

all-electronics.de

# elektronik industrie

Was Entwickler wissen müssen

### SENSOREN

Anwendungen für miniaturisierte Feuchtigkeits-Temperatur-Sensoren 38

### FPGA

Viele Anwendungen arbeiten im Frequenzbereich: wir zeigen wie es geht 52

### ENTWICKLUNG

Versteckte Mängel in vorhandener Embedded-Software aufspüren 66



WERKZEUG FÜR EMBEDDED-ENTWICKLER

## Mixed-Signal- Oszilloskop 16

# Mixed-Signal-Oszilloskop HMO1202

## Praktisches Werkzeug für Embedded-Entwickler

Vor rund einem Jahr präsentierte Rohde & Schwarz mit dem HMO1002 ein Mixed-Signal-Oszilloskop der Einstiegsklasse und ergänzt jetzt eine Modellserie mit erweiterter Bandbreite von 100, 200 und 300 MHz. Die HMO1202-Serie wird mit ihren Eigenschaften auch für Embedded-Entwickler und die Analyse digitaler Signale immer interessanter.

Autoren: Dr. Peter Koch, Kai Scharrmann

Rohde & Schwarz bringt mit der HMO1202-Serie drei Modellvarianten auf den Markt, die sich lediglich in der Bandbreite voneinander unterscheiden: das HMO1212 mit 100 MHz, HMO1222 mit 200 MHz und das HMO1232 mit 300 MHz. Wie bei den kleinen Geschwistern der HMO1002-Serie hat der Münchner Elektronikspezialist die neuen Geräte mit zwei analogen und acht digitalen Eingängen ausgestattet. Während jedoch die Geräte der HMO1002-Serie bei der Nutzung der digitalen Kanäle einen analogen Eingang verlieren, stellen die großen Brüder alle Kanäle perma-

nent bereit. Wer also ein digitales Signal untersucht, kann über die beiden analogen Eingangskanäle zeitgleich Messungen durchführen.

Ein typisches Beispiel aus der Praxis ist die Integration von ADCs (Analog-Digital-Converter) oder DACs (Digital-Analog-Converter, Bild 2) in eine Schaltung. Die Mixed-Signal-Technologie des Oszilloskops ermöglicht es, die Latenzzeiten mittels einfacher Cursor-Messung zu bestimmen. Der Entwickler kann auch einen seriellen SPI-Buss auf den digitalen Kanälen auswerten und zeitgleich zwei analoge Signale betrachten, die in Bezug zu den übertragenen SPI-Daten stehen. Zusätzliche Software-Optionen sind für die digitalen Kanäle nicht nötig, lediglich den separat erhältlichen Logiktastkopf HO3508 von Rohde & Schwarz muss der Anwender beschaffen. Der ist jedoch nicht an ein Gerät gekoppelt, und wer ihn bereits besitzt, der kann ihn mit allen Oszilloskopen der HMO-Serie verwenden.

### Signalanalyse

Mit der erweiterten Bandbreite zielt Rohde & Schwarz klar auf Embedded-Entwickler und stattet die preisgünstigen Oszilloskope zusätzlich mit weitreichenden mathematischen Funktionen aus (Bild 3), wie sie etwa die Oszilloskope der HMO3000-Serie bieten. Neben einfachen Standardoperationen wie Addieren, Subtrahieren oder Dividieren ist auch das Logarithmieren und Integrieren von Kurven möglich. Zudem erlaubt ein Formeleditor die Eingabe beliebiger Berechnungsfunktionen.

Mittels FFT-Analyse (siehe Bild 4) kann das Gerät die

gemessenen Zeitsignale in ihre einzelnen Frequenzen aufschlüsseln. Im Hinblick auf die integrierten Analysefunktionen und die Messtiefe in der Frequenzdomäne können die HMO1202-Geräte mit ihren 128.000 Messpunkten auch mit größeren Oszil-

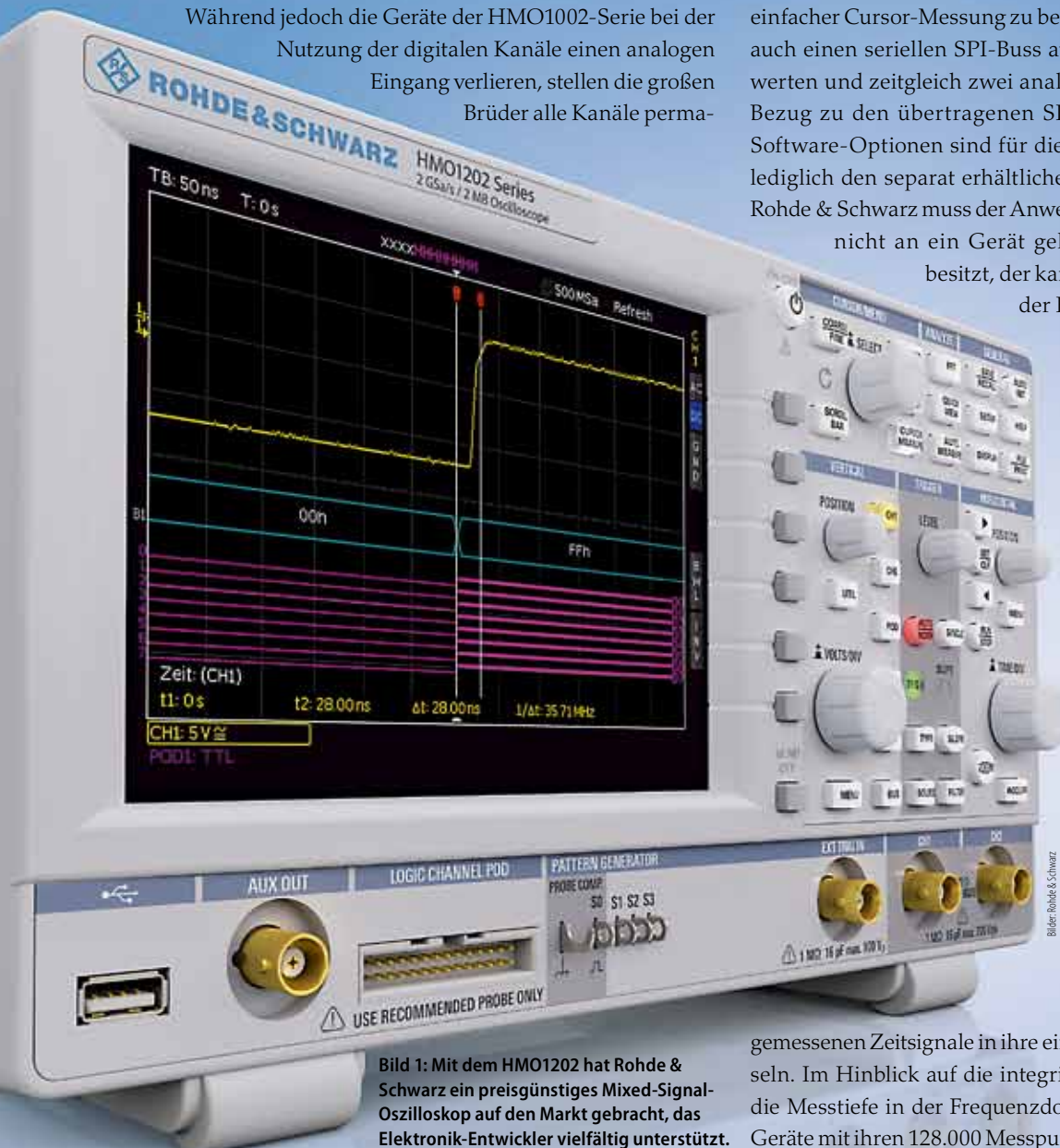
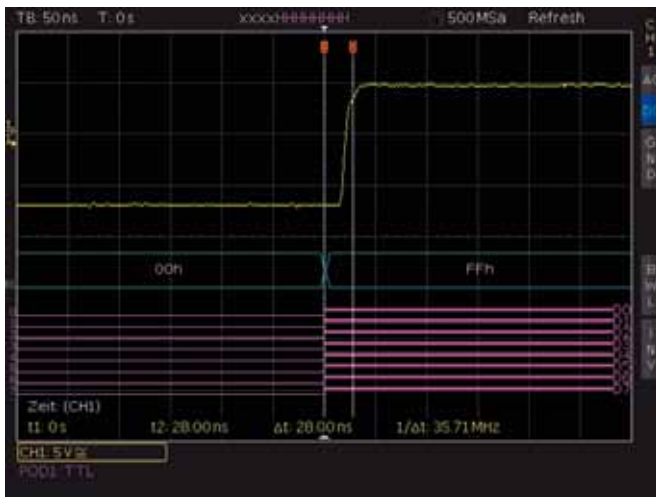
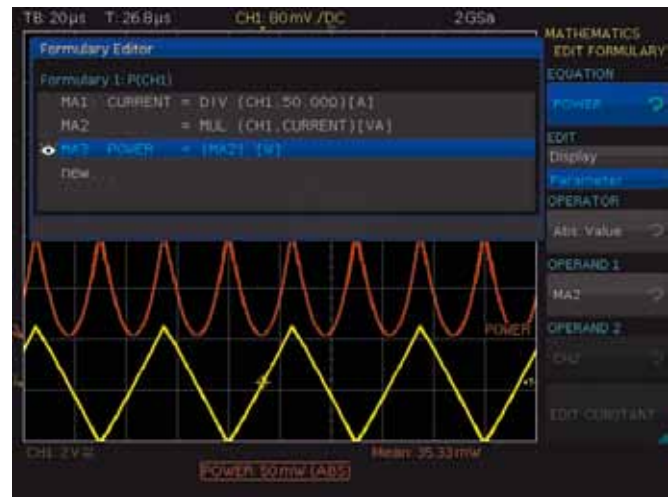


Bild 1: Mit dem HMO1202 hat Rohde & Schwarz ein preisgünstiges Mixed-Signal-Oszilloskop auf den Markt gebracht, das Elektronik-Entwickler vielfältig unterstützt.

Bilder: Rohde & Schwarz



**Bild 2:** Bei der Integration von DACs erlaubt die Mixed-Signal-Technologie die Bestimmung der Latenzzeit mittels einfacher Cursor-Messung.



**Bild 3:** Umfangreiche mathematische Funktionen unterstützen die Analyse von Zeitsignalen.

loskopen mithalten. Die kompakte Darstellung von Zeitsignal, Messfenster und Analysebereich der FFT inklusive Ergebnis auf einem Bildschirm, erleichtert das Ausmessen der Spektren. Die FFT-Analyse lässt sich sogar auf zuvor aufgezeichnete Signale anwenden. Dadurch kann der Anwender beliebige Ausschnitte der im SingleShot- oder Stoppmodus erfassten Signale nachträg-

lich mit variabel wählbarer Fensterbreite untersuchen. Die Option, verschiedene Fenster auf dasselbe Signal anzuwenden, unterstützt die Qualität der Auswertung, da die variable Positionierung des Messfensters im Zeitsignal die Rauschteile unterdrückt und potenzielle Fehlerquellen wie Leakage oder Smearing weitgehend ausschließt.

### Technische Daten R&S HMO1202

Eigenschaft	Werte
Bandbreite	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 MHz (HMO1212)</li> <li>200 MHz (HMO1222; nachrüstbar mit Voucher HV312)</li> <li>300 MHz (HMO1232; nachrüstbar mit Voucher HV313)</li> </ul>
Analogkanäle	2 × 1 MΩ oder 2 × 50 Ω
Abtastrate	2 × 1 GSample/s oder 1 × 2 GSample/s in Echtzeit
Speichertiefe	2 × 1 MSample oder 1 × 2 MSample
Vertikale Empfindlichkeit	bis zu 1 mV/Div
MSO-Modi	CH1 + CH2 + POD (beide Analogkanäle gleichzeitig mit Logikstastkopf nutzbar)
Digitalkanäle	8 × 1 GSample/s bei 8 × 1 MSample
Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>MSO-Funktionalität serienmäßig (Logikstastkopf HO3508 erforderlich)</li> <li>Hardwarebeschleunigte Dekodierung serieller Busse, inklusive Listendarstellung. Optionen: I<sup>2</sup>C+SPI+UART/RS-232 (HOO10 / HOO11), CAN+LIN (HOO12)</li> <li>Automessfunktion mit 28 Parametern, Quick-Measurement und Verhältniscursor</li> <li>Dreistelliges Digital-Voltmeter (AC<sub>RMS</sub>, DC, DC<sub>RMS</sub>, U<sub>pp</sub>), gleichzeitiges Messen auf beiden Analogkanälen</li> <li>Pass/Fail-Test basierend auf Masken</li> <li>Digitaler Komponententester für Kondensatoren, Spulen und Halbleiter-Bauelemente</li> <li>Fünfstelliger hardwarebasierter Zähler</li> <li>Umfangreiche und komplexe Mathematikfunktionen mit Formeleditor</li> </ul>
Pattern-Generator	Bis 50 MBit/s (SPI, I <sup>2</sup> C, UART, CAN, LIN, Programmable)
Vier-Bit-Zähler	Output 1 MHz bis 25 MHz
Signalquelle	DC, Sinus, Rechteck, Puls, Dreieck
FFT	Bis 128 kPunkte (dBm, dBV, U <sub>eff</sub> )

Die Frequenzanalyse kommt in vielen Feldern der Elektrotechnik zum Tragen: Filter durchwobbeln, um Übertragungsfunktionen zu bestimmen, die Verzerrung von Audioverstärkern prüfen oder EMI-Störungen suchen sind klassische Anwendungen. Überlagern sich mehrere Signale, kann die Analyse ein vollständiges Frequenzspektrum liefern, vorausgesetzt die Messung hat das Signal mit mindestens einer abgeschlossenen Periode erfasst. Dabei spielen die erhöhte Bandbreite der neuen Geräte, ihre hohe Empfindlichkeit von 1 mV/div sowie die zahlreichen integrierten Auswertefunktionen, unter anderem auch für nicht-periodische Signale, sehr gut zusammen.

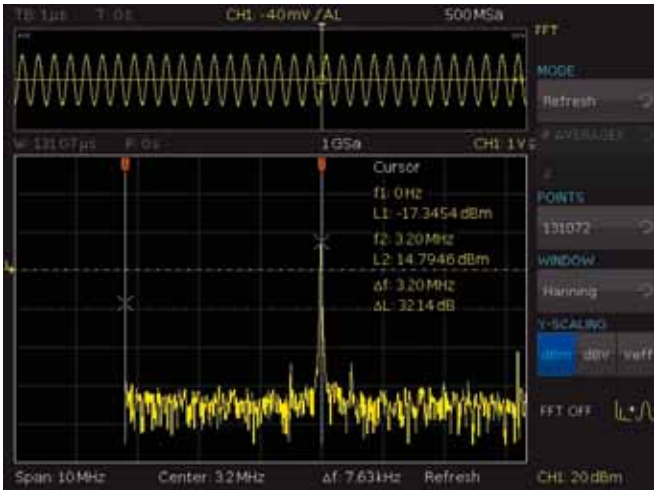
### Pattern-Generator

Der integrierte Pattern-Generator wendet sich ebenfalls an professionelle Elektronikentwickler. Er erzeugt Protokolltelegramme mit Geschwindigkeiten von bis zu 50 MBit/s. Damit lassen sich fest vorgefertigte Nachrichten für die unterstützten seriellen Protokolle nutzen und darüber hinaus individuelle Signalmuster von bis zu 2 kBit Länge frei programmieren. Noch nicht verfügbare Schaltungskomponenten, wie etwa Sensoren, kann das Messgerät auf diese Weise ganz einfach emulieren. Ein vorhandener 4-Bit-Zähler-Ausgang, dessen Frequenz bis 25 MHz ein-

### Eck-DATEN

Bei der HMO1202-Serie hat Rohde & Schwarz die Bandbreite auf 100, 200 und 300 MHz erweitert und weitere Eigenschaften nach oben angepasst: Samplingrate bis 2 GSample/s, Speichertiefe bis 2 MSample sowie umfangreiche mathematische Funktionen und integrierte FFT-Analysefunktionen für die professionelle Untersuchung von Signalen. Weil die Geräte in einem Preissegment von unter 2000 Euro rangieren, befasst sich der Beitrag mit der Frage, ob sich die neue Geräteserie auch auf den zweiten Blick für die anvisierten Anwendungen in Entwicklung, Forschung und Lehre bewähren.





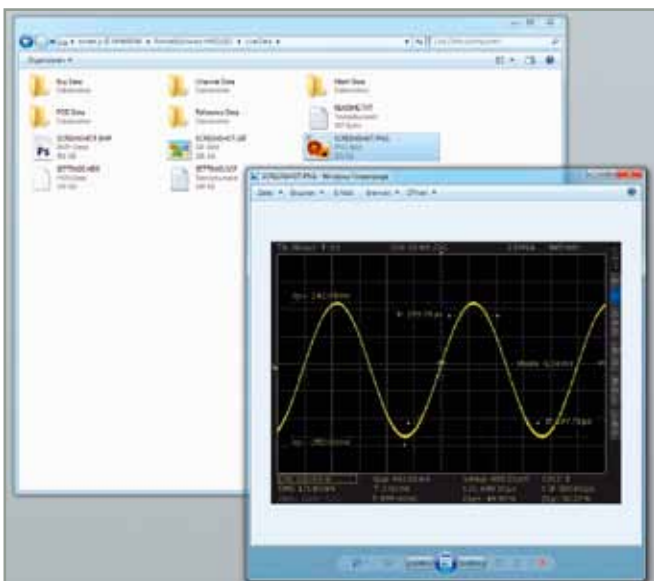
**Bild 4:** Die HMO1202-Geräte bieten zahlreiche FFT-Analyse-Funktionen, die man auch in größeren Oszilloskopen findet.

stellbar ist, lässt sich als Clock-Quelle bei der Entwicklung integrierter Schaltungen nutzen.

Zahlreiche Funktionen für maskenbasierte Pass/Fail-Tests runden die Tauglichkeit der HMO1202-Serie für Entwicklungseinsätze ab. Dank ihrer hohen Waveform-Update-Rate von 10.000 wfm/s steht eine leistungsfähige Erfassungsmöglichkeit von Signalabweichungen zur Verfügung. Diese kann das Oszilloskop auch über den universellen AUX-Ausgang signalisieren, der sich auch als klassischer Trigger-Out-Ausgang konfigurieren lässt.

### Nachträgliche Funktionserweiterung

Für die Kommunikation zwischen Embedded-Systemen und der Außenwelt ist im HMO1202 eine hardwareunterstützte Signaltriggerung und -dekodierung mit den gängigen Protokollen I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN oder LIN integriert. Diese Protokolle lassen sich auch nach dem Kauf noch über einen Options-Voucher freischalten: Dieses praktische Nachrüstkonzept hat Rohde & Schwarz bereits 2013 eingeführt. Kunden können ihr Messgerät auch lange nach einem Kauf noch erweitern oder an einen



**Bild 5:** Mit der MTP-Integration (Media Transfer Protocol) ist der Datenaustausch zwischen Oszilloskop und PC sehr einfach. Der Anwender muss am Windows-PC keinerlei Zusatzsoftware installieren.

neuen Bedarf anpassen. Den Voucher gibt es beim Händler zu kaufen. Die individuelle Voucher-Nummer gibt der Kunde gemeinsam mit der Seriennummer des aufzurüstenden Geräts auf einer Webseite ein und erhält sofort den entsprechenden Lizenzschlüssel. Über die USB-Schnittstelle am Gerät eingespielt, lässt sich so unter anderem auch die Bandbreite eines HMO1202 verändern: Ein 100-MHz-Gerät wird so zu einem 200- oder 300 MHz-Oszilloskop.

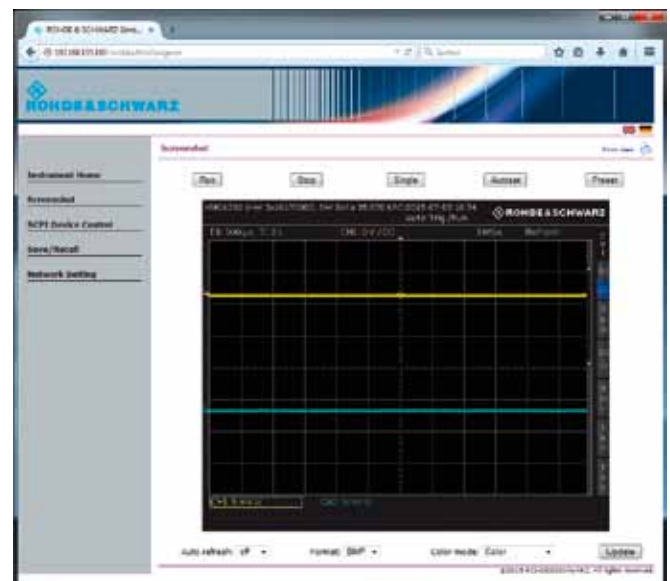
### Clevere Anbindung an PCs

Wer sein HMO1202 über die USB-Schnittstelle an einen PC anschließt, kann erworbene Softwarelizenzen oder aktualisierte Firmware einfach per Drag & Drop einspielen. Möglich wird dies durch die MTP-Implementierung (Media Transfer Protocol, Bild 5). Dadurch lassen sich Dateistrukturen im Oszilloskop bequem über den Windows-Explorer steuern. Besondere Treiber sind dazu nicht erforderlich.

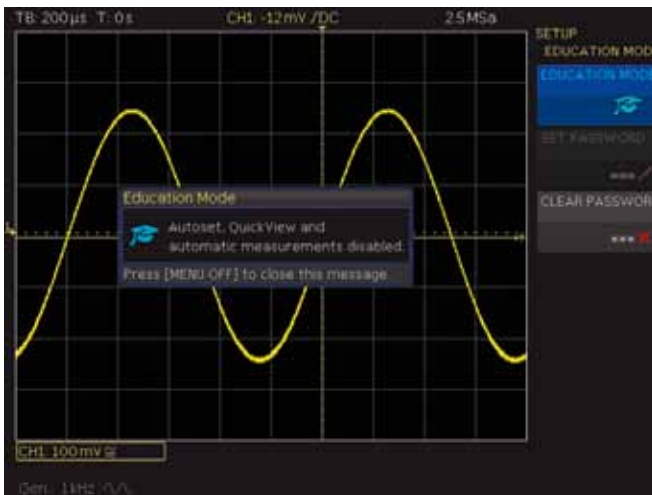
Über die MTP-Schnittstelle kann der Anwender auch Daten vom Oszilloskop auf den PC holen: Dieser Austausch ist besonders nützlich, um Messdaten oder Screenshots schnell und unkompliziert zu erzeugen. Wer statt mit Windows-Rechner lieber mit dem Tablet arbeitet, dem steht ein Webserver mit umfangreichen Funktionen zur Verfügung (Bild 6). Trigger-Einstellungen, Screenshots oder das Sichern und Einlesen von Gerätesettings erleichtern dem Benutzer die Gerätebedienung.

### Bildungssektor

Oszilloskope mit höheren Analogbandbreiten sind auch im universitären Umfeld immer stärker gefragt. Zunehmend komplexere Laboraufbauten mit immer schnelleren Digitalsignalen treiben diesen Trend voran. Zudem spielen im Bildungssektor niedrige Anschaffungskosten und angepasster Funktionsumfang eine wichtige Rolle. Für die Anwender in diesem Sektor haben sich die Entwicklungsingenieure bei Rohde & Schwarz eine ganze Reihe hilfreicher Details ausgedacht, die speziell auf die Anforderungen in Schulen, Lehrstätten und Universitäten zugeschnit-



**Bild 6:** In seinem Messgerät hat Rohde & Schwarz sogar einen Web-Server eingebaut. Anwender greifen per Web-Browser vom PC, Tablet oder Smartphone zu und steuern das Oszilloskop damit.



**Bild 7: Im Education-Modus ist der Zugriff auf Standard-Analysefunktionen ausgeschlossen. Damit eignet sich das Oszilloskop sehr gut für die Lehre.**

ten sind. So zum Beispiel ein Funktionsgenerator, der Sinus-, Rechteck, Puls- oder Dreieckssignale erzeugt, damit Schüler, Auszubildende und Studenten alle Messaufgaben an diesen einfachen Signalen lernen können.

Der „Education Mode“ ist ein zweites interessantes Feature. In diesem Modus wird der Zugriff auf alle Komfort-Funktionen verhindert: Analyse-Tools wie Auto-Set, Quick-View und Auto-Measure, die per Knopfdruck ein Signal automatisch analysieren und mit bis zu 28 Parametern vermessen, stehen dann nicht zur Verfügung. Das Setzen und Abschalten des Education-Modes ist passwortgeschützt. Das Lehrpersonal kann also ein unbefugtes Eingreifen wirksam unterbinden.

### Für Embedded-Entwickler gemacht

Mit den HMO1202-Geräten erweitert Rohde & Schwarz seine Serie preisgünstiger Mixed-Signal-Oszilloskope. Die bis 300 MHz erweiterte Bandbreite verschafft Zutritt in den Markt der Embedded-Entwicklung vieler Industriebereiche. Die Empfindlichkeit von 1 mV/div, die Samplingrate von bis zu 2 GSamples/s und die Erweiterung der Speicherkapazität auf bis zu 2 MSamples sowie die umfangreichen mathematischen Funktionen und integrierten FFT-Analyse-Tools zielen ebenfalls auf dieses Segment. Ohne dabei die klassischen Anwender im Bereich Ausbildung, Lehre und Forschung zu vernachlässigen. Im Gegenteil: alle bewährten Funktionen der kleineren HMO1002-Geräte bleiben erhalten. Zusätzlich stehen die beiden analogen sowie acht digitale Kanäle permanent zur Verfügung. Die Geräte booten in weniger als 5 s. Mit dem Konzept zum nachträglichen Aufrüsten der Geräte mittels Voucher sind Investitionen zukunftssicher. (lei) ■

### Autoren

**Dr. Peter Koch**

Freier Fachjournalist in Hanau.

**Kai Scharmann**

Leiter Produktmanagement und Marketing bei Hameg Instruments.

