



## Funk-Sensor-Wechselstromzähler ESA 1000WZ-LED

Der im „ELVjournal“ 6/2008 vorgestellte Funk-Sensor-Wechselstromzähler basiert auf der Abtastung eines konventionellen Zählers mit Drehscheibe (Ferrarissscheibe), und im „ELVjournal“ 2/2009 wurde ein Interface zur Abtastung eines Zählers mit digitaler S0-Schnittstelle vorgestellt. Alternativ oder zusätzlich zur S0-Schnittstelle gibt es auch viele digitale Zähler am Markt, bei denen die Ferraris-Drehscheibe durch eine Leuchtdiode ersetzt wurde. Der Energieverbrauch wird hier durch Blinkimpulse signalisiert, deren zeitlicher Abstand proportional zum Verbrauch ist. Mit der hier vorgestellten Schaltung ist die Anbindung des Funk-Sensor-Wechselstromzählers an Zähler mit LED-Anzeige möglich. Die Sendeeinheit erkennt automatisch den angeschlossenen Sensortyp.

### Technische Daten: ESA 1000WZ-LED

LED-Sensor:	zylindrisches Miniaturgehäuse zum Aufkleben auf die Zähler-LED
Erfassung:	Blinkimpulse der Impuls-LED bei Wechselstromzählern
Zählerkonstante:	einstellbar von 10 U/kWh bis 2500 U/kWh
Bedienung:	3 Tasten an der Sendeeinheit
Anzeigen:	LC-Display und LED-Anzeige (Sendestatus) an der Sendeeinheit
Anzeigefunktion:	Anschlussleistung für den Zeitraum zwischen den letzten beiden Impulsen der Impuls-LED
Funk-Übertragungsintervall:	120–184 Sekunden
Funk-Sendefrequenz:	868,35 MHz
Modulation:	AM
Reichweite:	100 m (Freifeld)
Spannungsversorgung:	7–15 Vdc, Buchse für Hohlstecker 1,5 mm
Stromaufnahme:	<15 mA
Abm. Sendeeinheit / LED-Sensor:	46 x 105 x 23 mm / 16 x 16 mm

### Allgemeines

Der im „ELVjournal“ 6/2008 vorgestellte Funk-Sensor-Wechselstromzähler basiert auf der Abtastung eines konventionellen Zählers mit Drehscheibe (Ferrarissscheibe). Dieser Zählertyp ist zwar in Deutschland noch am weitesten verbreitet, wird jedoch zukünftig vermehrt durch digitale Zähler, sogenannte „Smartmeter“, abgelöst werden. Digitale Zähler haben keine Ferrarissscheibe, dafür aber eine S0-Schnittstelle oder eine Anzeige-LED, die die Funktion der Ferrarissscheibe übernehmen. In vielen Ländern Europas sind digitale Zähler schon nahezu flächendeckend verbreitet. Nachdem wir im „ELVjournal“ 2/2009 eine Schaltung zur Anbindung an Zähler mit S0-Schnittstelle vorgestellt haben, kommen wir nun zu einem Zählersensor, mit dem die Abtastung einer LED-Anzeige sehr einfach möglich ist. Von der Funktion unterscheiden sich digitale Zähler nicht von althergebrachten Zählern mit Drehscheibe, da es sich auch hier um Drehstromzähler (3 x 230 V) handelt, die vom Energieversorgungsunternehmen installiert werden, um den Stromverbrauch im privaten Haushalt oder im gewerblichen Bereich zu erfassen. Der Hauptzähler ist üblicherweise verplombt,

Eigentum des Energie-Versorgers und Eingriffe sind grundsätzlich nicht zulässig. Werden Messeinrichtungen angebracht, dürfen diese den Zähler nicht beeinflussen und müssen im Bedarfsfall wieder rückstandslos entfernbar sein. Mit dem hier vorgestellten Zählersensor ist kein Eingriff im Zähler erforderlich, so dass diese grundsätzliche Forderung problemlos erfüllt wird.

In den allermeisten Fällen befindet sich der als „Wechselstromzähler“ bezeichnete Haushaltszähler – egal ob analoge Zähler, Zähler mit SO-Schnittstelle oder Zähler mit LED-Anzeige – irgendwo abgelegen im Keller oder zumindest in einem „Zählerkasten“. Nur hier ist anhand der Anzeige abzulesen und zu kontrollieren, wie viel elektrische Energie bisher im gesamten Haushalt verbraucht wurde.

Mit dem Funk-Sensor-Wechselstromzähler ist eine sehr komfortable Abfrage des Zählers und die Anbindung von Geräten zur Messdatenerfassung möglich, und mechanisch ist das Anbringen des Sensors sehr einfach. Der Sensor ist einfach mit seiner Schaumstoff-Klebefläche über die Anzeige-LED des Zählers zu kleben, und schon können die proportional zum Verbrauch ausgegebenen Impulse erfasst werden.

Der in einem sehr kleinen zylindrischen Gehäuse untergebrachte Zählersensor wird über ein 1,5 m langes Kabel mit Western-Modular-Steckverbinder mit dem Funk-Sensor-Wechselstromzähler verbunden. Der Funk-Sensor überträgt die erfassten Messdaten per Funk an die Basiseinheit (ESA 1000).

Komplett besteht der Funk-Sensor-Wechselstromzähler ESA 1000WZ-LED somit aus der Funk-Sendeeinheit (wie bei allen Varianten der Zählerabtastung) und dem hier vorgestellten LED-Sensor. Die Mikrocontrollereinheit wertet die vom LED-Sensor kommenden Impulse aus, verpackt die Daten in ein Protokoll und sendet diese per Funk an die Anzeigeeinheit der Energiespar-Ampel ESA 1000.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Verbindung vom LED-Sensor zum Funk-Sender mit Mikrocontroller mit Hilfe einer steckbaren Western-Modular-Verbindung.

Da meistens der Hauptzähler in einem „Zählerkasten“ aus Stahlblech untergebracht ist, hat ein getrenntes Gehäuse für die Sendeeinheit und den eigentlichen Sensor erhebliche Vorteile. Eine Unterbringung des Funk-Senders innerhalb des „Zählerkastens“ könnte zu erheblichen Problemen bei der Funkverbindung führen.

In unserem Fall wird der Sensor direkt am Zähler und der Funk-Sender dann außerhalb des Zählerkastens positioniert.

Die Spannungsversorgung der kompletten Elektronik ist sehr einfach möglich mit einem einfachen Steckernetzteil, das an die Sendeeinheit anzuschließen ist.

Die Funk-Sendeeinheit ist mit einem zusätzlichen kleinen Display ausgestattet, auf dem bei allen Sensor-Varianten die Anschlussleistung in kW zwischen den letzten beiden von der LED gelieferten Zählimpulsen angezeigt wird. Bei kleinen Anschlussleistungen und wenn

Verbrauchsschwankungen zwischen den Zählimpulsen auftreten, handelt es sich aufgrund der begrenzten Zählerauflösung (Zählerkonstante) immer um einen Durchschnittswert. Typische Werte für digitale Zähler sind 1000 oder 2000 Impulse pro kWh.

Das Verhältnis der Anzahl der Impulse pro kWh wird als Zählerkonstante bezeichnet. Diese Zählerkonstante ist auf dem Zähler (beispielsweise 1000 Imp./kWh) angegeben. Dies bedeutet dann, dass 1000 Blinkimpulse der LED einen Verbrauch von 1 kWh widerspiegeln.

## Bedienung des Funk-Sensor-Wechselstromzählers

Der Funk-Sensor verfügt über die 3 Bedientasten „Mode“, „<“ und „>“, die bei der Variante mit SO-Interface und der Variante mit LED-Sensor zum Einstellen der Zählerkonstante dienen.

Grundsätzlich kann eine korrekte Messung nur erfolgen, wenn am Funk-Sensor-Wechselstromzähler die auf jedem Zähler angegebene Zählerkonstante eingestellt wird. Bei 3-Phasen-Drehstromzählern sind 1000 Impulse pro kWh eine typische Zählerkonstante, während Einphasen-Wechselstromzähler (Zwischenzähler) meistens 2000 Impulse pro kWh abgeben. Um den Einstellmodus für die Zählerkonstante aufzurufen, ist die Taste „Mode“ länger als 2 Sek. gedrückt zu halten, bis die Kontroll-LED an der Sendeeinheit leuchtet. Es folgt die Anzeige der aktuell eingestellten Zählerkonstante.

Durch kurzes Betätigen bzw. Halten der Tasten „<“ und „>“ ist nun die gewünschte Zählerkonstante einzustellen. Im Einstellmodus wird beim Festhalten dieser Tasten ein Auto-Repeat-Modus aktiviert, der ein beschleunigtes Hochzählen ermöglicht.

Zum Abspeichern der neu eingestellten Zählerkonstante ist kurz die Taste „Mode“ zu betätigen, wobei das Gerät danach automatisch in den normalen Anzeigemodus zurückkehrt. Wird länger als 30 Sek. keine Taste betätigt,

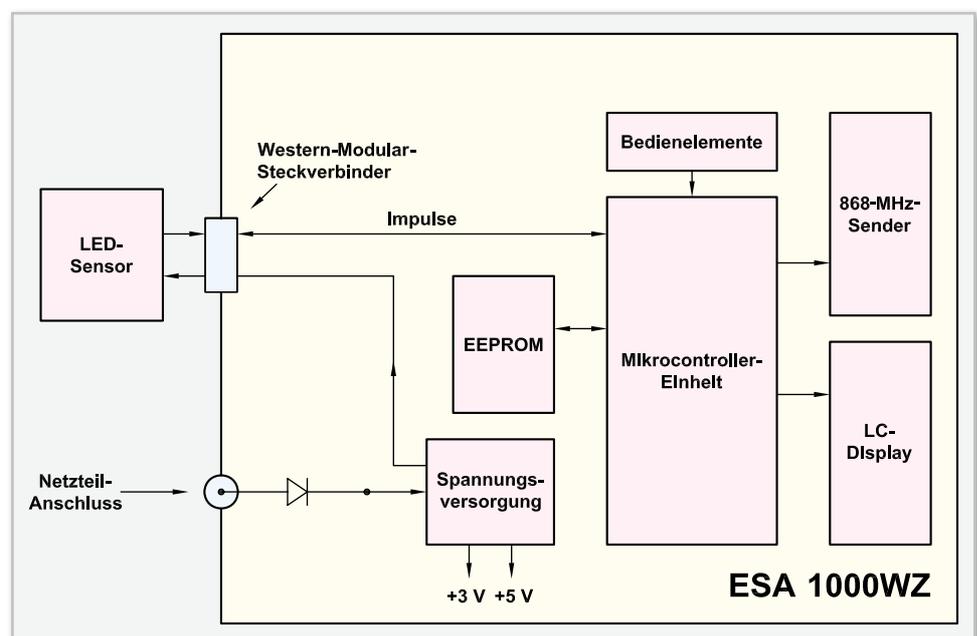


Bild 1: Blockschaltbild des ESA1000WZ-LED

kehrt das Gerät ebenfalls automatisch in den normalen Anzeigemodus zurück.

## Blockschaltbild

Einen Überblick über die funktionellen Zusammenhänge zwischen dem Funk-Sensor-Wechselstromzähler und dem LED-Sensor verschafft das Blockschaltbild in Abbildung 1. Die zentrale Baugruppe des ESA 1000WZ ist die leistungsfähige Mikrocontrollereinheit, die in der Mitte des Blockschaltbildes eingezeichnet ist. Der Controller erfasst die vom Interface gelieferten Impulse und überträgt unter Berücksichtigung der Zählerkonstante die erfassten Daten über den rechts oben eingezeichneten 868-MHz-HF-Sender als Datenpaket an die Anzeigeeinheit ESA 1000.

Wie bereits erwähnt, ist der Funk-Sensor-Wechselstromzähler ESA 1000WZ mit einem zusätzlichen kleinen Display ausgestattet, auf dem ständig die aktuelle Anschlussleistung in kW zwischen 2 LED-Impulsen direkt angezeigt wird. Die aktuelle Leistungsaufnahme ist damit auf einen Blick bereits an der Sendeeinheit abzulesen. Bei kleinen Anschlussleistungen und wenn Verbrauchsschwankungen zwischen 2 Impulsen auftreten, handelt es sich immer aufgrund der begrenzten Zählerauflösung (Zählerkonstante) um einen Durchschnittswert. Für die Ansteuerung des im Blockschaltbild unten rechts eingezeichneten Displays ist ebenfalls der zentrale Mikrocontroller zuständig.

Die im Blockschaltbild oben eingezeichneten Bedientasten zur Einstellung der Zählerkonstante sind direkt mit dem Controller verbunden und das EEPROM, links neben der Mikrocontrollereinheit, dient zum Abspeichern von allen Einstellparametern (wie eben bei der Variante mit LED-Sensor die Zählerkonstante). Die Daten bleiben auch bei einem Spannungsausfall nahezu unbegrenzt erhalten (>10 Jahre). Über eine sechspolige Western-Modular-Steckverbindung ist der LED-Sensor mit der Sendeeinheit verbunden und der Controller übernimmt wie auch in allen anderen Varianten der Zählererfassung die Auswertung der Informationen.

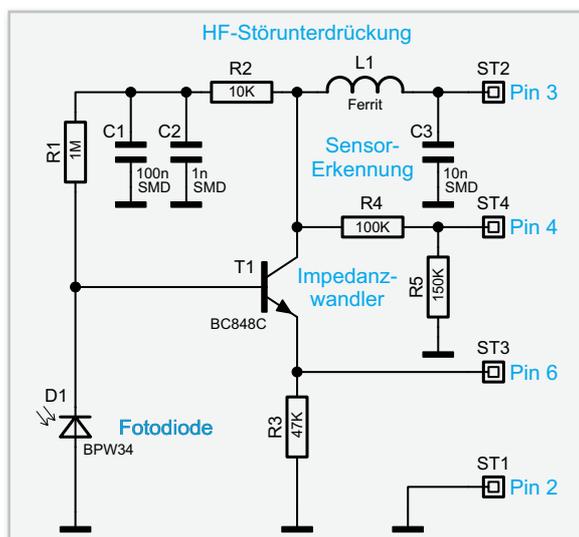


Bild 2: Schaltbild des ESA1000WZ-LED

## Spannungsversorgung

Zur Spannungsversorgung der kompletten Elektronik ist eine Gleichspannung zwischen 7 und 15 V<sub>DC</sub> erforderlich, die am Funksender anzuschließen ist. Aufgrund der geringen Stromaufnahme ist dabei ein Steckernetzgerät mit 12 V/200 mA vollkommen ausreichend.

Bei der Spannungsversorgung ist folgender Hinweis noch zu beachten: Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem ist eine Quelle begrenzter Leistung erforderlich, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Anforderungen von einfachen 12-V-Steckernetzteilen mit bis zu 500 mA Strombelastbarkeit erfüllt.

## Schaltung des LED-Sensors

Die sehr einfache Schaltung des LED-Sensors für digitale Zähler mit LED-Impulsausgang ist in Abbildung 2 zu sehen. Der von der LED des Zählers abgegebene Lichtimpuls gelangt auf die Fotodiode D 1 des Typs BPW 34, die im Grunde wie eine Miniatur-Solarzelle zu betrachten ist.

Die vom Funksender (Pin 3 der Western-Modular-Buchse am Funksender) kommende Betriebsspannung gelangt über den SMD-Ferrit L 1 zum Kollektor des Transistors T 1 und zusätzlich zum Anschluss ST 4 (Pin 4 der Western-Modular-Buchse am Funksender). An Pin 4 erkennt die Sendeeinheit automatisch, dass es sich um einen digitalen Sensor handelt.

Die Fotodiode D 1 wird über R 1 vorgespannt und die Bauteile R 2, C 1, C 2 dienen zur hochfrequenten Störunterdrückung. Da die Spannung der Fotodiode D 1 nicht belastbar ist, arbeitet der Transistor T 1 als Emitterfolger (Impedanzwandler) und Leitungstreiber.

## Nachbau des LED-Sensors

Der LED-Sensor besteht aus nur wenigen Komponenten und entsprechend einfach ist der praktische Aufbau.

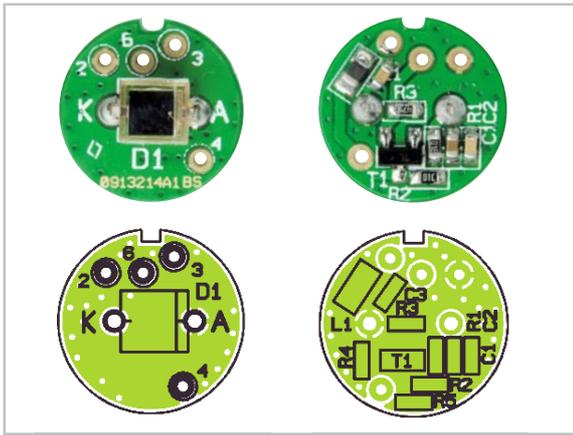
Die Miniatur-Leiterplatte wird bereits vollständig bestückt geliefert und auch das Anschlusskabel ist bereits mit dem Western-Modular-Steckverbinder ausgestattet. Es bleiben an Restarbeiten praktisch nur noch der Anschluss des Kabels an die Leiterplatte und das Zusammensetzen des Gehäuses.

Das freie Ende des 4-poligen Telefonkabels wird auf 1 cm Länge von der äußeren Isolation befreit. Die Innenadern sind auf 4 mm Länge abzuisolieren, zu verdrehen und vorzuverzinne. Danach ist das Kabel von außen durch die Gehäusehälfte mit der Kabelbohrung zu führen.

In Abbildung 3 ist die Anschlussbelegung des 6-poligen Western-Modular-Steckers zu sehen, wobei jedoch die Kabelfarben nicht festgelegt sind und abweichen können.

Die 4 Leitungen werden entsprechend Tabelle 1 von der SMD-Seite der Leiterplatte durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und verlötet.

Nach dem Verlöten der Anschlussleitungen ist zur Zugent-



Ansicht der fertig bestückten Platine des ESA 1000WZ-LED mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Sensorseite, rechts von der Rückseite (Darstellung in doppelter Originalgröße)

lastung stramm über das Ende der doppelten Isolierung ein kleiner Kabelbinder zu ziehen. Das Kabel wird dann bis zum Kabelbinder zurückgezogen und die Platine in die dafür vorgesehene Gehäusenut gelegt (Abbildung 4). Dabei ist auf die richtige Positionierung der Platinenkerbe (Verdrehschutz) zu achten.

Danach ist die zweite Gehäusehälfte aufzusetzen und zu verrasten. Im letzten Arbeitsschritt ist nur noch der doppel-

Platinenanschluss	Steckerpin
ST 1	Pin 2
ST 2	Pin 3
ST 3	Pin 6
ST 4	Pin 4

Tabelle 1: Leiterplattenanschlüsse an Western-Modular-Stecker

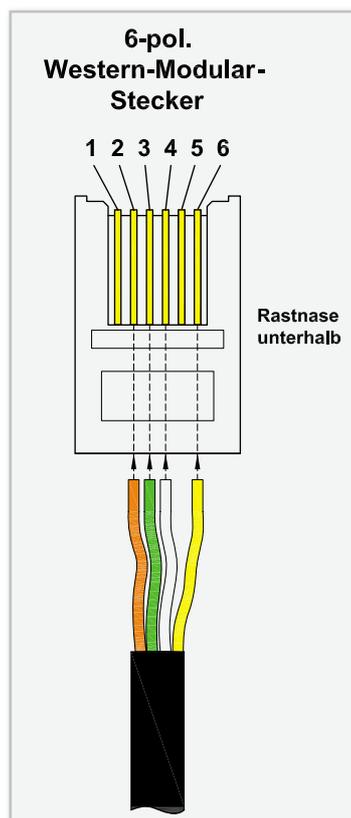


Bild 3: Anschlussbelegung des 6-poligen Western-Modular-Steckers

## Stückliste: ESA 1000WZ-LED

### Widerstände:

10 k $\Omega$ /SMD/0603	R2
47 k $\Omega$ /SMD/0603	R3
100 k $\Omega$ /SMD/0603	R4
150 k $\Omega$ /SMD/0603	R5
1 M $\Omega$ /SMD/0603	R1

### Kondensatoren:

1 nF/SMD/0603	C2
10 nF/SMD/0603	C3
100 nF/SMD/0603	C1

### Halbleiter:

BC848C	T1
BPW34	D1

### Sonstiges:

Chip-Ferrit, 0805, 60 $\Omega$ bei 100 MHz	L1
1 Kabelbinder, 90 mm	
1 Schaumstoff-Klebeband, doppelseitig, Außen- $\phi$ 14 mm	
1 Sensorgehäuse, komplett, Schwarz	
1,5 m Telefonkabel mit 1 x Western-Modular-Stecker 6P6C, Schwarz, 4-adrig, rund	



Bild 4: So wird die Platine in die dafür vorgesehene Gehäusenut gelegt.



seitige Schaumstoff-Klebering mit einer Öffnung in der Mitte für den Opto-Empfänger (an der Gehäuseunterseite) anzubringen (Abbildung 5).

Der komplette Aufbau ist damit abgeschlossen und dem Einsatz dieses interessanten Sensors steht nichts mehr entgegen.

ELV

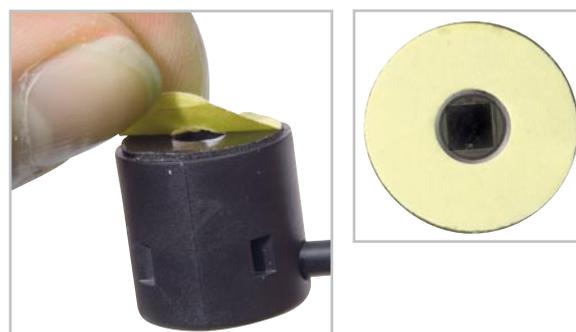


Bild 5: Ein doppelseitiger Schaumstoff-Klebering mit einer Öffnung in der Mitte für den Opto-Empfänger wird an der Gehäuseunterseite angebracht.