Test&Measurement

YOKOGAWA



© Vertiv 2026

Case Study

Vertiv: Präzise Leistungsanalyse für USV-Systeme in KI-Rechenzentren – Seite 11

Nr.71

Test&Messtechnik Magazin

tmi.yokogawa.com/de

Editorial

Flexibilität – der Schlüssel zu einer modernen, zukunftsfähigen Arbeitswelt – Seite 3

Hintergrund

Drehzahl- und Drehrichtungserkennung am E-Motor
Zuverlässige Messung mit SmartDAC+ Datenlogger GM10 – Seite 4

Neuheiten

Für Messaufgaben, die mehr verlangen
Der neue WT1500 Präzisions-Leistungsanalysator – Seite 7

Aufklappen. Positionieren. Messen.
Split Core Stromwandler mit Zero-Flux-Technologie – Seite 12

Test&Measurement

Impressum

Das Test&Messtechnik Magazin
erscheint bis zu 3 Mal im Jahr.
Ausgabe 71: November 2026

Herausgeber:
Yokogawa Deutschland GmbH
Test- und Messtechnik
Niederlassung Herrsching
Gewerbestraße 17
82211 Herrsching
Telefon 08152 9310-0
Telefax 08152 9310-60
info.herrsching@yokogawa.com
tmi.yokogawa.com/de

Verantwortlich für den Inhalt:
Markus Ottemeier
Leitung Marketing
markus.ottemeier@yokogawa.com

Grafik Design:
Beatrice Gratton
Marketing & Kommunikation

Redaktionelle Texte:
Christian Thoma
Andreas Maushammer

Titelbild: © Vertiv 2026

Falls am Bild nicht anders benannt, liegen sämtliche Urheber- und Nutzungsrechte an den Bildern bei Yokogawa. Vervielfältigung und Weiterverbreitung sämtlicher Beiträge auch in Auszügen nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch die Yokogawa Deutschland GmbH.

Haftungsausschluss:
Irrtümer und Druckfehler vorbehalten.

© 2026
Yokogawa Deutschland GmbH

Printed in Germany

A better future.
Built on precision.

Flexibilität – der Schlüssel zu einer modernen, zukunftsfähigen Arbeitswelt

Die zunehmende Digitalisierung erfordert immer kürzere Reaktionszeiten, woraus sich neue Anforderungen an die Arbeitswelt ergeben. Sich schnell ändernde Konfigurationen durch immer neue Anwendungen und eine kürzere „Time to Market" für neue Produkte stellen auch die Messtechnik vor Herausforderungen: Ein Prüfstand z. B. in der Automobilindustrie wird heute nicht mehr nur für eine Messaufgabe, einen Motor oder einen Hersteller konzipiert, sondern muss flexibel erweiterbar und in kurzer Zeit umrüstbar sein. Wir als Messtechnik-Hersteller unterstützen Sie dabei mit durchdachten und innovativen Weiterentwicklungen.

Flexibilität ist daher auch eine herausragende Eigenschaft unserer neuen Produkte im Bereich der Leistungsmesstechnik und der ScopeCorder, die hier in unserer Jubiläumsausgabe vorgestellt werden – der neue hochpräzise Leistungsanalysator WT1500 und unsere neuen, einfach zu installierenden Split Core Stromwandler, die auf Basis der Zero-Flux Technologie arbeiten und damit die Genauigkeit herkömmlicher Stromzangen weit übertreffen.

Es gibt wohl kaum einen spannenderen Zeitpunkt, ein Editorial schreiben zu dürfen, als vor diesem Hintergrund. Erst recht, wenn man neu in diesem kompetenten und engagierten Yokogawa Test & Measurement Team ist. Im April dieses Jahres bin ich als Business Development Managerin für den Bereich der Leistungsmesstechnik an Bord gekommen.

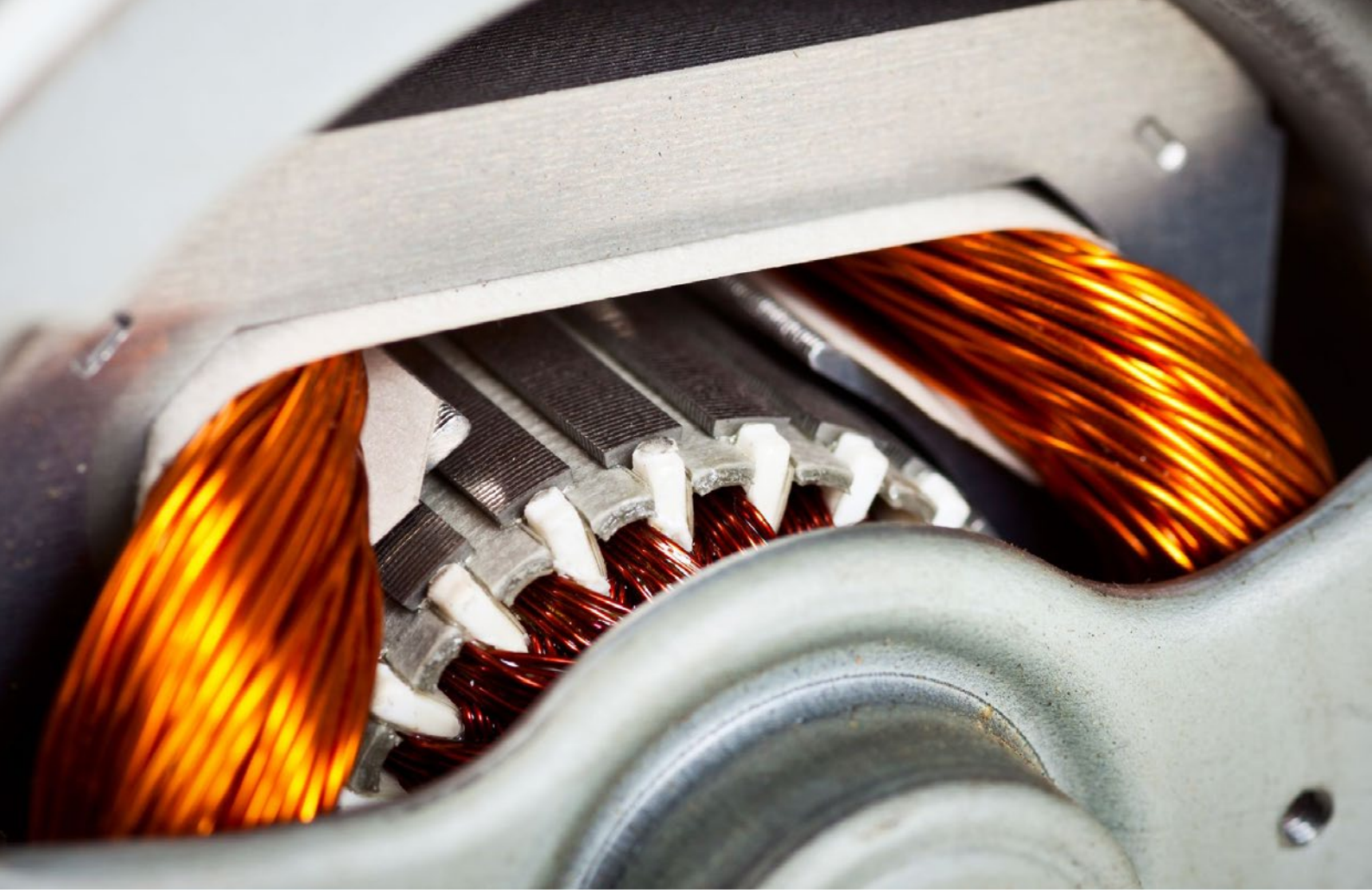
Mein Weg hierher war nicht immer geradlinig. Aber – wer flexibel ist und auch mal Umwege in Kauf nimmt, erlebt viel Unerwartetes, gewinnt neue Perspektiven und lernt ständig dazu. So habe ich als elektrotechnische Assistentin die Entwicklungsingenieure eines großen deutschen Fahrzeugherstellers im Bereich der Automatisierungstechnik unterstützt. Nach meinem Elektrotechnik-Studium war ich im Vertrieb tätig und habe Rechenzentren mit der nötigen Infrastruktur ausgestattet und dabei meine Kunden auch bei ihren praktischen Aufgaben unterstützt. Nach tausenden Spleißen und OTDR-Messungen an Glasfaserleitungen konnte ich mein Wissen im Bereich der Optik durch Schulungen an die Kunden weitergeben. Damit war der Grundstein zu meiner Tätigkeit als Technische Trainerin im Bereich der Messtechnik gelegt und in den letzten 15 Jahren kamen viele weitere Themen hinzu, darunter Leistungsmesstechnik, Analysen an Elektromotoren und Messunsicherheit.

Hier schließt sich der Kreis.
Der Name Yokogawa steht für höchste Präzision und Zuverlässigkeit von Messgeräten und ermöglicht Ihnen damit, die Messunsicherheit Ihrer Messergebnisse zu verringern und belastbare und reproduzierbare Messergebnisse bereitzustellen. Mit hausinternen Kalibrierungen, Service und Support vor Ort, einem direkten Draht zu Experten und Entwicklern und einem umfassenden Schulungsangebot finden Sie bei Yokogawa in Deutschland Lösungen von Messtechnikern für Messtechniker. Lesen Sie mehr dazu auf den folgenden Seiten.

Ich gehe mit Freude an meine neue Aufgabe heran und bin sehr gespannt darauf, Sie, Ihre Anwendungen und Herausforderungen näher kennenzulernen und mit Leidenschaft, Verstand und Ideen gemeinsam mit einem hervorragenden Team passende Lösungen für Sie zu entwickeln.

Viel Spaß beim Lesen, Ihre
Evelyne Lösch
BDM Leistungsmesstechnik



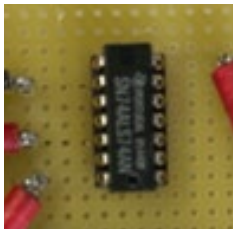


Drehzahl- und Drehrichtungserkennung am E-Motor

Zuverlässige Messung mit SmartDAC+ Datenlogger GM10

In vielen industriellen Anwendungen genügt die reine Drehzahlerfassung eines Motors oder Antriebes nicht mehr. Zusätzlich wird häufig die Information benötigt, ob sich die Welle im Rechts- oder Linkslauf befindet. Mit einer einfachen externen Logikschaltung auf Basis eines D-Flip-Flops, beispielsweise eines 74HC74, lässt sich diese Funktion in Verbindung mit dem Yokogawa SMARTDAC+ GM10, dessen Universalmodul mit dem Eingangstyp „Digitaleingang“ und einem inkrementalen Drehgeber zuverlässig realisieren.

Benötigte Hardware



74HC74 D-FlipFlop



SmartDAC+ GM10



GX90XA



GX90XP



Inkrementaler Drehgeber (Beispiel Baumer)

Bild: 123RF - naumoid (Titelbild), Baumer Holding AG (Inkrementaler Drehgeber)

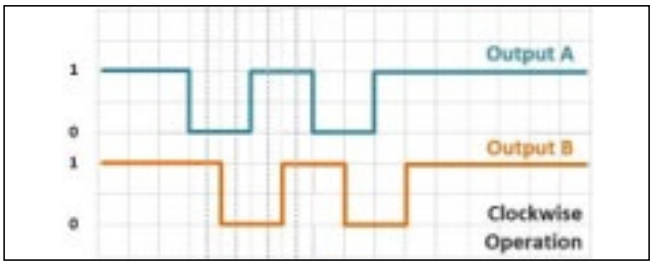
5 **Prinzip der Drehrichtungserkennung**

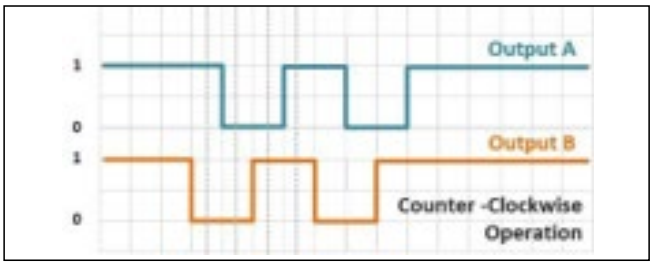
Die verwendeten Inkrementalgeber liefern zwei Rechtecksignale A und B mit einem elektrischen Phasenversatz von 90°. Diese sogenannte Quadraturinformation enthält neben der Drehzahl auch die Drehrichtung.

Dabei gilt:

- Eilt Signal A dem Signal B voraus, liegt bspw. Rechtslauf vor.
- Eilt Signal B dem Signal A voraus, liegt Linkslauf vor.

Das 74HC74 wird hierbei als digitales D-Flipflop eingesetzt. Das Signal A dient als Taktsignal (CLOCK 1), während Signal B auf den Dateneingang DATA 1 geführt wird. Bei jeder steigenden Flanke von A übernimmt das Flipflop den aktuellen Zustand von B.

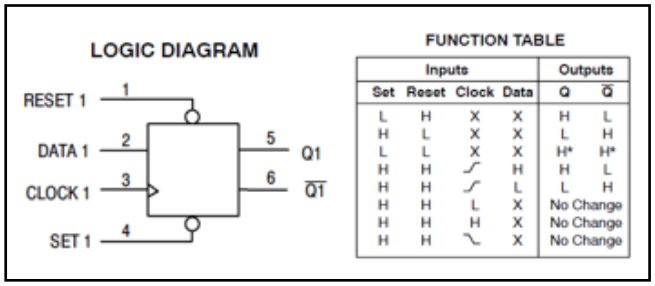




Dadurch entsteht an den Ausgängen Q und Q negiert stabile Richtungssignale:

Zustand Ausgang Q HIGH	**Drehrichtung** Rechtlauf
Zustand Ausgang Q negiert HIGH	**Drehrichtung** Linkslauf

Auszug aus dem Datenblatt 74HC74



Die Q-Signale können direkt auf zwei digitale Eingänge am Universalmodul des GM10 geführt werden

Konfiguration der beiden Universaleingänge 0002 und 0003 als Digitalinput des GX90XA-Modul am GM10

K	Typ	Bereich	Bereich un Spanne	Bereich ob Spanne
0001	Skip	2V	-2.0000	2.0000
0002	DigIN	Pegel	0	1
0003	DigIN	Pegel	0	1

Erfassung der Drehzahl

Parallel dazu wird eines der Inkrementalgebersignale, beispielsweise Kanal A, auf den Pulseingang des GM10-Pulsmoduls GX90XP gelegt. Das Modul zählt die eingehenden Rechteckimpulse und bestimmt daraus die Drehzahl bzw. Frequenz. Damit stehen im System gleichzeitig zur Verfügung:

- Pulsfrequenz zur Drehzahlermittlung
- Digitales Richtungssignal für Rechts-/Linkslauf

Konfiguration des Pulseingang 0201 des GX90XP-Modul am GM10

K	Typ	Bereich	Rauschfilter	Bereich un Spanne	Bereich ob Spanne
0201	Pulse	Pegel	☐	0	10000

Erkennung des Stillstands

Eine Besonderheit ergibt sich bei Stillstand des Motors. Ohne zusätzliche Logik würde der Ausgang des Flipflops seinen letzten Zustand beibehalten. Das System würde somit >>>

weiterhin „Rechtslauf“ oder „Linkslauf“ anzeigen, obwohl keine Bewegung mehr vorhanden ist. Um dies zu vermeiden, wird die Mathematikfunktion des GM10 genutzt. Hierbei wird die gemessene Pulsfrequenz überwacht:

- Frequenz > 0 → Bewegung vorhanden
- Frequenz = 0 → Stillstand

Zusätzlich wird das Richtungssignal über eine logische UND-Verknüpfung (AND) mit dem Zustand „Drehzahl vorhanden“ kombiniert.

Konfiguration der Mathematikkanäle am GM10

A001	☑	0002AND0201
A002	☑	0003AND0201

0002 = Digitalinput Kanal 2 am GX90XA-Modul
0003 = Digitalinput Kanal 3 am GX90XA-Modul
0201 = Pulseingang Kanal 1 am GX90XP-Modul

Ergebnis

Drehzahl	Q	Q negiert	Rechts	Links
>0	1	0	1	0
>0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0

Vorteile der Lösung

Die beschriebene Lösung bietet mehrere Vorteile:

- einfache und kostengünstige Hardware ohne Programmieraufwand
- robuste digitale Signalverarbeitung
- zuverlässige Rechts-/Linkslauferkennung
- klare Stillstandserkennung
- direkte Integration in das GM10-System
- keine komplexe externe Auswerteelektronik erforderlich

Die Lösung eignet sich insbesondere zur funktionalen Erweiterung bestehender SmartDAC+ Datenlogger-Anwendungen ohne zusätzliche komplexe Auswertehardware.

Fazit

Durch die Kombination aus dem SmartDAC+ Datenlogger inklusive Mathematikoption, einem einfachen 74HC74-D-Flipflop sowie den beiden Eingangsmodulen lässt sich eine zuverlässige Drehrichtungserkennung für Inkrementalgeber realisieren.

Zusätzlich ermöglicht die logische Verknüpfung eine eindeutige Stillstandserkennung, sodass bei fehlender Drehzahl weder Rechts- noch Linkslauf signalisiert wird.

■ Christian Thoma
Produktmanager // Datenerfassungssysteme

AKTION



Messen.
Nachweisen.
Dokumentieren.

20 % Thermo-Deal auf Datenlogger der SmartDAC+ Gerätefamilie.
Für belastbare Nachweise – von der Entwicklung bis zum Audit.

tmi.yokogawa.com/de/thermodeal



Der flexibelste WT aller Zeiten
Für Messaufgaben, die mehr verlangen

Der neue WT1500 Präzisions-Leistungsanalysator

Ob Elektromobilität, Erneuerbare Energien, Leistungselektronik oder Komponenten für Rechenzentren und KI-Infrastrukturen: Der WT1500 kombiniert präzise Leistungsmessung, flexible Erweiterbarkeit und integrierte Funktionen für die Motoranalyse.

Der WT1500 vereint direkte Spannungsmessungen bis zu **2000 V DC** und **1500 V AC** sowie die integrierte Erfassung von Encoder- und Resolver-Signalen in einer kompakten, skalierbaren Plattform – mit der von Yokogawa gewohnt hohen Messgenauigkeit. Pro WT1500 stehen bis zu vier Leistungsmesskanäle zur Verfügung. Für Anwendungen mit höherem Kanalbedarf lassen sich bis zu fünf Geräte zu einem gemeinsamen Messsystem mit insgesamt bis zu **20 Leistungsmesskanälen** verbinden. Damit eignet sich der neue Präzisions-Leistungsanalysator für anspruchsvolle Entwicklungs-, Validierungs- und Produktionstests.

Zwei Leistungselemente
für unterschiedliche Messaufgaben

Elektromobilität, Erneuerbare Energien, moderne Leistungselektronik sowie Komponenten für Rechenzentren und KI-Infrastrukturen stellen immer höhere Anforderungen an die Leistungsmessung. Antriebssysteme, Energiespeicher und Leistungsumrichter arbeiten zunehmend mit Spannungen im Kilovolt-Bereich. Gleichzeitig erzeugen schnell schaltende Leistungshalbleiter komplexe, hochfrequente Kurvenformen, die bei der genauen Bestimmung von Leistung, Verlusten und Wirkungsgrad berücksichtigt werden müssen.



High Voltage Element mit Spannungseingängen für Direktmessungen bis 2000 V DC und 1500 V AC sowie Sensoreingang mit integrierter Stromsensorversorgung.

Je nach Messanforderung kann der WT1500 mit zwei unterschiedlichen Leistungselementen konfiguriert werden:

- **High Voltage Element (HV)**
- **Wide Bandwidth Element (WB)**

Das **High Voltage Element** ermöglicht direkte Spannungsmessungen bis **2000 V DC** und **1500 V AC**. Dadurch lassen sich zahlreiche Messaufbauten ohne externe Spannungsteiler realisieren. Externe Spannungsteiler bringen zusätzliche Messunsicherheiten in die Messkette ein und erhöhen zudem den Installations- sowie Verdrahtungsaufwand. Darüber hinaus reduziert die direkte Spannungserfassung den Bedarf an zusätzlicher Peripherie. Das HV-Element eignet sich damit insbesondere für Messungen an Leistungsumrichtern (PCS) und Energiespeichersystemen (ESS).

Das **Wide Bandwidth Element** unterstützt direkte Spannungsmessungen bis **1000 V RMS** und ermöglicht **Wirkleistungsmessungen bis 1 MHz**. Damit eignet es sich insbesondere für die Analyse hochfrequenter Messsignale, wie sie durch schnell schaltende Leistungselektronik in modernen xEV-Antrieben und Inverter-Systemen entstehen.
Beide Leistungselemente können innerhalb eines WT1500 flexibel kombiniert werden. Dadurch lässt sich die Gerätekonfiguration gezielt an die jeweilige Messaufgabe anpassen, etwa wenn innerhalb einer Messapplikation sowohl hohe Eingangsspannungen als auch breitbandige Leistungsmessungen erforderlich sind.

Gewohnt hohe Messgenauigkeit
Separate A/D-Wandler mit einer **effektiven Auflösung von 16 Bit (ENOB)** erfassen die Strom- und Spannungssignale mit jeweils **2,5 MS/s**. Mit einer garantierten Leistungsmessgenauigkeit von **±0,038 %** bei DC sowie 50/60 Hz bietet der WT1500 die höchste DC-Leistungsmessgenauigkeit innerhalb der Yokogawa WT-Serie. Damit lassen sich auch geringe Verluste und Wirkungsgradunterschiede zuverlässig erfassen und bewerten.

Stromsensoren direkt anschließen und versorgen
Für die Strommessung verfügt jedes **Leistungselement** über einen Sensoreingang, an den hochpräzise Nullfluss-Stromwandler für Primärströme bis **2000 A** oder Stromzangen mit einem **Spannungsausgang von ±5 V** direkt angeschlossen werden können. Die integrierten Netzteile im WT1500 ermöglichen die Stromversorgung von Nullfluss-Stromwandlern mit **±15 V** oder Stromzangen mit **±12 V** und machen damit externe Wandler- oder Sensorversorgungen überflüssig.

Dadurch vereinfacht sich die Strommessung, da lediglich der jeweilige Stromsensor und ein Verbindungskabel benötigt werden. Durch die eingesparte externe Stromversorgung bleibt zudem mehr Platz im Prüfschrank.

Resolver- und Encoder-Messungen
Neu und besonders hervorzuheben ist, dass der WT1500 für Motorevaluierungen und die Erfassung mechanischer Größen neben Encoder-Signalen nun auch **Resolver-Signale** direkt auswerten kann. Die beiden Motorfunktionen lassen sich abhängig von der Messaufgabe mit Encoder- oder Resolver-Eingängen ausstatten. Auch Mischkonfigurationen sind möglich.

Bei einer Konfiguration eines WT1500 mit zwei Encoder-Eingängen stehen zusätzlich zu den vier elektrischen Leistungsmessungen bis zu **vier mechanische Leistungsmessungen auf Basis der jeweils erfassten Drehmoment- und Drehzahlsignale** zur Verfügung. Damit lässt sich beispielsweise der Gesamtwirkungsgrad elektrischer Allradantriebe mit nur einem WT1500 bestimmen. Bei einer Konfiguration mit zwei Resolver-Eingängen sind bis zu **zwei mechanische Leistungsmessungen** möglich.

Die direkte Auswertung von Resolver-Signalen ermöglicht außerdem eine genaue Winkel- und Positionsbestimmung in Echtzeit ohne zusätzliche Signalaufbereitung. Da die elektrischen und mechanischen Messgrößen innerhalb des WT1500 zeitsynchron erfasst und verarbeitet werden, entfällt die nachträgliche Synchronisierung separat aufgezeichneter Signale auf einem PC. Dies reduziert die Komplexität des Messaufbaus, verbessert die Korrelation der erfassten Daten und erhöht die Aussagekraft der Motor- und Wirkungsgradanalyse.

Darüber hinaus unterstützt der WT1500 die **id/iq-Analyse auf Basis der Clarke-Park-Transformation**. Die Auswertung der rotorbezogenen d- und q-Komponenten ermöglicht weiterführende Analysen von Motorsteuerungen und schafft damit eine fundierte Grundlage für die Beurteilung und Optimierung elektrischer Antriebssysteme.

Vom Einzelgerät zum 20-Kanal-Messsystem

Ein WT1500 vereint bis zu vier Leistungsmesskanäle und, abhängig von der Konfiguration der beiden Motorfunktionen, bis zu vier mechanische Leistungsmessungen in einem kompakten **2HE-19-Zoll-Gehäuse**. Dies ermöglicht eine platzsparende Integration in bestehende Prüfstände und automatisierte Testsysteme.

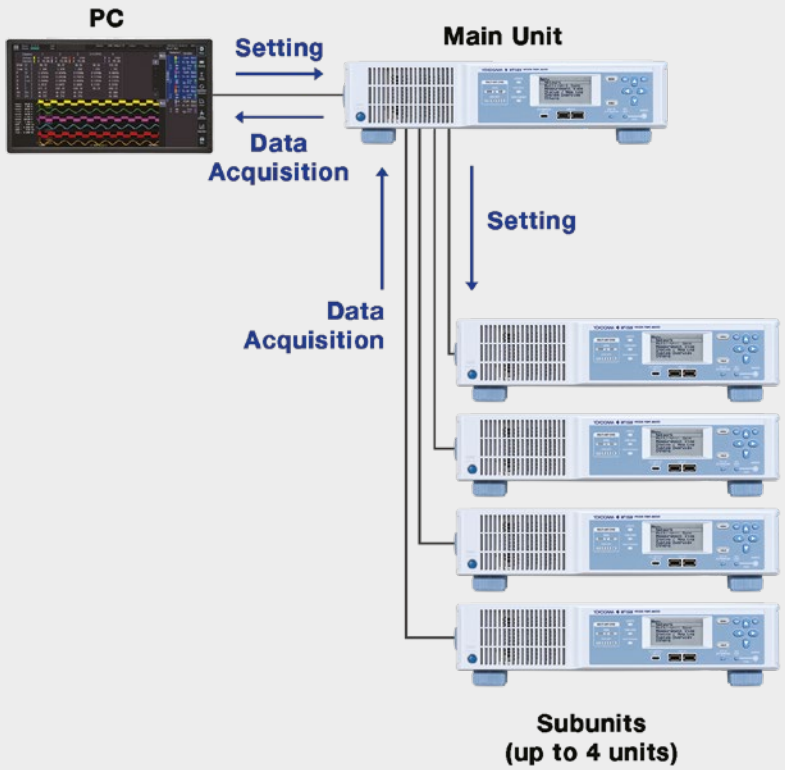
Für Messaufgaben mit höherem Kanalbedarf lassen sich bis zu fünf WT1500 Präzisions-Leistungsanalysatoren über Lichtwellenleiter zu einem gemeinsamen Messsystem synchronisieren. Damit stehen bis zu **20 elektrische und bis zu 20 mechanische Leistungskanäle** zur Verfügung.

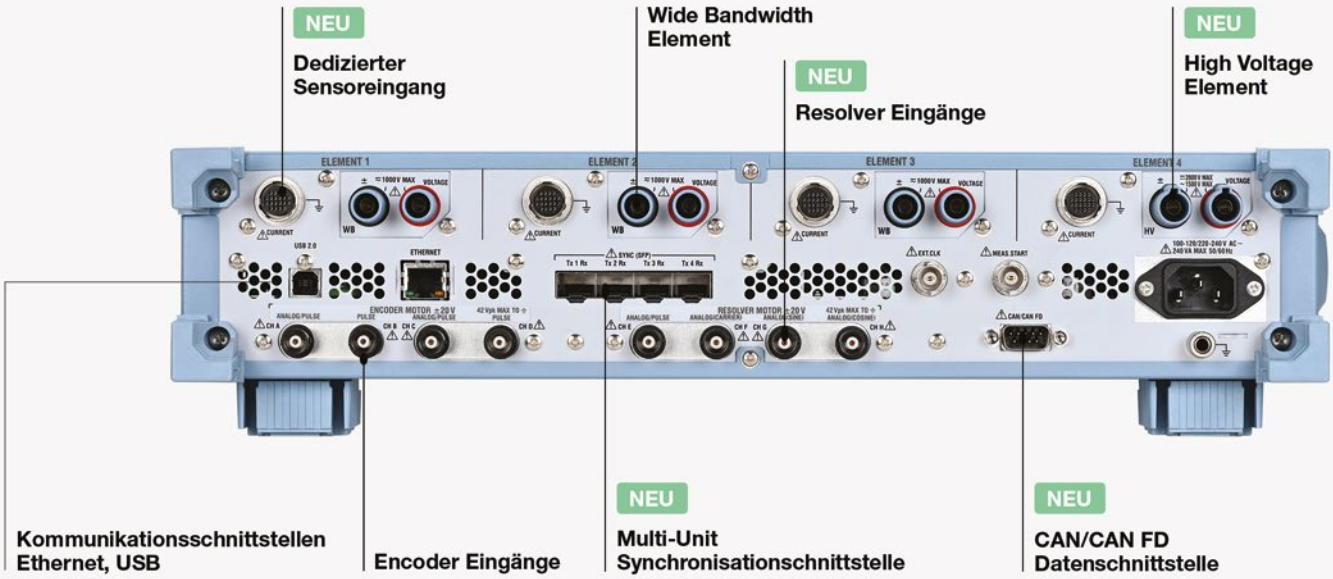
Ein Gerät übernimmt dabei die Funktion der Main Unit. Die **Main Unit** steuert die Konfiguration der Sub Units und führt deren Messdaten zentral zusammen. Dadurch stehen die Ergebnisse aller synchronisierten Geräte über die gemeinsame Main Unit zur Verfügung und können von dort aus zentral abgerufen und weiterverarbeitet werden.

Über bis zu **300 m lange Lichtwellenleiter** können die Sub Units flexibel nahe an den jeweiligen Prüflingen positioniert werden. Die Messdaten werden optisch und damit robust gegenüber elektromagnetischen Störeinflüssen an die Main Unit übertragen. Die optische Datenübertragung über große Entfernungen eignet sich insbesondere für Messaufgaben in weitläufigen Solarfeldern, bei denen mehrere Messpunkte an Solarmodulen, Leistungsumrichtern (PCS) und Einspeisesystemen zeitsynchron erfasst werden müssen.

Für automatisierte Prüfstände entwickelt

Für die Integration in automatisierte Prüfstände stehen **Ethernet, USB sowie CAN-/CAN-FD-Schnittstellen** zur Verfügung. Über Ethernet werden die Kommunikationsprotokolle **VXI-11, TCP/IP, Modbus und UDP** unterstützt. Die Messergebnisse können damit direkt an eine automatisierte Prüfstandssoftware übertragen und dort weiterverarbeitet werden. Mithilfe des **Precision Time Protocol (PTP) nach IEEE 1588** lassen sich die mit dem WT1500 erfassten elektrischen und mechanischen Messdaten zeitsynchron mit den Daten **PTP-fähiger externer Messgeräte** zusammenführen, beispielsweise eines DAQ-Systems zur Temperatur-, Vibrations- oder Kurvenformerfassung.





Der WT1500 auf einen Blick

- Leistungsmessgenauigkeit von ±0,038 % bei DC sowie 50/60 Hz
- Direkte Spannungsmessungen bis 2000 V DC und 1500 V AC
- 2,5 MS/s mit separaten A/D-Wandlern und einer effektiven Auflösung von 16 Bit (ENOB)
- High Voltage Element und Wide Bandwidth Element flexibel kombinierbar
- Wirkleistungsmessungen bis 1 MHz mit dem Wide Bandwidth Element
- Encoder- und Resolver-Unterstützung sowie id/iq-Analyse
- Bis zu vier elektrische Leistungsmesskanäle und zwei flexibel konfigurierbare Motorfunktionen pro Gerät
- Skalierbar auf 20 Leistungsmesskanäle
- Kompaktes 2HE-19-Zoll-Gehäuse

Dadurch können unterschiedliche Messgrößen auf einer gemeinsamen Zeitbasis erfasst und anschließend in der automatisierten Prüfstandssoftware ausgewertet werden.
Ein kompaktes Frontbedienfeld, der integrierte Webserver sowie die Möglichkeit, einen externen Touch-Monitor über die frontseitige **USB-C-Schnittstelle** anzuschließen, ermöglichen die flexible Parametrierung und Bedienung des Leistungsanalysators. Dadurch kann der WT1500 sowohl in automatisierten Prüfsystemen als auch als eigenständiges Messgerät eingesetzt werden.

Ihr Benefit durch den WT1500
Der WT1500 verbindet die von Yokogawa gewohnt hohe Messgenauigkeit mit direkten Spannungsmessungen bis in den Kilovolt-Bereich, der Echtzeitauswertung von Encoder- und Resolver-Signalen sowie einer flexibel erweiterbaren Anzahl an Leistungsmesskanälen. Komplexe Prüfaufgaben lassen sich dadurch mit weniger zusätzlicher Peripherie und einer durchgängigen, zeitsynchronen Erfassung elektrischer und mechanischer Messgrößen realisieren.

Damit eignet sich der WT1500 insbesondere für Entwicklungs-, Validierungs- und Produktionstests in der Elektromobilität, bei Erneuerbaren Energien, an Batterie- und Energiespeichersystemen, in der modernen Leistungselektronik sowie an Komponenten für KI-Rechenzentren und deren Infrastruktur.

Typische Anwendungen des WT1500
Der WT1500 eignet sich insbesondere für Leistungs- & Wirkungsgradmessungen sowie Analysen von Harmonischen an:

- Hybrid- und Elektrofahrzeugen
- Elektrischen Antriebssystemen
- Elektromotoren und Frequenzumrichtern
- Leistungsumrichtern und Energiespeichersystemen
- Stromversorgungen und USV-Systemen für Rechenzentren und KI-Infrastrukturen
- Antrieben für Kühl-, Pumpen- und Lüftungssysteme
- Bahnantriebssystemen
- Windkraftanlagen
- Photovoltaik-Wechselrichtern
- Flugzeugversorgungssystemen
- Haushalts- und Bürogeräten

Sichern Sie sich den neuen WT1500 Präzisions-Leistungsanalysator zum attraktiven Einführungspreis. Angebot gültig bis zum 31.12.2026.

Alle Informationen & Kontaktformular unter
tmi.yokogawa.com/de/wt1500

Andreas Maushammer
Produktmanager // Leistungsmesstechnik



Case Study: Vertiv

Präzise Leistungsanalyse für USV-Systeme in KI-Rechenzentren

Mit dem zunehmenden Einsatz künstlicher Intelligenz verändern sich die Anforderungen an die Stromversorgung von Rechenzentren. Während herkömmliche Anwendungen häufig eine vergleichsweise gleichmäßige Leistungsaufnahme aufweisen, können KI-Anwendungen innerhalb kürzester Zeit zwischen niedriger und hoher Last wechseln. Diese pulsartigen Lasten stellen hohe Anforderungen an die Dynamik, Effizienz und Zuverlässigkeit unterbrechungsfreier Stromversorgungen, kurz USV. Am Power Customer Experience Center von Vertiv in Bologna werden leistungsstarke USV-Systeme für Rechenzentren und industrielle Anwendungen entwickelt und getestet. Dazu zählen Vertiv™ Trinergy™ und Vertiv™ PowerUPS 9000, die in einem einzelnen Modul Leistungen von 500 kW bis 2,5 MW abdecken.

Dynamische KI-Lasten beherrschen

Eine besondere Herausforderung entsteht, wenn bei einem Netzausfall Dieselgeneratoren die Stromversorgung übernehmen. Werden schnelle Lastschwankungen von der USV an die vorgeschaltete Versorgung weitergegeben, können sie die Generatoren zusätzlich belasten und die Stabilität des Gesamtsystems beeinträchtigen. Um diese Schwankungen zu begrenzen, entwickelte Vertiv die Funktion Input Power Smoothing. Dabei dient das Batteriesystem als kurzfristiger Energiepuffer. Es puffert die Auswirkungen schneller Laständerungen am Ausgang der USV und reduziert dadurch die Schwankungen der Eingangsleistung gegenüber der vorgeschalteten Versorgung.

Für die Validierung dieser Funktion musste das Entwicklungsteam mehrere Ein- und Ausgänge der USV gleichzeitig erfassen. Die untersuchte Topologie des Vertiv™ Trinergy™ umfasst zwei dreiphasige AC-Eingänge, einen DC-Batterieeingang und einen dreiphasigen Ausgang. Neben Langzeitdaten für die thermische Bewertung waren Messungen mit hoher zeitlicher Auflösung erforderlich, um schnelle Signalverläufe, Signalverformungen, hochfrequente Störanteile und den Gesamtoberschwingungsgehalt während der Lastwechsel zu analysieren. Gleichzeitig wurden Wirk-, Blind- und Scheinleistung erfasst.

Integrierte Messtechnik von Yokogawa

Für diese anspruchsvolle Messaufgabe setzte Vertiv eine integrierte Lösung von Yokogawa Test & Measurement ein. Der Präzisions-Leistungsanalysator WT5000 übernahm die hochgenaue Analyse der relevanten AC- und DC-Leistungspfade. Der DL950 ScopeCorder erfasste die schnellen Spannungs- und Stromverläufe während der dynamischen Lastwechsel, während das GM10 Data Acquisition System die thermischen Messgrößen aufzeichnete.

Die Softwareplattform IS8000 führte die unterschiedlichen Messdaten in einer gemeinsamen Analyseumgebung zusammen. Der WT5000 und der DL950 wurden dabei über das Precision Time Protocol nach IEEE 1588 zeitlich synchronisiert. Dadurch ließen sich präzise Leistungswerte und schnelle Signalverläufe zeitlich miteinander korrelieren.

Präzise Daten für die Validierung

Die integrierte Messlösung ermöglichte es dem Entwicklungsteam, das Verhalten der USV bei schnellen Laständerungen detailliert zu untersuchen. Die Messungen machten sichtbar, wie Input Power Smoothing das Batteriesystem als kurzfristigen Energiepuffer einsetzt und dadurch die an der vorgeschalteten Stromversorgung auftretenden Leistungsschwankungen reduziert. Auf dieser Grundlage konnte Vertiv die Funktionsweise der entwickelten Regelung validieren. Gleichzeitig konnten thermische Daten, elektrische Leistungswerte und schnelle Signalverläufe in einer gemeinsamen Softwareumgebung betrachtet werden. Dies verringerte die Komplexität der Tests und erleichterte dem Entwicklungsteam die Analyse und Fehlersuche.

„Zuverlässigkeit ist für unsere Kunden einer der wichtigsten Faktoren. Daher ist die Genauigkeit dieser Messungen für uns von entscheidender Bedeutung. Heute vertrauen wir auf Yokogawa, wenn es darum geht, dieses Maß an Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu bieten.“, Francesco Centritti, Leiter des Test-Engineering-Teams bei Vertiv. ■

Zur ausführlichen Case Study:
yokogawa.magazines.nu/case-study/vertiv

Bild: VERTIV 2026



Aufklappen. Positionieren. Messen.

Split Core Stromwandler mit Zero-Flux-Technologie

Die neuen Split Core Stromwandler CT500SA und CT200SA schließen die Lücke zwischen den hochpräzisen Nullfluss-Stromwandlern und den einfach zu installierenden klassischen Stromzangen.

Elektromobilität, Leistungselektronik, Erneuerbare Energien und KI-Rechenzentren stellen immer höhere Anforderungen an die Strommesstechnik. Mit den neuen Split Core Stromwandlern CT500SA und CT200SA bietet Yokogawa eine Lösung für präzise Strommessungen an bestehenden Leitungen auch bei begrenzten Platzverhältnissen.

Elektrische Systeme werden zunehmend leistungsfähiger und kompakter. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Entwicklungs-, Validierungs- und Prüfmessungen. Häufig müssen Ströme erfasst werden, ohne die bestehende Verdrahtung zu verändern oder aufwendige Umbauten am Prüfaufbau vorzunehmen. Die neuen AC/DC Split Core Stromwandler **CT500SA** und **CT200SA** wurden speziell für solche Einsatzbedingungen entwickelt und ermöglichen präzise Strommessungen auch dort, wo nur begrenzter Bauraum zur Verfügung steht.

Messgenauigkeit oder Installationsaufwand?

Viele Anwender kennen das Dilemma: Geschlossene Nullfluss-Stromwandler bieten eine sehr hohe Messgenauigkeit, erfordern jedoch, dass der Leiter durch die Sensoröffnung geführt wird. Ein nachträgliches Anbringen an einer bestehenden Installation erfordert sogar das Auftrennen der Leitungen. Dies ist meist arbeitsintensiv und schwierig, gerade auch bei beengten Einbauverhältnissen. Klassische Stromzangen lassen sich dagegen schnell und einfach montieren, erreichen jedoch häufig nicht die Genauigkeit, die für anspruchsvolle Entwicklungs- und Validierungsaufgaben erforderlich ist.

Mit den neuen CT500SA- und CT200SA-Stromwandlern reduziert Yokogawa diesen Zielkonflikt erheblich. Sie schließen die Lücke zwischen der sehr hohen Messgenauigkeit klassischer Nullfluss-Stromwandler und der einfachen Installation herkömmlicher Stromzangen. Dadurch profitieren Anwender von präzisen Messungen auch in Anwendungen, in denen bisher Kompromisse zwischen Genauigkeit und Installationsaufwand eingegangen werden mussten.

Mit dem CT1000S sowie den neuen Modellen CT500SA und CT200SA bietet Yokogawa heute für unterschiedlichste Strommessaufgaben die passende Split Core Lösung. Von kompakten Messstellen mit begrenztem Bauraum bis hin zu

Anwendungen mit Strömen bis 1000 A steht damit für unterschiedliche Anforderungen die passende Split Core Lösung zur Verfügung.

Ein Nullfluss-Stromwandler, der zu allen Messgeräten passt

In modernen Entwicklungs- und Validierungsprojekten werden häufig sowohl Leistungs- als auch Kurvenformanalysen durchgeführt. Leistungsanalysatoren dienen dabei der präzisen Bestimmung von Wirkungsgrad, Leistung und Verlusten, während Oszilloskope und Transientenrekorder detaillierte Einblicke in Signalverläufe, Schaltvorgänge und dynamische Prozesse ermöglichen.

Dank ihres Spannungsausgangs lassen sich die Split Core Nullfluss-Stromwandler mit Leistungsanalysatoren, Oszilloskopen und Transienten-Rekordern von Yokogawa oder auch anderen Herstellern über BNC-Anschluss direkt verbinden. Zusätzliche Shunts sind nicht erforderlich.

Dadurch können identische Stromsignale mit unterschiedlichen Messgeräten erfasst und ausgewertet werden. Zusätzliche Messungen, unterschiedliche Stromwandlersätze oder aufwendige Umbauten des Messaufbaus erübrigen sich. Gleichzeitig lassen sich Zusammenhänge zwischen Leistungsmessdaten und Signalverläufen einfacher analysieren und Messergebnisse verschiedener Messsysteme direkt miteinander vergleichen.

Für die Stromversorgung steht ein externes Netzteil zur Verfügung. Alternativ können die Stromwandler direkt über die integrierten Versorgungsanschlüsse vieler Yokogawa Messgeräte betrieben werden.

Kompakte Bauform

Neben der Messgenauigkeit gewinnt auch die Baugröße der eingesetzten Messtechnik zunehmend an Bedeutung. Ob elektrische Antriebe, Leistungselektronik, Photovoltaikanlagen oder Stromversorgungen in KI-Rechenzentren: Häufig steht für die Installation von Messgeräten und Sensorik nur wenig Platz zur Verfügung. Mit ihren kompakten Abmessungen von lediglich **110 mm × 62 mm × 25 mm** lassen sich die Stromwandler einfach in bestehende Messaufbauten integrieren.

Ein integrierter Öffnungsmechanismus ermöglicht die komfortable Einhandmontage direkt am Leiter. Zusätzlich unterstützen eine M4-Gewindebohrung sowie eine Kabelbinderaufnahme die sichere und reproduzierbare Positionierung des Wandlers. Dies trägt unmittelbar zu einer hohen Wiederholbarkeit der Messergebnisse bei.



Yokogawas Split Core Stromwandlerportfolio mit Zero-Flux-Technologie: CT1000S für Strommessungen bis 1000 A sowie die neuen Modelle CT500SA und CT200SA für besonders kompakte und präzise Strommessungen.

Für den Einsatz im Entwicklungs- und Prüfumfeld verfügen die Stromwandler über zusätzliche Funktionen. Über die integrierte DEMAG-Funktion kann der magnetische Kreis bei Bedarf entmagnetisiert werden.

Die ZERO-ADJUSTMENT-Funktion ermöglicht darüber hinaus einen komfortablen Nullpunktabgleich. Dadurch lassen sich mögliche Einflüsse durch Restmagnetisierung und Offsetabweichungen reduzieren und eine hohe Reproduzierbarkeit der Messergebnisse unterstützen.

Hohe Messgenauigkeit und große Bandbreite
Die Modelle CT500SA und CT200SA erreichen bei 50/60 Hz und einer Umgebungstemperatur von 23 ± 5 °C eine garantierte Genauigkeit von:

±(0,09 % des Messwerts + 0,01 % des Messbereichs)

Damit erreichen sie eine für Split Core Stromwandler außergewöhnlich hohe Messgenauigkeit. Anwender erhalten eine deutlich präzisere Alternative zu klassischen Stromzangen und können Messaufgaben mit höheren Anforderungen an Genauigkeit realisieren, ohne auf die Vorteile einer einfachen Installation verzichten zu müssen.

Für unterschiedliche Strombereiche stehen zwei Varianten zur Verfügung:

- CT200SA für Strommessungen bis 200 A
- CT500SA für Strommessungen bis 500 A

Beide Modelle eignen sich für die präzise Analyse von Stromverläufen am Ausgang von Invertern, Leistungselektroniken und in anderen dynamischen Anwendungen.

Die Bandbreite beträgt 1 MHz (-3 dB) beim CT200SA beziehungsweise 500 kHz (-3 dB) beim CT500SA. Die Phasengenauigkeit liegt bei beiden Modellen bei ±0,1° im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 1 kHz.

Vielseitige Einsatzmöglichkeiten
Die neuen Split Core Stromwandler wurden für eine Vielzahl moderner Messaufgaben entwickelt.



Die Split Core Stromwandler verfügen neben ihrem kompakten Messkopf über eine separate Bedieneinheit mit Funktionen für Entmagnetisierung (DEMAG) und Nullpunktabgleich (ZERO ADJUSTMENT).

Typische Einsatzbereiche sind:
- Elektrofahrzeuge und elektrifizierte Antriebe (EV/xEV)
- Wechselrichter und Leistungselektronik
- Photovoltaik- und Energiesysteme
- Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik (HVAC)
- Stromversorgungen und Energieumrichter
- Komponenten für KI-Rechenzentren und deren Infrastruktur

Insbesondere Anwendungen mit hohen Strömen, bereits installierter Verdrahtung und begrenztem Bauraum profitieren von der Kombination aus hoher Messgenauigkeit, einfacher Installation und flexibler Einsetzbarkeit.

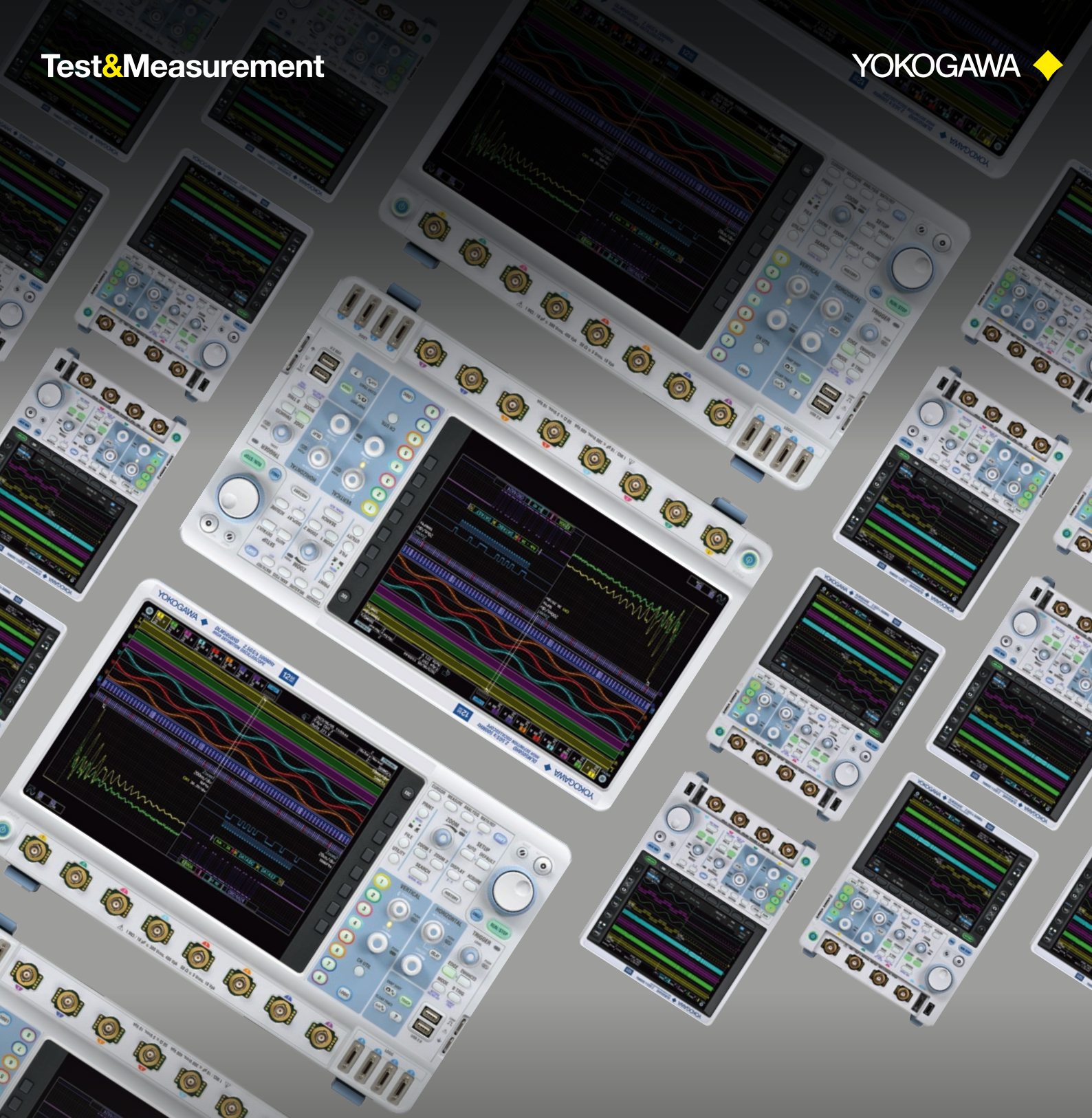
Ihr Benefit: Präzision und Flexibilität neu kombiniert
Die neuen Split Core Stromwandler CT500SA und CT200SA verbinden die hohe Messgenauigkeit klassischer Nullfluss-Stromwandler mit der einfachen Handhabung herkömmlicher Stromzangen.

Besonders dort, wo bestehende Leitungen nicht aufgetrennt werden können, nur begrenzter Bauraum zur Verfügung steht und gleichzeitig hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit gestellt werden, spielen sie ihre Stärken aus. Sie als Anwender erhalten damit eine präzisere Alternative zu klassischen Stromzangen, ohne auf deren Flexibilität verzichten zu müssen.

Andreas Maushammer
Produktmanager // Leistungsmesstechnik

Test&Measurement

YOKOGAWA



Mehr Bandbreite... ohne Aufpreis!

4- oder 8-Kanal Oszilloskop wählen und Preisvorteil sichern!

Precision Making

tmi.yokogawa.com/de/bandbreite

Meet the Precision Makers 2027

Präzision entsteht im Austausch.

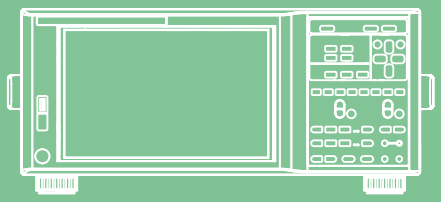
Wer genau messen will, muss genau verstehen. Konkrete Messaufgaben und Erfahrungen aus der Praxis liefern dafür wertvolle Erkenntnisse. Zu den Terminen: **tmi.yokogawa.com/de/events**

Webinare

Messtechnik-Wissen kompakt und praxisnah

Universalviewer Software
– mehr als nur Kurven anzeigen
Do, 04. März 2027 // Christian Thoma

tmi.yokogawa.com/de/webinare



Power-Workshops

Leistungsmessung verstehen und praktisch anwenden

Power Workshop WT5000
01. - 03. Dezember 2026, Herrsching am Ammersee

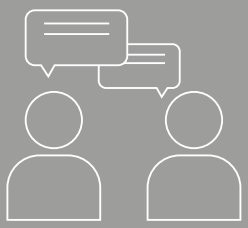
Power Workshop WT5000
09. - 11. März 2027, Herrsching am Ammersee

Power Workshop WT1800E/R
27. - 29. April 2027, Herrsching am Ammersee

Power Workshop WT5000
08. - 10. Juni 2027, Herrsching am Ammersee

Power Workshop WT1800E/R
26. - 28. Oktober 2027, Herrsching am Ammersee

Power Workshop WT5000
07. - 09. Dezember 2027, Herrsching am Ammersee



Meet the Precision Makers

Messtechnik erleben. Erfahrungen austauschen. Lösungen finden.

Coiltech Deutschland
Internationale Messe für Elektromechanik
17. - 18. März 2027, Augsburg // Halle 5, Stand G-26

PCIM Expo
Führende Fachmesse für Leistungselektronik
11. - 13. Mai 2027, Nürnberg // Halle 9, Stand 400

Laser World of Photonics
Weltleitmesse und Kongress für die Photonik
22. - 25. Juni 2027, München

T&M Newsletter – Ihr Messtechnik Newsletter für mehr Präzision

- Neue Aktionen & Produkte
- Webinar-, Workshop- & Seminartermine
- Lokale Veranstaltungen und Freitickets
- Test&Messtechnik Magazin

Wissen, das weiterhilft: Messtechnik-Tipps, Webinare, Workshops und relevante Termine kompakt per E-Mail:

tmi.yokogawa.com/de/newsletter