



# Galvanisch getrennter Messwandler GMW 100

**Der GMW 100 setzt Wechselspannungen von bis zu 250 V in eine dazu proportionale Gleichspannung von bis zu 5 V um und realisiert gleichzeitig eine sichere Potenzialtrennung. Er ist vorrangig für die Zusammenarbeit mit dem ELV PC-Datenlogger PCD 100 ausgelegt, jedoch sind auch andere Messgeräte anschließbar. Damit steht ein sicheres und linear arbeitendes Wechselspannungs-Messwandlersystem zur Verfügung.**

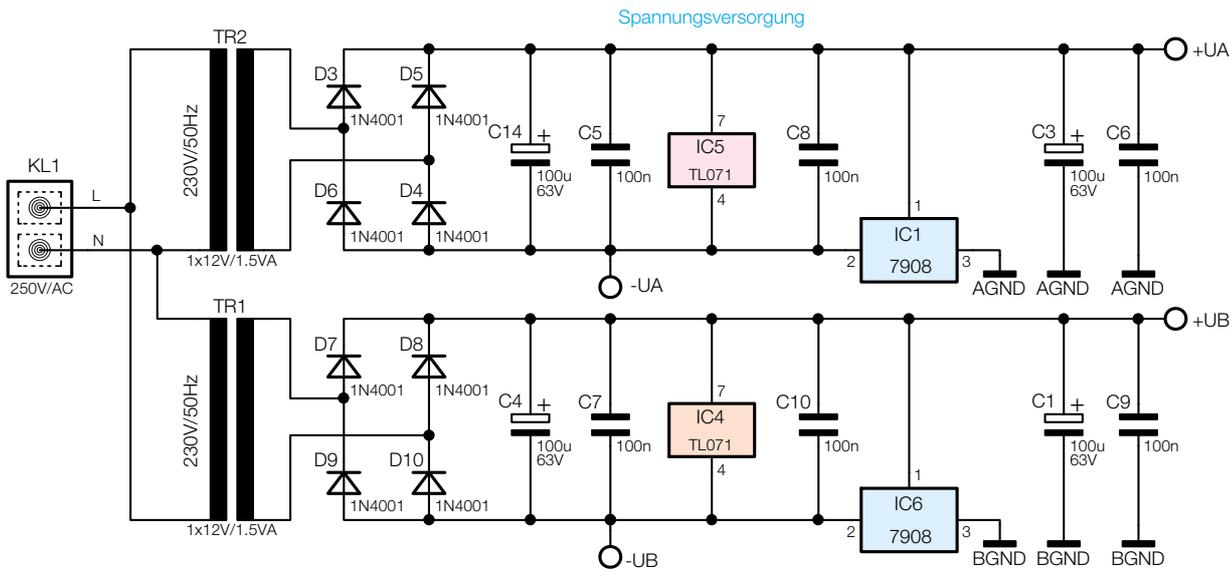
## Hohe Wechselspannungen gefahrlos messen

In der Praxis ist die Messung der Netzspannung eine immer wiederkehrende Aufgabe und für Fehlersuche und Inbe-

triebnahme von elektrischen Anlagen und Geräten von großer Bedeutung. Jedoch ist dies nicht immer ungefährlich, da ein elektrischer Stromschlag im schlimmsten Fall sogar mit dem Tod enden kann. Der neue ELV Messwandler setzt eine Wechselspannung von bis zu 250 V in eine dazu propor-

### Technische Daten: GMW 100

Messeingang: ..... 0 – 250 V AC  
 Ausgang: ..... 0 – 5 V DC  
 Stromaufnahme: ..... 30 mA  
 Spannungsversorgung: ... 230 V/50 Hz



**Bild 1:**  
Spannungsversorgung des GMW 100

012201001A

tionale Gleichspannung von bis zu 5 V um. Der Eingangs- und der Ausgangskreis sind dabei galvanisch voneinander getrennt, sodass man die Ausgangsspannung einfach und gefahrlos messen kann.

Eine galvanische Trennung ist in der Messtechnik oftmals nicht nur aus Sicherheitsgründen notwendig, da das Messgerät und der Prüfling oft unbekannte Bezugspotenziale bzw. Spannungsdifferenzen aufweisen, die die Messung verfälschen oder sogar unbrauchbar machen können. Über einen solchen Messwandler ist auch eine sichere Messung von Spannungen in der Größenordnung der Netzspannung mit anderen Messgeräten möglich, ohne die Gefahr einer Beschädigung durch zu hohe Spannungen bzw. Potenzialdifferenzen.

Die einfachste Lösung für einen galvanisch getrennten Messwandler, die Netzspannung über einen Trafo herunter zu transformieren, scheint schnell gefunden zu sein. Jedoch gibt diese Anordnung nur eine geringe Genauigkeit vor. Aus diesem Grund arbeitet der GMW 100 nach einem anderen Prinzip. Der Eingangs- und der Ausgangskreis sind optisch durch einen linearen Optokoppler voneinander getrennt.

Optokoppler wandeln analoge Spannungen bzw. Ströme in dazu proportionale Lichtintensitäten um.

Für die Übertragung von digitalen Signalen gibt es bei Standard-Optokopplern keine Probleme mit der Nichtlinearität sowie der Alterung der Bauteile, die deren elektrischen Parameter entscheidend verändern kann. Analoge Signale jedoch können durch diese Effekte stark verändert, sogar unbrauchbar für eine Weiterverarbeitung bzw. Auswertung werden.

Deshalb kommt in der vorliegenden Schaltung ein linearer Optokoppler zum Einsatz, bei dem der Lichtempfänger auf der Steuerseite noch einmal vorhanden ist. Auf beide Fotodioden (steuerseitig und ausgangsseitig) wirkt jeweils die gleiche Lichtintensität ein, sodass Nichtlinearitäten und alterungsbedingte Änderungen der elektrischen Parameter durch eine entsprechende Beschaltung weitgehend eliminierbar sind. Die folgende Schaltungsbeschreibung erklärt die genaue Funktionsweise.

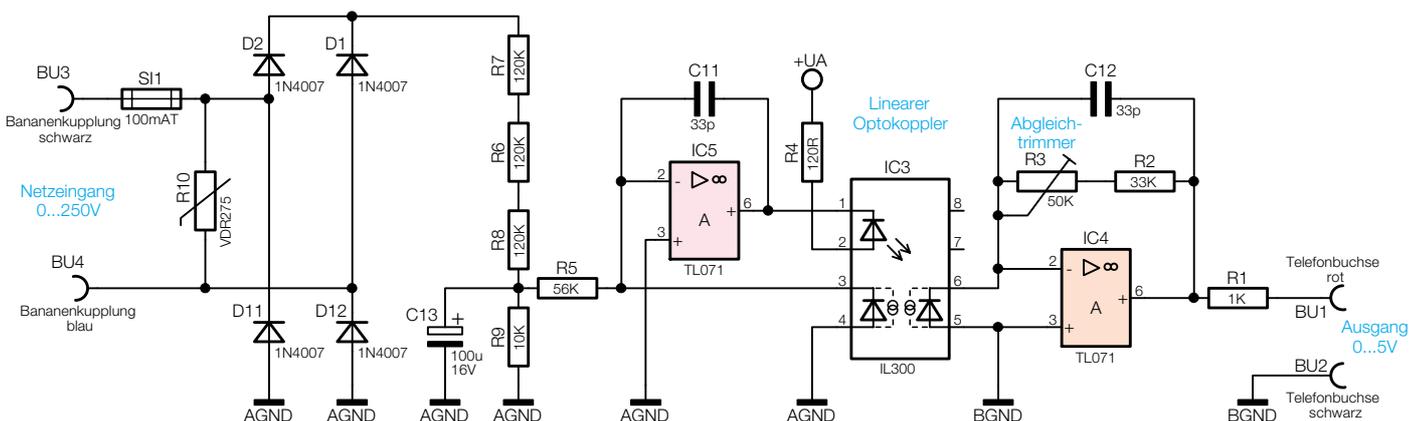
Zum Einsatz kommt hier der lineare Optokoppler IL300 der Firma Siemens. Er weist trotz des günstigen Preises sehr gute technische Daten auf.

## Anschluss und Funktion

Der Messwandler wird über die Netzleitung mit einer Steckdose verbunden und ist damit einsatzbereit. An den Sicherheitsbuchsen wird über entsprechend spannungsfeste Laborleitungen die zu messende Spannung angeschlossen. Am Ausgang des Messwandlers erfolgt der Anschluss der entsprechenden Geräte zur Auswertung der Messwerte. In Verbindung mit dem PC-Datenlogger PCD 100 kann auch eine Auswertung über einen längeren Zeitraum erfolgen.

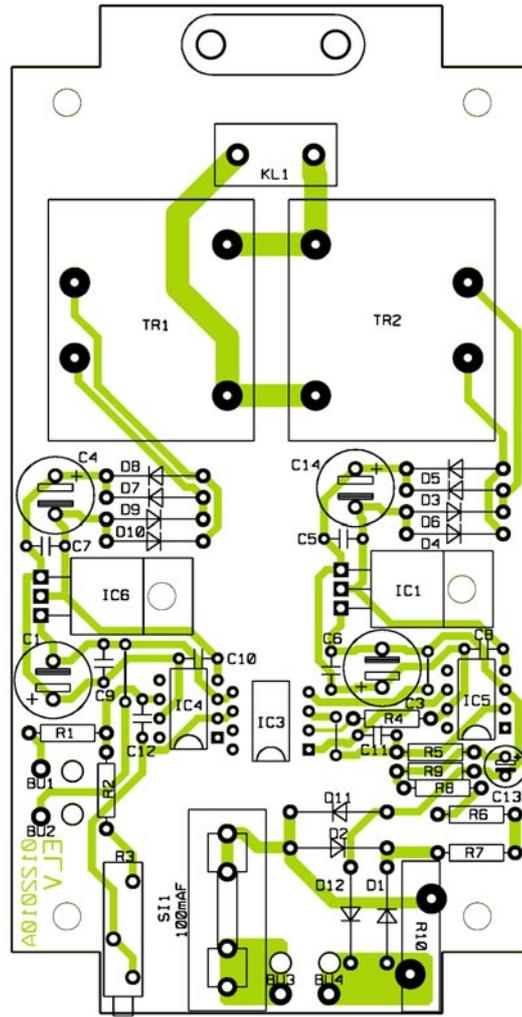
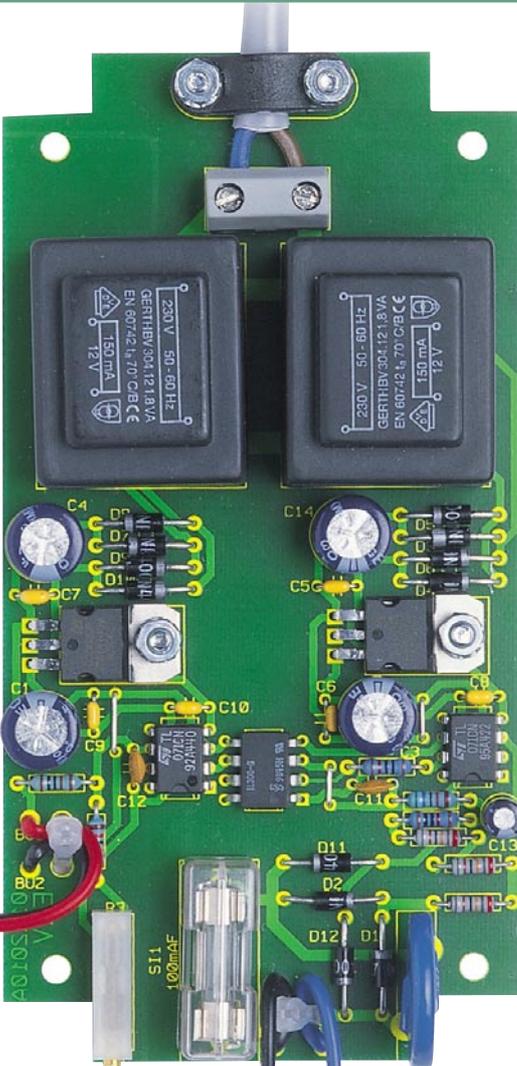
## Schaltung

Die Schaltung des galvanisch getrennten Messwandlers besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen: der Spannungsversorgung und der eigentlichen Messschaltung. Die Spannungsversorgung ist in Abbildung 1 zu sehen. Für die Eingangs- und Ausgangsseite sind jeweils voneinander getrennte Versorgungsspannungen notwendig, da eine galvanische Trennung sonst nicht erreicht werden kann. Da die beiden



**Bild 2:** Messschaltung des GMW 100

012201002A



Ansicht der fertig bestückten Platine des GMW 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

Schaltungen für die Erzeugung der Betriebsspannungen identisch sind, gehen wir bei der Erklärung nur auf einen Schaltteil ein.

Die Netzspannung wird über den Transformator TR 1 auf eine Wechselspannung von 12 V heruntertransformiert. Mit dem nachgeschalteten Brückengleichrichter, bestehend aus den vier Dioden D 7 bis D10, erfolgt die Gleichrichtung dieser Spannung. Der Elektrolytkondensator C 4 glättet diese, sodass eine saubere Gleichspannung entsteht.

Da die Messschaltung sowohl eine positive als auch eine negative Spannung benötigt, sind sowohl die Bereitstellung einer stabilisierten positiven als auch einer un-stabilisierten negativen Spannung erforderlich.

Die positive Spannung erzeugt man durch den Negativ-Spannungsregler IC 6 vom Typ 7908, der das Potenzial zwischen Bezugsmasse (BGND) und positiver Betriebsspannung (+U<sub>B</sub>) auf +8 V stabilisiert. Die negative, un-stabilisierte Betriebsspannung baut sich zwischen BGND und -U<sub>B</sub> auf. Der Elko C 1 stabilisiert die Spannung am Ausgang des Spannungsreglers.

Die eigentliche Messschaltung des Wandlers ist in Abbildung 2 zu sehen. Als zentra-

les Bauelement fungiert der lineare Optokoppler IC 3 vom Typ IL 300. Die Messspannung wird der Schaltung über zwei Sicherheitsbuchsen (BU 3, BU 4) zugeführt und gelangt direkt auf einen Brückengleichrichter (D 1, D 2, D 11, D 12). Ein Spannungsteiler, gebildet aus den Metallfilmwiderständen R 7 bis R 9, teilt die so entstehende positive Spannung auf eine in ihrem Betrag an die Optokoppleransteuerung angepasste Gleichspannung herunter. Der Elektrolytkondensator C13, der parallel zu R 9 liegt, glättet die heruntergeteilte Spannung noch einmal.

Die Eingangsstufe der eigentlichen Optokoppleransteuerung besteht aus einem Regelverstärker, der den Strom durch die Leuchtdiode im Optokoppler steuert. Die Rückkopplung erfolgt durch die Rückkopplungsdiode des Optokopplers. Der Strom durch diese Fotodiode ist direkt proportional zur Eingangsspannung (U<sub>mess</sub>), gemäß der Formel:

$$I_{\text{Rückkopplung}} = \frac{U_{\text{mess}}}{R 5}$$

Da die Kopplungsfaktoren zwischen der Leuchtdiode und der Rückkopplungsdiode bzw. der ausgangsseitigen Fotodiode identisch sind, ist auch der Ausgangsstrom

des Optokopplers direkt proportional zur Eingangsspannung, sodass ein nachgeschalteter Verstärker eine vom Betrag her passende Ausgangsspannung bereitstellt. Der Spindeltrimmer R 3 dient zum genauen Abgleichen des Messwandlers.

Die parallel zu den Rückkopplungszweigen der Operationsverstärker liegenden Keramik-kondensatoren C 11 und C 12 dienen zur Unterdrückung der Schwingneigung. Damit ist die Beschreibung der Schaltung abgeschlossen, womit wir uns jetzt dem Nachbau widmen können.

### Nachbau

Der Nachbau des GMW 100 erfolgt auf einer Leiterplatte mit den Abmessungen 135 x 70 mm. Da ausschließlich konventionell bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen, ist der Aufbau mit Hilfe des Bestückungsplanes und des Platinen-fotos relativ einfach. Doch bevor mit dem Nachbau begonnen wird, ist folgender Sicherheitshinweis unbedingt zu beachten!

**Achtung:** Aufgrund der im Gerät frei geführten lebensgefährlichen Netzspannung dürfen Aufbau, Inbetriebnahme und Installation ausschließlich von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund

## Stückliste: Messwandler GMW 100

### Widerstände:

120Ω .....	R4
1kΩ .....	R1
10kΩ .....	R9
33kΩ .....	R2
56kΩ .....	R5
120kΩ .....	R6-R8
Spindeltrimmer, 50kΩ .....	R3
VDR275 .....	R10

### Kondensatoren:

33pF/ker .....	C11, C12
100nF/ker .....	C5-C10
100µF/16V .....	C13
100µF/63V .....	C1, C3, C4, C14

### Halbleiter:

7908 .....	IC1, IC6
IL300 .....	IC3
TL071 .....	IC4, IC5
1N4007 .....	D1, D2, D11, D12
1N4001 .....	D3-D10

### Sonstiges:

Telefonbuchse, 4 mm, rot .....	BU1
Telefonbuchse, 4 mm, schwarz ..	BU2
Sicherheits-Bananenkupplung, schwarz .....	BU3
Sicherheits-Bananenkupplung, blau .....	BU4
Netzschraubklemme, 2-polig .....	KL1
Trafo, 1x12V/150mA, 1,5VA .....	TR1, TR2
Sicherung, 100 mA, träge .....	SI1
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Sicherungsabdeckhaube	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14 mm	
4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5 mm	
4 Muttern, M3	
4 Fächerscheiben, M3	
1 Zugentlastungsbügel	
2 Aderendhülsen, 0,75 mm <sup>2</sup>	
1 Netzkabel, 2-adrig, grau	
2 Kabelbinder, 90 mm	
1 Kunststoff-Element-Gehäuse, Typ445, bearbeitet und bedruckt	
8 cm Schrumpfschlauch, ø 5 mm	
7 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
9 cm flexible Leitung, ST1 x 0,5 mm <sup>2</sup> , rot	
9 cm flexible Leitung, ST1 x 0,5 mm <sup>2</sup> , schwarz	
6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm <sup>2</sup> , rot	
6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm <sup>2</sup> , schwarz	

ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Die Bestückung beginnt mit den Metallfilmwiderständen, die auf Rastermaß abzuwinkeln und dann durch die entsprechenden Bohrungen zu führen sind, bevor das Verlöten von der Rückseite der Leiterplatte her erfolgt. Jetzt werden die Dioden in gleicher Weise wie die Widerstände bestückt, jedoch ist bei den Dioden auf die korrekte Polung zu achten. Der Katodenring am Diodengehäuse muss mit der Markierung im Bestückungsdruck der Platine übereinstimmen.

Die Operationsverstärker IC 4 und IC 5 sind ebenfalls polrichtig einzusetzen, dabei ist an der Pin 1 zugeordneten Gehäuseseite eine Kerbe eingefräst oder ein Punkt aufgedruckt. Nach Kontrolle der richtigen Lage der ICs werden deren Pins ebenfalls verlötet. Bevor man den Optokoppler IC 3 bestückt, sind die Anschlussbeine auf 10 mm auseinander zu biegen, um den vorgeschriebenen Mindestabstand für die Netztrennung herzustellen. Erst dann erfolgt das Bestücken und Verlöten des Optokopplers. Auch hier gilt bezüglich der richtigen Lage das zu IC 3/4 bereits Erwähnte.

Jetzt werden die Anschlusspins der beiden Spannungsregler IC 1 und IC 2 um jeweils 90° abgewinkelt und durch die Bohrungen gesteckt. Bevor man die Pins auf der Rückseite verlötet, sind die Spannungsregler mit jeweils einer Schraube M3 x 6 mm, Zahnscheibe und Mutter zu befestigen.

Im Anschluss daran erfolgt das Bestücken des Spindeltrimmers R 3 sowie der Keramikkondensatoren C 11/C 12.

Jetzt können die Elkos bestückt und verlötet werden. Dabei ist unbedingt auf polrichtigen Einbau zu achten, da verpolte Elkos sogar explodieren können. Üblicherweise ist beim Elektrolytkondensator der Minuspol gekennzeichnet. Nachdem die Netzklemme, der VDR R 10 und der Sicherungshalter bestückt und verlötet sind, wird die Sicherung eingesetzt und mit der Sicherungsabdeckhaube versehen. Jetzt werden die beiden Transformatoren an ihrem Platz auf die Leiterplatte aufgesetzt. Bevor deren Anschlüsse verlötet werden, ist unbedingt auf plane Lage der Transformator-körper auf der Leiterplatte zu achten, um die Lötstellen später nicht mechanisch zu belasten.

### Gehäuseeinbau

Bevor wir nun mit dem Gehäuseeinbau beginnen, sind zunächst zwei Leitungsenden zu je 9 cm (Querschnitt 0,5 mm<sup>2</sup>) anzufertigen und zwei 6 cm lange Leitungen mit einem Querschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> anzufertigen. Alle vier Leitungsenden werden an beiden Seiten 5 mm abisoliert.

Danach werden die Sicherheitsbuchsen durch die Frontplatte geführt und von der

Rückseite her verschraubt, danach erfolgt das Befestigen der Telefonbuchsen in der oberen Gehäusehalbschale. An jede Buchse ist eine Leitung anzulöten, danach werden die unisolierten Teile der Buchsen mit jeweils 2 cm Schrumpfschlauch versehen und mit einem Heißluftföhn verschumpft.

Im Anschluss daran werden die Leitungen durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte geführt und verlötet. Zusätzlich erfolgt die Sicherung der Leitungen auf der Leiterplatte über einen Kabelbinder (s. Platinenfoto). Die Netzzuleitung wird durch die vorbereitete Seitenplatte geführt und die beiden Adern sind, bevor sie an der Netzklemme befestigt werden, auf 15 mm zu kürzen, wobei 5 mm abisoliert werden müssen und mit Aderendhülsen versehen werden. Dann erfolgt das Festlegen der Netzleitungs-Ummantelung mit der Zugentlastung.

Jetzt legt man die Leiterplatte in die untere Gehäusehälfte ein und verschraubt sie mit vier Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm. Die beiden Seitenplatten werden in die entsprechenden Gehäuseenuten eingeführt, bevor man die obere Gehäusehalbschale aufsetzt und mit den vier Gehäuse-schrauben verschraubt.

### Abgleich

Der Messwandler wird an die Netzspannung (zur ersten Inbetriebnahme empfehlen wir unbedingt den Einsatz eines Trenntransformators) angeschlossen.

An den Messeingang ist eine Wechselspannung (max. 250 V) zu legen. Am Ausgang muss jetzt eine Gleichspannung messbar sein. Ist dieses nicht der Fall, ist der Messwandler von allen Spannungen zu trennen und nochmals auf Bestückungs- und Montagefehler zu kontrollieren.

Zum Abgleich muss eine Anpassung der Ausgangsspannung an die Eingangsspannung erfolgen. Dies geschieht mittels des Spindeltrimmers. Der Messwandler ist für einen Maximalwert von 250 V ~ ausgelegt und muss bei dieser Eingangsspannung eine Ausgangsspannung von 5 V = aufweisen. Dazu misst man die angelegte Eingangsspannung mit einem Multimeter und berechnet dann die Ausgangsspannung mittels folgender Formel:

$$U_{\text{Ausgang}} = 0,02 \cdot U_{\text{Eingang}}$$

Jetzt wird das Multimeter an den Ausgang angeschlossen und mittels des Spindeltrimmers der berechnete Wert eingestellt. Das heißt zum Beispiel, bei einer Eingangswechselspannung von 230 V ist der Ausgang auf eine Gleichspannung von 4,6 V einzustellen.

Nach dem Abgleich ist der Messwandler einsatzbereit. 