



Mikrofonspezialist

Mikrofonverstärker mit Kompressor und Noise Gate SMV5-2

Der neue ELV Mikrofonverstärker SMV5-2 ist eine Weiterentwicklung des SMV5 aus dem ELVjournal 5/2006 und durch die zahlreichen Einstellmöglichkeiten für den Amateurfunkbereich optimiert. Mittels Trimmer können jetzt zusätzlich Kompressionsfaktor und Ausgangspegel eingestellt und so bestens an die angeschlossenen Komponenten bzw. Umgebungsbedingungen angepasst werden.

Kompressor, Expander und Co.

Bei der Verstärkung von Mikrofonsignalen kommt es nicht nur darauf an, einen möglichst rauscharmen Verstärker zu verwenden, sondern es sollten noch andere wichtige Aspekte berücksichtigt werden, z. B. durch die Distanzänderung zwischen Audioquelle und Mikrofon bedingte Pegelschwankungen.

Vor allem bei Sprachübertragung ist es wichtig, einen möglichst konstanten Pegel sowie eine maximale

Dynamik zu erreichen. Dieses Problem kennen vor allem Amateurfunker, denn Lautstärke bedeutet auch Bandbreite, und die soll im maximal möglichen Bereich ausgenutzt werden.

Schaltungen, die sich mit der Optimierung von Audiosignalen befassen, werden allgemein als Dynamikprozessoren bezeichnet. Die Signaleinheit hat das Ziel, das Audiosignal dahingehend zu bearbeiten, dass der Pegel möglichst konstant bleibt, die Dynamik optimal ist, und eine Übersteuerung vermieden wird. Die wichtigsten Komponenten eines Dynamikprozessors sind die Funktionsblöcke

- Kompressor
- Expander
- Limiter
- Noise Gate

Diese Schaltungsteile werden seit Jahrzehnten in der professionellen Studiotechnik eingesetzt. Dank moderner integrierter Schaltungen sind solche Prozessoren auch für den Heimgebrauch erschwinglich. Der Hersteller Analog Devices hat hierfür einen preiswerten und hochwertigen Chip entwickelt, den SSM2167 [1]. Dieser hervorragende Baustein kommt in zahlreichen Anwendungen zum Einsatz. Die detaillierte Funktionsweise eines Dynamikprozessors lässt sich nicht mit wenigen Worten erklären, hierzu sind ganze Bücher geschrieben worden. Wer sich näher mit Dynamikprozessoren beschäftigen möchte, findet im Internet zahlreiche Erklärungen [2].

Schauen wir uns nachfolgend die Funktionsweise der einzelnen Blöcke an. Hierzu dient das Blockschaltbild (Bild 1) und das Diagramm (Bild 2).

Kompressor

Mit einfachen Worten gesagt verringert ein Kompressor die Dynamik, was einer Verringerung zwischen den leisen und lauten Passagen eines Audiosignals gleichkommt. Dies wird im Abschnitt „Kompressor-Bereich“ in Bild 2 verdeutlicht. Mit dem Threshold (dt.: Schwelle) ist eine bestimmte Pegelschwelle gemeint, ab der der Kompressor aktiv werden soll. In Bild 2 ist dieser Punkt mit dem Noise Gate zusammengefasst. Ein wichtiger Parameter ist dabei der Kompressionsfaktor, der mit dem Begriff

SMV5-2

Artikel-Nr.
154613

Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com



Infos zum Bausatz SMV5-2



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
LötKolben



Löterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

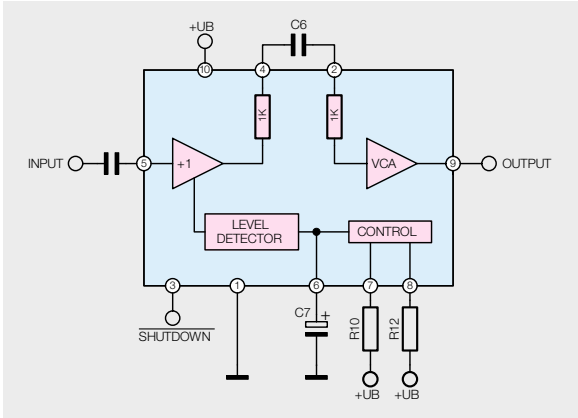


Bild 1: Das Blockschaltbild des SSM2167

Ratio angeben wird. Eine Ratio von 1:1 bedeutet, dass das Signal nicht beeinflusst wird. Bei einer Ratio von 4:1 muss der Eingangspegel um 4 dB steigen, um eine Änderung am Ausgang von 1 dB zu generieren. Die Ratio ist beim SSM2167 durch einen Trimmer (R12, siehe Schaltbild) im Bereich von 1:1 bis 5:1 einstellbar.

Expander und Noise Gate

Ein Expander ist im Prinzip genau das Gegenteil eines Kompressors. Die Dynamik wird in einem Bereich nach unten erweitert. Dies geschieht vor allem bei sehr kleinen (leisen) Signalen, um die Verständlichkeit zu erhöhen. In Bild 2 ist dieser Bereich als „Expander-Bereich“ dargestellt. Der Expander arbeitet mit dem Noise Gate zusammen. Das Noise Gate dämpft Signale unterhalb eines bestimmten Pegels (Threshold) ab bzw. schaltet das Signal komplett stumm, um Störsignale, wie z. B. Rauschen zu eliminieren. Die Noise Gate-Schwelle kann beim SSM2167 ebenfalls mit einem Trimmer eingestellt werden.

Limiter

Ein Limiter ist, wie auch der Kompressor, ein regelbarer Verstärker, der Übersteuerungen verhindern soll. Ab einem bestimmten Pegel (Limiter-Schwelle) wird der Eingangspegel nicht mehr verstärkt, sondern auf ei-

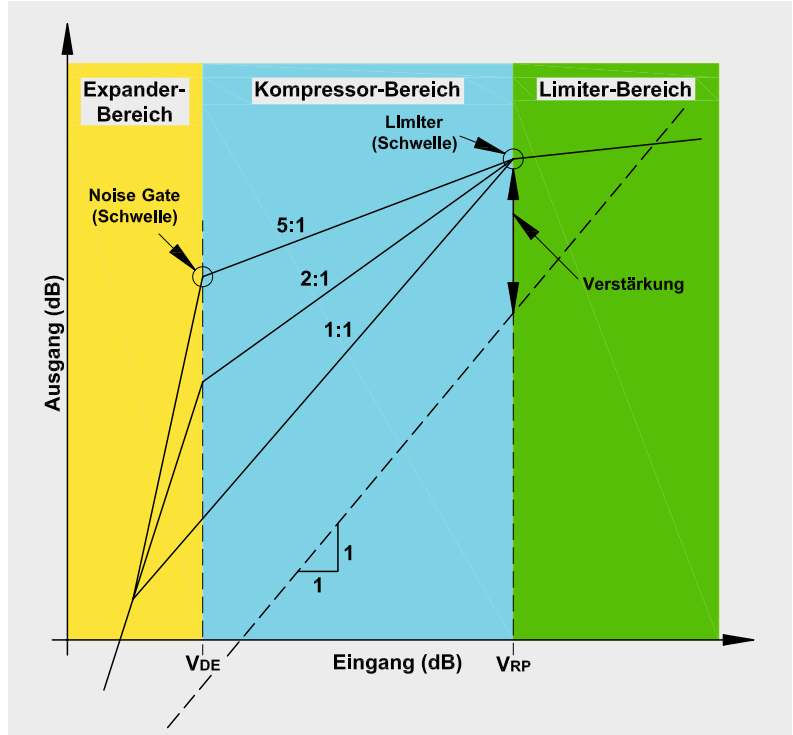


Bild 2: Kennlinie

nen bestimmten maximalen Pegel begrenzt. Durch diese Maßnahmen wird die Dynamik stark beeinträchtigt, aber eine Übersteuerung vermieden.

Tiefpass

Ein zuschaltbarer Tiefpass schwächt Frequenzen oberhalb von 3,5 kHz ab. Bei der reinen Sprachübertragung, wo es im Wesentlichen auf die Verständlichkeit der Sprache ankommt, reicht ein Frequenzgang von ca. 300 Hz bis 3,5 kHz aus. Frequenzen außerhalb dieses Bereichs sind nicht unbedingt notwendig bzw. können sich auch störend auswirken. Aus diesem Grund ist ein zuschaltbarer Tiefpass mit einer Grenzfrequenz von 3,5 kHz im Signalweg integriert.

Schaltung

Das Schaltbild für den Mikrofonverstärker ist in Bild 3 dargestellt. Hauptbestandteil der Schaltung ist IC1 (SSM2167). Die Funktionsweise wurde bereits im vorigen Abschnitt erklärt.

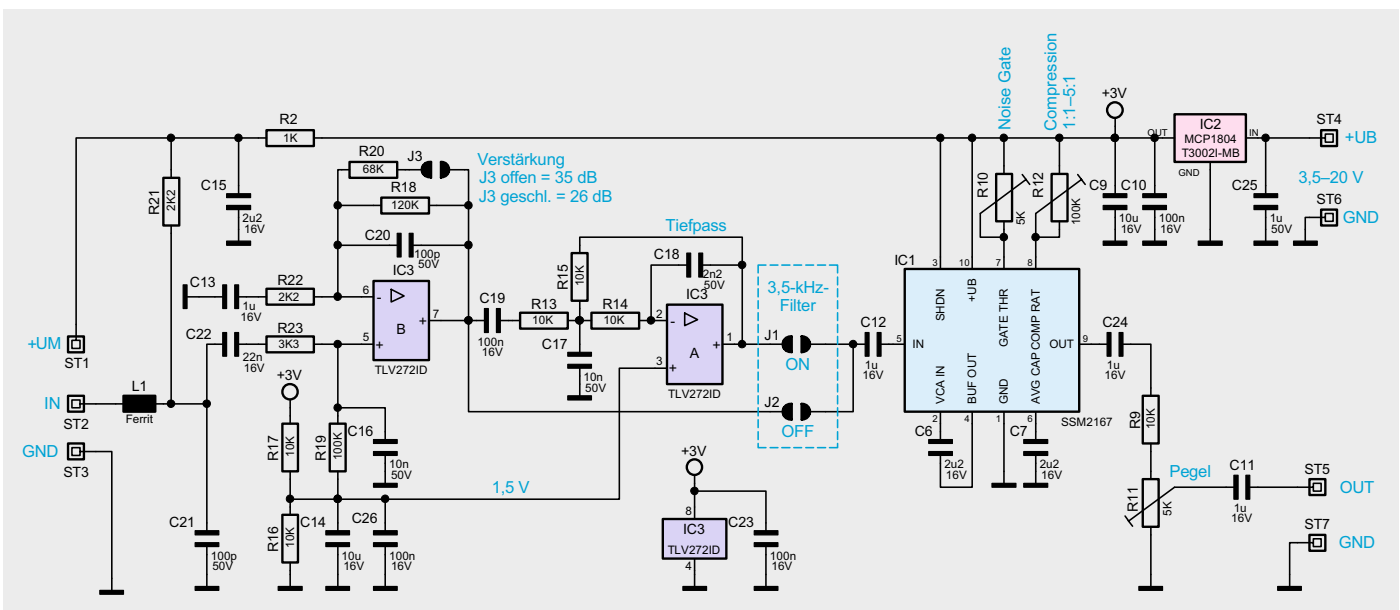


Bild 3: Schaltbild des Mikrofonverstärkers



Betrachten wir die Schaltung und den Signalverlauf im Detail. Der Mikrofonanschluss ist universell ausgelegt, d. h. es können sowohl 2- als auch 3-polige sowie MEMS-Mikrofone angeschlossen werden. Der Anschlusspunkt ST2 ist der Audioeingang für die Mikrofone.

Da alle Mikrofonarten eine Versorgungsspannung benötigen, wird über die Widerstände R2 und R21 eine Spannung auf den Eingang ST2 geführt. Dieses Prinzip wird in der Audiotechnik auch als Phantomspeisung bezeichnet.

Für 3-polige Elektret- und MEMS-Mikrofone steht noch ein separater Anschluss (ST1/+UM) zur Spannungsversorgung zur Verfügung (siehe auch Abschnitt „Nachbau und Inbetriebnahme“).

Das vom Mikrofon kommende Signal wird zunächst mit L1 und C21 von eventuell vorhandenen hochfrequenten Anteilen befreit. Über den Koppelkondensator C22 geht es weiter auf den Verstärker IC3, einem nichtinvertierenden Operationsverstärker. Der Verstärkungsfaktor kann mit der Lötbrücke J3 an verschiedene Mikrofontypen angepasst werden.

Nun folgt der schon erwähnte Tiefpass, der aus IC3A und Zusatzbeschaltung besteht. Es handelt sich hierbei um eine aktive Filterstufe 2. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 3,5 kHz. Mithilfe der beiden Jumper J1 und J2 kann ausgewählt werden, ob diese Filterstufe aktiv sein soll oder nicht. Falls man die Fil-

terstufe nicht möchte, wird einfach der Signalweg abgekürzt und somit die Filterstufe „überbrückt“.

Nun gelangt das Audiosignal auf das wichtigste Element der Schaltung: den Dynamikprozessor vom Typ SSM2167. Die wesentlichen Funktionen wurden ja schon beschrieben.

Der im Blockschaltbild (Bild 1) als „Level Detector“ gekennzeichnete Block ist ein Gleichrichter, der eine Gleichspannung erzeugt, deren Höhe proportional zum Signalpegel ist. Der externe Kondensator C7 an Pin 6 vom SSM2167 dient als Siebkondensator und bestimmt gleichzeitig die Zeitkonstante der Regelung.

Mithilfe des spannungsgesteuerten Verstärkers (VCA = Voltage Controlled Amplifier) kann das Ausgangssignal in der Amplitude beeinflusst werden. Die Regelung übernimmt der gekennzeichnete „Control“-Block.

Über den an Pin 7 (GATE THR) angeschlossenen Trimmer R10 wird die Schaltschwelle für die Rauschsperrung (Noise Gate) eingestellt. Mit dem Trimmer R12 an Pin 8 (COMP RAT) wird der Kompressionsfaktor festgelegt. Über den Koppelkondensator C24 und den Widerstand R9 gelangt das Signal auf den Trimmer R11, mit dem der Ausgangspegel eingestellt werden kann. Über C11 wird das Ausgangssignal auf den Anschluss ST5 geführt.

Für die Elektronik wird eine stabile Spannung von 3,0 V benötigt, die mit dem Spannungsregler IC2 stabilisiert wird. Der Eingangsspannungsbereich erstreckt sich über den Bereich von 3,5 bis 20 V.

Nachbau und Inbetriebnahme

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert (siehe Bild 4), sodass nur die Mikrofonkapsel angeschlossen werden muss, somit entfällt der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen.

Wichtig ist das Setzen (Verlöten) der Jumper J1 bzw. J2. Wird hier keine Verbindung hergestellt, ist der Signalweg unterbrochen und die Schaltung funktioniert nicht. Die Funktion der einzelnen Jumper und des Einstelltrimmers ist in Tabelle 1 erklärt.

In Bild 5 ist das Anschlussschema für die typische Anwendung dargestellt. Die Versorgungsspannung kann in einem Bereich von 3,5 bis 20 V liegen. Sie braucht nicht stabilisiert zu sein, denn ein interner Spannungsregler sorgt für eine stabile Spannung von 3,0 V.

Im linken Teil von Bild 5 sind zwei unterschiedliche Mikrofontypen dargestellt. Dem Bausatz liegt standardmäßig ein Elektret-Mikrofon bei, welches direkt an die Platine gelötet werden kann (siehe Bild 6). Bei den Elektret-Mikrofonen gibt es 2- und 3-polige Varianten. Deren interne Funktion und Anschlussbelegung ist links in Bild 5 zu sehen.

Optional kann auch ein sogenanntes MEMS-Mikrofon angeschlossen werden. Ein solches Mikrofon ist beispielsweise als kleines Modul von ELV erhältlich [3].

Die moderne MEMS-Technologie hat Vor- und Nachteile, wie im ELV-Journal Beitrag zu diesem Mikrofon-Modul [4] nachzulesen ist. Da der Ausgangspegel des MEMS-1 im Vergleich zum Elektret-Mikrofon etwas kleiner ist, muss der Verstärkungsfaktor mit Jumper J3 angepasst (erhöht) werden.

Die Bohrungen der Anschlussleisten sind im 2,54-mm-Raster, sodass hier auch Stift- oder Buchsenleisten zum Einsatz kommen können. **ELV**

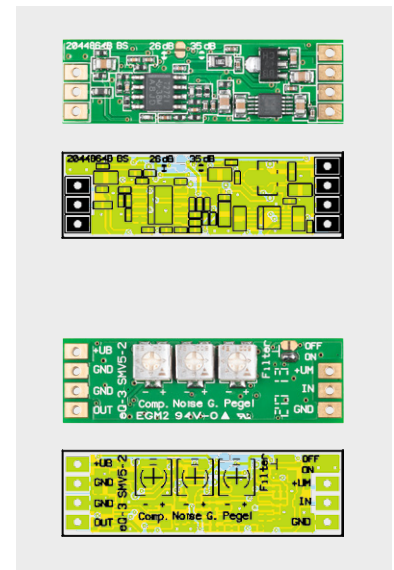


Bild 4: Platinenfotos

Widerstände:

1 kΩ/SMD/0402	R2
2,2 kΩ/SMD/0402	R21, R22
3,3 kΩ/SMD/0402	R23
10 kΩ/SMD/0402	R13–R17
10 kΩ/1 %/SMD/0805	R9
68 kΩ/SMD/0402	R20
100 kΩ/SMD/0402	R19
120 kΩ/SMD/0402	R18
Trimmer/5 kΩ/SMD	R10, R11
Trimmer/100 kΩ/SMD	R12

Kondensatoren:

100 pF/50 V/SMD/0402	C20, C21
2,2 nF/50 V/SMD/0402	C18
10 nF/50 V/SMD/0402	C16, C17
22 nF/16 V/SMD/0402	C22
100 nF/16 V/SMD/0402	C10, C19, C23
1 µF/16 V/SMD/0402	C11–C13, C24
1 µF/50 V/SMD/0603	C25
2,2 µF/16 V/SMD/0805	C6, C7, C15
10 µF/16 V/SMD/0805	C9, C14

Halbleiter:

SSM2167-1RMZ/SMD	IC1
MCP1804T-3002I/MB/SOT89-3	IC2
TLV272ID/SOIC8	IC3

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 2500 Ω bei 100 MHz, 0603	L1
Elektret-Einbaukapsel, 2-pol.	ST1–ST3

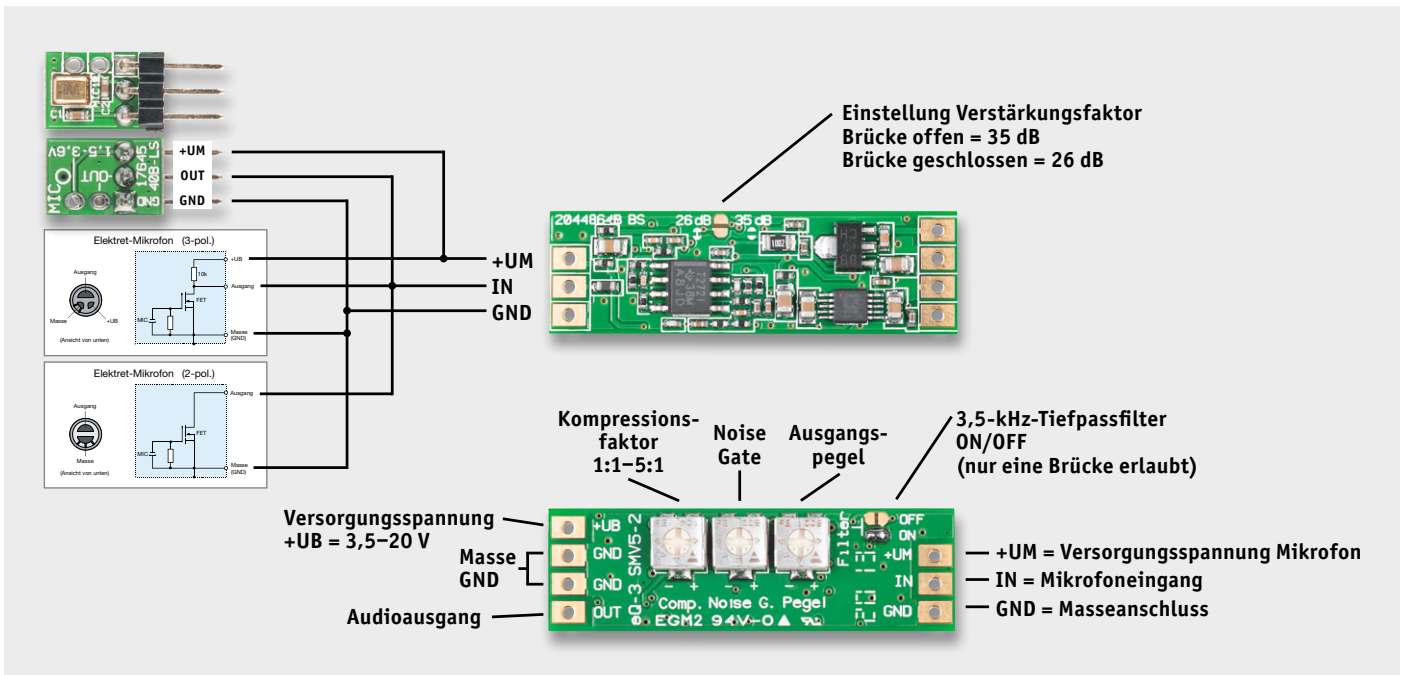
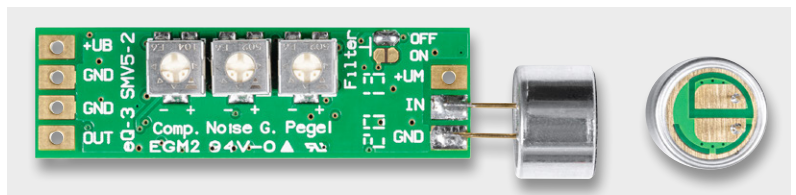


Bild 5: Konfigurations- und Anschlussmöglichkeiten des SMV5-2

Bild 6: So kann das beiliegende Elektret-Mikro direkt an die Platine gelötet werden.



Einstellmöglichkeiten des SMV5-2			
	<p>Kompression Hiermit wird der Kompressionsfaktor eingestellt. Der Bereich erstreckt sich von 1:1 (-) (default) bis 5:1 (+).</p> <p>Hinweis! Ein hoher Kompressionsfaktor erhöht auch das Grundrauschen!</p>		<p>Pegelanpassung für Experten Wenn der Bereich für die einstellbare Pegelanpassung nicht ausreicht, kann dieser Widerstand vergrößert oder verkleinert werden. Aus diesem Grund ist die Bauform von R9 etwas größer gewählt (1206).</p>
	<p>Noise Gate Legt die Schwelle des Noise Gate fest. Der Trimmer sollte für den Anfang auf Mittelstellung gebracht werden.</p>		<p>3,5-kHz-Filter Hier wird das Sprachfilter (3,5 kHz) aktiviert oder deaktiviert. Es darf nur eine Brücke geschlossen werden. Es muss auf jeden Fall eine der beiden Brücken geschlossen werden, da ansonsten die Funktion nicht gegeben ist.</p>
	<p>Pegel Hier lässt sich der Ausgangspegel einstellen. Die Funktion des Dynamikprozessors wird hiermit nicht beeinflusst.</p>		



Weitere Infos:

- [1] Datenblatt SSM2167
www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/SSM2167.pdf
- [2] Dynamikprozessor:
de.wikipedia.org/wiki/Dynamikprozessor
- [3] MEMS-Mikrofon-Bausatz MEMS-1:
www.elv.com: Artikel-Nr. 151456
- [4] ELVjournal Beitrag (ELVjournal 4/2017):
 MEMS-Mikrofon MEMS-1
www.elv.com: Artikel-Nr. 206943

Technische Daten

Spannungsversorgung:	3,5-20 V
Stromaufnahme:	4 mA
Verstärkung:	26 dB/35 dB (per Lötbrücke wählbar)
Eingang:	Elektret-Mikrofon 2- oder 3-pol.
Eingangspegel:	50 mV max.
Frequenzbereich:	100 Hz-8,5 kHz (ohne Filter), 350 Hz-3,5 kHz (mit Filter)
Filter:	Tiefpass (3,5 kHz)
Sonstiges:	Pegel, Noise Gate, Kompression einstellbar
Leitungslängen:	3 m max.
Abmessungen (B x H x T) / Gewicht:	35 x 11 x 6 mm / 2,4 g