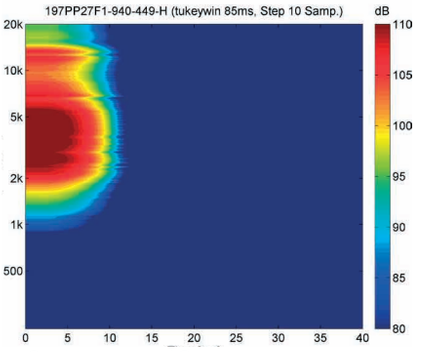
Sensitivity @ 1W/1m	109,5 dB
Frequency Response (-6dB)	1.850-13.900 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	650 Hz



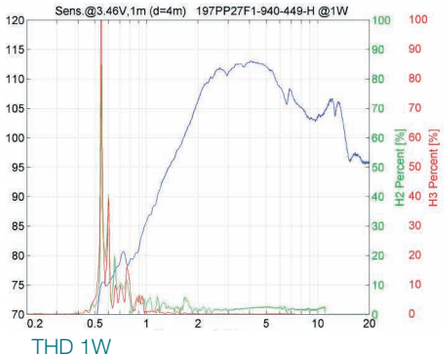
SPL 1W/1m - Impedance



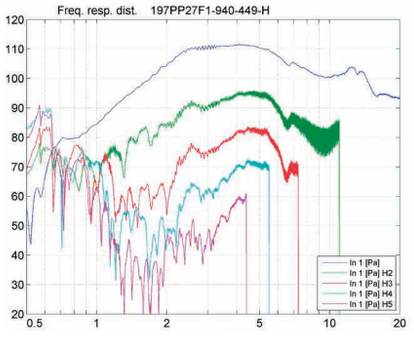
Impulsantwort / Impulse Response



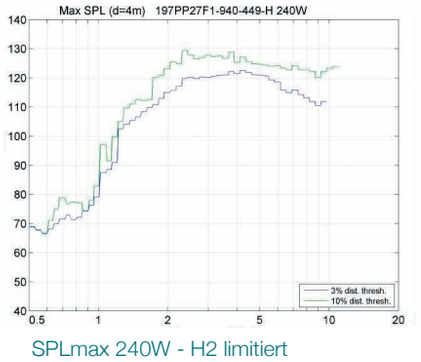
Spektogramm / Spectogram



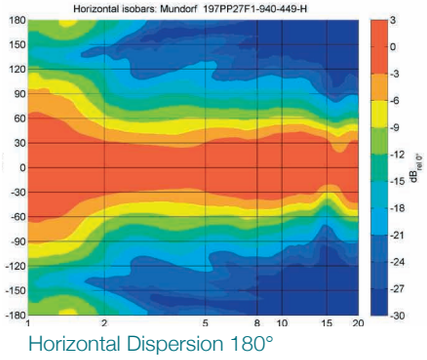
THD 1W



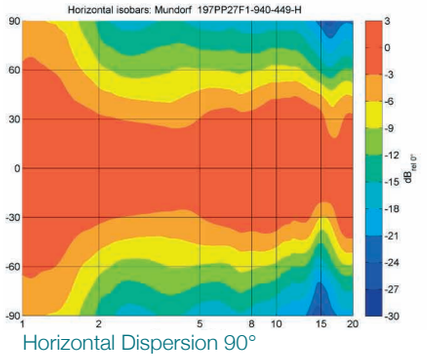
THD 60W - H2 dominiert



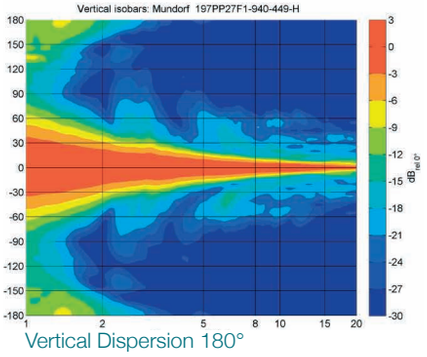
SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°

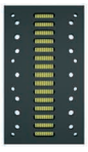
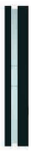


Vertical Dispersion 180°



8“ LinienQuelle 1300Hz-15.000Hz
8“ LineSource 1300Hz-15.000Hz

197PP27F2-9

MUNDORF® PRO

8“- AMT mit verstärktem Magnetsystem für Line Array-Anwendungen. Mittlerer Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Erweiterter Frequenzbereich.

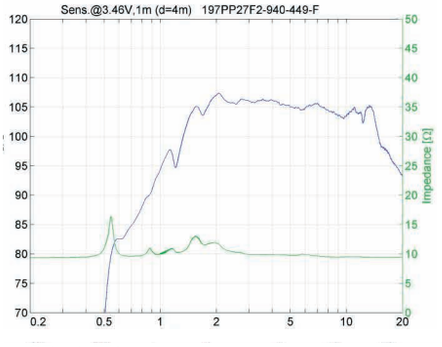
8“-AMT with enforced magnet system for Line Array-Applications. Medium sensitivity at given height and magnet dimensions. Extended frequency range.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

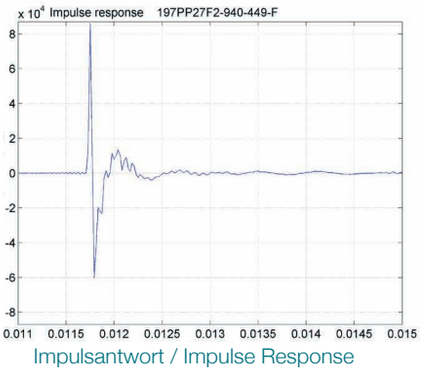
197PP27F2-9-452	4 Ohm
197PP27F2-9-458	6 Ohm
197PP27F2-9-449	12 Ohm

Gemeinsame Daten

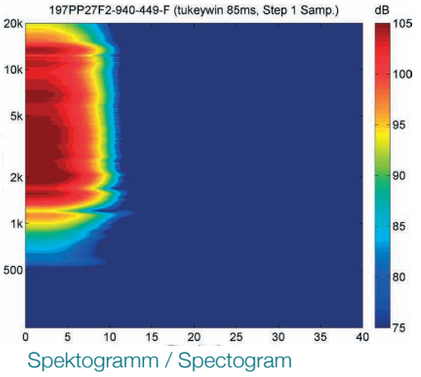
Sensitivity @ 1W/1m	105,5 dB
Frequency Response (-6dB)	1.300-15.000 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	700 Hz



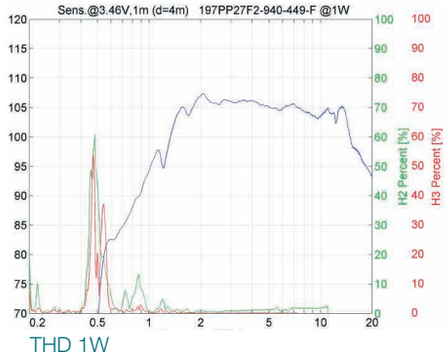
SPL 1W/1m - Impedance



Impulsantwort / Impulse Response



Spektogramm / Spectogram

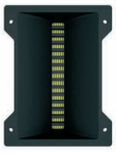


THD 1W



8“ LinienQuelle 1240Hz-14.000Hz
8“ LineSource 1240Hz-14.000Hz

197PP27F2-9-H

MUNDORF® PRO

8“- AMT mit verstärktem Magnetsystem für Line Array-Anwendungen. Mittlerer Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Erweiterter Frequenzbereich. Mit CD-Horn.

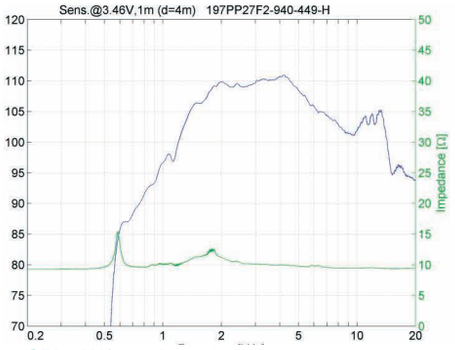
8“- AMT with enforced magnet system. Medium sensitivity at given height and magnet dimensions. Extended frequency range. With CD-horn.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

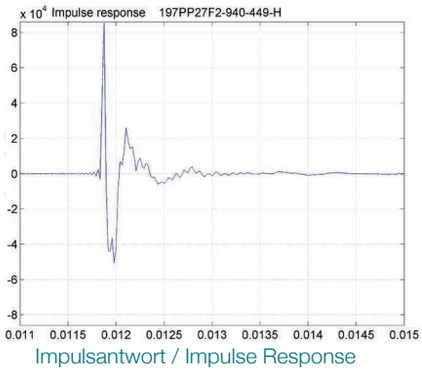
197PP27F2-9-452-H	4 Ohm
197PP27F2-9-458-H	6 Ohm
197PP27F2-9-449-H	12 Ohm

Gemeinsame Daten

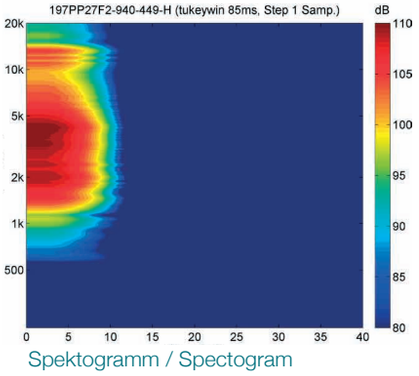
Sensitivity @ 1W/1m	107,5 dB
Frequency Response (-6dB)	1.240-14.000 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	700 Hz



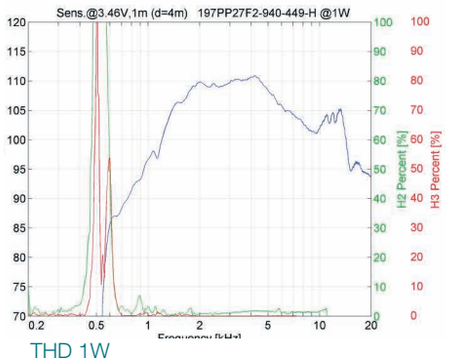
SPL 1W/1m - Impedance



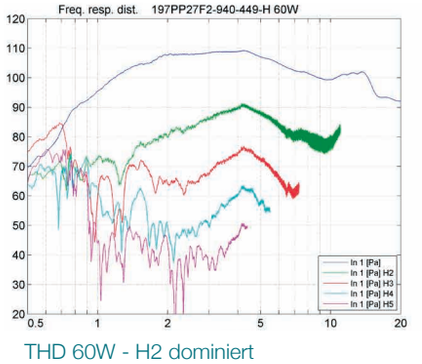
Impulsantwort / Impulse Response



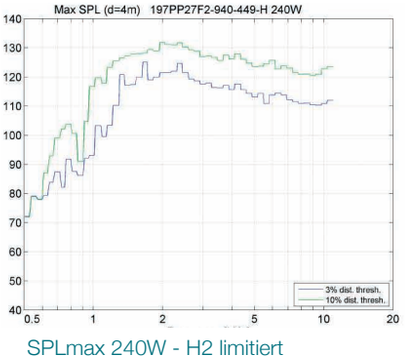
Spektogramm / Spectogram



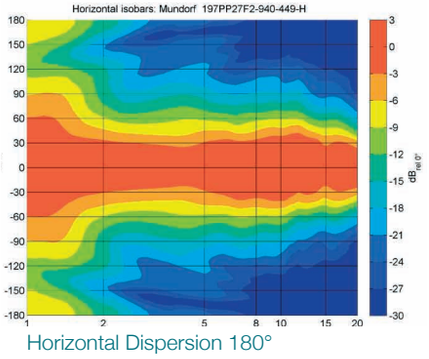
THD 1W



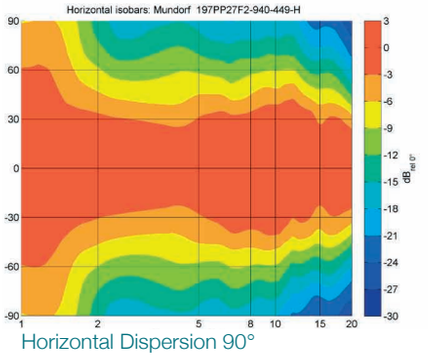
THD 60W - H2 dominiert



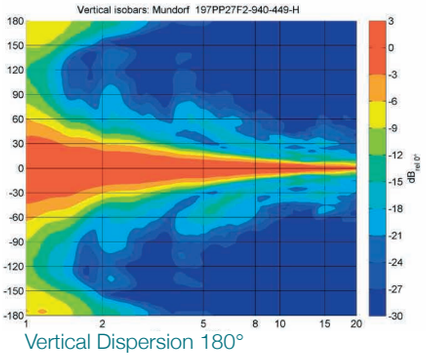
SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°



Vertical Dispersion 180°



8“ LinienQuelle 780Hz-18.300Hz
8“ LineSource 780Hz-18.300Hz

197PP27R-9



MUNDORF®PRO

8“-AMT mit verstärktem Magnetsystem für Line Array-Anwendungen. Größter Freqenzumfang bei gegebener Höhe und Magnetabmessung.

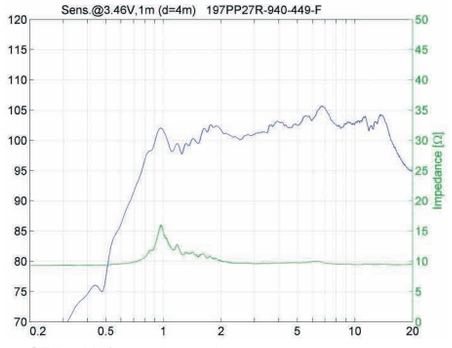
8“-AMT with enforced magnet system for Line Array-Applications. Widest frequency range at given height and magnet dimensions.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

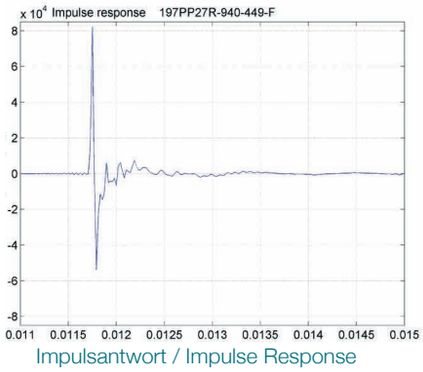
197PP27R-9-452	4 Ohm
197PP27R-9-458	6 Ohm
197PP27R-9-449	12 Ohm

Gemeinsame Daten

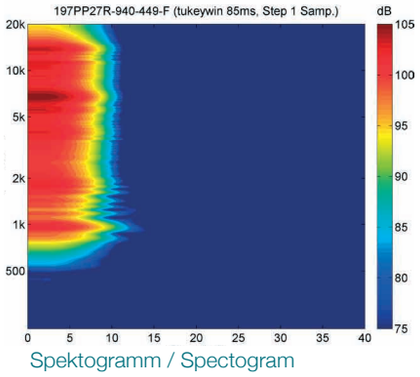
Sensitivity @ 1W/1m	102 dB
Frequency Response (-6dB)	780-18.300 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	1000 Hz



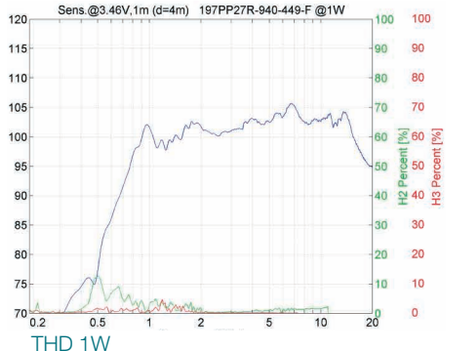
SPL 1W/1m - Impedance



Impulsantwort / Impulse Response



Spektogramm / Spectogram



THD 1W

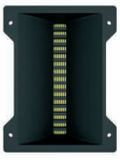


8“ LinienQuelle 820Hz-15.000Hz

8“ LineSource 820Hz-15.000Hz

197PP27R-9-H





MUNDORF® PRO

8“- AMT mit verstärktem Magnetsystem für Line Array- Anwendungen. Größter Freqenzumfang bei gegebener Höhe und Magnetabmessung. Mit CD-Horn.

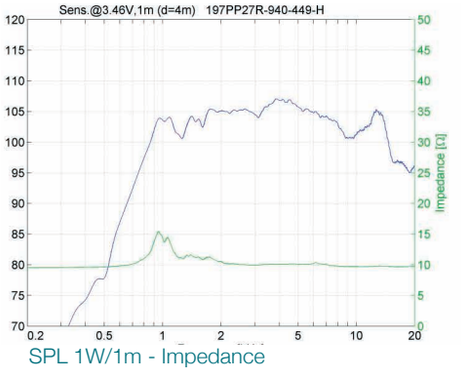
8“-AMT with enforced magnet system for Line Array-Applications. Widest frequency range at given height and magnet dimensions. With CD-horn.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

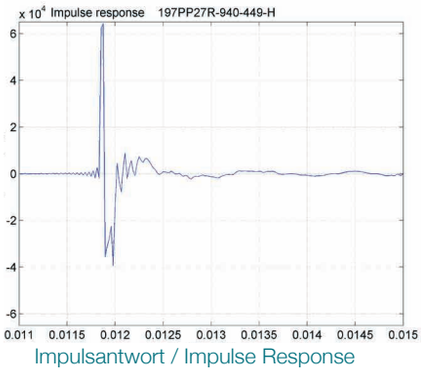
197PP27R-9-452-H	4 Ohm
197PP27R-9-458-H	6 Ohm
197PP27R-9-449-H	12 Ohm

Gemeinsame Daten

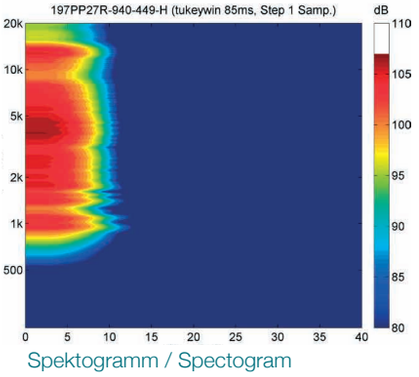
Sensitivity @ 1W/1m	104,5 dB
Frequency Response (-6dB)	820-15.000 Hz
Power Handling (cont. Sin)	75 W
Power Handling with fan	200W
Resonance Frequency	1000 Hz



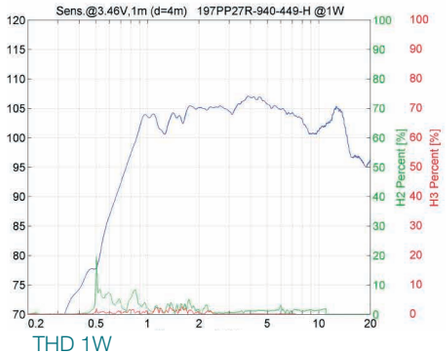
SPL 1W/1m - Impedance



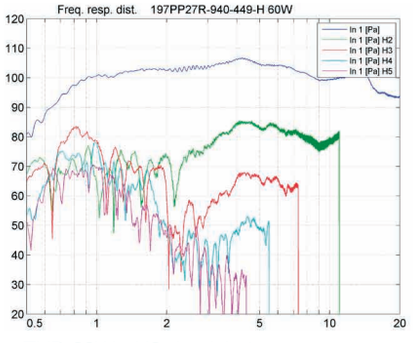
Impulsantwort / Impulse Response



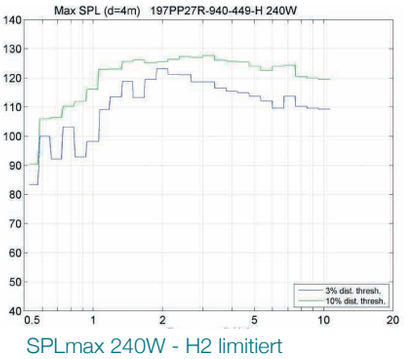
Spektogramm / Spectogram



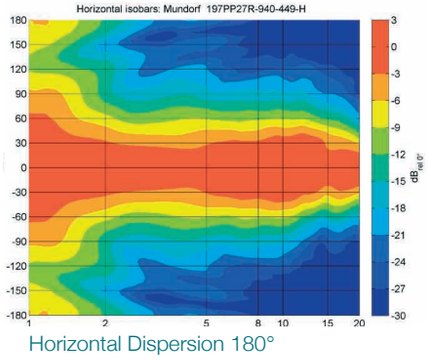
THD 1W



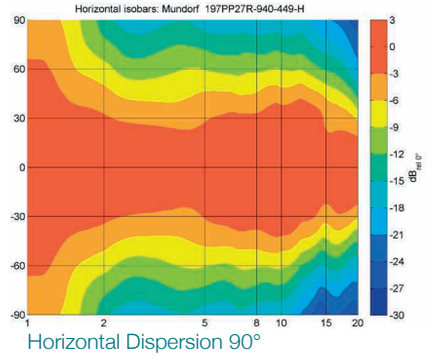
THD 60W - H2 dominiert



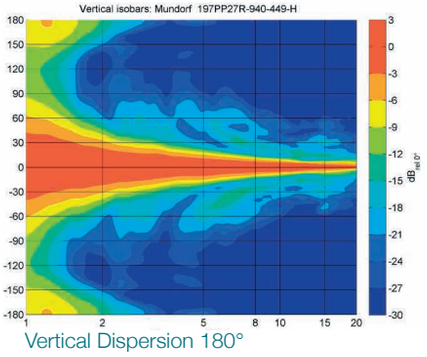
SPLmax 240W - H2 limitiert



Horizontal Dispersion 180°



Horizontal Dispersion 90°



Vertical Dispersion 180°



NEUHEIT 2015!
NEW Product 2015!

AMT® Tweeter

12“ LinienQuelle 880Hz-17.320Hz

12“ LineSource 880Hz-17.320Hz

328PP27R-9-463





MUNDORF® PRO

12“-AMT mit verstärktem Magnetsystem für Line Array-Anwendungen. Höchster Schalldruck bei gegebener Höhe und Magnetabmessung

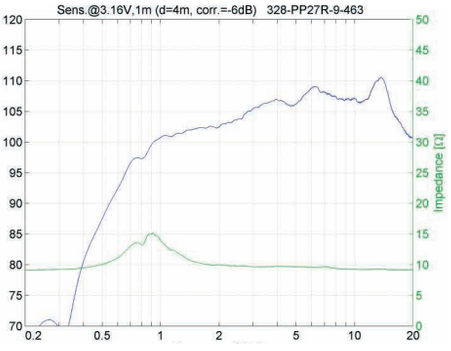
12“-AMT with enforced magnet system for Line Array-Applications. Highest sensitivity at given height and magnet dimensions.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

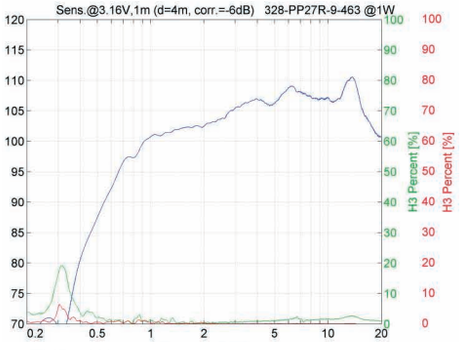
328PP27R-9-463	10,0 Ohm

Gemeinsame Daten

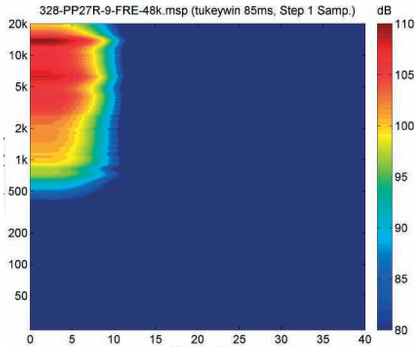
Sensitivity @ 1W/1m	103,5 dB
Frequency Response (-6dB)	880-17320 Hz
Power Handling (cont. Sin)	95 W
Power Handling with fan	240 W
Resonance Frequency	900 Hz



SPL 1W/1m - Impedance - Phase



THD 1W



Spektogramm / Spectogram



NEUHEIT 2015!
NEW Product 2015!

AMT Tweeter®

12“ LinienQuelle 870Hz-15.700Hz

12“ LineSource 870Hz-17.700Hz

328PP27R-9-463-H





MUNDORF®PRO

Dieser Treiber wurde für den Einsatz mit Horn optimiert. Er eignet sich besonders für Beschallungsanlagen in Diskotheken, Bühneninstallationen oder anspruchsvolle Kinobeschallung.

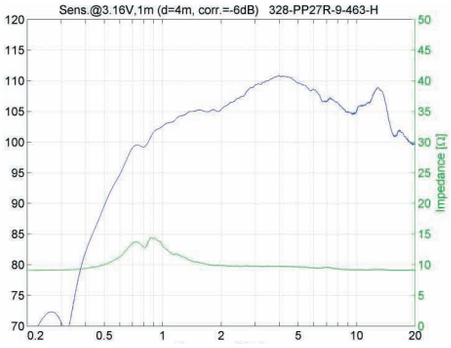
This driver has been optimized for loaded applications. Especially for sound systems in clubs, stage installations or quality cinema speaker systems.

Kenndaten der verfügbaren Impedanzen

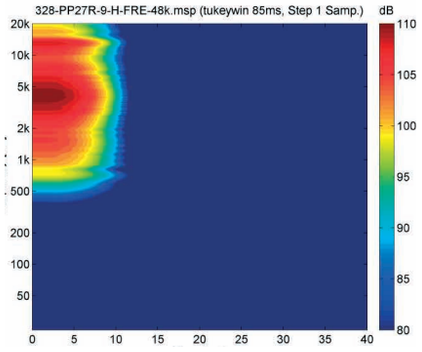
328PP27R-9-463-H	10,0 Ohm

Gemeinsame Daten

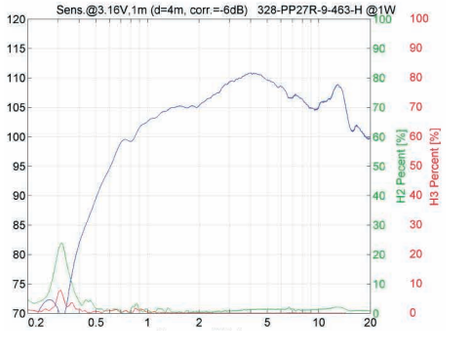
Sensitivity @ 1W/1m	106,9
Frequency Response (-6dB)	870-15700 Hz
Power Handling (cont. Sin)	95 W
Power Handling with fan	240 W
Resonance Frequency	800 Hz



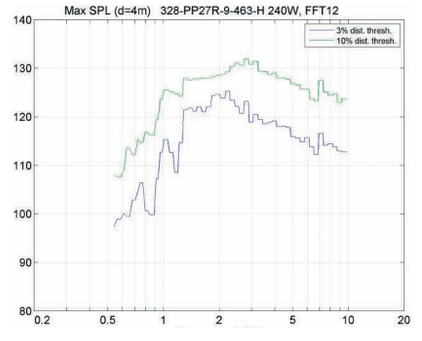
SPL 1W/1m - Impedance



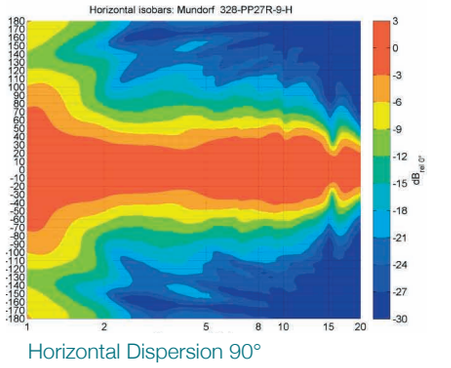
Spektogramm / Spectogram



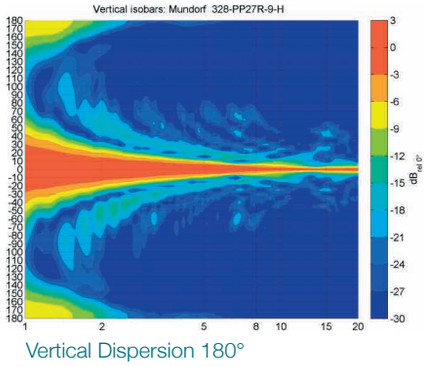
THD 60W - H2 dominiert



SPLmax 240W - H2 limitiert

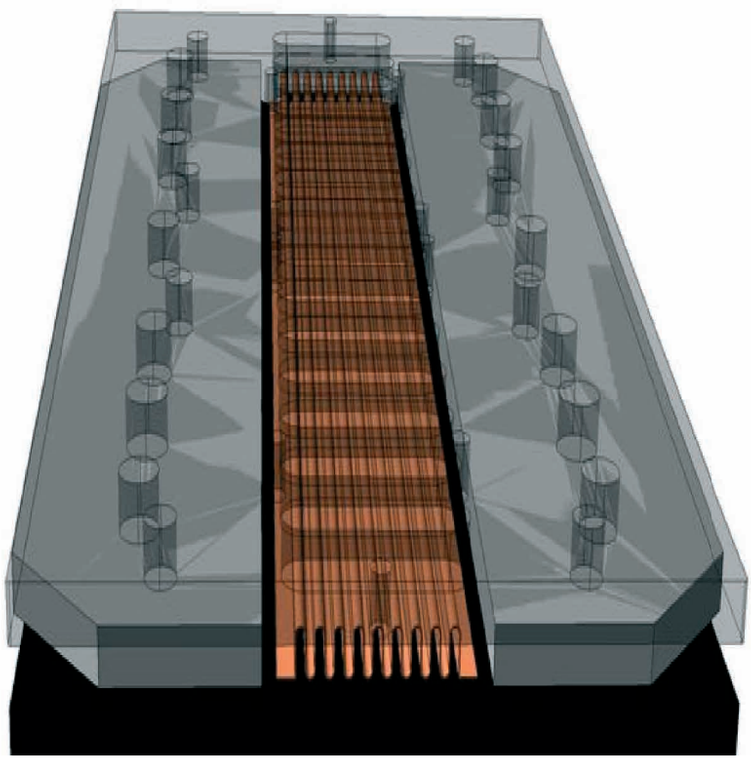


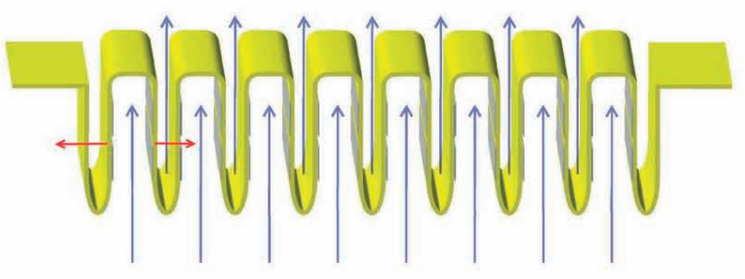
Horizontal Dispersion 90°



Vertical Dispersion 180°

Vorzüge des AMT
Advantages of AMT





Einzigartige Membran Geometrie

Anders als bei allen anderen Schallwandlern bewegt sich beim AMT die Membran zur Schallerzeugung nicht vor und zurück sondern seitlich. Die AMT Membran ist zick-zack-förmig gefaltet, wodurch – ähnlich einem in Falten hängenden Vorhang - eine Vielzahl von Taschen entsteht. Strom + Magnetfeld setzen die Flanken der Taschen seitlich in Bewegung, d.h. die Taschen schließen und öffnen sich, um die Luft heraus zu pressen bzw. anzusaugen.

Unique Diaphragm Design

Unlike with all other transducers the AMT diaphragm does not move back and forth. Instead, its diaphragm is folded in zickzack shape – like a hanging curtain – and placed between opposing magnets. When signal current is passed it starts oscillating in the plane of the diaphragm with foldings contracting and expanding, thus squeezing air in and out.

Oben: Das Bild zeigt die Membran im System montiert. Die Kombination aus Polplatten und Magneten bauen ein Magnetfeld auf. Darunter: Fließt durch die Leiterbahnen auf der Membran Signalstrom, werden die Taschen der Membran wie gezeigt geöffnet bzw. geschlossen und damit große Mengen Luft zur entsprechenden Schallerzeugung bewegt.

Above: The picture shows the diaphragm fitted into the system. The combination of pole plates and magnets cause a magnetic field. Underneath: When signal current flows the conductors the diaphragm oscillates with foldings contracting and expanding sidewise. By that a considerable amount of air is being moved generating sound accordingly.

Grosse Membranoberfläche
Large Diaphragm Area



Ein gewichtiger Vorteil der gefalteten Membrane ist die große Membranoberfläche, die auf vergleichsweise kleinem Raum untergebracht werden kann. Das Foto zeigt das Verhältnis von gefalteter zu ungefalteter Membran. Die Membranoberfläche ist um ein Vielfaches größer als z.B. die Membran in einem Druckkammertreiber oder einer herkömmlichen Kalotte. Aber auch die plane Fläche eines Magnetostaten oder Bändchen-Hochtöner mit gleich großem Schallaustritt ist deutlich kleiner.

Als Ergebnis kann der AMT mit sehr kleinen Membranauslenkungen eine große Menge Luft bewegen. Dies ist die Grundlage für die auch bei höchsten Pegeln extrem verzerrungsfreie Musikwiedergabe des AMT.

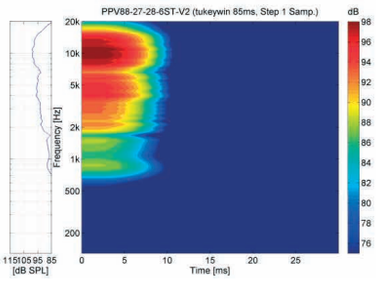
An important advantage of this diaphragm shape is its large area which fits in a comparatively small area. The photo shows the size difference between unfolded and folded diaphragm. The AMT‘s diaphragm area is much larger than the diaphragm‘s area in a compression driver or with a regular dome tweeter. However, also the area of a plain magnetostatic diaphragm with an equal outlet is significantly smaller.

As a result, a large amount of air can be moved by very little membrane excursions. In fact, that is the key precondition for the extremely distortion-free music performance of an AMT, the more, when playing at considerable high SPL .

Extrem leichte Membran
Extremely Lightweight Diaphragm

Die extrem leichte Membran in Kombination mit den verwendeten extrem starken Magneten führt zu einem exzellenten Impulsverhalten. Dies ist elementar wichtig für eine akkurate, natürliche Wiedergabe, egal ob von Sprache, Gitarre oder Schlaginstrumenten.

The extremely lightweight diaphragm in combination with the extremely powerful magnets leads to an excellent impulse response. This is of fundamental importance for accurate, natural sound reproduction, whether voice, guitar or percussion instruments.

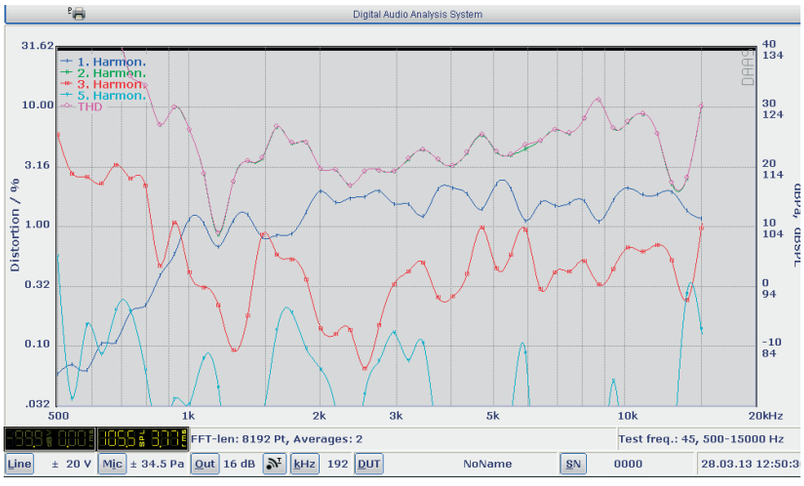


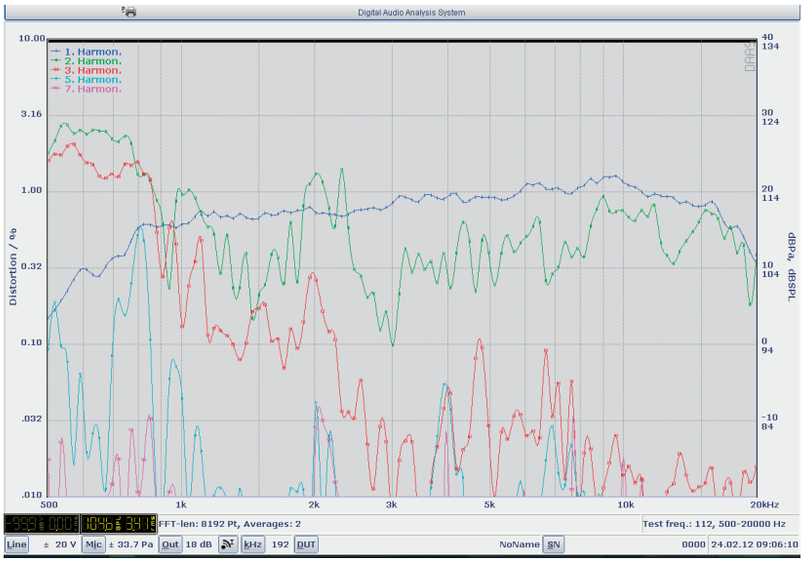
MUNDORF PRO AMT 88PP



MUNDORF® PRO

Das Obertonspektrum der Membran
Overtone Spectrum of The Diaphragm





Das Diagramm unten zeigt das Klirr-Spektrum eines sehr guten Kompressionstreibers bei einem Schalldruck von 110 dB.

Darüber das Klirrspektrum des Mundorf Pro AMT 197PP27R bei 114 db, also +4dB lauter gemessen. Deutlich sichtbar ist der extrem geringe Anteil von K3, K5 und K7 am THD. Bewegt sich der Kompressionstreiber bei K3 auf um die 1% , so liegt K3 beim AMT zumeist unter 0,1%, immer unter 0.32%, also um den Faktor 3-10 geringer.

The second graph above graph shows the distortion ratio of a very good compression driver measured at 110dB SPL.

Above the distortion ratio of Mundorf Pro AMT 197PP27R measured at 114dB, thus +4dB. The extremely low K3, K5 and K7 within THD is clearly visible. Whereas K3 with the compression driver is about 1%, K3 with the AMT mostly remains below 0.1% but always below 0.32%, hence some 3 to 10 times less.

Ein weiterer Grund für die klangliche Überlegenheit des AMT gegenüber Metallkalotten in Druckkammertreibern liegt im verwendeten Membranmaterial begründet: Die Folie aus hochbelastbarem Polyimid erzeugt ein Obertonspektrum, das fast ausschließlich von geradzahligen Vielfachen der Grundfrequenz bestimmt wird. Diese Oberwellen werden kaum wahrgenommen. Ganz anders dagegen das Obertonspektrum von Metallkalotten, mit oftmals massiven Anteilen an K3 und K5. Diese ungeradzahligen Vielfachen der Grundfrequenz werden als aggressiv und störend wahrgenommen.

Also, the tonal superiority of an AMT with regard to metal domes in compression drivers is the used diaphragm material itself: This foil, made of highly stress-able polyimide, creates an overtone spectrum which is almost completely determined by even multiples of the base frequencies. These harmonic waves are little-noticed. Unlike the overtone spectrum of metal domes which contain massive portions of K3 K5. These odd multiples of the base frequency are noticed as aggressive and disturbing. The diagram shows a typical harmonic distortion spectrum of a MUNDORF PRO AMT. The extremely low proportion of K3, K5 and K7 at the THD is clearly visible.

Exzellentes Phasenverhalten

Die extrem schnelle Reaktionsgeschwindigkeit der Membran und das exzellente Phasenverhalten sind ein weiteres Argument für den AMT:

In der Phase sind alle Informationen über den zeitlichen Verlauf des Signals enthalten. Auf Fehler im Phasenverlauf reagieren wir sehr kritisch, weil das Gehirn auf die genaue Auswertung dieser Informationen spezialisiert ist. Der zeitliche Verlauf eines akustischen Ereignisses liefert dem Menschen relevante Informationen zur räumlichen Orientierung.

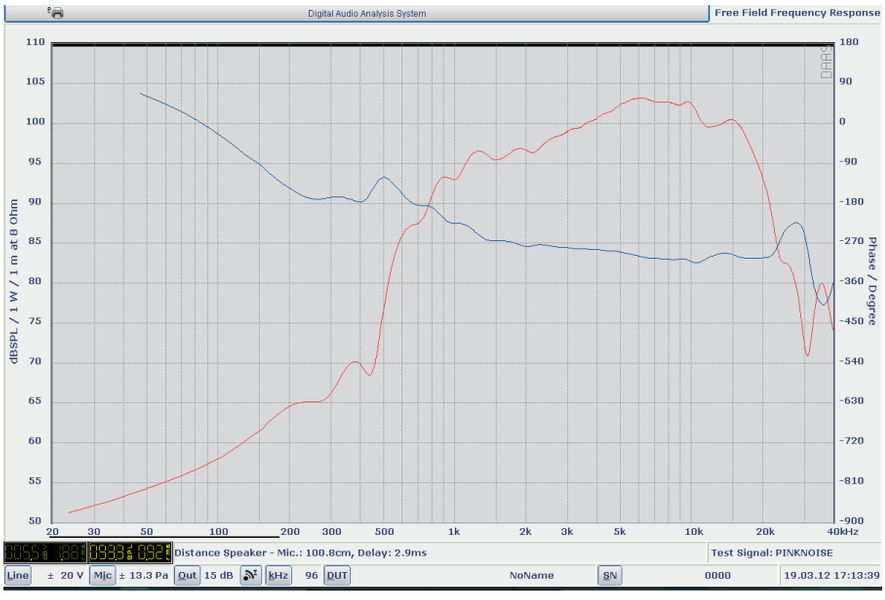
Entsprechend sensibel ist hier die Wahrnehmung. Verfälschungen im zeitlichen Verhalten werden als sehr irritierend und unangenehm empfunden. Der AMT hingegen liefert diese Informationen in ihrer ursprünglichen Form. Besonders die Wiedergabe von Schlaginstrumenten profitiert von dieser einzigartigen Fähigkeit.

Rechts ein Vergleich von AMT und Kompressionstreiber bei SPL und akustischer Phase.

Oben der extrem gleichmäßige Verlauf der Kurven beim AMT, darunter der Verlauf beim Kompressionstreiber. Unterhalb von 3 kHz machen die Schwankungen beim Kompressionstreiber das korrekte Anbinden des Wandlers an den Mitteltöner unmöglich.

Obwohl der Kompressionstreiber unter 3kHz noch reichlich Schalldruck bringt, kann er für eine hochwertige Wiedergabe erst ab 3 kHz eingesetzt werden. Ganz anders der AMT. Der nahezu nicht vorhandener Impedanzhub und der glatte Verlauf der elektrischen Phase macht selbst im Resonanzbereich die Anbindung an den (Tief-) Mitteltöner problemlos möglich.

Die Fähigkeit des AMT, schnellste Impulse und feinste Nuancen mühelos wiederzugeben, in Kombination mit den sehr niedrigen Verzerrungswerten, erlaubt eine Musikwiedergabe auf allerhöchstem Niveau.



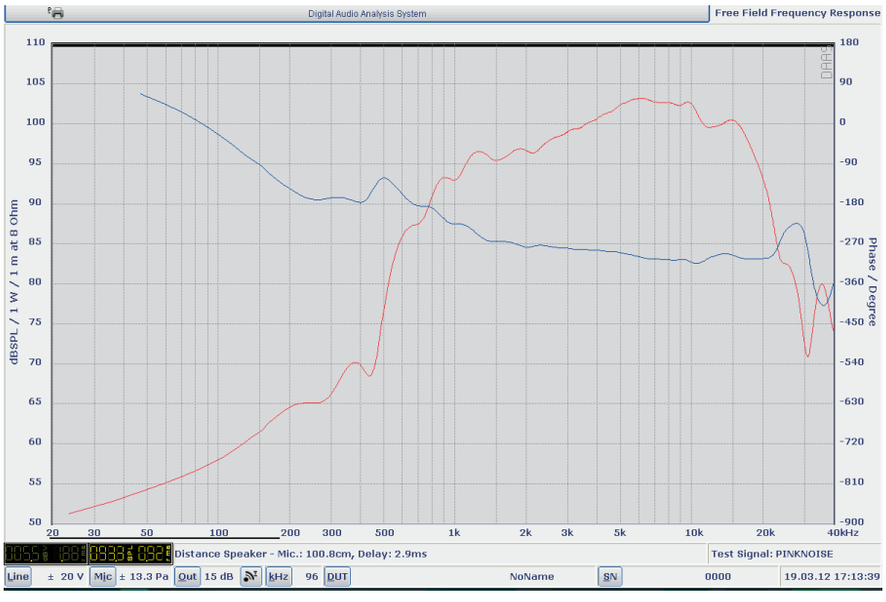


Die Diagramme zeigen oben SPL und akustische Phase eines eines typischen Mundorf-AMT, darunter SPL und akustische Phase eines Kompressionstreibers. Der Phasenverlauf des AMT ist im gesamten Übertragungsbereich und auch im Bereich der Übernahmefrequenz zum Mitteltöner hin, sehr gleichmäßig. Die Veränderung liegt nahe oder unter Wahrnehmungsgrenze von 15° pro Oktave.

Hingegen wechselt die Phase des Kompressionstreibers von 130° auf 670° und wechselt hierbei wiederholt die Richtung. In den Oktaven 1 kHz zu 2 kHz und 2 kHz zu 4 kHz liegt die Differenz jeweils bei 90°- 100°!

Beim Kompressionstreiber fällt die Differenz in weiten Bereichen also deutlich größer aus als bei unserem AMT, was zu einem wahrnehmbaren Verwischen ursprünglich akzentuierter Impulse führt. Ein trockenes, kurzes „Tock“ verwandelt sich schlimmstenfalls in ein peitschendes Pfeifen.

Excellent Phase Linearity





The top graph above illustrates SPL and acoustic phase of a typical Mundorf AMT and the graph underneath shows the SPL and acoustic phase of a compression driver. The phase sequence of the AMT is extremely uniform through the entire transmission range, including the mid-range transmission frequency. Alterations are either close to or underneath the perception threshold of 15° per octave.

In contrast, the phase of the compression drive changes from 130° to 670° and again changes direction. In the 1kHz to 2kHz and the 2kHz to 4kHz octaves, the difference is between 90° and 100°!

So with the compression driver, the difference in large ranges is significantly greater than with our AMT, which leads to a perceivable blurring of the impulses that were originally accentuated. In worst case scenarios, a short, dry „tock" sound is transformed into an intense whistle.

The extremely-quick response time of the membrane and the excellent phase behaviour are a further plus point for the AMT.

The phase contains all information about the chronological sequence of the signal. We react very critically to any errors in the phase sequence because the brain is specialised in evaluating this information very precisely. The chronological sequence of an acoustic event provides people with information relating to spatial orientation, and sudden changes could be signs of potential dangers. People's perception is just as sensitive in this area. Distortions in the chronological sequence are therefore perceived as being extremely irritating and unpleasant. The AMT supplies all this information in its original form. There are particular benefits in the rendering of percussion instruments thanks to this unique ability.

On the left is a comparison of SPL and acoustical phase of the compression driver and of an AMT.

The curve at the top is the extremely uniform curve of the AMT whilst the progression of the compression drive is shown below. Under 3kHz, the compression driver's fluctuations make the correct connection of the transformer to the midrange impossible. Although the compression drive still provides ample acoustic pressure under 3kHz, it can only provide high-quality rendering from 3kHz and above. The AMT is completely different: the practically non-existent impendence hub and the smooth progression of the electrical phase makes connection to the (deep) mid-range simple even in the resonance range.

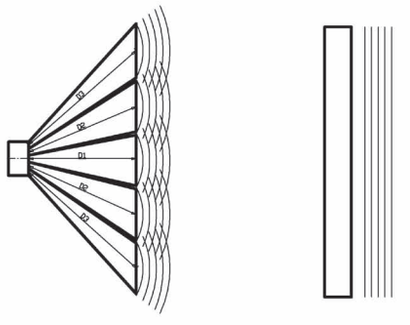
The capacity of the AMT to effortlessly render the shortest of impulses and the finest of nuances together with the extremely-low distortion levels enables music playback at the highest possible level.

Der AMT - der ideale Linienstrahler
The AMT - the ideal Line Source

Aufgrund seiner Membrangeometrie produziert der AMT echte, kohärente Zylinderwellen. Somit ist er ideal für die Verwendung in Line Arrays geeignet.

Die nebenstehende Skizze zeigt einen AMT und einen Kompressionstreiber mit Waveguide im Vergleich. Aufgrund der unvermeidlichen Laufzeitunterschiede in der Waveguide einerseits und der Tatsache, dass die eigentliche Schallquelle eher punktförmig ist, gelingt die Erzeugung einer Zylinderwelle nur mehr oder weniger unvollkommen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der FH Düsseldorf wurde gezeigt dass sich mit den Mundorf Pro AMT Line Arrays aufbauen lassen, die bis zu sehr hohen Frequenzen hin perfekt arbeiten. Diese Diplomarbeit steht als Download unter www.mundorf.com zu Ihrer Verfügung.



Due to its diaphragm form the AMT produces real, coherent cylinder waves. Thus it is ideal for the use in line arrays. The coupling over several segments of the line array functions perfectly across a very wide frequency range.

The above sketch shows the AMT and a compression driver with wave guide in comparison. Due to inevitable run time differences within the waveguide the creation of a cylinder wave cannot be carried out completely.

As part of a diploma thesis at the FH Dusseldorf, a built-up Line Array proved Mundorf Pro AMT performing correctly up to very high frequencies. This thesis is available for download on www.mundorf.com.

Die Auswahl der Membrangeometrie
Selection of Diaphragm Forms

Entsprechend den Anforderungen in der Praxis hat Mundorf eine große Auswahl von Membrangeometrien entwickelt. Viele Verbesserungen im Detail haben sich dabei in Patenten niedergeschlagen.

Es stehen heute Membrangeometrien zur Verfügung, mit denen sich Frequenzbänder von ca. 800 Hz bis über 30 kHz realisieren lassen.

Due to different requirements Mundorf developed and perfected a complete line of diaphragm geometries. A lot of improvements in detail can be seen in a whole row of patents.

Mundorf have membrane geometries at disposal which allow for the realisation of frequency bands from approx. 800 Hz up to more than 30 kHz.

MUNDORF® PRO

Die Auswahl der Treiberformen
Selection of Driver Construction


R


F2


F1

Neben den je nach Anwendungsfall sehr unterschiedlichen Membrangeometrien variieren auch die Bauformen der MUNDORF PRO AMT. Von links nach rechts die grundsätzlichen Treiberformen in der Seitenansicht und ihre Anwendung:

Links ein Treiber mit rückwärtigem Volumen (R). Dieses Volumen ist mit einer auf die jeweilige Membran abgestimmten, speziellen Dämmung versehen. Diese Bauform ermöglicht Treiber mit tiefen Einsatzfrequenzen ab ca. 800 Hz/1kHz. Innerhalb dieser Kategorie kann nochmals zwischen Treibern mit eher linearen Frequenzgang und Treibern mit stark ansteigenden Frequenzgang unterscheiden. Letztere sind für die Verwendung mit einem Horn optimiert, und ermöglichen von allen Varianten die tiefsten Übernahmefrequenzen.

Daneben eine Bauform, bei der das rückwärtige Volumen stark reduziert wurde (F2). Der untere Einsatzbereich verschiebt sich zu höheren Frequenzen, gleichzeitig nimmt die Empfindlichkeit des Treibers zu. Ganz rechts eine Bauform, bei der das Volumen nochmals reduziert wurde (F1). Hier wird bei gegebener Membran- und Magnetgröße die höchste Empfindlichkeit erreicht und gleichzeitig die untere Grenzfrequenz nochmals zu höheren Frequenzen verschoben.

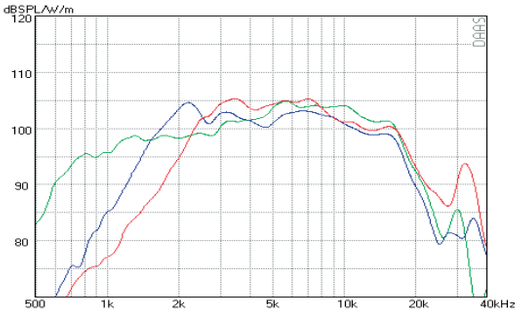
Das Diagramm rechts zeigt anhand des 8“- Treiber 197PP27 den Schalldruckverlauf der unterschiedlichen Bauformen. Grün: R. Blau: F2. Rot: F1.

Apart the membrane geometrie, which can be very different according to different applications, the construction form of the MUNDORF PRO AMT also vary. From the left to the right you can see the basic driver forms in lateral view and their application:

At the left a driver with rear volume. This volume is provided with a special damping which is adjusted to the corresponding membrane. This construction form facilitates drivers with low crossover frequencies from approx. 800 Hz - 1 kHz. Within this category one can distinguish between drivers with more linear frequency response and drivers with strongly increasing frequency response. The latter are optimised for the use with a horn and facilitate the lowest crossover frequencies of all variants.

Next to it a construction form where the rear volume has been strongly reduced. The lower crossover moves towards higher frequencies and the sensitivity of the driver simultaneously increases. At the very right a construction form where the volume has been reduced again. Here the highest sensitivity is reached with given membrane and magnet size but the lower frequency is moved upwards again.

Right graph shows differing SPL with 8“ driver 197PP27 built-up to according the different constructions. Green R. Blue F2. Red F1.



Externe Kühlung und integrierte Kühlung
External Cooling and Integrated Cooling


R-F


R2-F


F2-F


F1-F

Oben sind die gleichen Systeme mit einem Lüfter versehen dargestellt. Durch den Lüfter lässt sich die ohnehin schon hohe Belastbarkeit der AMT weiter steigern.

Alle Varianten des Standard-Programms entnehmen die Luft aus der Umgebung und geben diese erwärmt wieder ab. Bei der Variante R-F ist der Lüfter ins Volumen integriert. Diese offenen Bauformen erfordert eine von den anderen Lautsprechern abgeschirmten Einbau in einer separaten, im günstigsten Fall belüfteten Kammer.

Wird die von uns angebotene Steuerplatine zur Versorgung des Lüfters aus dem Musiksignal verwendet, wird diese auf der Rückseite des AMT montiert.

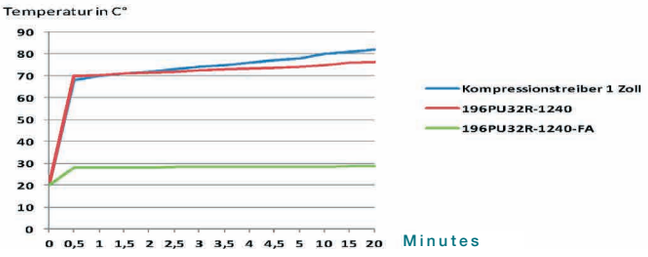
Varianten mit einem geschlossenen Kühlsystem, die ohne separate Kammer auskommen liegen als Prototypen (R2-F) vor und können ab einer sinnvollen Bestellmenge geordert werden.

Die Dauerbelastbarkeit der Mundorf Pro AMT wird auf diese Weise enorm gesteigert. So können Dauerbelastungen realisiert werden, die selbst mit Kompressionstreiber nur schwer zur erreichen sind.

In einem Versuch wurden ein 1 Zoll Druckkammertreiber und ein AMT 197PP27R-9 miteinander verglichen. Beide wurden mit einem Dauer-SPL von 121 dB betrieben. Dabei wurde der AMT sowohl mit als auch ohne zusätzlichen Lüfter gemessen. Ohne Lüfter ist der AMT dem Kompressionstreiber auf Dauer leicht überlegen, da bei fortschreitender Testdauer die Temperatur des Kompressionstreibers rascher ansteigt.

Der Mundorf Pro AMT mit Lüfter bildet eine Klasse für sich. Die Membrantemperatur steigt kaum nennenswert an! Der Lüfter gewinnt seine Energie aus dem Musiksignal. So wird zusätzlicher Verkabelungsaufwand vermieden und der Lüfter läuft nur bei entsprechend hohen Pegel und bleibt garantiert unhörbar.

Mit steigender Temperatur sinkt der Schalldruck der Wandler ab. Außerdem steigt die Impedanz an, so dass die Abstimmung von passiven Frequenzweichen nicht mehr stimmt. All diese negativen Effekte können nun völlig vermieden werden. Allerdings werden die weitaus meisten Mundorf Pro AMT ohne Lüfter verbaut, da sie sich bereits in dieser Ausführung als extrem belastbar erwiesen haben.



Above systems are shown provided with a cooling fan in order to increas the already high load capacity of the AMT further.

All standard ProAMT take in cool environment air and exit it heated again. With R-F models the fan is integrated into the AMT‘s volume . Thus, those AMT drivers require a separated chamber from the mid-woofers, at best, a vented one.

An additional cooling fan application considerably increases the power load capability of our ProAMT. In fact, the possible average/peak power load of those AMTs is hardly to achieve with compression drivers.

Please see the above graph:

A 1-inch compression driver and an AMT197PP27R-9 were compared in respect of temperature to power load ratio. Both drivers were performed at a constant SPL of 121 dB and, the AMT had been measured both with and without an additional cooling fan. With no fan the AMT is slightly superior to the compression driver on a permanent basis, as with progressive test period the temperature of the compression driver increases rapidly .

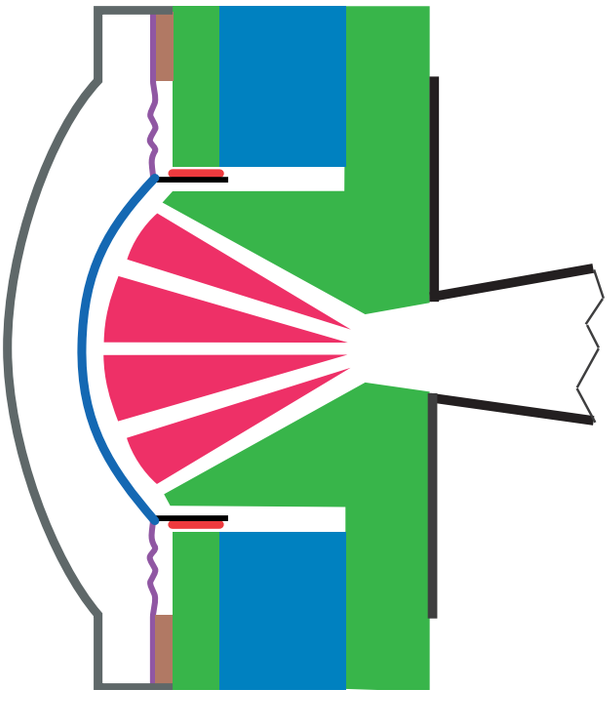
With an activated cooling fan application the AMT is a class of its own. The membrane temperature hardly increases, regardles the duration of highest SPL performance whatsoever. The fan gets its energy from the music signal and, no additional cabling is required. As the fan runs only with correspondingly high sound pressure level it remains inaudible.

As for the compression driver, alongside increasing temperature the SPL decreases, the impedance goes up, hence, passive X-over aren‘t correct anymore.

MUNDORF®PRO

Auszug aus dem Magazin Prosound 2/2014

Air Motion Transformer vs Kompressionstreiber



Der Kompressionstreiber

Ein herkömmlicher Kompressionstreiber bezieht seinen hohen Wirkungsgrad aus eben jener „Kompression“. Er hat eine für einen Hochtöner vergleichsweise große Membran von vielleicht 10cm Durchmesser, strahlt aber den Schall nicht direkt ab, sondern arbeitet auf eine Druckkammer, die eine wesentlich kleinere Schallaustrittsöffnung von typischerweise 1“ (25,4mm) oder heutzutage oft 1,4“ (35,6mm) hat, weil diese wesentlich geeigneter für eine definierte Schallführung mit einem anschließenden Horn ist als eine große, direkt ins Horn abstrahlende Membran.

Da die Membran im Hochtonbereich nicht mehr klein gegen die Wellenlänge ist, füllt man die Druckkammer mit einem Phase-Plug, der nur definierte Schallwege zur Schallaustrittsöffnung freigibt, beispielsweise in Form ringförmiger Kanäle. Die Membran steht also fast in direktem Kontakt zum Phase-Plug – der Abstand kann durchaus nur 1mm betragen. Die Kanäle im Phase-Plug haben eine deutlich kleinerer Öffnungsfläche als die Oberfläche der Membran. Das führt dazu, dass eine gegebene Membranschnelle zu einem höheren Schallschnelle im Phase-Plug führt (Schnelletransformator). Dieser ist um einen Faktor höher, der dem Flächenverhältnis von Membranfläche zur Öffnungsfläche der Kanäle im Phase-Plug entspricht und als Kompressionsverhältnis bezeichnet wird. Bei einem 1,4“-Treiber liegt das Kompressionsverhältnis typischerweise im Bereich um 7:1.

Der Vorteil dieser Kompression besteht darin, dass die Treibermembran einen deutlich höheren Strahlungswiderstand „sieht“, als bei direktem Abstrahlen in ein Horn - was wiederum einen hohen Wirkungsgrad bedeutet. Theoretisch kann dieser bis zu 50% betragen - in der Praxis liegen die erreichbaren Wirkungsgrade niedriger, eher bei 30%.

Kein Licht ohne Schatten? Kein Licht ohne Schatten!

Leider ist dieses Arbeitsprinzip nicht ganz problemfrei. Eines der potentiellen Probleme ist sehr fundamental und hat seine Ursache in der Thermodynamik. In der Druckkammer wird die Luft durch die Membran sehr schnell komprimiert und expandiert, man spricht hier von adiabatischer Zustandsänderung. Nun ist es – man muss sagen: leider – so, dass der Zusammenhang zwischen Druck p und Volumen V bei adiabatischer Zustandsänderung nicht linear ist, sondern der Beziehung $p \bullet V_\kappa = \text{const.}$ folgt.

Selbst eine sinusförmige Volumenänderung, die die Membran in der Druckkammer erzeugt, führt also nicht zu einem sinusförmigen Druckverlauf an der Schallaustrittsöffnung weil die Luft selber nichtlinear ist.

Bei kleinen Druckschwankungen ist der Effekt sehr viel kleiner als bei großen, so dass bei einem direkt abstrahlenden Lautsprecher andere Nichtlinearitäten in den Vordergrund treten. In der Druckkammer eines Kompressionstreibers treten aber sehr viel höhere Schalldrücke auf, so dass hier die Nichtlinearität der Luft selbst praktisch die Hauptquelle nichtlinearer Verzerrungen ist. Bei Treibern mit geringerem Kompressionsverhältnis und Hörnern mit größerer Flare-Rate ist der Bereich hohen Schalldrucks kleiner und die Verzerrungen geringer.

Allerdings gibt es beim Systemdesign einen Zielkonflikt, denn niedriges Kompressionsverhältnis und eine hohe untere Grenzfrequenz kollidieren natürlich mit dem Ziel, einen möglichst großen Frequenzbereich mit hohen Wirkungsgrad abzudecken. Es muss also immer ein Kompromiss gefunden werden.

Apropos großer Frequenzbereich: Ein weiteres potentielles Problem bei Kompressionstreibern, die man allerdings mit geeigneten Materialien und Konstruktionen teilweise beikommen kann, ist die Tatsache, dass es sich eigentlich um Mittenlautsprecher handelt.

Die Membran eines Kompressionstreibers ist normalerweise tief abgestimmt, das heißt, die Resonanzfrequenz liegt unterhalb des Übertragungsbereiches. Das bedeutet, dass das Schwingungsverhalten der Membran überwiegend von der Membranmasse bestimmt ist - man spricht hier auch von Massenhemmung. Bei einem direkt abstrahlen Lautsprecher hat das zur Folge, dass die Membran wegen ihrer Massenträgheit der Antriebskraft immer weniger folgen kann, je höher die Frequenz ist - der Membranhub nimmt mit steigender Frequenz ab. Dieser Effekt wird bei einem Direktabstrahler dadurch kompensiert, dass der Strahlungswiderstand genau umgekehrt mit der Frequenz zunimmt, so dass im Übertragungsbereich der Frequenzgang mehr oder weniger konstant bleibt.

Ein Kompressionstreiber arbeitet aber wegen des angeflanschten Horns auf einen mehr oder weniger konstanten Strahlungswiderstand, der also den frequenzabhängigen Einfluss der Membranmasse nicht mehr kompensiert. Wegen der starken Dämpfung durch den hohen Strahlungswiderstand ist der Frequenzgang im Mittenbereich halbwegs flach, im

Prinzip ergibt sich aber ein Tiefpass 1. Ordnung. Dessen Eckfrequenz wird von Membranmasse und der Stärke des Antriebs bestimmt und liegt bei modernen Treibern im Bereich um 3,5 kHz. Man kann nun entweder eine elektronische Entzerrung vornehmen oder Maßnahmen erdenken, um den Effekt der Massenhemmung zumindest abzumildern. Die Erweiterung des Frequenzgangs gehört dabei durchaus zur hohen Kunst der Treiberentwicklung. Meist gehen die Entwickler den Weg, mindestens eine Oberschwingung von Treibermembran und/oder Aufhängung für eine Erweiterung des Frequenzgangs zu nutzen. Ein anderer Weg besteht z.B. darin, den Frequenzbereich aufzuteilen und von zwei Membranen in einer koaxialen Treiberkonstruktion abzustrahlen.

Unterm Strich hat man es bei Kompressionstreibern aber immer mit nichtlinearen Verzerrungen in der Druckkammer aufgrund der prinzipiellen Nichtlinearität der Luft sowie mit der Bandbegrenzung durch die Massenhemmung der Membran zu tun. Darüber hinaus gibt es leider noch eine weitere Auswirkung der Treibermembrangröße: Der von der Membran abgestrahlte Schall nimmt keineswegs komplett den Weg durch den nächstgelegenen Kanal im Phase-Plug, sondern breitet sich vielmehr auch im Spalt zwischen diesem und der Membran aus. Dadurch entstehen dann doch unterschiedlich lange Ausbreitungswege, die sich in einem gewissen Verschmieren der Impulsantwort äußern und sich durch ein Entzerrfilter (auch FIR) nicht komplett entfernen lassen [1].

Man kann alle diese Effekte zwar durch eine ausgeklügelte Konstruktion abmildern, aber nicht komplett eliminieren. Dies ist der Punkt, an dem andere Konzepte für Hochtonsysteme ansetzen, die für sich in Anspruch nehmen, diese zuvor erwähnten, potentiellen Problemzonen nicht zu haben und daher eine natürliche Hochtonwiedergabe liefern zu können.

Ein solches Konzept ist der so genannte Air Motion Transformer (AMT). Sein Arbeitsprinzip ähnelt im Prinzip dem eines Magnetostaten, weist aber spezielle Konstruktionsmerkmale auf, die dem AMT einen hohen Wirkungsgrad und eine hohe Belastbarkeit bescheren.

Der Air Motion Transformer

Wir haben mit dem AMT einen Lautsprecher vor uns, der eine vergleichsweise hohe effektive Membranfläche hat, dabei aber sehr leicht ist und im Gegensatz zu einer Treibermembran an allen Punkten der bewegten Flächen direkt und gleichphasig vom Magnetfeld angetrieben wird. Man kann daher in guter Näherung davon ausgehen, dass in der Schallaustrittsebene eine kohärente Schallwelle erzeugt wird. Das nun wiederum sind sehr erfreuliche Ausgangsbedingungen für den Einsatz als Hochtöner in einem Line-Array, denn bei diesen gibt es im Hochtonbereich wegen der kleinen Wellenlängen die größten Probleme, eine kohärente Kopplung zwischen den Arrayelementen sicherzustellen. Beim AMT hat man sozusagen automatisch sowohl eine rechteckige Schallaustrittsfläche, als auch durch den Direktantrieb eine konphase Schallerzeugung über die gesamte Membranfläche.

Gegenüber einem Kompressionstreiber hat das AMT-Prinzip den Vorteil, ohne Druckkammer auszukommen, so dass Nichtlinearitäten thermodynamischer Art durch sehr hohe Schalldrücke hier keine nennenswerte Rolle spielen. Darüber hinaus ist die AMT-Membran sehr leicht und muss auch nicht Kolbenförmig in einem Stück bewegt werden, so dass ein AMT bis an die Grenzen des Hörbereiches arbeiten kann und ein sehr gutes Impulsverhalten zeigt.

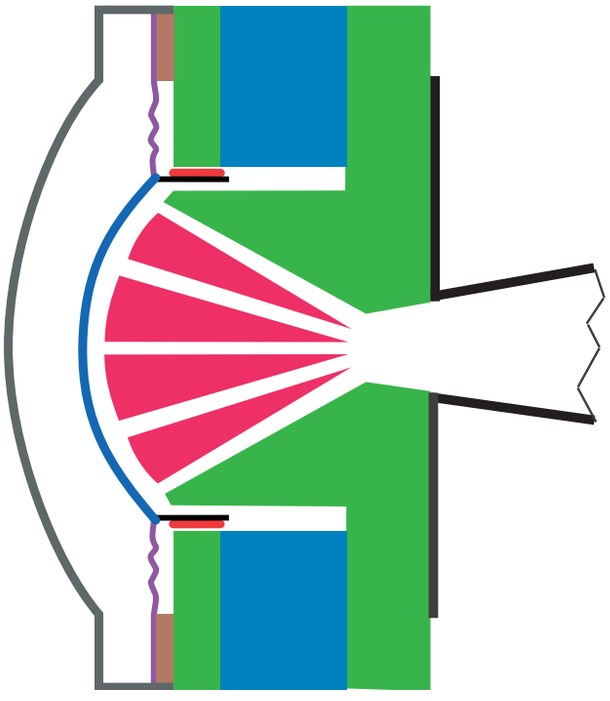
Weil die Druckkammer entfällt, muss für vergleichbar hohe Wirkungsgrade wie bei einem Kompressionstreiber beim AMT mehr Magnetmaterial eingesetzt werden. Allerdings haben die Leiterbahnen auf der AMT-Membran eine deutlich größere Oberfläche als die Schwingspule einer Treibermembran, so dass Verlustwärme besser abgeführt werden kann. Zur Wärmeableitung kann man zusätzlich noch einen Lüfter einsetzen, der aus dem Audiosignal gespeist wird und nur läuft, wenn es wirklich laut ist. Auf diese Art lassen sich mit unseren AMT Schalldrücke realisieren, die mit denen von Kompressionstreibern problemlos mithalten können.

In Punkto Dauerbelastbarkeit übertreffen besonders die lüftergekühlten AMTs die Kompressionstreiber bei weitem.

MUNDORF®PRO

Excerpt from the magazin Prosound 2/2014

Air Motion Transformer vs Compression Driver



The Compression Driver

A regular compression driver gains its high degree of efficiency from the said „compression“. It has a diaphragm with a diameter of perhaps 10cm, which is comparably large for a tweeter, but does not radiate the sound directly. Instead, it works into a pressure chamber, which has a significantly smaller sound exit opening, typically 1“ (25.4mm) but often now also 1.4“ (35.6mm) because this is far more suitable for shaping the radiation pattern properly together with the adjoining horn than a large diaphragm radiating directly into the horn. As the diaphragm in the high frequency range is no longer small in comparison with the wavelength, the pressure chamber is filled with a phase plug, which only enables defined sound paths to the sound exit opening, for example in the form of circular channels. The diaphragm is almost in direct contact to the phase plug the air gap may be only 1 mm. The channels in the phase plug have a considerably smaller opening than the surface of the diaphragm. This means that a given diaphragm velocity leads to a higher sound particle velocity in the phase plug (velocity transformer). It is higher by a factor, which corresponds to the area ratio of the membrane surface to the opening of the channel in the phase plug and is termed „compression ratio“. With a 1.4“ driver, the compression ratio is normally in the range of 7:1.

The advantage of this compression is that the driver membrane „sees“ a considerably higher radiation resistance as compared to direct radiation into a horn which in turn means a high degree of efficiency. In theory, this can amount to up to 50% - in practice, the achievable efficiency is lower, more around 30%.

Unfortunately, this operating principle is not completely without problems. One of the potential problems is extremely fundamental and is caused by thermodynamics. In the compression chamber, the air is very rapidly compressed and expanded by the diaphragm this is known as an adiabatic change of state. Now, the fact is one has to say: unfortunately that the relation¬ship between pressure p and volume V in the case of adiabatic change of state is not linear. Instead, the following relationship is valid: $p \cdot V^k = \text{const}$.

Even a sinusoidal change in volume, cre¬ated by the membrane in the compression chamber, does not lead to a sinusoidal pressure course at the sound exit opening, because the air itself is not linear.

In the case of small pressure deviations, the effect is a lot smaller than with large deviations, meaning that other nonlinearities come to the fore with a loudspeaker which radiates directly. In the compressi¬on chamber of a compression driver, very high acoustic pressures occur, meaning the nonlinearity of the air is practically the main source of nonlinear distortions. With drivers with lower compression ratios and horns with a greater flare rate, the zone of high acoustic pressure is smaller and the distortions are lower.

However, there is a conflict of objectives when it comes to system design, as a low compression ratio and high lower limit frequency naturally collide with the aim of covering the largest possible range of fre¬quencies with a high level of efficiency. So a compromise must always be found.

Speaking of a large frequency range: ano¬ther potential problem in compression drivers, which can sometimes be dealt with using suitable materials and constructions, is the fact that it is actually a mid range speaker.

The diaphragm of a compression driver is normally low tuned. This means the resonance frequency is below the operating frequency range. This means that the vibration characteristics of the diaphragm are predominantly defined by the membrane mass known as mass control or mass breakup. With a loudspeaker, that emits directly, this means the diaphragm can decreasingly follow the driving force due to its mass inertia the higher the frequency is - this results in a decreasing membrane excursion with increasing frequency. With a direct radiator, this effect is compensated by the radiation resistance increasing in reverse with the frequency, so that the frequency response remains more or less con¬stant in the frequency range of operation.

However, due to the flange-mounted horn, a compression driver works onto a more or less constant radiation resistance, which no longer compensates the frequency dependent influence of the diaphragm mass. Due to the strong damping effect caused by the high radiation resistance, the frequency response in the mid range is reasonably flat. However, in principle, a 1st order low pass is created. Its cut-off frequency is defined by the diaphragm mass and the strength of the drive and will be located around 3.5 kHz in the case of modern drivers. You can either use electronic equalisation here or devise measures to at least alleviate the effect of mass breakup. Ex-

panding the frequency response is part of the high art of driver development. Normally, developers move towards using at least an overtone of the driver diaphragm and/or suspension to expand the frequency response. Another solution is to divide the frequency range and emit the sound from two membranes in a co-axial driver configuration.

The bottom line is that with compression drivers, you will always have to deal with non-linear distortions in the compression chamber due to the principal non-linearity of the air and with bandwidth limitation. Unfortunately, there is another effect of driver diaphragm size: the sound emitted by the diaphragm does not pass completely through the nearest channel of the phase plug. Instead, it propagates in the gap between the phaseplug and the diaphragm. As a result, sound propagation paths of different lengths are created, which express themselves in a certain smearing of the impulse response and cannot be completely removed by an equalising filter (also FIR) [1].

All these effects can be alleviated by a sophisticated construction, but not completely eliminated. This is the point at which other concepts for high frequency sound production take up which claim not to have these previously mentioned potential problem zones and can, for this reason, supply a natural high frequency reproduction.

One such concept is the Air Motion Transformer (AMT). Its operating principle is similar to that of a magnetostat, while having special construction characteristics which should provide the AMT with a high degree of efficiency and power handling capability.

As a matter of fact, a presentation by Cologne-based company Mundorf at the ProLight+Sound provided the incentive for this article. With the ProAMT, Mundorf presented an Air Motion Transformer for professional use and proved a power handling capacity of 60W during a live exhibit before the trade public.

The Air Motion Transformer

The AMT is a loudspeaker which has a comparatively high effective radiating area, but which is very light and is driven directly and in comparison with a driver diaphragm - in an equiphase manner by the magnetic field at all points of the moving surface. For this reason, it is possible to assume that a coherent acoustic wave is created in the sound exit plane. In turn, these are very favorable starting conditions for use as a tweeter in a line array, as the small wave lengths in the high frequency range cause the greatest problems in ensuring a coherent coupling between the array elements. With the AMT, there is automatically a rectangular sound exit plane and in-phase sound production over the entire membrane caused by the direct drive.

In comparison with a compression driver, the AMT principle has the advantage of working without a compression chamber, meaning the thermodynamic non-linearities due to the high acoustic pressures play no noteworthy role. In addition, the AMT membrane is very light and does not have to move piston-like in one piece. This means the AMT can work up to the limits of the operation frequency range and exhibit a very good impulse response behavior.

Because with an AMT there is no compression chamber one needs to employ more magnet material in order to gain the comparable level of efficiency of a compression driver. However, the conductor paths on the AMT diaphragm have a considerably larger surface than the voice coil of a driver diaphragm, meaning that heat can be better dissipated. In addition, one can even use a cooling fan which is controlled by the audio signal and therefore only operates when it is really loud. Thus, our AMTs easily achieve the sound pressure level of the best compression drivers.

Regarding continuous power load and handling capacity the ProAMT, in particular the fan cooled models, exceed easily compression drivers.


MUNDORF®