

# PRODUCTION PARTNER

Fachmagazin für Veranstaltungstechnik

## Digitalpult

# Yamaha TF-Serie

Yamahas Einstiegerserie mit drei Digitalpulten bietet mit 1-knob und GainFinder auch neue Ansätze zur schnellen und sicheren Bedienung

Text und Messungen: Anselm Goertz | Fotos: Dieter Stork





**Zentraler Bildschirm** mit einem Faderblock in der Stage Mix App auf dem iPad (Abb. 1)



**TF Editor** auf einem externen Computer (Abb. 2)

Durch die günstige Preisentwicklung bei DSPs, Wandlern und anderen elektronischen Komponenten haben digitale Mischpulte auch im unteren Preissegment Einzug gehalten. Umso wichtiger wird es, weniger erfahrenen Technikern eine schnell beherrschbare Bedienoberfläche zu bieten und komplexe Funktionen gut überschaubar darzustellen. Das will Yamaha mit der neuen TF-Serie bieten. Hilfreich sind möglichst viele Standardfunktionen im direkten Zugriff und eine klare Zuordnung der Kanäle. Eine besondere Bedienungs-Neuerung ist in der TF-Serie die „1 knob“-Funktion für EQs und Kompressoren: Statt viele einzelne Parameter einzustellen, genügt jetzt ein Knopf, der die Funktion insgesamt in seiner Intensität bestimmt. Zusätzliche Unterstützung liefern bereits fertige Bibliotheken mit vordefinierten Einstellungen für bestimmte Anwendungen und Mikrofontypen, Letztere wurden in Zusammenarbeit mit Audio-Technica, Sennheiser und Shure erstellt.

Wie steht es um die Erweiterbarkeit? Auf ein fest integriertes Dante-Audionetzwerk-Interface, wie es in den Yamaha-CL- und QL-Serien zum Standard gehört, wurde hier in der Grundausstattung verzichtet, da die Kosten für den Kunden nicht unerheblich sind. Erstmals in der TF-Serie gibt es jedoch den NY-Erweiterungs-Slot. Das neue Format erlaubt die Übertragung von 64 Kanälen bidirektional. Das alte Y-Format war noch auf maximal 16 Kanäle bidirektional limitiert und damit für die Netzwerkanbindung von Stageboxen weniger gut geeignet. Passend dazu ist für das Frühjahr 2016 die Dante-Karte NY64 angekündigt, die mit einem Dante Brooklyn Modul für den Aufbau eines redundanten Netzwerks geeignet ist. Ebenfalls im Frühjahr 2016 soll es die neue Stagebox Tio1608D mit 16 Eingängen und acht Ausgängen geben; die Preamps sind voll remote-

fähig. Sie wird ebenso mit einem primären und sekundären Netzwerkanschluss ausgestattet und kann entweder im redundanten Modus oder im Daisy-Chain mit weiteren Stageboxen betrieben werden.

Die Bedienoberfläche ist den aktuellen Trends angepasst. Das große farbige Display ist jetzt voll touch-sensitiv und kann mit einem oder zwei Fingern mit Wisch-, Dreh- und Schiebefunktionen bedient werden. Wer das nicht mag oder die Präzision eines Inkrementalgebers bevorzugt, kann die Einstellung natürlich auch am zentralen Drehgeber rechts unterhalb des Displays oder den vier user defined knobs vornehmen. Einen Anschluss für eine Schwannenhalslampe gibt es nicht, daher muss man in dunkler Umgebung Sorge tragen, auf der Oberfläche deaktive (dann nicht hinterleuchtete) Taster ausreichend zu erkennen.

Zur Fernbedienung gibt es die obligatorischen Apps fürs iPad und in vereinfachter Form fürs iPhone. Die TF StageMix App bietet die nahezu komplette Fernbedienung des Pultes und kann auch als Erweiterung am Pult genutzt werden. Die MonitorMix App ist für kleinere Displays geeignet und erlaubt für bis zu zehn externe Geräte den Zugriff auf den Monitormix über die Aux-Wege. Für Windows und OS X verfügbar ist der TF Editor, der eine komplette Konfiguration des Pultes inklusive Szenen und Presets ermöglicht.

## Hardware und Struktur

Die TF-Serie ging 2015 mit drei Konsolen an den Start. Die Modelle TF1, TF3 und TF5 sind vom Prinzip her weitgehend



**Aux-Mischung** für den Aux Bus 1 in der TF Stage Mix App (Abb. 3)

identisch und unterscheiden sich im Processing nur in der Anzahl der verfügbaren Eingangszüge. Beim TF1 sind das 32, beim TF3 und TF5 jeweils 40. Bei der Hardware machen die Anzahl der Fader und die Anzahl der analogen Eingänge an der Konsole die Unterschiede aus. Die Anzahl der Fader entspricht dabei auch der Anzahl der Eingänge. Für das TF1 sind es je 16, für das TF3 je 24 und für das TF5 je 32.

Die rückseitigen analogen Ausgänge sind als Omni-Outs definiert und können über eine Matrix beliebigen Ausspielpunkten im Pult zugeordnet werden. Auf der Eingangsseite gibt es keine Matrix. Hier ist die Zuordnung 1:1 zu den analogen Eingängen an der Konsole oder den entsprechenden USB-Kanälen. Mit der optionalen Dante-Karte kommt dann noch die Auswahl eines Dantes-Kanals hinzu.

Weitere Anschlüsse auf der Rückseite sind zwei Stereo Line-Level Inputs, die den beiden Stereo-Eingangswegen im Pult zugeordnet sind. Alternativ können den Stereokanälen auch das Stereo-Playback vom USB-Stick auf der Frontplatte oder die USB-Kanäle 33 und 34 des hinteren USB-host-Anschlusses fürs Recording zugewiesen werden. Ein direktes Recording auf ein USB-Speichermedium ist nur zweikanalig und nur über die vordere USB-Buchse möglich. Diese ist auch für eine direkte Verbindung mit einem iPad geeignet, das dann auch als zweikanaliger Zuspeler oder Recorder genutzt werden kann. Möchte man komplett alle 32 Wege aufzeichnen oder wieder einspielen, benötigt man einen über den Host Port angeschlossenen Computer mit entsprechender Software.



**Anschlussfeld** mit analogen Ein-/Ausgängen, Erweiterungsschacht und je einer Netzwerk- und USB-Buchse; Dante wird über eine NY64-Karte integriert

## Coming soon: Dante Netzwerk und Stagebox

Die heutige Audiowelt ist digital: Streaming-Dienste, Musikserver, vernetzte Geräte, allen Ortes findet sich reine Digitaltechnik. Unverändert analog bleiben aber die Schnittstellen zu den akustischen Signalen, die Wandler. Auf der einen Seite der Signalkette stehen die Mikrofone, auf der anderen Seite die Lautsprecher. Die Mikrofone wandeln ein Schallereignis in elektrische Signale von sehr kleiner Spannung um. Der Lautsprecher macht dies umgekehrt und wird mit hoher Spannung und viel Strom dazu angetrieben, die elektrischen Signale wieder in hörbaren Schallwechseldruck zurück zu verwandeln.

Was das mit digitalen Netzwerken zu tun hat? Die kleinen Spannungen aus den Mikrofonen und auch die kräftigen Ströme zu den Lautsprechern mögen vor allem eines nicht: lange Kabel, die Störungen einfangen und Verluste verursachen.



**Stagebox 2015** noch Produkt-Preview mit Dante-Interface und Remote Headamps




---

**TF1, TF3 und TF5** unterscheiden sich in der Anzahl von Kanälen, Eingängen und Fadern

Zielsetzung ist es daher, die Signale so früh wie möglich von der analogen auf die digitale Ebene zu transferieren und diesen Schritt am anderen Ende der Kette erst so spät wie möglich wieder umzukehren.

Hier kommt das Audionetzwerk ins Spiel, das möglichst einfach die Audiosignale dort abholt bzw. hintransportiert, wo sie erzeugt oder gebraucht werden. Zu Zeiten analoger Pulte wurde das von einem Multicore mit vielen Aderpaaren für die Hin- und Rückleitungen übernommen. Die Multicores waren schwer, teuer und störanfällig. Mit einem Audionetzwerk besteht nun die Möglichkeit, alles auf ein oder zwei Netzkabel zu reduzieren und die Signale mit großen und kleinen Stageboxen verlustfrei überall dort hinzubringen oder abzuholen, wo sie gebraucht oder erzeugt werden. Manche Controller oder Endstufen haben die Schnittstellen für das Audionetzwerk bereits direkt mit eingebaut.

Viele Anwender haben jedoch aus leidvoller Erfahrung mit PC-Netzwerken usw. ein tief sitzendes Misstrauen gegenüber dieser Technik. Hinzu kommt das Argument: Wenn in einem analogen System oder Multicore früher ein Weg ausfiel, dann nahm man zur Not einen anderen – und es ging weiter. Fällt

dagegen das digitale Netzwerk aus, dann bedeutet das im ungünstigsten Fall den totalen Blackout: nichts geht mehr.

Für die Akzeptanz der Netzwerktechnik heißt das: Es muss einfach zu konfigurieren und sicher gegen Störungen oder Ausfälle sein. Nicht zuletzt aus diesen Gründen hat man sich bei Yamaha als natives Netzwerk an den Pulten der QL- und CL-Serie wie auch für die zugehörigen Stageboxen für das Dante-Audionetzwerk des Herstellers Audinate entschieden.

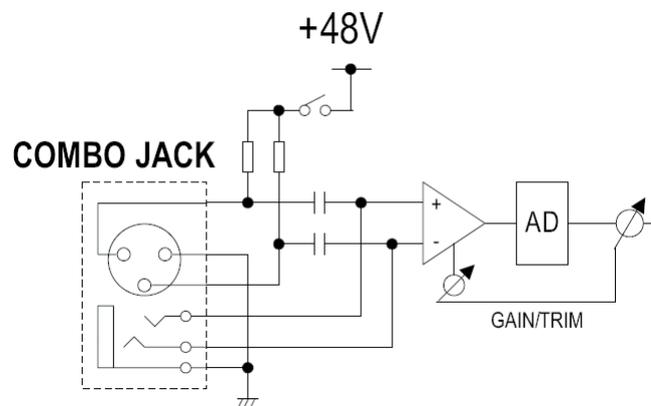
Die einfachste Konfiguration in Kombination mit einem TF-, QL- oder CL-Pult besteht aus einer I/O-Box und einer Konsole, die ganz schlicht nur über eine Netzwerkleitung und ohne weitere Hilfsmittel verbunden werden. Wird eine zweite Stagebox benötigt, dann kann das Netzwerk per Daisy-Chain von der ersten zur zweiten Stagebox weitergereicht werden. Gleiches gilt für weitere Dante-Komponenten. So kann z. B. ein Computer als Multitrack-Recorder direkt an die zweite Netzbuchse des Pultes angeschlossen werden. Dante bietet hier die äußerst komfortable Möglichkeit, über eine „virtuelle Soundkarte“ (in Form eines Netzwerktreibers) alle Audiokanäle im Computer verfügbar zu machen. Im Dante-Netzwerk tritt dieser dann als eine weitere Komponente auf. Auf dem Computer

Sens.	0 dBfs		Noise	
	dBu	entspr. dBu	lin. bew. dBfs	A-bew. dBfs
-6	+32	-85	-110	
+2	+24	-83	-108	
+10	+16	-80	-105	
+17	+9	-77	-102	
+18	+8	-85	-110	
+26	0	-83	-108	
+34	-8	-80	-105	
+41	-15	-77	-102	
+42	-16	-83	-108	
+50	-24	-76	-101	
+58	-32	-69	-94	
+66	-40	-61	-86	

**Noise** am Ausgang in Abhängigkeit vom Gain. Alle Messungen mit 200 Ohm Eingangswiderstand.  
*EIN = -126 dBu (lin.), -128 dBu (A) @ max. Gain.*

selber verhält sich die virtuelle Soundkarte wie eine Hardware-Karte mit ASIO-Interface. Gleichzeitig kann der Computer auch noch diverse Konfigurations- und Steuerungsaufgaben über ein und dasselbe Netzwerk übernehmen.

In dieser einfachsten Form des Daisy-Chain-Systems gibt es jedoch keine Redundanz, dazu bedarf es der Stern-Topologie. Sie kann mit Hilfe der primären und sekundären Netzwerkschnittstellen an jedem Gerät auch komplett doppelt ausgelegt werden. Kommen mehr als zwei Geräte zum Einsatz, dann muss für jeden Stern zumindest ein externer Switch eingesetzt werden. Das alles lässt sich mit Standard-Ethernet-GBit-Switches



**Headamp** mit kombinierter analoger und digitaler Gain-Einstellung. Die analoge Einstellung arbeitet in 6-dB-Stufen, die digitale mit 1-dB-Schritten. (Abb. 4)

und Cat.5- bzw. Cat.6-Kabeln einfach und kostengünstig aufbauen. Einfach kann man ein Dante-Netzwerk über die Dante „Controller Software“ konfigurieren: Alle im Netz verfügbaren Geräte treten in einer Matrix mit ihren Ein- und Ausgängen auf und können so miteinander verbunden werden.

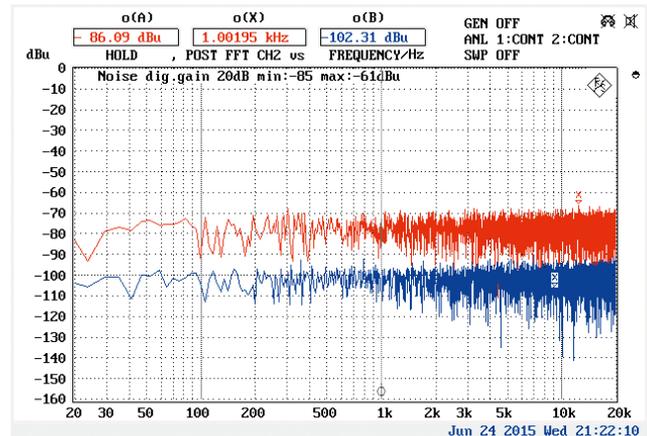
Drei wichtige Aspekte sind somit erfüllt: Das Audionetzwerk ist mit guten Standard-Netzwerkkomponenten einfach und kostengünstig aufzubauen, Redundanz ist bei Bedarf mit der doppelten Sterntopologie möglich und die Konfiguration geht mit Hilfe der Dante Controller-Software schnell und flexibel von der Hand. Hier braucht man sich also auch dann nicht fürchten, wenn man nicht gerade ein Netzwerk-Experte ist oder sich als Neuling mit dem Thema befasst.

## Messwerte

Wie gut der Übergang von der analogen Audiorealität in die digitale Ebene gelingt hängt von den Fähigkeiten der A/D-Wandler und auch des vorgelagerten Preamps ab. Dem Preamp kommt in einem Digitalpult eine ähnliche Bedeutung zu wie auch in analogen Pulten, da hier von schwachen Mikrofonsignalen bis zu hohen Linepegeln aus Keyboards oder DI-Boxen erst einmal alles auf einheitliches Pegelniveau gebracht werden muss. Die Preamps in den TF-Pulten bieten dazu einen sehr weiten Gain-Bereich von -6 dB bis +66 dB. 0 dB bedeutet dabei Vollaussteuerung für ein analoges Signal mit +26 dBu Pegel. Da der Preamp voll Remote- und Recall-fähig ist, kann die Einstellung nicht über ein herkömmliches Poti erfolgen.

In den Preamps sind dazu ein passiver Abschwächer und zwei über Relais geschaltete Verstärkerstufen hintereinander angeordnet. Die Unterschiede von einer Stufe zur nächsten betragen jeweils 24 dB. Die Umschaltung erfolgt hörbar als leises Klicken von +17 auf +18 dB Gain und von +41 auf +42 dB Gain. Eine weitere Stufe erlaubt, über einen DCA (Digital Controlled Amplifier) Gain-Werte von 0 bis +18 dB in 6-dB-Schritten einzustellen. Die noch weitergehende Auflösung der Einstellung in 1-dB-Stufen erfolgt dann auf digitaler Ebene. Abbildung 4 zeigt den Aufbau mit dem analogen Gain Trim in 6-dB-Schritten vor dem A/D-Wandler und dem digitalen Gain Trim in 1-dB-Schritten hinter dem A/D-Wandler.

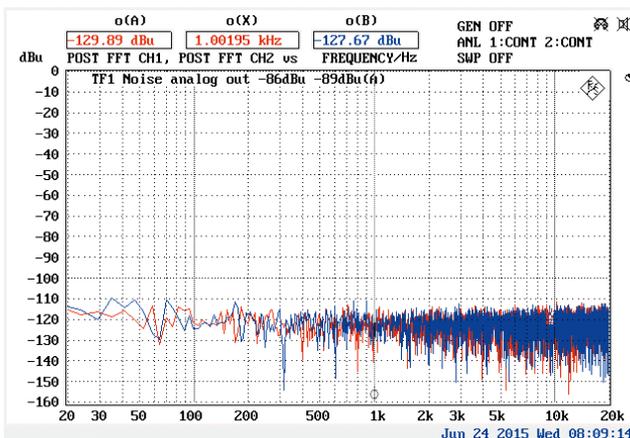
Für die Noise-Messung des Preamps mit ADC wurde ein digitales Gain im Pult von 20 dB eingestellt (das anschließend vom Messwert wieder abgezogen wurde). So kann das Noise der Eingangssektion unabhängig von der Ausgangsstufe gemessen werden. Bei niedrigstem Gain kann der maximale Pegel +32 dBu betragen und entsprechend bei maximalem Gain -40 dBu. Bei niedrigster Verstärkung wird ein sehr guter Störabstand von 110 dB erreicht, der durch den A/D-Umsetzer bestimmt wird. Für höhere Verstärkungswerte dominiert dann das Rauschen des Preamps, wo bei maximalem Gain von +66 dB noch ein Wert von 86 dB erreicht wird. Berechnet man daraus das äquivalente Eingangsrauschen, dann liegt dieses bei -126 dBu. Die zugehörigen Störspektren aus Abb. 6 zeigen ein sauberes weißes Rauschen. Mit den 20 dB zusätzlichem Gain liegt der Gesamtpegel des Rauschens bei -65 bzw. -41 dBu. Zieht man die 20 dB wieder ab, dann werden daraus -85 und



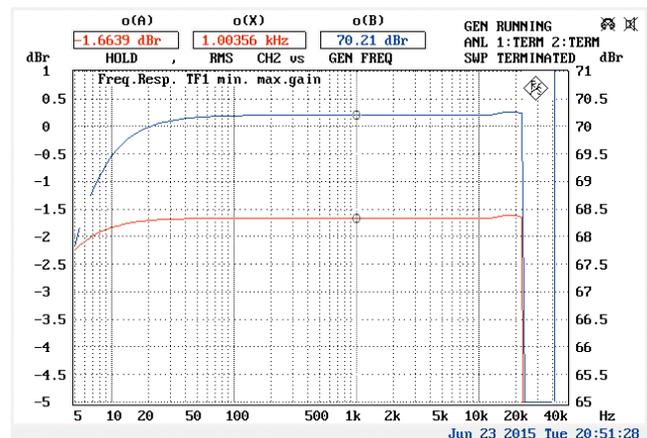
**Störspektrum** am Ausgang in dBu bei max. (rot) und min. (blau) Preamp Gain, gemessen am analogen Ausgang in dBu mit +20 dB dig. Gain (Abb. 5)

-61 dBu. Die maximale Ausgangsspannung am analogen Ausgang beträgt demgegenüber +25 dBu, woraus sich 110 bzw. 86 dB S/N berechnen lassen.

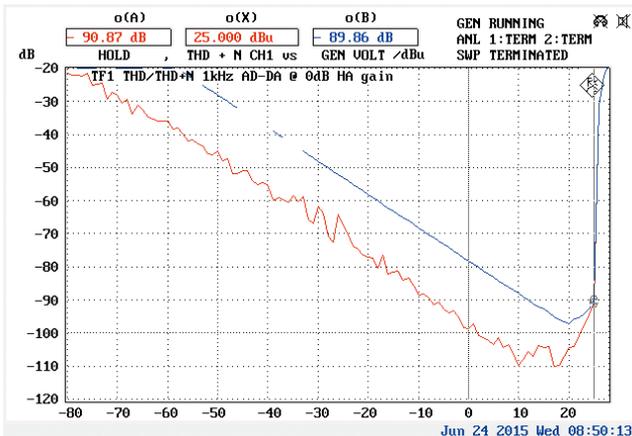
Die analogen Ausgänge des Yamaha TF1 für sich betrachtet liefern einen S/N von 111 dB bei linearer Bewertung und von 113 dB mit A-Bewertung des Störanteiles. Die Messungen dazu aus Abb. 6 erfolgten bei zugezogenem Master-Fader. Im



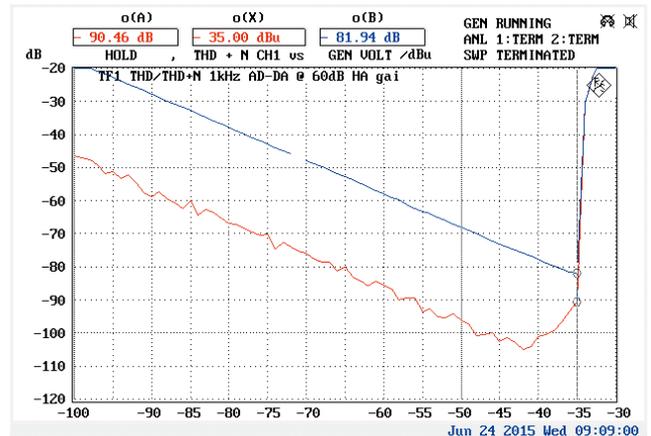
**Störspektrum** am analogen Ausgang bei zugezogenem Masterfader mit einem Gesamtpegel von -86 dBu lin. bew. und -89 dBu A-bew. Die maximale Ausgangsspannung beträgt +25 dBu. (Abb. 6)



**Frequenzgang** über alles vom analogen Eingang zum analogen Ausgang gemessen bei min. Gain von -6 dB (rot) und bei max. Gain von +66 dB (blau) (Abb. 7)



**Preamp Gain 0 dB** THD (rot) und THD+N (blau), die Clipgrenze liegt dann bei +25 dBu Eingangspegel (Abb. 8)



**Gain von +60 dB** THD (rot) und THD+N (blau), die Clipgrenze liegt dann bei -35 dBu Eingangspegel (Abb. 9)

Störspektrum findet sich auch hier nur unkritisches weißes Rauschen.

Abb. 7 zeigt die Frequenzgangmessungen für die minimale und maximale Verstärkung. Die Kurven sind erwartungsgemäß gerade und beginnen erst unterhalb von 20 Hz leicht abzufallen. Bei 48 kHz Abtastrate reicht die Kurve am oberen Ende bis knapp unter 24 kHz. Alle Fader befanden sich dazu in der 0-dB-Stellung. Daraus folgt ein Gain von +1,34 dB zuzüglich +3 dB durch die Pan-Einstellung. Die Einstellung des Preamps auf -6 dB resultiert somit in einem Wert von -1,66 dB.

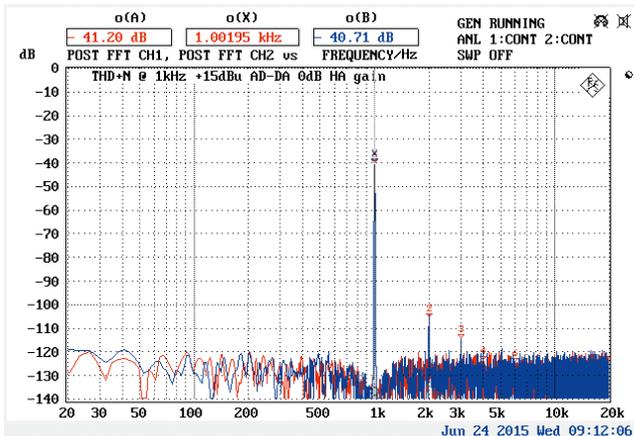
## Verzerrungswerte und deren Bedeutung

Die Verzerrungswerte des TF1 wurden vom analogen Eingang zum analogen Ausgang gemessen. Diese Messsituation entspricht den realen Betriebsbedingungen, hat jedoch den kleinen Nachteil, dass sich bei der Verzerrungsursache nicht so gut zwischen Ein- und Ausgang unterscheiden lässt. Gemessen wurden die THD-Werte, das Verzerrungsspektrum und die transienten Intermodulationsverzerrungen jeweils für Gain-Werte von +60 dB und für 0 dB im Preamp. Auf die Messung mit den Extremwerten des Preamp Gains von -6 dB und +66 dB wurde verzichtet, da diese Einstellungen schon weit außerhalb des üblichen Arbeitsbereiches liegen und nur für Sonderfälle benötigt werden. Die Kurven in Abb. 8 und 9 zeigen dazu den Verzerrungsanteil im Signal (y-Achse) in Abhängigkeit vom Eingangspegel (x-Achse). Die beiden Kurven stellen den THD (rot),

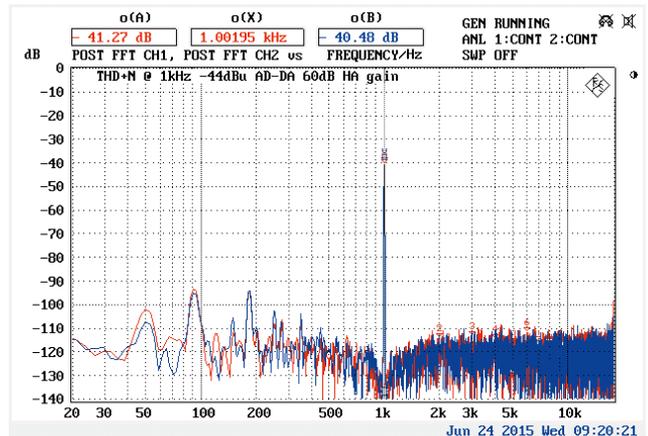
die Summe aller harmonischen Verzerrungen und den THD+N (blau), alle nicht zum Anregungssignal gehörigen Anteile einschließlich Rauschen, dar.

Für kleine Messsignalpegel ist der Anteil des Rauschens und der Verzerrungen zwangsläufig hoch. Mit zunehmendem Pegel des Messsignals fallen THD und THD+N dann immer weiter ab, bis zu dem Punkt, wo die Clipgrenze erreicht wird. Das Minimum der Kurve liegt meist kurz vor oder direkt an der Clipgrenze. In Abb. 8 für 0 dB Gain wird die Clipgrenze bei +25 dBu erreicht, wo die Verzerrungswerte sehr geringe -90 dB (= 0,003 %) betragen. Das Verzerrungsminimum wird bei einem etwas geringeren Pegel von 10 dBu erreicht und liegt bei ebenfalls sehr guten -110 dB (= 0,0003 %). Etwas schwieriger wird es für den Preamp bei hohen Verstärkungswerten, hier von +60 dB. Die Werte fallen trotzdem durchaus vergleichbar gut zur Messung mit 0 dB aus. Die entsprechenden Kurven dazu finden sich in Abb. 9.

Neben den absoluten Verzerrungswerten interessiert noch deren spektrale Zusammensetzung. Angestrebt werden im Klirrspektrum neben generell niedrigen Klirrkomponenten möglichst wenig ungerade ( $k_3, k_5, \dots$ ) und zu höherer Ordnung hin möglichst schnell abfallende Anteile. Ideal wäre somit etwas  $k_2$ , deutlich weniger  $k_3$  und darüber möglichst gar nichts mehr. Die Klirrspektren für einen 1-kHz-Sinus in Abb. 10 und 11 wurden bei 0 und bei +60 dB Gain gemessen. Die Aussteuerung mit dem Messsignal lag jeweils 10 dB unterhalb der



**Klirrspektrum** des TF1 bei 0 dB Gain und +15 dBu Eingangspegel (Abb. 10)

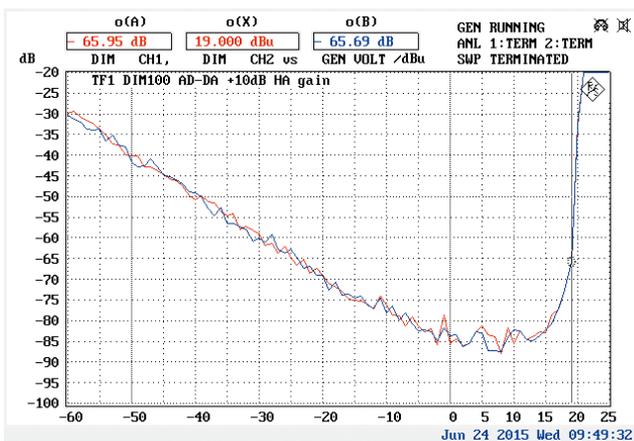


**Klirrspektrum** bei 60 dB Gain und -44 dBu Eingangspegel (Abb. 11)

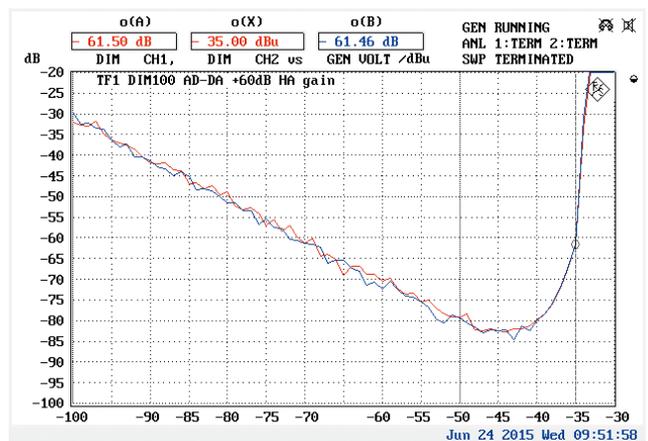
Clipgrenze. Die Spektren kommen beide der vorab genannten Idealvorstellung recht nahe und dürften ein Garant für gute klangliche Eigenschaften der Eingangsstufe sein.

Die dritte Messreihe befasst sich mit den transienten Intermodulationsverzerrungen, auch TIM oder DIM genannt. Die Vorgehensweise ist identisch zur THD-Messung mit dem Unterschied, dass als Messsignal kein Sinus, sondern ein gemischtes Rechteck/Sinus-Signal verwendet wird. Diese Art Testsignal mit seinen steilen Rechteckflanken stellt für die gemessene

Schaltung einen deutlich größeren Stressfaktor als der eingeschwungene reine Sinus dar. Den Ergebnissen der DIM-Messung wird daher auch eine größere Relevanz für die klanglichen Eigenschaften nachgesagt als es bei der reinen THD-Messung der Fall ist. Werte in der DIM-Messung von -80 dB sind bereits als sehr gut zu bewerten. Die DIM-Kurven wiederum für 0 dB und 60 dB Preamp Gain sind in Abb. 12 und 13 dargestellt. Das sehr gute Minimum von -85 dB wird in beiden Fällen ca. 10 dB unter Vollaussteuerung erreicht. Auch hier kann man somit festhalten: Alles bestens!



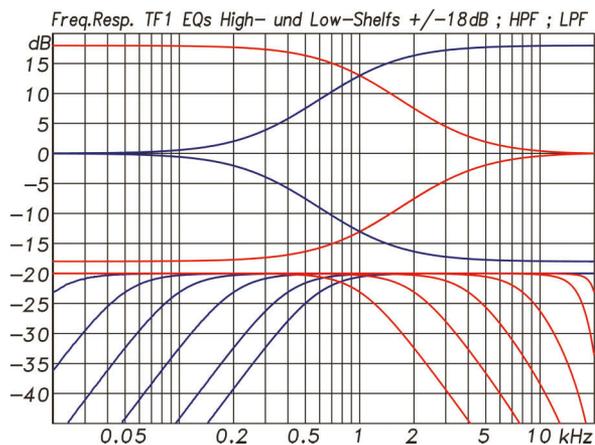
**DIM** Transiente Intermodulationsverzerrungen bei minimalem Gain (Abb. 12)



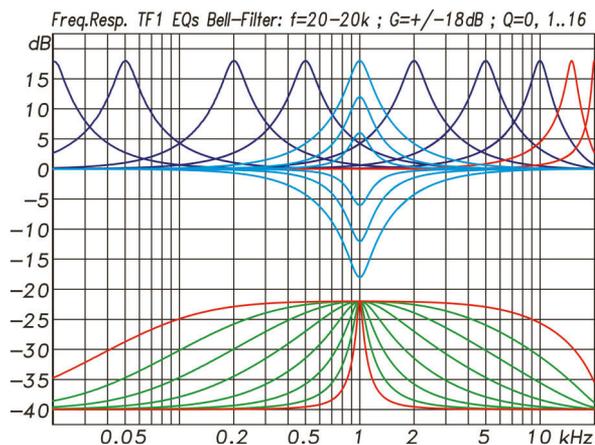
**DIM** Transiente Intermodulationsverzerrungen bei maximalem Gain (Abb. 13)



**Parametrische EQs** in den Eingängen in voller Ausstattung, alternativ kann der EQ auch auf „1-knob“ geschaltet werden (Abb. 14)



**High- und Low-Shelfs** und die Hoch- und Tiefpassfilter (unten) in den Eingängen (Abb. 15)



**Bell-Filter** mit Einstellungen für die Frequenz und das Gain (oben) und für die Güte (Abb. 16)

## Signalbearbeitung und Struktur

Die Anordnung der signalverarbeitenden Stufen in einem Mischpult kann bei digitalen Geräten weitgehend flexibel gestaltet werden. Gleiches gilt für die Abgriffe in einem Signalpfad, wo z. B. das Signal für die Aux-Busse bezogen wird. Der Signalpfad in einem Eingangszug besteht in dieser Reihenfolge aus: Input select, digitalem Gain, Hochpassfilter, 4-fach parametrischem EQ, Gate, Kompressor und DCA (Fader). Im Input Select ist die Auswahl „Slot In 1–32“ noch ausgegraut, da sie erst mit Erscheinen der NY64-Erweiterungskarten in der Pult-Firmware aktiviert wird.

Der Abgriff für das Recording auf einer per USB angeschlossenen DAW kann global geschaltet werden. In der Regel wird man die Pre-Processing-Einstellung nutzen, da die Einstellungen für eine Live-Darbietung meist nicht diejenigen sind, die man später für einen Down-Mix auf ein 2-kanaliges File benötigt. Möchte man den Down-Mix dann später auch über das Pult vornehmen, dann spielt man die unbearbeiteten Signale an gleicher Stelle wieder ein und kann dann den Mix erstellen. Eine Multitrack-Aufnahme von einem Konzert zurückzuspielen, kann natürlich auch vor einem Konzert als Soundcheck ohne Akteure auf der Bühne genutzt werden, was direkt mehrere Vorzüge hat: Zum einen müssen die Musiker nicht immer wieder den Soundcheck über sich ergehen lassen und der Techniker am Pult bekommt schon beim Soundcheck den guten Live-Eindruck, da viele Musiker während der Show anders und meist auch kräftiger und lauter agieren als für einen Soundcheck.

## Filter

Jeder Eingangskanal der TF-Pulte verfügt über ein von 20 Hz bis 600 Hz durchstimmbares Hochpassfilter und vier voll parametrische EQs, die entweder alle als Bell-Filter definiert werden können oder alternativ je eines als High- oder Low-Shelf. Sehr schön gelungen ist die neue Bedienoberfläche für die Filtersektion: Die Werte lassen sich direkt über die Regler oder den Screen mit einem oder zwei Fingern eingeben. Durch Schieben mit einem Finger werden das Gain oder die Frequenz variiert, mit der Zwei-Finger-Methode kann das Filter in der Güte eingestellt werden. Gleiches gilt für die iPad-App. Der TF Editor am Computer setzt die drei Einstellungen auf das Mausrad. Hier gibt es dann für Puristen oder Technokraten auch noch die Möglichkeit, die Filterparameter als Zahlenwert direkt einzugeben.

Yamaha-typisch sind die Filter in ihrer Übertragungsfunktion nicht kompensiert: Nahe der halben Abtastrate wird die Filterkurve in ihrem Verlauf über der Frequenzachse gestaucht. Die

Ursache liegt darin, dass die unendlich ausgedehnte Frequenzachse aus der analogen auf das endlich diskrete Spektrum in der digitalen Ebene transformiert wird. Liegt die halbe Abtastrate bei 24 kHz, dann treten für Filter oberhalb von 10 kHz bereits deutlich sichtbare Veränderungen im Kurvenverlauf auf. Die beiden roten Kurven im oberen Teil von Abb. 16 machen das deutlich. Der Effekt ist auch anhand der Filterkurve auf dem Display zu erkennen. Wichtig ist es zu wissen, dass es sich hier nicht um Verzerrungen oder Ähnliches handelt, sondern nur um eine etwas veränderte Filterfunktion, die vom bekannten analogen Verhalten abweicht. Andere Hersteller kompensieren den Effekt rechnerisch, was bis zum Erreichen der Grenzfrequenz möglich ist. Yamaha verzichtet traditionell darauf – das ist mehr oder weniger eine Geschmacksfrage.

In allen Ausgängen des Pultes finden sich zusätzlich zu den parametrischen Filtern auch noch grafische Terzband-EQs. Aufgrund der großen Anzahl von Filtern sind die grafischen EQs zur Reduzierung der notwendigen Rechenleistung als sogenannte 12 aus 31 Filter implementiert: Von den jeweils 31 Frequenzbändern von 20 Hz bis 20 kHz können nur maximal 12 aktiv genutzt werden. In der Praxis wird das in der Regel hinreichend sein. Der Effekt der Kurvenverformung nahe der halben Abtastrate ist auch in den Terz-EQs sichtbar. Durch die hohe Bandbreite der einzelnen Filter überlappen sich diese relativ stark. Betätigt man mehrere benachbarte Filter, dann führt das zu einer kräftigen Anhebungen oder Absenkungen, derer man sich bewusst sein sollte.

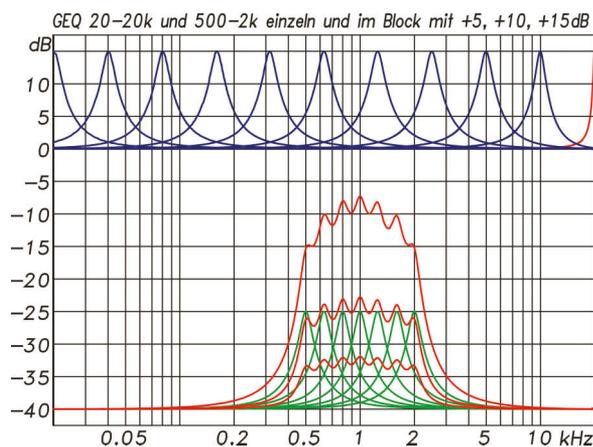
## Dynamik- und Effektfunktionen

In den Eingängen der TF-Pulte findet sich je ein Kompressor/Limiter in Kombination mit einem Gate, in den Ausgängen gibt es nur den Kompressor/Limiter. Auch hier ist das Bedienfeld sehr schön übersichtlich und leicht bedienbar gestaltet. Wie sich die Einstellungen auswirken, ist in Abbildung 20 mit der Reaktion des Kompressors auf einen Sinusburst mit Zeitkonstanten von 50 und 500 ms für Attack und Release dargestellt. Der Threshold-Wert von -20 dB bezieht sich hier auf 0 dBfs im digitalen Signalpfad.

Die zwei FX Busse und bei Bedarf auch noch die sechs Stereo Aux Busse 9–20 können von allen Eingängen aus beschickt werden. Im jeweiligen Master gibt es noch je vier voll parametrische EQs und eine Reihe von Effekten, es stehen diverse Hallprogramme, Delays, Chorus und ein Multiband-Kompressor mit vier Bändern zur Verfügung. Möchte man seine eigenen speziellen Effekte nutzen, dann können diese extern über



Grafische Terzband EQs in den Ausgängen (Abb. 17)



Grafischer EQ einzelne Filterbänder von 20 Hz–20 kHz (20 kHz Band in rot), unten Filter von 500 Hz–2 kHz einzeln (grün) und im Block (rot) mit +5, +10 und +15dB Gain (Abb. 18)

die FX- oder Aux-Outs beschickt und über zwei beliebige Inputs wieder eingespielt werden.

## 1-knob Funktionen und weitere Vereinfachungen

Wer einfach das Pult besonders schnell benutzen möchte, findet in der TF-Serie einige Möglichkeiten zur Vereinfachung: Für die Eingänge sehr umfangreiche Bibliotheken mit vorgefertigten Filter- und Kompressor-Einstellungen für die Abnahme aller möglichen Instrumente. Zusätzlich gibt es diese in Kombination mit einer Mikrofonempfehlung von Audio-Technica,

## Dynamikbearbeitung

Neben der Filterung ist die Dynamikbearbeitung die wichtigste Funktion in einem Mischpult. Speziell bei Live-Konzerten ist die Signaldynamik oft sehr groß und man wünscht sich eine gewisse Verdichtung. In leisen Passagen kann es zudem noch Probleme mit Störgeräuschen aus gerade nicht genutzten offenen Mikrofonen geben. Mit Hilfe von Kompressoren können laute Peaks im Signal reduziert werden, mit einem Gate lassen sich nicht genutzte Mikrofone und Wege sperren. Beide Funktionen arbeiten mit Schwellwerten (Threshold), die bestimmen wann die Signalbearbeitung einsetzt. Wird der Schwellwert für den Kompressor überschritten, dann wird das Signal kontrolliert bedämpft. Wie stark das geschieht, bestimmt die Ratio-Einstellung. Werden alle Werte oberhalb des Schwellwertes hart abgeschnitten, dann handelt es sich um einen Limiter als Sonderform des Kompressors. Umgekehrt reagiert das Gate, das beim Unterschreiten des Schwellwertes den Pegel reduziert oder auch den Weg komplett verschließt. Beide Funktionen agieren mit Zeitkonstanten. Die Attack-Zeit bestimmt, wie schnell eine Reaktion nach dem Über- oder Unterschreiten des Schwellwertes erfolgt. Die Hold-Zeit bestimmt, wie lange die Bearbeitung noch aktiv bleibt, wenn die Schwellwert Über- oder Unterschreitung vorüber ist und die Release-Zeit gibt an, wie schnell man nach dem Ende der Hold-Phase wieder in den ursprünglichen Zustand zurückkehrt.

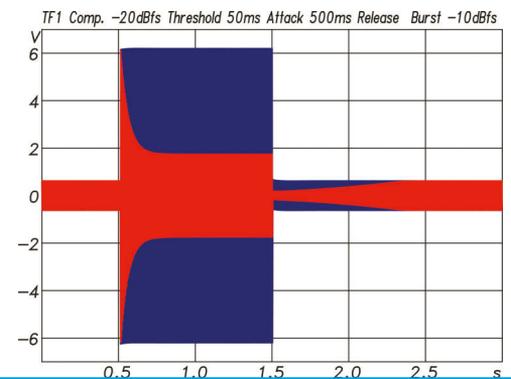


**Kompressor** Bedienung in der Yamaha TF-Serie (Abb. 19)

Sennheiser oder Shure und mit bereits für diesen Aufnahmezweck mit dem betreffenden Mikrofon optimierten Einstellungen. Man kann auch eigene Bibliotheken erstellen oder aus den bestehenden heraus erzeugen.

Als Neuling am Pult tut man sich besonders auch mit der Gain-Einstellung des Preamps schwer: Man will nicht zu schwach aussteuern und damit womöglich das Signal verrauschen, auf der anderen Seite gilt es aber auch ein mögliches Clipping unbedingt zu vermeiden. Hier hilft die neue GainFinder-Funktion der TF-Serie. Mit farbigen Balken kann einfach eine günstige Einstellung mit hinreichend Headroom für Signalspitzen gefunden werden.

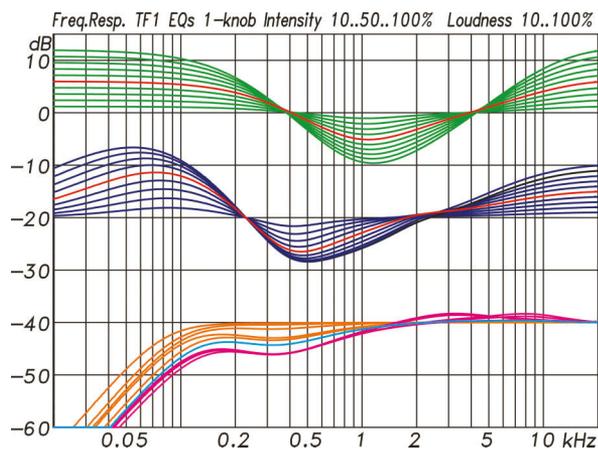
Nicht nur für den Einsteiger interessant dürften die 1-knob-Funktionen für die parametrischen EQs sein. Für die Eingänge stehen die Einstellungen „Intensity“ und „Vocal“ zur Auswahl, für die Ausgänge „Intensity“ und „Loudness“. Intensity kann ganz allgemein auf alle Filterfunktionen angewandt werden und staucht oder dehnt eine beliebig eingestellte komplette Filterkurve im Gain. Schaltet man für eine gegebene Filtereinstellung in den 1-knob-Modus, dann bleibt die Kurve zunächst so erhalten und der Intensity-Fader steht auf 50. Für kleinere Werte wird die gesamte Kurve immer flacher und für größere immer stärker ausgeprägt. Bei der Einstellung Intensity = 0 ist das Filter deaktiviert und bei Intensity = 100 in den Gain-Werten verdoppelt. D. h. ein Bell-Filter, das vorher bei +6 dB stand, steht dann bei +12 dB. Die Ausgangseinstellung in unserer Abb. 22 ist die rote Kurve. Die grünen Kurven wurden mit den Intensity-Werten von 10 bis 100 gemessen. Für die Ausgänge gibt es ein bereits vorkonfiguriertes Loudness-Filter, das



**Kompressor** Reaktion auf einen Sinusburst bei 50 ms Attack und 500 ms Release für einen Threshold-Wert -20 dBfs (Abb. 20)



**1-knob Modus** Einstellung für den parametrischen EQ in den Ausgängen in der Einstellung „Loudness“ (Abb. 21)



**1-knob Filter** für die Einstellung Intensity (oben), Loudness (Mitte) und abgestimmt auf Vocals (unten) (Abb. 22)



**Kompressor 1-knob** Einstellung für den schnellen Zugriff ohne Beginner-Verwirrung (Abb. 23)

sich ebenfalls zwischen 0 und 100 einstellen lässt. Der Sinn eines Loudness-Filters ist es, die Eigenschaft des Gehörs bei geringen Pegeln unempfindlicher auf tiefe und hohe Frequenzanteile zu reagieren, zu kompensieren. Bei leiser Hintergrundmusik würde man dann das Loudness-Filter kräftig einsetzen, wird es lauter, dann kann es zurückgenommen oder auch ganz abgeschaltet werden.

Für die Eingänge gibt es mit dem Vocal-Filter auch eine vor-konfigurierte Einstellung. Dazu gehören ein 140 Hz Hochpassfilter sowie eine leichte Absenkung der Low-Mids und eine Anhebung der Höhen.

Die 1-knob-Funktion ist auch bei den Kompressoren recht einfach gehalten: Für feste Zeitkonstanten und ein Ratio von 2:1 wird hier über den 1-knob-Parameter eine Kombination aus einem Threshold und Output Gain eingestellt: Das Signal wird gemäßigt komprimiert und anschließend im Gesamtpegel wieder angehoben. Also verdichtet – oder einfacher ausgedrückt: gefühlt lauter.

## Fazit

Mit drei Pulten der TF-Serie erweitert Yamaha seine digitale Mischpultpalette im unteren Preissegment. Alle drei Modelle sind so ausgestattet, dass sie mit 16, 24 bzw. 32 Mic/Line-Eingängen an der Konsole ohne weiteres Zubehör direkt eingesetzt werden können. Wer nach der Anschaffung des neuen Pultes sein altes Multicore ausmustern möchte, kann

ab Frühjahr 2016 die NY64-Dante-Erweiterungskarte und Dante-Stageboxen erwerben und baut sicher und einfach ein zeitgemäßes Audionetzwerk auf. Auch in puncto Bedienung sind die TF-Pulte ganz auf der Höhe der Zeit: Ein großer Touchscreen im Pult, eine Editor Software für den Computer sowie Remote Apps für iPad und iPhone bieten viel Annehmlichkeiten für Techniker und Musiker. Zusätzlich hat sich Yamaha viele Gedanken gemacht, wie man auch Neulingen den Einstieg erleichtern kann. Dazu gehören die reichhaltigen Bibliotheken mit vordefinierten Kanal-Settings für alle möglichen Instrumente und bekannte Mikrofontypen, der GainFinder für die Eingänge und der praktische 1-knob-Modus für die parametrischen EQs und Kompressoren.

Aus dem Messlabor gibt es auch nur Gutes zu berichten: Die Technik in den TF-Pulten ist durchgängig auf dem aktuellen Stand und alle Messwerte fallen bestens aus. Mit Listenpreisen von 2.975 € (TF1), 3.570 € (TF2) und 4.165 € (TF3) ist so bereits der Einstieg in ein großes, offenes Mischpultsystem möglich, das dank der ebenso einfachen wie flexiblen künftigen Dante-Vernetzung nahezu beliebige Ausbaumöglichkeiten bietet.



**Yamaha Music Europe GmbH**  
Siemensstr. 22 – 34  
D-25462 Rellingen  
www.yamahaproaudio.com