

# 1 bis 8 Kanal Präzisions-Leistungsmessgerät LMG500



- 0,03% Genauigkeit
- 10MHz Bandbreite (DC/0,05Hz bis 10MHz)
- 3 MSamples/s
- Absolut lückenlose Abtastung mit Auswertung aller Abtastwerte – dadurch Erfassung aller Einschaltströme und Signaländerungen
- Oberschwingungen und Zwischenharmonische bis 50kHz/1MHz
- Flicker, Wechselwirkungen von Netz und Verbraucher

Optimierung von Motoren, Transformatoren,  
Frequenzumrichter, Leistungselektronik,  
Stromversorgungen, Leuchtmittel, Fahrzeugtechnik  
in Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit,  
elektromagnetischer Verträglichkeit und Life-Cycle Costs





# all-electronics.de

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante  
Artikel und News zum Thema auf  
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



# LMG – Ein Synonym für Präzisions-Leistungsmessung

Präzisions-Leistungsgeräte der Serie **LMG** von ZES ZIMMER – LMG90 und LMG95 für 1-phasige, LMG310, LMG450 und **LMG500** für mehrphasige Messung haben sich in verschiedensten Applikationen bewährt. Die Zeichenfolge **LMG** ist ein Synonym für die genaue und breitbandige Messung der elektrischen Leistung. Die mit der elektrischen Leistung korrelierten Größen Strom, Spannung, Oberschwingungen, Flicker und Energie müssen genau erfasst werden, um eine Produktoptimierung in Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit, Elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) oder Life-Cycle Costs zu erreichen.

## Messungen mit LMGs werden durchgeführt an:

- Bauteilen und Komponenten, z. B. Ferritkernen, Halbleitern, Kondensatoren
- Geräten (Motoren, Invertern, Leuchtmittel)
- Anlagen und Anlagenteile
- CE zu prüfenden Geräten, versorgt durch Leistungsquelle (ideales Netz), zur Bestimmung der Rückwirkungen durch Stromoberschwingungen und Flicker (Lastschwankungen)
- Netzen und Verbrauchen zur Bestimmung ihrer Wechselwirkungen

## Die wichtigsten Leistungseigenschaften des LMG500:

- Laufzeitdifferenz zwischen U- und I-Messeingang standardmäßig <3ns, sehr genaue Messung bei kleinem  $\cos\varphi$  und/oder hohen Frequenzen
- Hohe Bereichsdynamik, 3V bis 1000V/3200V<sub>peak</sub>, 20mA bis 32A/120A<sub>peak</sub> in direkter Messung jeweils über nur ein Buchsenpaar
- 3MSamples/s, absolut lückenlose Abtastung mit Auswertung aller Abtastwerte
- Erfassung der Transienten und schnellen Signaländerungen mit der im Hintergrund des „Normal-Modus“ laufenden Ereignistriggerung
- Oberschwingungen und Zwischenharmonische bis zu 50kHz im Gerät und bis zu 1MHz mit externem PC
- Flickermessung, Wechselwirkungen zwischen Netz und Verbrauchern
- Modular mit 1 bis 8 Leistungsmesskanälen
- Ergonomische Benutzeroberfläche für leichte, intuitive Gerätebedienung
- Echtzeitvisualisierung der Messungen in Zahlentabellen und Diagrammen
- Schnittstellen mit hohem Datendurchsatz (IEEE488.2, RS232, USB, Ethernet)

## Messeingänge für höchste Anforderungen



- **Gesonderte HF-Stromeingänge  $I_{HF}^*$ :**  
150mA bis 1,2A/DC bis 10MHz

- **Stromeingänge  $I^*$ , hohe Bereichsdynamik:** 20mA bis 32A/120A<sub>peak</sub>  
Lästiges Wechseln von externen Shunts entfällt!



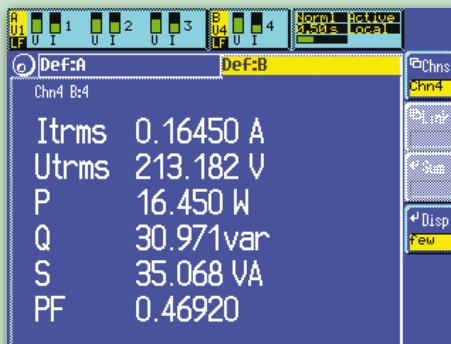
- **Messen über externe Sensoren:**  
**Eingänge  $I_{Sensor}$  und  $U_{Sensor}$**   
30mV bis 4V/DC bis 10MHz

- **Spannungseingänge  $U^*$ :**  
3V bis 1000V/3200V<sub>peak</sub>

- **Hilfsspannung  $\pm 15V$  und Identifikation externer Sensoren**

- Erdkapazität der Messeingänge <30pF, dadurch keine Verfälschung der Messsignale
- Hohe Bandbreite 10MHz, kürzeste gepulste Signale werden genau gemessen
- Alle U-/I-Messeingänge potentialgetrennt gegeneinander und gegen Erde (max. 1000V/CAT III)
- Lückenloses Abtasten und Auswerten mit 3MSamples/s bei beliebiger Messdauer, Messzyklus max. 60s
- Bis zu 8 Leistungsmesskanäle mit 8 Kanal Kompaktgerät oder durch Zusammenschalten von zwei LMG500, alle Kanäle immer in synchroner Abtastung mit 3MSamples/s

# Übersichtliche Darstellung des Messgeschehens



Messwertanzeige mit sechs Werten

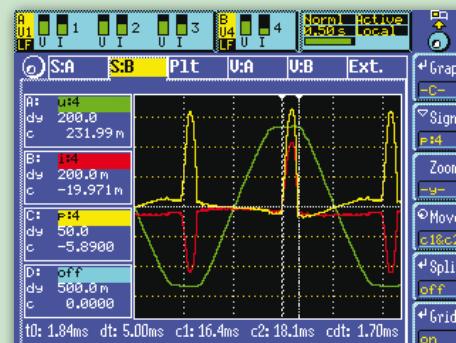


Messwertanzeige mit 20 Werten

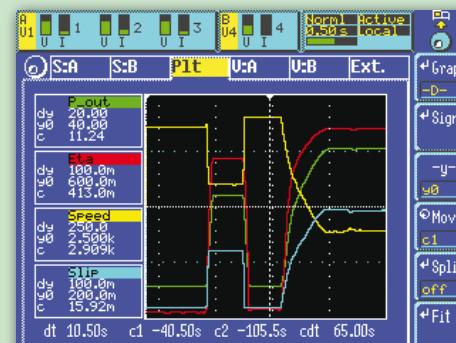
- Statuszeile in allen Menüs ständig in der Anzeige
- Messwertanzeigen für ein oder vier Leistungsmesskanäle, wahlweise mit sechs oder 20 Werten, 40 Werte und mehr durchscrollbar



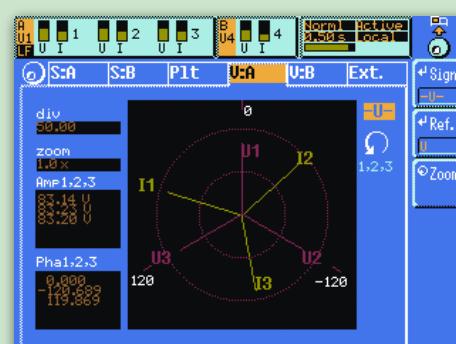
Statuszeile zur Übersicht der laufenden Messung



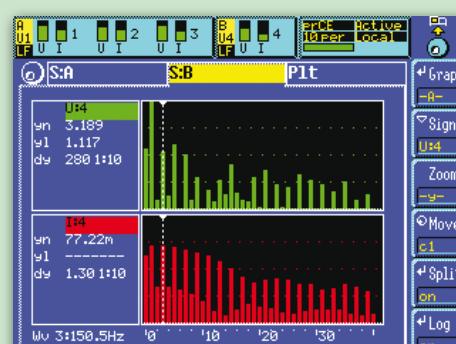
Grafische Anzeige für Kurvenform



Plotdiagramm (Trendanzeige)

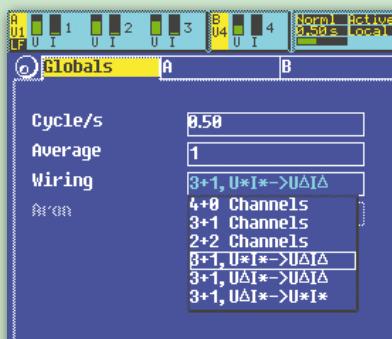


Zeigerdiagramm

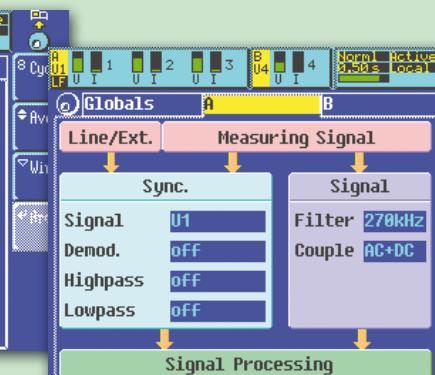


Darstellung von Oberschwingungen im Balkendiagramm

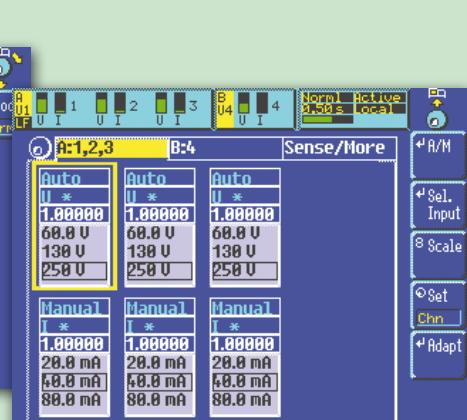
## Geräteeinstellung leicht und intuitiv über die Menüs



Globale Einstellung, hier am Beispiel der Stern-Dreieck-Umrechnung



Unabhängige Einstellung von Synchronisations- und Messpfad



Wahl der Eingangsbuchsen, der Skalierung und des Messbereichs

- Globale Einstellungen
- Zwei unabhängige Filtersätze zur Aufbereitung der Synchronisierung und des Messsignals
- Manuelle oder automatische Messbereichseinstellung

## Flexible Nutzung der Leistungsmesskanäle in Gruppen

Acht Leistungsmesskanäle, die synchron mit 3 MSamples/s abgetastet werden, stehen zur Verfügung

- mit einem parallel geschalteten zweiten Gerät oder
- mit dem LMG 500 in der kompakten 8 Kanal Ausführung.

Die Strom- und Spannungspfade der Leistungsmesskanäle sind alle gegeneinander und gegen Erde isoliert. Dies ermöglicht

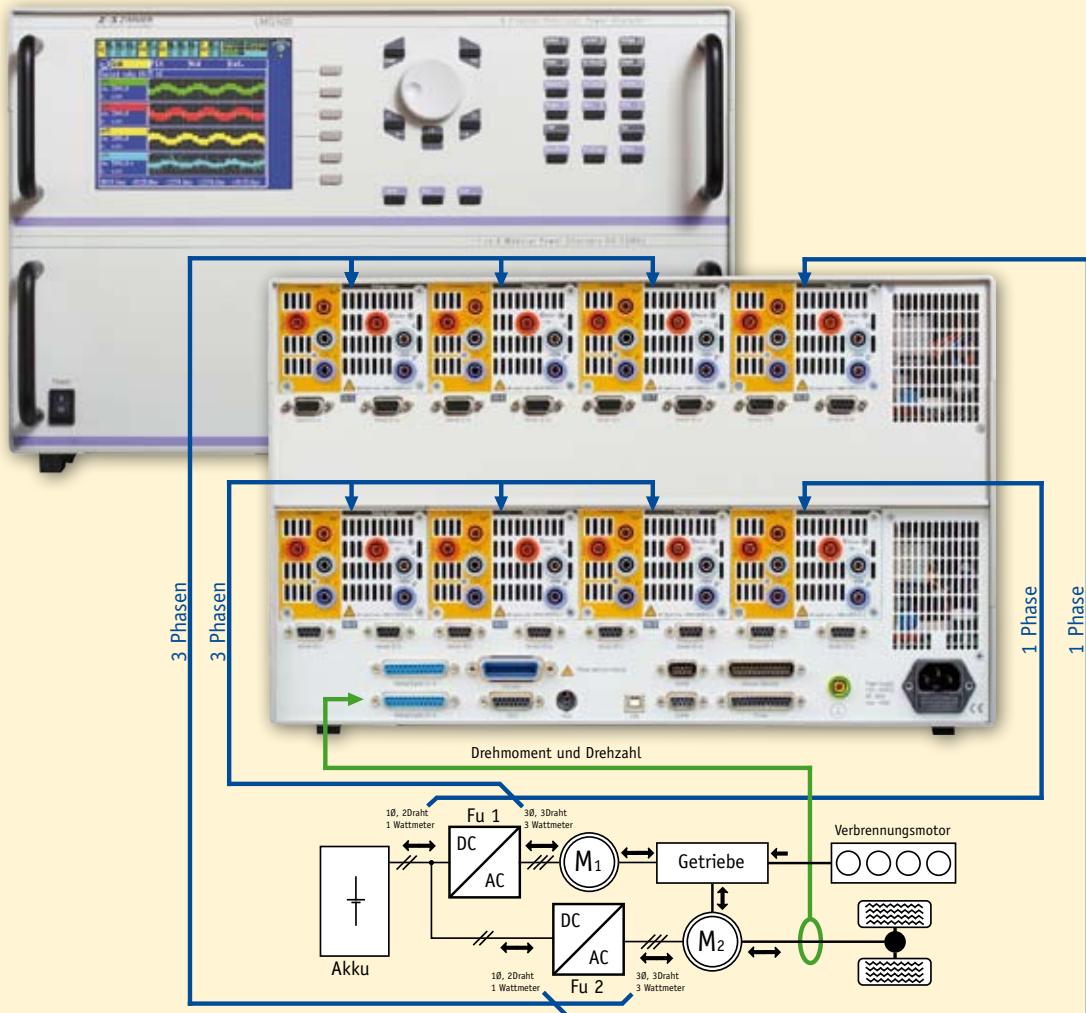
ein gestaltungsfreies Messen an den verschiedensten Leistungsmessapplikationen. Die Kanäle 1-4 (Gerät 1) können in die Gruppe A und B, die Kanäle 5-8 (Gerät 2) in die Gruppe C und D nach nebenstehender Tabelle aufgeteilt werden. Jede Gruppe kann auf ein gruppeneigenes Signal synchronisiert werden. Die Synchronisierung mit einem externen Signal oder über „line“ ist ebenfalls möglich. Die Einstellung der Gruppe A und B auf bestimmte Schaltungsarten erfolgt unabhängig von der Einstellung der Gruppe C und D.

Kanalbez. (Nr.)	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3	Ch. 4	Ch. 5	Ch. 6	Ch. 7	Ch. 8		
Gruppenbildung	A			B		C		D		
mögliche Schaltungen in den Gruppen A bis D	4Ø 4Leiter			4Ø 4Leiter						
	4Ø 5Leiter			4Ø 5Leiter						
	1Ø 2L	1Ø 2L	1Ø 2L							
	3Ø 3Leiter			1Ø 2L	3Ø 3Leiter			1Ø 2L		
	3Ø 4Leiter				3Ø 4Leiter					
	4Ø 4Leiter				4Ø 4Leiter					
	3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L	1Ø 2L	1Ø 2L							
	3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L	1Ø 2L	1Ø 2L	3Ø 3L (Aron)/2Ø 3L	1Ø 2L	1Ø 2L				

## LMG500 – Kompakt mit 8 Kanälen



### Hybridantriebe für Fahrzeuge



Optimierung des Energemanagements bei Hybridefahrzeugen durch Analyse der Leistungsflüsse in verschiedenen Betriebsarten und -zuständen:

1. Fahrzeugantrieb durch Verbrennungsmotoren mit oder ohne Unterstützung der aus der Batterie über FU gespeisten 3-Phasen E-Maschinen M1 und M2

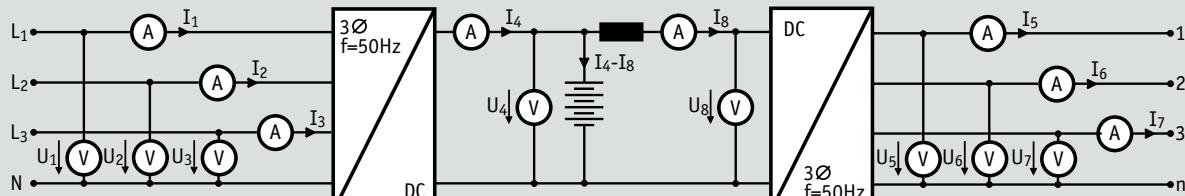
2. Rückspeisung der Bremsenergie in die Batterie
  3. Auf-/Nachladen der Batterie mit Verbrennungsmotor.
- Acht Leistungsmesskanäle und

die Prozesssignalschnittstelle für Drehmoment und Drehzahl erfassen exakt synchron die Daten zur hochgenauen Wirkungsgradbestimmung.

# LMG500 – Kompakt mit 8 Kanälen



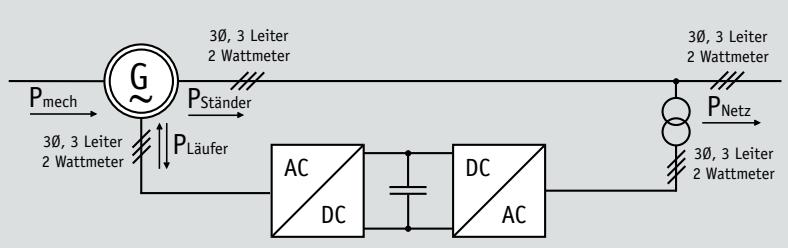
## Unterbrechungsfreie Stromversorgung mit DC-Zwischenkreis



Wirkungsgradbestimmung bei verschiedenen Zuständen



## Doppelt gespeiste Asynchronmaschine



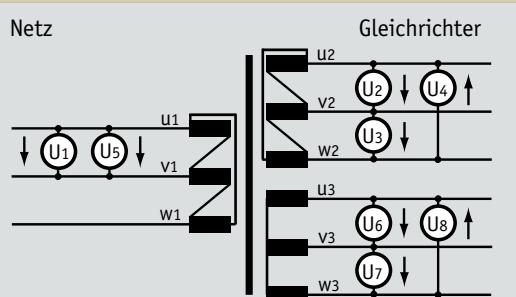
Ständerleistung, Läuferleistung, Netzleistung, netzseitige Umrichterleistung mit jeweils zwei Wattmetern in Aronschaltung

Getriebelose Windkraftanlage mit erweitertem Drehzahlbereich.

Bei fester ständereitiger Netz-frequenz kann durch Einstellung der läuferseitigen Frequenz die doppelt gespeiste Asynchronmaschine bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten effizient als Generator arbeiten.



## Mehrwicklungstransformatoren



Achtkanalige Messung am 12puls Gleichrichter-Transformator

Ein Dreiwicklungs-Transformer mit zwei um 30° elektrisch versetzten Ausgangswicklungen speist zwei 6puls-Gleichrichter. Dadurch werden in der Primärwicklung z. B. die 5., 7., 17. und 19. Harmonische unterdrückt. Die Messkanäle sind als zwei Vierergruppen konfiguriert mit Kanal 1 und 5 in Parallelschaltung. Somit haben alle Messkanäle den gleichen Phasenbezug, und es können spezielle Gleichrichtertransformatoren mit von (n·30°) abweichenden Phasenwinkeln exakt vermessen werden.

## Lückenlose Datenerfassung



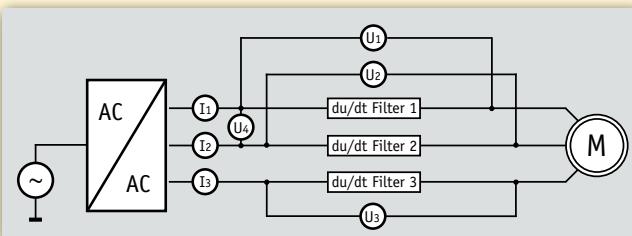
## Energieeffizienz-Klassen für weiße Ware und PCs Energieverbrauch im Standby-Betrieb

Benchmarks wie SPECpower\_ssj2008 sind geschaffen worden, um Leistungsaufnahme und -verbrauch von PCs und Servern in Abhängigkeit zur Rechenleistung zu ermitteln. Der maximale Standby-Verbrauch weißer Ware wird u.a. definiert durch Normen wie z.B. IEC 62301. Das LMG500 erfüllt die Anforderungen dieser Vorgaben. Ströme im Bereich von  $\mu\text{A}$  können mit Hilfe des Shunts SH100-P gemessen werden.

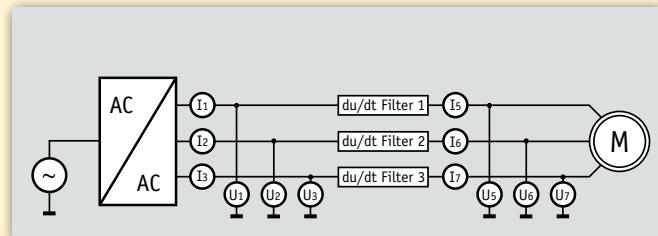




## Verlustleistung von Filtern für Frequenzumrichter



Verlustleistung durch Differenzmessung vor und nach dem Filter

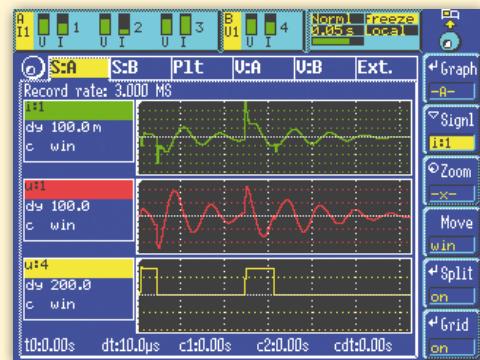


Verlustleistung durch Messung längs des Filters

Die zur Verbesserung des Wirkungsgrades eingesetzten schnell schaltenden Halbleiter moderner PWM-FUs verursachen extrem steile Spannungsflanken. Die daraus resultierenden kapazitiven Ströme beanspruchen die Lager und die Isolation der Motoren – dies führt zu vorzeitigem Ausfall.

Motorfilter (z.B. du/dt-Filter) dämpfen die Spannungssteilheit, erzeugen aber selbst Verlustleistung durch das Einschwingen mit den filtereigenen Frequenzen (typ. >100kHz).

Die hohe Bandbreite und die standardmäßig kleine U-I-Laufzeitdifferenz der LMG500-Geräte <3ns ermöglichen äußerst genaue Verlustleistungsmessungen an den Filtern bei diesen Frequenzen, auch in Längsmessungen bei kleinem  $\cos\varphi$ .



Leiter-Leiter-Spannung U4 vor dem Filter,  
Spannung U1 längs des Filters und Filtereingangsstrom I1

## Menü zur Kompensation von Laufzeiten externer Sensoren

Ströme >30A werden mit externen Sensoren gemessen. Breitbandige (>100kHz) Stromumsetzer für mehrere 100A, z. B. ZES ZIMMER Typ PSU, werden eingesetzt. Der durch die Gruppenlaufzeit der Stromumsetzer bedingte Fehler kann mit Hilfe des Menüs Laufzeitjustierung korrigiert werden. Ein hervorragendes Werkzeug mit einfach zu bedienendem Menü.

A:1,2,3 B:4 Sense/Mo Delay			
dU/ns	dI/ns	P/W	PF
1 0	10	0.8403 kW	0.84799
2 0	3	0.8452 kW	0.85418
3 0	7	0.8379 kW	0.84831
4 0	0	0.0000 kW	-----
5 0	0	-----	-----
6 0	0	-----	-----
7 0	0	-----	-----
8 0	0	-----	-----

Laufzeitmenü mit Kompensationswerten für I in Phase 1,2 und 3



## Verluste kleinster Leistungsfaktoren von Trafos, Drosseln und Kondensatoren

Leistungsmessung bis 10MHz bedeutet, dass die Strom- und Spannungskanäle auf kleinste Laufzeitunterschiede ausgelegt sein müssen. Beim LMG500 sind es weniger als 3ns und dies entspricht bei 50Hz einen Winkelfehler < 1 µrad. Das LMG500 ist daher für die Verlustleistungsmessung bei kleinsten Leistungsfaktoren für Transformatoren, Drosseln und Kondensatoren bestens geeignet. Die Geräte in der standardmäßigen Einstellung bei Werksauslieferung genügen voll dieser Messaufgabe. Hierfür sind keine Optionen oder Abgleiche notwendig.

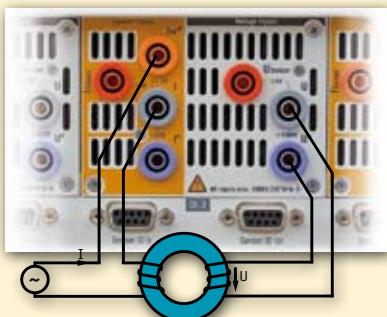
Es kann ein Kalibrierprotokoll (KR-L50-LPF) für den Nachweis der Messgenauigkeit bei Leistungsfaktoren im Bereich von 0,01 mitgeliefert werden. Bei Messungen an Leistungstransformatoren werden in der Regel Strom- und Spannungsmesswandler verwendet. Der Phasenwinkel dieser Wandler kann über das Laufzeitmenü korrigiert und dadurch die Messgenauigkeit verbessert werden. Für die Berechnung der korrigierten Leistung gibt es verschiedene Definitionen z.B. IEC 60076-1. Diese können bequem mit dem leistungsstarken Scripteditor entsprechend den Erfordernissen berechnet werden.



Quelle: Siemens AG



## Kernverluste und -parameter bis 10 MHz



Anschaltung



Scripteditor



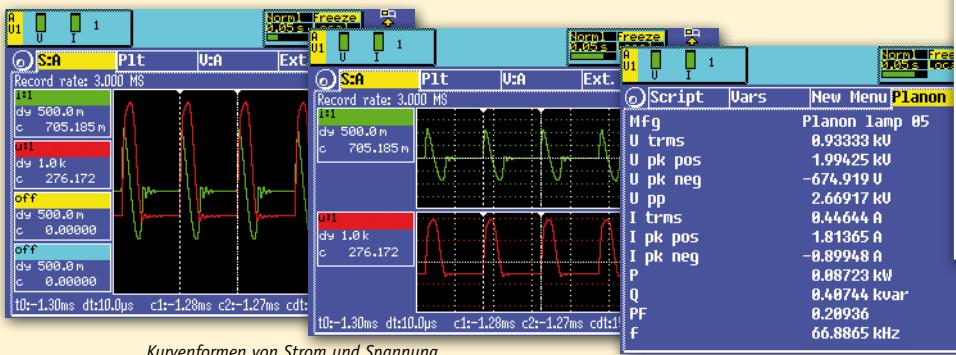
Kundenspezifisches Menü mit Messergebnissen

Aus der Leistungsmessung mit Erregerstrom I und der Magnetisierungsspannung U an der Sensorwicklung ergeben sich direkt die Kernverluste ohne Kupferverlustanteile. Aus dem Gleichrichtwert der Sensorspannung U – ein Maß für die Spannungszeitfläche und damit für den induzierten Fluss –, dem Erregerstrom I und den geometrischen Kerndaten, sind beispielsweise die Kennlinien P (Bpk), Bpk (Hpk) ermittelbar. Mit dem leistungsstarken Scripteditor werden messzyklusweise die jeweiligen Kennlinien-Punkte errechnet.

Bitte fordern Sie einen entsprechenden Applikationsbericht an.



## Getaktete Vorschaltgeräte moderner Leuchtmittel



Moderne Flachleuchte

Kundenspezifisches Menü

Dank der geringen Erdkapazität der LMG500 Messeingänge (<30pF) können in direkter Anschaltung die gepulsten Ströme und Spannungen verzerrungsfrei abgebildet und gemessen werden. Die Abbildungen zeigen die 70kHz-Impulsfolge ( $U_{pp}=2,5\text{ kV}$ ,  $I_{pp}=2,7\text{ A}$ ) zur Aufrechterhaltung der Entladung einer Gasentladungs-Flachleuchte (Lichtkachel). Nur auf Grund der standardmäßig geringen Laufzeitverschiebung <3ns kann eine sehr genaue Leistungsmessung erfolgen.

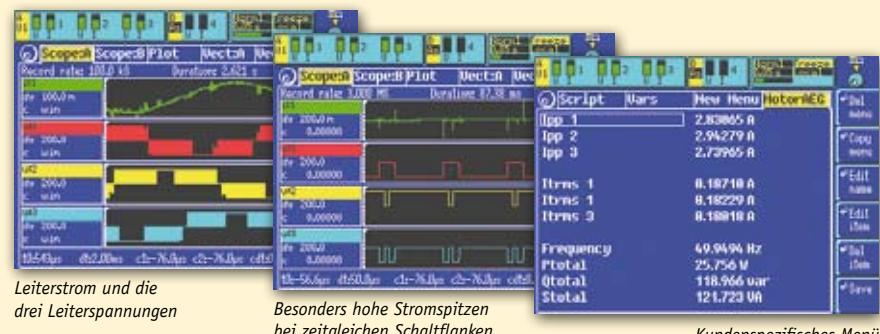


## Transiente Ströme am Ausgang eines Frequenzumrichters

Durch die hohe Bandbreite des LMG500 von 10MHz werden die hochfrequenten Stromspitzen am Ausgang eines Frequenzumrichters erfasst und können visualisiert werden.

An jeder Schaltflanke entstehen transiente Stromspitzen – Ströme die über die Wicklungskapazitäten fließen. Sie erreichen ein Mehrfaches des Nennstromes.

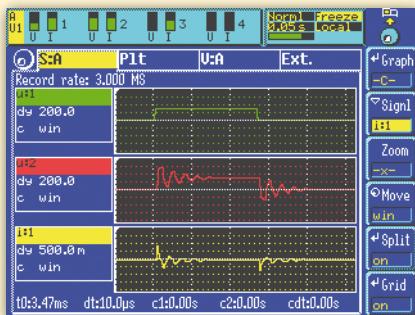
Das kundenspezifische Menü zeigt, dass der Wert Ipp1 den Wert Itrms1 um eine Größenordnung übersteigt.



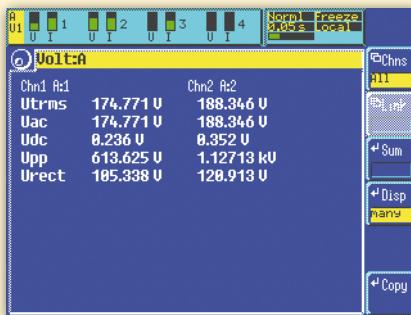
Kundenspezifisches Menü



## Transiente Spannungen bei langen Zuleitungen



Spannung am FU-Ausgang sowie Spannung und Strom am Motor bei langer Zuleitung

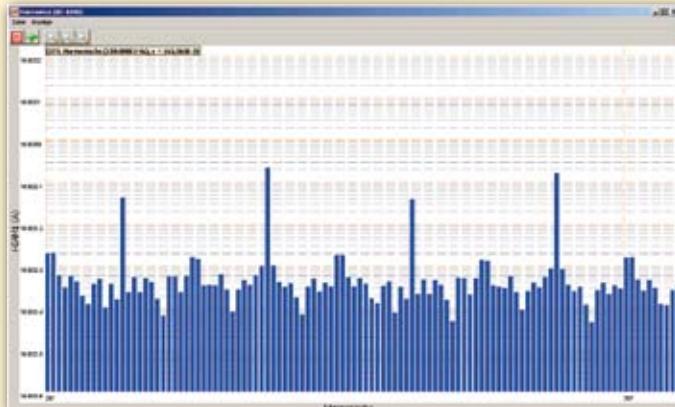


Gut zu erkennen: Verdopplung des Peakwertes  $U_{pp}$

Spannungsspitzen entstehen bei langen Zuleitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor durch Reflexion. Sie erreichen bis zum doppelten Wert des gesendeten Spannungspulses und beanspruchen verstärkt die Isolation. Sie werden wegen der hohen Bandbreite des LMG500 zuverlässig erfasst.



## Avionik: Erfassung der Oberschwingungen bis 150kHz



Harmonische Analyse mit ZES ZIMMER Software LMG-CONTROL

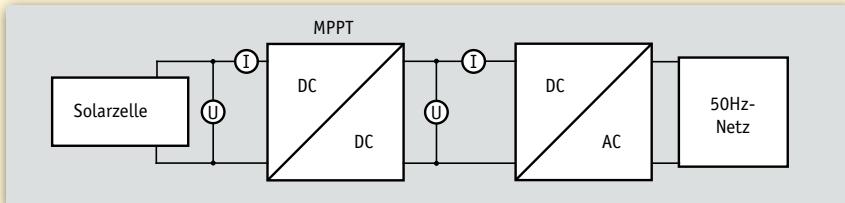
Die Bordnetze moderner Großraumflugzeuge werden mit bis zu 800Hz betrieben. Grundlegende Normen wie EUROCAE ED-14D und ABD0100.1.8 zur Definition der Grenzwerte sind für diese Stromversorgungen geschaffen worden. Grundfrequenzen von 360Hz bis 800Hz müssen im Bereich bis zu 150kHz nach ihren Oberschwingungen beurteilt werden. Dafür ist das LMG500 bestens geeignet. Die Spektralanalyse der Ströme und Spannungen von DC bis 1MHz wird unterstützt durch eine extern laufende ZES ZIMMER Applikationssoftware LMG-CONTROL. Die Darstellung der Daten erfolgt graphisch, linear oder logarithmisch. Die Werte können auch als Tabelle z. B. nach MS Excel exportiert werden.

Harmonische Analyse mit LMG-CONTROL im Bereich bis zu 1MHz. Die Grundschwingung kann von 0,07Hz bis 1MHz benutzerdefiniert eingestellt werden.

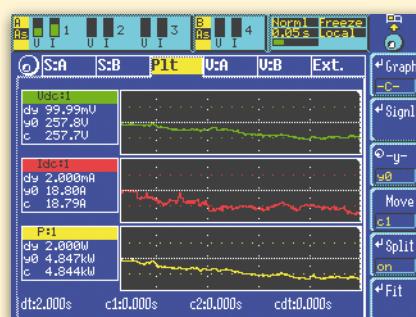
## Hohe Grundgenauigkeit – Hohe Bereichsdynamik



### Solartechnik



Mit Hilfe des Maximum Power Point Trackers (MPPT) kann der Arbeitspunkt eines Solar-generators stets leistungsoptimiert eingestellt werden. Bei nicht stabilen Einstrahlungs-verhältnissen können Ströme und Leistungen in kurzen Zeitintervallen zwischen wenigen Prozent und Nennwert schwanken. Das Tracking kann nur dann optimiert werden, wenn lückenlos und ohne sonstige Aussetzer, wie z. B. bei Bereichsumschaltungen, gemessen wird. Die hohe Grundgenauigkeit von 0,03% erlaubt auch im 32A Bereich die genaue Messung sehr kleiner Ströme.



Spannung, Strom und Wirkleistung hochgenau ohne Bereichsumschaltung

# Hochwertige Grundausstattung

Die hochwertige Grundausstattung des kostengünstigen LMG500 erlaubt ein komfortables Arbeiten.  
Enthalten sind z. B. eine serielle RS232 Schnittstelle, ein Anschluss für einen Drucker und ein leistungsstarker Scripteditor.

## Optionen und Zubehör zur Funktionserweiterung

### IEEE488-Schnittstelle (Best.Nr. L50-01)

Interpretiert den kompletten SCPI-, sowie den LMG500-spezifischen Kommandosatz. Der Datendurchsatz beträgt bis zu 1MByte/sec.

### USB-Schnittstellen

(Best.Nr. L50-02USB)  
USB-Schnittstelle für den Anschluß eines Memory-Sticks (Gerätevorderseite) und eine weitere USB-Schnittstelle für Datentransfer und Remote (Geräterückseite).

### Ethernet-Umsetzer

(Best.Nr. L50-Z318)  
Externe Adapterbox, alle Verbin-

dungskabel sind am LMG fixierbar, Versorgung direkt vom LMG.

**Prozess-Signal-Schnittstelle, digitale und analoge Ein- und Ausgänge** (Best.Nr. L50-03)  
zur Erfassung von weiteren Prozessgrößen wie Drehzahl, Drehmoment usw. Mit Hilfe des Scripteditors können Wirkungsgrad und andere Größen abgeleitet und als Steuerungsgrößen wieder ausgegeben werden.

### Flickermeter

(Best.Nr. L50-04)  
nach EN61000-4-15, die Signalbewertung der Spannungsschwankungen für Ströme bis 16A erfolgt nach

EN61000-3-3, für Ströme bis 75A nach EN61000-3-11.

### Ereignis-Triggerung

(Best.Nr. L50-05)  
Darstellung und Sicherung von Ereignissen.  
Weitere Beschreibung s. u.

### Stern-/Dreieck Umrechnung

(Best.Nr. L50-06)  
für 3Phasen-Systeme.  
Weitere Beschreibung s. u.

### Oberschwingungen bis zur 99. von U, I, P, Q und S

(Best.Nr. L50-08)  
Die Signalanteile von Strom, Spannung und Leistung im Grundschwingungsbereich von

0,1Hz bis 1,2kHz werden bis zu 50kHz analysiert. Die Erfassung von **Interharmonischen** durch das Herunterteilen der Grundschwingung ist möglich. Mit Hilfe der Abtastwerte wird die harmonische Analyse bis 1MHz auf einem externem PC ermöglicht.

### CE-Harmonische

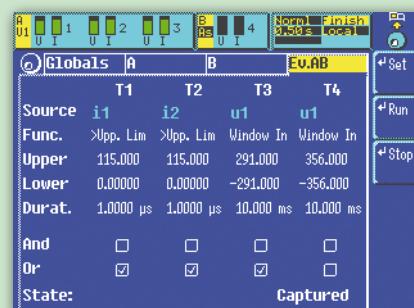
(Best.Nr. 50-09)  
bis zur 40. für Ströme bis 16A nach EN61000-3-2, für Ströme von 16A bis 75A nach EN61000-3-12.

**DSP Modul** (Best.Nr. L50-010)  
für den Betrieb einzelner Optionen erforderlich.

### Option Ereignis-Triggerung

Best.Nr. L50-05

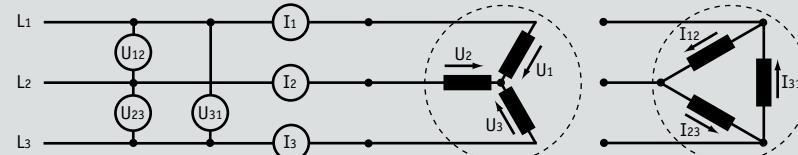
Diese Option läuft bei gesetzten Triggerbedingungen im Hintergrund des normalen Messmodus. Bei erfüllter Triggerbedingung wird die Scope-Darstellung mit 50% Pre-/Post-Trig-ger „eingefroren“ (Anzeige „Finish“ in der Statuszeile). Die Messung als solche läuft aber lückenlos weiter mit Auswertung aller Abtastwerte. Vier logisch verknüpfbare Triggerereignisse können zur Überwachung der Augenblickswerte von  $u, i, p$  aus beliebigen Messkanälen über das Menü definiert werden. In jedem Triggerereignis kann festgelegt werden: Wert größer/kleiner, innerhalb/außerhalb eines Fensters, Ereignisdauer 330ns...10s. Spitzen und Einbrüche werden durch die Abtastung mit 3MSamples/s erfasst. Über die Druckerschnittstelle kann das eingefangene Scope-Bild ausgedruckt werden, ebenso können die insgesamt 2 Millionen zum Ereignis gehörenden Abtastwerte über die Datenschnittstelle abgefragt werden. Mit der Softkeytaste RUN wird die Scope Darstellung wieder auf den laufenden Messmodus geschaltet und auf ein neues Ereignis gewartet.



Konditionierung der Ereignistriggerung

### Option Stern-Dreieck-Umrechnung für 3Phasen-3Leiter-Systeme

Best.Nr. L50-06



3Phasen-3Leiter-System: Messung der Außenleiterspannungen und der Leiterströme

Bei einem 3Phasen-3Leiter-System sind nur die Außenleiterspannungen  $U_{12}$ ,  $U_{23}$ ,  $U_{31}$  und die Leiterströme  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  für eine Messung zugänglich. Mit Hilfe der Stern-Dreieck-Umrechnung können die Außenleiterspannungen in die nicht zugänglichen Phasenspannungen (Strangspannungen der in Stern geschalteten Laststränge) umgerechnet und die zugeordneten Wirkleistungen bestimmt werden. In Analogie können die Leiterströme in die „verketteten“ Ströme (Strangströme

der in Dreieck geschalteten Laststränge) errechnet werden. Aus den berechneten Werten (linked values) werden andere

Größen abgeleitet, sowie die Oberschwingungen berechnet. Unsymmetrien von Netz, Verbrauchern, sowie verzerrte

Kurvenformen werden korrekt berücksichtigt.

Def:A		Def:B	
Link123 (U1,I1) R:9		Link123 (U2,I2) R:10	
Itrms <b>0.08827 A</b>		Itrms <b>0.08827 A</b>	
Utrms <b>68.719 V</b>		Utrms <b>68.795 V</b>	
P <b>4.055 W</b>		P <b>4.352 W</b>	
Q <b>3.739 var</b>		Q <b>4.236 var</b>	
S <b>5.516 VA</b>		S <b>6.073 VA</b>	
Link123 (U3,I3) R:11		Sum(9-11) R:15	
Itrms <b>0.087398 A</b>		Itrms <b>0.14829 A</b>	
Utrms <b>68.746 V</b>		Utrms <b>119.084 V</b>	
P <b>3.844 W</b>		P <b>12.251 W</b>	
Q <b>3.310 var</b>		Q <b>11.358 var</b>	
S <b>5.073 VA</b>		S <b>16.786 VA</b>	

Berechnete Werte (linked values) der in Stern geschalteten Wicklungsstränge (Wiring: 3+1,  $U\Delta I^*$  ->  $U^* I^*$ )

Def:A		Def:B	
Link123 (U12,I12) R:9		Link123 (U23,I23) R:10	
Itrms <b>0.84762 A</b>		Itrms <b>0.94601 A</b>	
Utrms <b>118.204 V</b>		Utrms <b>119.383 V</b>	
P <b>4.278 W</b>		P <b>4.001 W</b>	
Q <b>3.658 var</b>		Q <b>3.758 var</b>	
S <b>5.629 VA</b>		S <b>5.489 VA</b>	
Link123 (U31,I31) R:11		Sum(9-11) R:15	
Itrms <b>0.84455 A</b>		Itrms <b>0.87981 A</b>	
Utrms <b>119.119 V</b>		Utrms <b>205.980 V</b>	
P <b>4.053 W</b>		P <b>12.332 W</b>	
Q <b>3.426 var</b>		Q <b>18.861 var</b>	
S <b>5.307 VA</b>		S <b>16.433 VA</b>	

Berechnete Werte (linked values) der in Dreieck geschalteten Wicklungsstränge (Wiring: 3+1,  $U\Delta I^*$  ->  $U\Delta I\Delta$ )

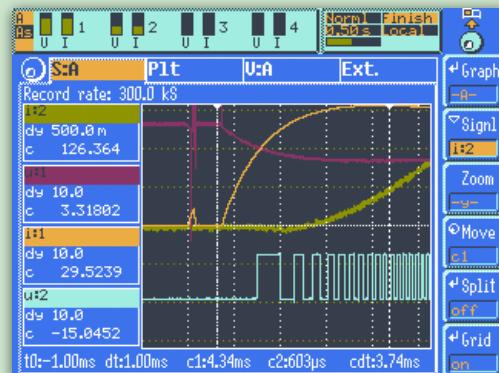
## Optionen und Zubehör zur Funktionserweiterung

## Adapter für Inkremental-Drehgeber

Best.Nr. L50-Z18

Die Impulse des Inkremental-Drehgebers (Signal u2 in blau) werden mit dem Adapter L50-Z18 in eine proportionale Spannung umgeformt, positiv/negativ für vorwärts/rückwärts, und auf den Sensoreingang des hier verwendeten I-Messeingangs geführt.

Interessante Details der mit der Option Ereignis-Triggerung gewonnenen Scope-Darstellung: u1 (rot) ist die Motorspannung, i1 (gelb) ist der Motorstrom, der mit der elektrischen Zeitkonstanten des Rotors ansteigt. Etwa 0,7ms nach dem Stromeinsatz erfolgt die erste Bewegung des Rotors und es beginnt der Anstieg des analogen, drehzahlproportionalen Adapter-Ausgangsignals i2 (grün). 3,5ms nach Einsetzen des Motorstromes, der Rotor hat sich erst um  $8^\circ$  gedreht, ist die Drehzahl 126 U/min bereits exakt erfasst!



Inkremental-Drehgeber über Adapter L50-Z18 an einem Messkanal zur hochauflösenden Erfassung eines schnellen Motorhochlaufs

SYS61K Prüfsystem nach EN61000-3-2/-12 und EN61000-3-3/-11

Best.Nr. SYS61K-3PL50

System zur Messung der Netzrückwirkungen durch Stromoberschwingungen und Flicker:

- Oberschwingungsanalyse nach EN61000-4-7
  - Oberschwingungen für Ströme bis 16A nach EN61000-3-2
  - Oberschwingungen für Ströme von 16A bis 75A nach EN61000-3-12
  - Flickermeter nach EN61000-4-15
  - Flicker (Spannungsschwankungen) für Ströme bis 16A nach EN61000-3-3
  - Flicker (Spannungsschwankungen) für Ströme bis 75A nach EN61000-3-11

Das System besteht aus:

- einem ZES ZIMMER Leistungsmessgerät LMG500
  - einer AC-Quelle, alternativ Einbindung kundeneigener Quellen
  - einer Netzimpedanznachbildung
  - normgerechter Mess- und Auswertesoftware
  - einem PC/Notebook

Lieferung schlüsselfertig im 19"-Schrank  
oder als Hard-/Software-Paket für kundenseitige Systemintegration



## SYS61K Prüfsystem im kompakten 19"-Schrank

## Technische Daten

<b>Spannungsmessbereiche U*</b>										
Nennwert Messbereich /V	3      6      12,5      25      60      130      250      400      600      1000									
Zulässiger Effektivwert /V	3,6      7,2      14,4      30      66      136      270      560      999      1001									
Zul. Spitzenwert für Vollaussteuerung /V	6      12      25      50      100      200      400      800      1600      3200									
Eingangswiderstand	>4,5MΩ    <3pF									
<b>Strommessbereiche I*</b>										
Nennwert Messbereich /A	20m	40m	80m	150m	300m	600m	1,2	2,5	5	10
Zulässiger Effektivwert /A	37m	75m	150m	300m	600m	1,25	2,5	5	10	20
Zul. Spitzenwert für Vollaussteuerung /A	56m	112m	224m	469m	938m	1,875	3,75	7,5	15	30
Shuntwiderstand	560mΩ				68mΩ				7,5mΩ	
									2mΩ	
<b>Strommessbereiche IHF*</b>										
Nennwert Messbereich /A	150m	300m	600m	1,2						
Zulässiger Effektivwert /A	225m	450m	900m	1,8						
Zul. Spitzenwert für Vollaussteuerung /A	313m	625m	1,25	2,5						
Shuntwiderstand	0,1Ω									
<b>Sensoreingänge Usensor,Isensor</b>										
Nennwert Messbereich /V	30m	60m	120m	250m	500m	1	2	4		
Zulässiger Effektivwert /V	37m	75m	150m	300m	600m	1,2	2,5	5		
Zul. Spitzenwert für Vollaussteuerung /V	62m	125m	250m	500m	1	2	4	8		
Eingangswiderstand	100kΩ    34pF									

# Technische Daten

## Messunsicherheit

Messunsicherheit	$\pm$ (% vom Messwert + % vom Messbereich)									
	DC	0.05Hz..45Hz	45Hz..65Hz	65Hz..3kHz	3kHz..15kHz	15kHz..100kHz	100kHz..500kHz	500kHz..1MHz	1MHz..3MHz	3MHz..10MHz
Spannung U* Usensor	0.02+0.06 0.02+0.06	0.02+0.03 0.015+0.03	0.01+0.02 0.01+0.02	0.02+0.03 0.015+0.03	0.03+0.06 0.03+0.06	0.1+0.2 0.2+0.4	0.5+1.0 0.4+0.8	0.5+1.0 0.4+0.8	- 3+3	f/1MHz*1.2 + f/1MHz*1.2 f/1MHz*0.7 + f/1MHz*1.5
Strom I* (20mA .. 5A) I* (10A .. 32A) I HF I sensor	0.02+0.06	0.015+0.03	0.01+0.02	0.015+0.03	0.03+0.06	0.2+0.4 0.1+0.2 0.3+0.6 0.2+0.4 0.03+0.06	0.5+1.0 f/100kHz*0.8 + f/100kHz*1.2 0.5+1.0 0.4+0.8	0.5+1.0 - 0.5+1.0 0.4+0.8	f/1MHz*1 + f/1MHz*2 - f/1MHz*1 + f/1MHz*2 f/1MHz*0.7 + f/1MHz*1.5	- - - f/1MHz*0.7 + f/1MHz*1.5
Wirkleistung U* / I* (20mA .. 5A) U* / I* (10A .. 32A) U* / I HF U* / I sensor U sensor / I* (20mA .. 5A) U sensor / I* (10A .. 32A) U sensor / I HF U sensor / Isensor	0.032+0.06	0.028+0.03	0.016+0.02	0.028+0.03	0.048+0.06 0.104+0.13 0.048+0.06 0.048+0.06 0.024+0.03 0.104+0.13 0.048+0.06 0.048+0.06	0.24+0.3 0.32+0.4 0.24+0.3 0.24+0.3 0.32+0.4 0.4+0.5 0.32+0.4 0.32+0.4	0.8+1.0 f/100kHz*1 + f/100kHz*1.1 0.8+1.0 0.72+0.9 0.72+0.9 f/100kHz*1 + f/100kHz*1 0.72+0.9 0.64+0.8	0.8+1.0 - 0.8+1.0 0.72+0.9 0.72+0.9 - 0.72+0.9 0.64+0.8	f/1MHz*3.2 + f/1MHz*2.5 - f/1MHz*3.2 + f/1MHz*2.5 f/1MHz*3 + f/1MHz*2.3 f/1MHz*1.4 + f/1MHz*1.8 - f/1MHz*1.4 + f/1MHz*2 f/1MHz*1.12 + f/1MHz*1.5	- - - f/1MHz*1.5 + f/1MHz*1.4 - - f/1MHz*1.12 + f/1MHz*1.5

zusätzliche Messunsicherheit in den Bereichen 10A bis 32A:  $\pm I^2_{\text{rms}} \cdot 30\mu\text{A}/\text{A}^2$

Messunsicherheiten gelten bei:	1. Sinusförmigen Spannungen und Strömen 2. Umgebungstemperatur $23 \pm 3$ °C 3. Anwärmzeit 1h	
Übrige Größen	Aus den Größen Strom, Spannung und Wirkleistung werden alle übrigen Größen ermittelt. Genaugkeit bzw. Fehlergrenzen ergeben sich aus dem funktionalen Zusammenhang (z.B. $S = I \cdot U$ , $\Delta S/S = \Delta I/I + \Delta U/U$ )	
<b>Isolation</b>	Alle Strom- und Spannungseingänge sind gegeneinander, gegen die restliche Elektronik und gegen Erde isoliert max. 1000V/CAT III bzw. 600V/CAT IV	
<b>Synchronisation</b>	Die Messung wird auf die Signalperiode synchronisiert. Die Synchronisationsperiode wird wahlweise bestimmt durch „Line“, „extern“, $u(t)$ , $i(t)$ sowie deren Hüllkurven, kombiniert mit einstellbaren Filtern. Dadurch sehr stabile Ablesewerte, besonders auch bei pulsweitenmodulierten Frequenzumrichtern und amplitudenmodulierten elektronischen Lasten	
<b>Oberschwingungsanalyse (Option CE Harm L50-09)</b>	Messung von Strom und Spannung mit Bewertung nach EN61000-3-2/-12, Messung nach EN61000-4-7	
<b>Oberschwingungsanalyse (Option Harm100 L50-08)</b>	Analyse von Strom, Spannung (inkl. Phasenwinkel) und Leistung bis zur 99., insgesamt 100 Oberschwingungen inkl. DC Anteil. Grundschwingung im Bereich von 0,1Hz bis 1,2kHz, Analyse bis 10kHz (50kHz ohne Antialiasing-Filter). Durch Teiler (1...128) kann zur Erkennung von Interharmonischen eine neue Referenzgrundschwingung erzeugt werden. Extern auf PC bis 1MHz mit der Software LMG-CONTROL.	
<b>Flickermessung (Option L50-04)</b>	Flickermeter nach EN61000-4-15 mit Bewertung nach EN61000-3-3/-11	
<b>Ereignis-Triggerung (Option L50-05)</b>	Erkennung und Aufzeichnung von Transienten >330ns	
<b>Scopefunktion (Standard)</b>	Graphische Darstellung von Abtastwerten über der Zeit	
<b>Plotfunktion (Standard)</b>	Zeit-(Trend-)diagramm von max. 4 Anzeigewerten, minimale Auflösung 50ms, bzw. 10ms in 50Hz Halbwellen-(Flicker-)Modus	
<b>Stern-Dreieck Umwandlung (Option L50-06)</b>	Summe und Differenz zwischen den Kanälen auf Basis der Abtastwerte	
<b>Computerschnittstellen</b>	RS232 (Standard) und IEEE488.2 (Option L50-01), zusätzlich USB 2.0 Typ B (Option L50-02USB), Ethernet 10/100 Base-T RJ45 (Option L50-Z318). Jeweils eine Schnittstelle zur gleichen Zeit nutzbar	
Fernsteuerbarkeit Ausgabedaten Datrate	Alle Funktionen sind fernsteuerbar, Sperrung der Tastatur für Messparametereingaben möglich Alle anzeigbaren Daten sind abfragbar, Datenformate BIN/ASCII, SCPI Befehlssatz RS232: max. 115200 Baud, IEEE488.2: max. 1MByte/s	
<b>USB-Stick Anschluss (Option L50-02USB)</b>	Für Datenerfassung	
<b>Druckerschnittstelle (Standard)</b>	Parallele PC-Druckerschnittstelle mit 25-poliger SUB-D Buchse zum Ausdrucken von Messwerten, Tabellen und Grafiken	
<b>Prozesssignal-Schnittstelle (Option L50-03)</b>	2 x 25 polige SUB-D Buchse mit: <ul style="list-style-type: none"><li>8 analogen Eingängen zur Erfassung von Prozessgrößen (24Bit, <math>\pm 10V</math>)</li><li>8 analogen Ausgängen (14Bit, <math>\pm 10V</math>)</li><li>8 digitalen Eingängen</li><li>8 digitale Ausgänge</li><li>2 Eingänge für Frequenz (0,05Hz..6MHz) und Drehrichtung, mit Sensorversorgung</li><li>Ein- und Ausgänge gegen die restliche Elektronik isoliert (Prüfspannung 500V)</li></ul>	
<b>Sonstige Daten</b>		
Abmessungen/Gewicht	<ul style="list-style-type: none"><li>Tischgehäuse 1 bis 4 Kanäle B 433mm x H 148mm x T 506mm / ca. 12kg</li><li>Tischgehäuse 1 bis 8 Kanäle B 433mm x H 283mm x T 506mm / ca. 23kg</li><li>Zubehör: Montagewinkel f. 19" Rack, 84TE, 3HE, T 464mm</li></ul>	
Schutzklasse Elektromagnetische Verträglichkeit	EN61010 (IEC61010, VDE0411), Schutzklasse I EN61326	
Schutzaart Arbeits-/Lagertemperatur	IP20 nach EN60529 0...40°C/-20...50°C	
Klimaklasse	Normale Umgebungsbedingungen nach EN61010	
Netzanschluss	100...240V, 50...60Hz, max. 150W (4-Kanal Gerät), max. 300W (8-Kanal Gerät)	
<b>LMG500 Anwendungssoftware</b>	(Bezeichnung ist gleich der Bestellnummer. Bitte detaillierte Datenblätter anfordern)	
<b>LMG-CONTROL</b>	Individuelle Konfiguration der Messung bei voller Nutzung der vorhandenen Eigenschaften des LMG500, Speicherung in einem von MS Excel lesbaren Format möglich (z.B. CSV-Datei)	
<b>Waveform Analysis Modul</b>	Aufzeichnung und Auswertung der Abtastwerte für LMG-CONTROL	
<b>PQA-SOFT</b>	Software zur Analyse der Spannungsqualität (z.B. nach EN50160). Einfachste Konfigurierung der Messung	
<b>SYS61K1/3-SOFT</b>	Steuer- und Auswertesoftware für Testsysteme für Oberschwingungen und Flicker nach EN61000-3-2/-3/-11/-12	

# Messzubehör und Erweiterungen

**„Plug N' Measure“ Stromsensoren zur einfachen Erweiterung der Stommessbereiche bis zu 5000A**  
 (Für technische Daten bitte separate Datenblätter anfordern)

(1) Präz. Gleichstromsensoren	0,02%	DC ... 1MHz	0,8A ... 5000A
(2) Präz. Wechselstromsensoren	0,02%	15Hz ... 5kHz	5A ... 1500A
(3) Stromzangen	0,15%	2Hz ... 50kHz	0,3A ... 3000A
(4) Breitb. Wechselstromsensoren	0,25%	30Hz ... 1MHz	10A ... 1000A
(5) Halleffekt-Stromsensoren	0,3%	DC ... 200kHz	0,3A ... 2000A



Beispiel zu (1):  
 Präz. Stroomumsetzer PSU700-L50 für 700A



Beispiel zu (2):  
 Wechselstromwandler LMG-Z502 für 1500A



Beispiel zu (3):  
 Stromzange L45-Z06 für 40A,  
 5Hz ... 20kHz

Detaillierte Informationen und Auswahlhilfen im Handbuch „ZES Sensoren und Zubehör“ auf Anfrage erhältlich.



Beispiel zu (4):  
 Präz. Breitbandstromwandler LMG-Z601  
 für 100A, 30Hz ... 1MHz



Beispiel zu (5):  
 Hallstromsensoren L50-Z29-Hall  
 für 50A ... 1000A

## Präzisions-Hochspannungsteiler

Präz. Hochspannungsteiler für 3/6/9/12/30kV bis 300kHz, 0,05%  
 Vernachlässigbarer Phasenfehler, daher besonders für breitbandige Leistungsmessung geeignet.  
 -1-Kanal-HST für einseitig geerdete Spannungen  
 -2-Kanal-HST für erdfreie Spannungen (Differenzmessung)  
 -3-Kanal-HST für Umrichter an Mittelspannung

Spannungsqualitätsmessung in der Bahntechnik und an Mittelspannungsnetzen. Isolationsdiagnostik mittels tan δ Messung ab 0,1Hz. Geeignet für Freiluft Einsatz (IP65) mit hohen Überspannungen.



HST12-3 für 12kV, dreiphasig



HST30 für 30kV, einphasig

## Messadapter für Drehstrommessungen

Best.Nr. LMG-MAK3

- CEE-Stecker, 5 polig, 16A, 2m Zuleitung
- CEE-Steckdose, 5 polig, 16A, für Prüfling
- Schukosteckdose zur Versorgung des LMG500/LMG450
- 4mm-Sicherheitslaborbuchsen als Abgriff für Strom und Spannung
- Sicherheit nach IEC61010: 300V/CATIII

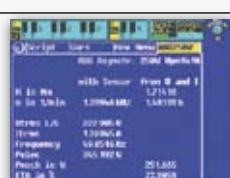


LMG-MAK3

## Bestimmung von Drehmoment und Drehzahl

Best.Nr. L50-016

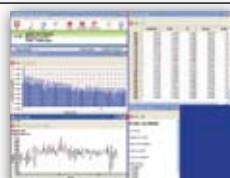
Bestimmung von Drehmoment und Drehzahl aus Motorstrom- und Spannung an frequenzumrichter- und netzgespeisten IEC-Normmotoren. Genauigkeit unter 2% des Nennwertes von Drehmoment und Drehzahl. Konfigurierbar über Modul in LMG-CONTROL Software.



## PC Software

Best.Nr. LMG-CONTROL-B

PC Software für Datentransfer, Konfiguration und Visualisierung, Modulares Design, Speichern und Laden von Gerätekonfigurationen. Interaktiver Modus zum Einstellen der Messung, Aufzeichnung und Speicherung mit millisekundengenauem Zeitstempel. Analysemodule für verschiedene Darstellungen und Auswertungen. Die Basisversion ist kostenfrei.



Best.Nr. LMG-CONTROL-WA

Zusatzmodul für LMG-CONTROL, Aufzeichnung und Auswertung der Abtastwerte des LMG, harmonische Analyse bis 1MHz, Analysefenster, Transientenaufzeichnung.

## Kalibrierschein/-protokoll

Best.Nr. KR-L50

Best.Nr. KR-L50-CHN\*

\*Für jeden Leistungsmesskanal

Kalibrierung nach ISO9000 rückführbar



## Kalibrier- und Servicepaket zur Verlängerung der Garantiezeit

Best.Nr. L50-KSP

Mit dem Kalibrier- und Servicepaket kann entsprechend Ihren Wünschen und technischem Einsatz die Garantiezeit jedes Jahr um weitere 12 Monate verlängert werden. Einstieg ist die ISO9000 rückführbare Kalibrierung bei Geräte-Erstauslieferung. Nach Ablauf von 12 Monaten sind die Geräte zu einer weiteren Kalibrierung und ggf. Justierung an ZES ZIMMER zurück zu senden. Es werden mit der Kalibrierung die einschlägigen Wartungsarbeiten durchgeführt. Während der Garantiezeit

und der erweiterten Garantiezeit werden anfallende Reparaturarbeiten kostenfrei durchgeführt, ausgenommen sind Reparatur von Schäden durch Verschleiß und nicht sachgemäße Handhabung. Voraussetzung für die Garantieverlängerung ist die Kalibrierung bei Geräte-Erstauslieferung und die lückenlose, fristgerechte jährliche Kalibrierung. Die Fortsetzung der Garantiezeit bedarf jeweils unserer Bestätigung. Es kann so eine Garantiezeit von 10 Jahren und mehr erlangt werden.

Technische Änderungen, insbesondere zur Verbesserung unserer Produkte, behalten wir uns vor. Diese können jederzeit ohne vorherige Ankündigung durchgeführt werden.