



PSI A14-M und A17-M

Phasenkompensierte Kompaktmonitore aus der Schweiz

Die hierzulande noch eher weniger bekannte Marke „PSI Audio“ ist im Schweizer Yverdon ansässig und wurde bereits 1975 von Alain Roux gegründet. Über 25 Jahre beschäftigte man sich mit der Entwicklung verschiedenster Lautsprecher aus dem PA-, Hi-Fi- und Studio-Sektor. Die meisten dieser Produkte waren Auftragsentwicklungen anderer Hersteller, so wie die Ende der 90er-Jahre für Studer in Regensdorf entwickelten Modelle A1, A3 und A5. Heute hat man sich ganz auf die Entwicklung und die Herstellung eigener Studiomonitore konzentriert. In zwei Werken in St. Croix und Yverdon werden für die Monitore alle Komponenten selber gefertigt und penibelst geprüft. Zur Ausstattung in Yverdon gehört so natürlich auch ein 150 m³ großer reflexionsarmer Raum für die Entwicklung und Endkontrolle der Lautsprecher. Alles in allem hat man es daher bei PSI mit 100 % Schweizer Präzision zu tun, die sich natürlich auch im Preis ein wenig niederschlägt. Die beiden hier vorgestellten 2-Wege-Modelle A14-M und A17-M gehören mit 737 € und 1.082 € nicht gerade zu den Low-Cost-Produkten, fallen aber im Vergleich zu anderen angesehenen Herstellern auch nicht aus dem Rahmen. Bereits 1999 stellten wir in unserer Schwesterzeitschrift PRODUCTION PARTNER die Studiomonitor-Baureihe von Studer vor, die, wie nur unschwer zu erkennen ist, zu den Vorfahren der heutigen Modelle gehört.

Insgesamt besteht die Produktpalette von PSI heute aus vier Monitoren, davon drei 2-Wege-Systeme und ein 3-Wege-Modell sowie einem Subwoofer. Alle Lautsprecher sind voll aktiv und mit analoger Filtertechnik ausgestattet. Die beiden hier vorgestellten Modelle A14-M und A17-M sind die kleinsten Monitore bei PSI und typische Nahfeldlautsprecher für Stereo- und Surround-Anordnungen, die optional um einen oder mehrere Subwoofer ergänzt werden können. Die PSI-Homepage empfiehlt für 5.1-Sets die A14-M für Räume bis 14 m² und die A17-M für Räume bis 24 m². In Deutschland läuft die Distribution der PSI-Monitore über die Synthax GmbH, eine bekannte Größe für Studioteknik.

Äußerlich fallen die PSIs durch ihre satte dunkelrote Farbe und ihr ansonsten recht konservatives Design auf. Die quaderförmigen Gehäuse haben nur leicht gerundete Kanten, ein simples in die Front eingefrästes Waveguide für den Hochtöner und eine in die Rückwand eingelassene Elektronik. Alle Teile und die Oberfläche des Gehäuses sind hochwertig verarbeitet und erzeugen schon beim ersten Hinsehen spontan einen edlen Eindruck. Die Tieftöner arbeiten auf Bass-reflexgehäuse, deren Tunnelöffnung als breiter Spalt unten auf der Frontseite ausgeführt ist. Die verwendeten Chassis sind allesamt magnetisch geschirmt, sodass die Monitore auch in direkter Nachbarschaft von Röhrenbildschirmen aufgestellt werden können. Das

kleinste Modell, die A14-M, ist zudem mit einem Montagebügel und Schutzgitter ausgestattet, womit sie auch für den mobilen Einsatz als kleiner Kontrollmonitor gut gerüstet ist. Die Bestückung setzt sich aus einem 6"-Tieftöner und einer 20-mm-Kalotte für die A14-M und einem 7"-Tieftöner mit einer 25-mm-Kalotte für die A17-M zusammen. Beide Kalotten kommen mit Gewebemembranen daher. Die gesamte Elektronik befindet sich auf der herausnehmbaren Rückwand, die auch gleichzeitig als Kühlfläche dient. Ein eigenes Innengehäuse für die Elektronik gibt es jedoch nicht. Für die Endstufen werden im Datenblatt Leistungswerte von 70+30 Watt bzw. 80+40 Watt angegeben.

Als Besonderheit der PSI-Monitore werden das AOI- und CPR-System genannt. AOI steht hier für „Adaptive Output Impedance“ und bezieht sich auf eine Optimierung der Ausgangsimpedanz der Endstufe anhand einer Strommessung im Signalweg zum Lautsprecher. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Membranbewegung ziehen und es kann bei Bedarf entsprechend gegengesteuert werden, was dann wiederum in einem besseren Impulsverhalten der einzelnen Wege resultiert. CPR ist das Kürzel für „Compensated Phase Response“ und beschreibt einfach ausgedrückt eine mit analoger Schaltungstechnik ausgeführte Laufzeit- und Phasenkompensation der einzelnen Wege. Daneben gibt es noch viele andere Funktionen der

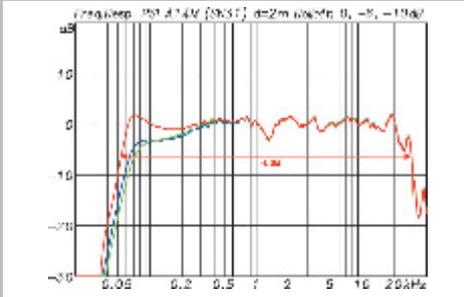


Abb. 1: Frequenzgang der A14-M auf Achse in 2 m Entfernung in rot Filtereinstellungen für -6 und -10 dB Rolloff in Blau und Grün

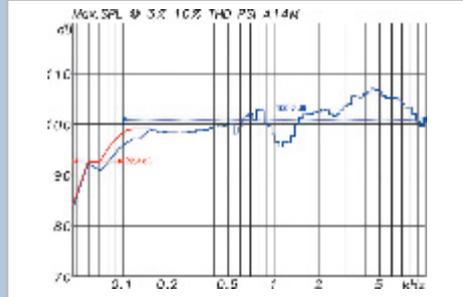


Abb. 2: Maximaler Pegel der A14-M in 1 m Entfernung bei max. 3 % (blau) und 10 % (rot) THD, 10%-Messung nur von 45 bis 150 Hz

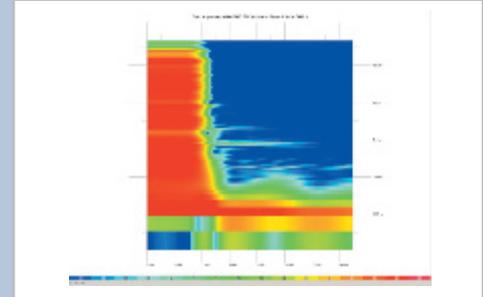


Abb. 3: Spektrogramm der A14-M mit einer schmalen Resonanz knapp unterhalb von 1 kHz

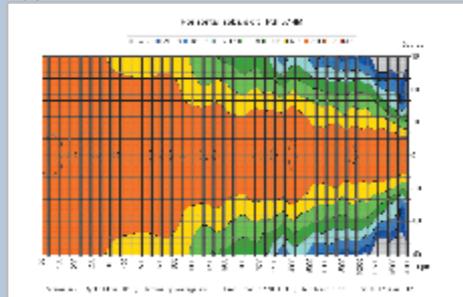


Abb. 4: Horizontales Abstrahlverhalten der A14-M mit -6 dB Isobaren von gelb auf hellgrün

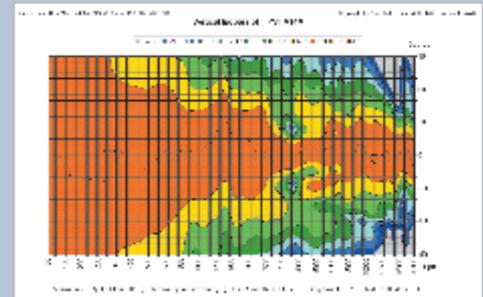
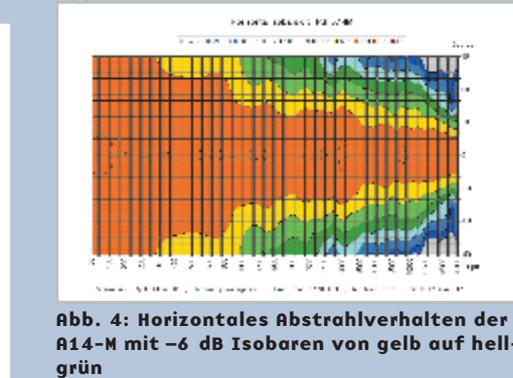


Abb. 5: Vertikales Abstrahlverhalten der A14-M

Übersicht A14-M / A17-M

- Frequenzbereich:** 54 Hz bis 28 kHz / 48 Hz bis 23 kHz (-6 dB)
- Welligkeit:** 4,6 dB / 4,4 dB (100 Hz bis 10 kHz)
- hor. Öffnungswinkel:** 110° / 106° (-6 dB Iso 1 kHz-10 kHz)
- hor. STABW (Standardabweichung):** 19° / 17° (-6 dB Iso 1 kHz-10 kHz)
- ver. Öffnungswinkel:** 88° / 84° (-6 dB Iso 1 kHz-10 kHz)
- ver. STABW:** 32° / 35° (-6 dB Iso 1 kHz-10 kHz)
- Max. Nutzlautstärke:** 100,9 dB / 101,5 dB (3 % THD 100 Hz-10 kHz)
- Basstauglichkeit:** 92,3 dB / 95,2 dB (10 % THD 50-100 Hz)
- Paarabweichungen:** 1,6 dB / 1,2 dB (Maxwert 100 Hz-10 kHz)
- Störpegel (A-bew.):** 24,5 dBA / 25,5 dBA (Abstand 10 cm)
- Magnetische Schirmung:** ja / ja
- Abmessungen:** 163 x 243 x 170 mm / 200 x 320 x 230 mm (B x H x T)
- Gewicht:** 5,5 kg / 8,4 kg
- Paarpreis:** ca. € 1.475,- / € 2.165,-



Blockschaltbild der Elektronik in den 2-Wege-Monitoren von PSI

komplexen analogen Schaltung in den PSI-Monitoren, die sich am besten anhand des Blockschaltbildes erläutern lassen. Ein Blick auf die Elektronik zeigt eine nicht unerhebliche Anzahl von Operationsverstärkern. Aufgabe dieser vielen OPVs ist es, die diversen Filterfunktionen auszuführen. Nach der Eingangsstufe mit Pegelsteller folgt hier zunächst das Filter für den Rolloff im Bassbereich, mit dem die Abstimmung der Aufstellung angepasst werden kann. Befindet sich die Box nahe einer Grenzfläche, was eine Wand, der Boden oder auch die Decke eines Raumes sein kann, so kommt es insbesondere bei tiefen Frequenzen durch so genannte Spiegelquellen an den Grenzflächen zu einer Pegelerhöhung. Für hohe Frequenzen, wo der Lautsprecher eine ausgeprägte Richtwirkung aufweist und die Wellenlänge

klein gegenüber dem Abstand zur Grenzfläche wird, verschwindet dieser Effekt zunehmend. Über den Rolloff kann daher eine kontinuierliche Pegelabsenkung von 0 bis 10 dB eingestellt werden. Die Auswirkung der Filterfunktion ist in den Abbildungen 1 und 6 für die Einstellung bei -6 dB und -10 dB zu erkennen. Die anschließenden Hoch- und Tiefpassfilter dienen als HF-Schutz und Subsonic-Filter. Noch eine kurze Bemerkung zu den Pegelstellern an den PSIs: Bei allen Monitoren wird die Maximal-Stellung als „Cal.“ für „calibrated“ bezeichnet, bei der die Box bei einer Eingangsspannung von 0 dBu einen Schalldruckpegel von 100 dB in 1 m Abstand im Freifeld erzeugt. Unsere Messungen konnten diesen Wert bestätigen. Danach folgt in der Signalkette ein Limiter, der von beiden Endstufenzweigen ein Steuer-

signal erhält und bei Bedarf den Pegel mit der Zeitkonstanten reduziert. Der Limiter wirkt hier immer breitbandig vor der Frequenzweiche, auch wenn nur ein einzelner Weg übersteuert sein sollte. Einzelne Limiter in den Ausgangswegen würden zwar im Zweifelsfalle höhere Pegel erlauben, aber dabei eine tonale Unausgewogenheit verursachen, wenn nur der gerade betroffene Weg limitiert würde. Bevor es nun in die Frequenzweiche geht, findet sich im Blockschaltbild noch eine Delay Line, mit der die zwei bzw. auch drei Wege bei der A25-M bezüglich ihrer Laufzeit zueinander angepasst werden. Durch den räumlichen Versatz der akustischen Zentren der Einzelchassis kommt es bei Mehrwegesystemen unvermeidlich zu Laufzeitfehlern, die durch entsprechende Delays

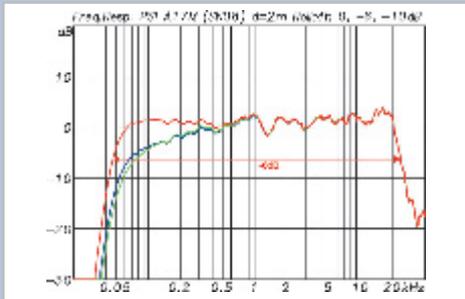


Abb. 6: Frequenzgang der A17-M auf Achse in 2 m Entfernung, in Rot Filtereinstellungen für -6 und -10 dB Rolloff in Blau und Grün

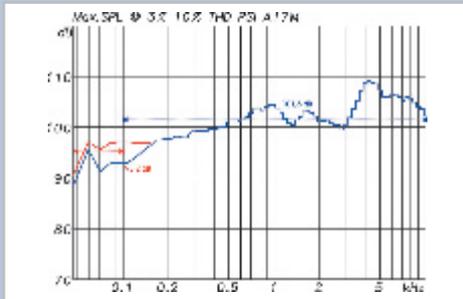


Abb. 7: Maximaler Pegel der A17-M in 1 m Entfernung bei max. 3% (blau) und 10% (rot) THD

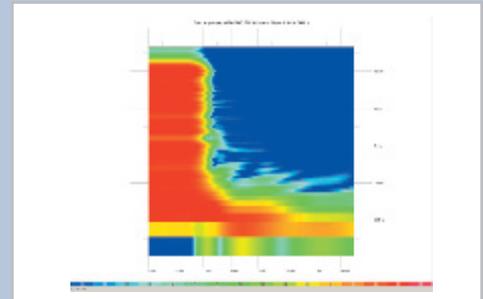


Abb. 8: Spektrogramm der A17-M mit einem fast makellosen Verhalten

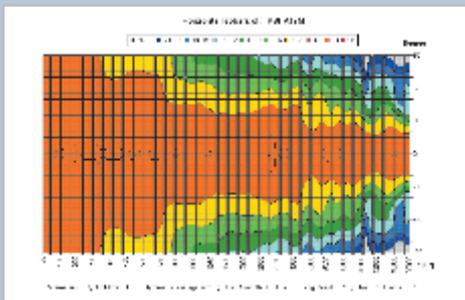


Abb. 9: Horizontales Abstrahlverhalten der A17-M

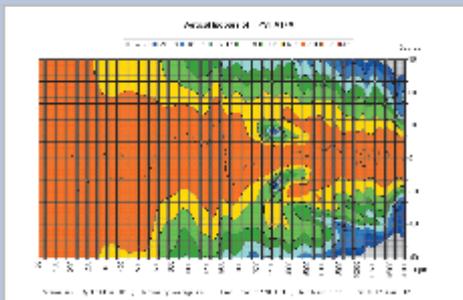
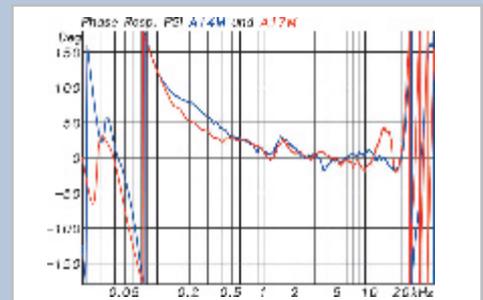


Abb. 10: Vertikales Abstrahlverhalten A17-M



Phasengang der A14-M (blau) und A17-M (rot) mit einem konstanten Verlauf ab ca. 500 Hz aufwärts. Die typischen 360° Phasendrehung der Weiche sind hier nicht zu erkennen.



Elektronikmodul der A14-M mit vielen TL072 OPVs

kompensiert werden können. Perfekt funktioniert das natürlich nur für echte Koaxial-Anordnungen, wo sich alle Treiber auf einer Achse befinden. Bei klassischen Mehrwegeanordnungen, bei der sich die einzelnen Wege in einer Linie übereinander auf der Frontplatte befinden, trifft das streng genommen nur für die horizontale Ebene zu, da sich die Laufzeitdifferenzen in der vertikalen Ebene abhängig von der Hörposition ändern und somit nicht durch ein festes Delay zu kompensieren sind. Diese positionsabhängigen Fehler sind allerdings in der Regel deutlich kleiner als die Laufzeitfehler durch den Einbau der Treiber in der Frontplattenebene.

Realisiert wird die Delay-Linie mit analogen Allpass-Filtern, die vom gesamten Signal noch vor der Frequenzweiche durchlaufen

werden und wo sich jeder Weg an der passenden Stelle das Signal abgreift. Die anschließenden Hoch- und Tiefpassfilter splitten das Signal für die einzelnen Wege so auf, dass als Gesamtfunktion aus dem akustischen Verhalten des Treibers und dem zugehörigen elektrischen Filter eine Linkwitz-Riley-Charakteristik mit 24 dB/Okt. wird. Die komplexe Summe der einzelnen Wege ergibt für diesen Filtertyp einen konstanten Pegelverlauf im Freifeld. Zusätzlich bewirken weitere Filter noch einige Systemverzerrungen.

Auffällig ist auch der Phasenverlauf der beiden Monitore, der sich fast ausschließlich aus dem minimalphasigen Anteil des Tieftöners ergibt. Die Phasendrehungen durch die Frequenzweichenfunktionen (360° bei zwei Wegen und Filtern mit 24 dB/Okt.) sind mit weiteren Allpass-Filtern soweit kompensiert, dass die Box sich im Mittel- und Hochtonbereich nahezu linearphasig verhält.

Insgesamt wurde den Monitoren damit eine sehr aufwändige Elektronik spendiert, die mit einer Reihe von Filtern den Lautsprechern zu einem fast perfekten Verhalten verhilft. Dem gegenüber steht natürlich die nicht unerhebliche Menge an Operationsverstärkern, die alle vom Signal durchlaufen werden müssen, das dabei gewisse, wenn auch sehr geringe, Verzerrungen erfährt und auch mit kleinen Störanteilen beaufschlagt wird. Die Messergebnisse des Störpegels mit 24,5

bzw. 25,5 dBA in 10 cm zeigen jedoch, dass man die Sache bei PSI im Griff hat. Beide Werte sind so niedrig, dass das Störgeräusch schon in 1 m Entfernung nur noch bei völliger Ruhe in der Umgebung mit gespitzten Ohren wahrgenommen werden kann.

Messergebnisse

Nach den detaillierten Ausführungen zu den Filtern in den PSI-Monitoren gilt es zumindest noch einen kurzen Blick auf die weiteren Messergebnisse zu werfen. Die Datenblätter lassen sich zum Thema Messwerte schon ausführlich und auch aussagekräftig aus und jeder Box ist zudem ein individueller Frequenzgangschrieb beigelegt. Beide Lautsprecher weisen in unseren Messungen in Abbildung 1 und 5 einen weit ausgedehnten und schön geradlinigen Frequenzgang auf, der bei der A14-M von 54 Hz bis 28 kHz (-6 dB) reicht und bei der A17-M von 48 Hz bis 23 kHz. Die Gewebekalotten fallen oberhalb von 20 kHz gleichmäßig im Pegel ab und zeigen nicht die von Metallkalotten sonst bekannten teilweise extremen Resonanzen in diesem Frequenzbereich. Ein wenig unbefriedigend stellt sich die Wirkung des Rolloff-Potis dar, das in den Einstellungen -6 und -10 dB kaum Unterschiede erkennen lässt. Hier wären klar definierte Schalter dann doch die bessere Lösung gewesen. Die Paarabweichung fiel für beide Modelle mit 1,6 bzw. 1,2 dB gering aus.

In der Maximalpegelmessung erreichten beide Monitore annähernd auch die im Datenblatt angegebenen Werte. Bei höchstens 3 % Verzerrungen lieferte die M14-A im Mittel 100,9 dB zwischen 100 Hz und 10 kHz und die M17-A 101,5 dB. Im Bassbereich zwischen 50 und 100 Hz waren die Unterschiede entsprechend der Größe der Tieftöner mit 92,3 und 95,2 dB bei höchstens 10 % Verzerrungen größer. In den Spektrogrammen gaben sich beide Monitore vorbildlich. Die einzige zu erkennende Resonanzstelle war bei der A14-M knapp unterhalb von 1 kHz auszumachen.

Im Abstrahlverhalten zeigten beide Monitore eine grundsätzlich zu den hohen Frequenzen hin leicht zunehmende Bündelung. Sprungstellen im Übergangsbereich zwischen Tief- und Hochtöner gibt es nicht. In der vertikalen Ebene halten sich die Interferenzerscheinungen im Bereich der Trennfrequenzen (3,5 bzw. 3,6 kHz) in engen Grenzen.

Hörtest

Im Hörtest wurden beide Monitore auch im direkten Vergleich mit anderen Modellen gehört. Der direkte Vergleich bringt dabei leider immer das Problem mit sich, dass sich die Lautsprecher aufstellungsbedingt gegenseitig beeinflussen können. Möchte man die Probanden einerseits so nahe wie möglich zusammendrücken, so stellt andererseits jeder Lautsprecher für die anderen ihn umgebenden Monitore einen Störkörper, einen Resonator und eine schlecht definierte Grenzfläche dar. Für eine differenzierte tonale Beurteilung und bei Aspekten der räumlichen Ortung ist jedoch der direkte Vergleich die einzige Methode, die auch kleine Unterschiede noch sicher zu Tage fördert.

Die beiden PSIs stellten sich dabei als sehr ähnlich in jeglicher Hinsicht heraus. Das einzige Unterscheidungsmerkmal war die kräftigere Basswiedergabe der größeren A17-M. Ansonsten glänzten beide Monitormodelle mit einer neutralen tonalen Abstimmung, einer sehr guten Stimmwiedergabe und einer präzisen Quellenortung, die losgelöst von den Lautsprechern war. Aufnahmen mit hoher Dynamik wurden bis zum Erreichen des Limitereinsatzes durch die PSIs adäquat reproduziert. Wenn der Limiter eingreift, wird das deutlich durch ein rotes Aufleuchten der Front-LED signalisiert und macht sich

auch im Höreindruck durch ein typisches Pumpen bemerkbar. Harte Verzerrungen werden durch den Limiter zuverlässig vermieden. Für den Einsatz ohne Subwoofer dürfte nach einem Hörvergleich die im Bass kräftigere A17-M wohl meist den Vorzug erhalten, vorausgesetzt die räumlichen Bedingungen bieten genug Platz für die größere Box.

Fazit

Mit der A14-M und A17-M hat der Schweizer Hersteller PSI zwei zwar äußerlich recht

konservative, aber technisch sehr weit entwickelte und ausgereifte Nahfeldmonitore im Programm. Eine gute Verarbeitung, hochwertige Komponenten und sehr gute Messwerte zeichnen die beiden Monitore aus. Ein Highlight ist zweifelsohne die komplexe analoge Elektronik mit diversen Schutzschaltungen und Filtern, die den Boxen einen fast perfekt linearen Phasengang beschert. –

Text und Messungen: Anselm Goertz

Fotos: Dieter Stork

- Limited Edition -
- Manufactured using original technologies -

GEORG-NEUMANN-GEFELL
 1928 - 80th Anniversary - 2008

Finely Crafted

hand-made
 Microphones
 since 1928

made in Germany

**unverwechselbarer
 vintage sound**

M 990 art
 Röhrenkon-Kondensatormikrofon
 hoch ausleuchtbarer Ausgangsübertrager

M 930 art
 Transistor-Kondensatormikrofon
 Ersatzgeräuschpegel 7 dB-A

Ihre wertbeständigen Anlagen in Analogtechnik

80 Years
MICROTECH GEFELL

prolight+sound 01. -04. April Messe Frankfurt Stand 8.0 E 16