

Funk-Sensor-Wechselstromzähler ESA 1000 WZ-SO



Der im „ELVjournal“ 6/2008 vorgestellte Funk-Sensor-Wechselstromzähler basiert auf der Abtastung eines konventionellen Zählers mit Drehscheibe (Ferrarissscheibe). Mit der hier vorgestellten Interface-Schaltung ist nun die Anbindung der Sendeeinheit an die zukünftig vermehrt zum Einsatz kommenden digitalen Haushaltszähler mit SO-Schnittstelle möglich. Die IR-Erfassungseinheit zur Abtastung der roten Markierung an der Drehscheibe wird einfach durch das hier vorgestellte SO-Interface ersetzt. Die Sendeeinheit erkennt automatisch den angeschlossenen Sensortyp.

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 abgelöst werden. In einigen Ländern Europas und insbesondere in Skandinavien sind digitale Zähler schon weit verbreitet.

Bei den digitalen Zählern handelt es sich ebenfalls um Hauptzähler (in der Regel Drehstromzähler, 3 x 230 V), die vom Energie-Versorgungsunternehmen installiert werden, um den Stromverbrauch im privaten Haushalt oder im gewerblichen Bereich zu erfassen. Der Hauptzähler ist üblicherweise verplombt, Eigentum des Energieversorgers, und Eingriffe sind grundsätzlich nicht zulässig. Werden Messeinrichtungen angebracht, dürfen diese den Zähler nicht beeinflussen und müssen im Bedarfsfall wieder rückstandslos entfernbar sein.

In den allermeisten Fällen befindet sich der als „Wechselstromzähler“ bezeichnete Haushaltszähler 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.

Digitale Zähler haben keine Ferrarissscheibe, dafür aber häufig eine galvanisch getrennte und genormte SO-Schnittstelle mit Optokoppler-Ausgang. Diese Schnittstelle dient dann zur An-

Technische Daten: ESA 1000 WZ-SO

SO-Interface:	Im Gehäuse für Hutschienensystem
Erfassung:	Impulse des SO-Interfaces bei Wechselstromzählern
Strom-Schnittstelle:	12 mA
Zählerkonstante:	einstellbar von 10 U/kWh bis 2500 U/kWh
Bedienung:	3 Tasten an der Sendeeinheit
Anzeigen:	LC-Display und LED-Anzeige an der Sendeeinheit
Anzeigefunktion:	Anschlussleistung für den Zeitraum zwischen den letzten beiden Impulsen der SO-Schnittstelle an der Sendeeinheit
Funk-Übertragungsintervall:	120–184 Sek.
Funk-Sendefrequenz:	868,35 MHz
Modulation:	AM
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Spannungsversorgung:	10–24 VDC, Buchse für Hohlstecker 1,5 mm (wahlweise an der Sendeeinheit oder am SO-Interface anzuschließen), alternativer Anschluss für Hutschienennetzteil (Schraubklemme)
Stromaufnahme:	<15 mA
Abmessungen Sendeeinheit:	105 x 46 x 23 mm
Abmessungen SO-Interface (Hutschienengehäuse):	85 x 65 x 23 mm

bindung von Geräten zur Messdatenerfassung, wobei es sich um eine Stromschnittstelle handelt und das angeschlossene Gerät dabei den erforderlichen Strom liefern muss.

Das in einem Hutschienengehäuse untergebrachte S0-Interface (ESA 1000 WZ-S0) wird zur Messdatenerfassung direkt mit der S0-Schnittstelle des Zählers und über ein Western-Modular-Kabel mit dem Funk-Sensor-Wechselstromzähler verbunden. Die Funk-Sende-Einheit überträgt die erfassten Messdaten per Funk an die Basiseinheit (ESA 1000).

Der Funk-Sensor-Wechselstromzähler ESA 1000 WZ-S0 besteht somit aus der Funk-Sende-Einheit und dem hier vorgestellten S0-Interface.

Der Mikrocontroller der Sendeeinheit wertet die Impulse des S0-Interfaces aus, verpackt die Daten in ein Protokoll und sendet diese per Funk an die Anzeigeeinheit der Energiespar-Ampel ESA 1000.

Leider ist bei den meisten digitalen Zählern die S0-Schnittstelle nicht direkt von außen zugänglich, sondern befindet sich unter einer Zählerabdeckung.

Da es problematisch und aus Sicherheitsgründen nicht zulässig ist, von außen Messleitungen unter die Zählerabdeckung zu führen, wurde das S0-Interface in einem Hutschienengehäuse untergebracht. Das Interface im Hutschienengehäuse muss dann von einem Fachmann innerhalb des Zählerkastens montiert werden.

Die Verbindung vom S0-Interface zum Funk-Sender mit Mikrocontroller erfolgt mit Hilfe eines von außen jederzeit zugänglichen, steckbaren Western-Modular-Kabels.

Meistens ist der Hauptzähler in einem „Zählerkasten“ aus Stahlblech untergebracht. Ein getrenntes Gehäuse für die Sendeeinheit hat erhebliche Vorteile, da eine Unterbringung des Funk-Senders innerhalb des „Zählerkastens“ zu erheblichen Problemen bei der Funkverbindung führen kann. In unserem Fall kann der Funk-Sender leicht außerhalb des Zählerkastens positioniert werden.

Die Spannungsversorgung der kompletten Elektronik ist sehr flexibel und erfolgt mit einem einfachen Steckernetzteil, das wahlweise, je nachdem, wo eine Steckdose vorhanden ist, an die Sendeeinheit oder an das S0-Interface anzuschließen ist. Die Spannungsversorgung der jeweils nicht angeschlossenen Komponente erfolgt dann über das Verbindungskabel

zwischen der Sende- und der Interfaceeinheit. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, das Ganze mit Hilfe eines Hutschienen-Netzteils zu versorgen.

Die Funk-Sendeinheit ist mit einem zusätzlichen kleinen Display ausgestattet, auf dem die Anschlussleistung in kW zwischen den letzten beiden von der Schnittstelle gelieferten Zählimpulsen angezeigt wird. Bei kleinen Anschlussleistungen und wenn Verbrauchsschwankungen zwischen den Zählimpulsen auftreten, handelt es sich aufgrund der begrenzten Zählauflösung (Zählerkonstante) immer um einen Durchschnittswert. Typische Werte für digitale Zähler sind 1000 Impulse pro kWh.

Das Verhältnis der Anzahl Impulse pro kWh wird als Zählerkonstante bezeichnet. Diese Zählerkonstante ist auf dem Zähler (beispielsweise 1000 Imp./kWh) angegeben. Dies bedeutet, dass 1000 Impulse an der S0-Schnittstelle eine verbrauchte kWh widerspiegeln.

Bedienung des Funk-Sensor-Wechselstromzählers

Der Funk-Sensor verfügt über die 3 Bedientasten „Mode“, „<“ und „>“, die bei der Variante mit S0-Interface zum Einstellen der Zählerkonstanten dienen.

Zählerkonstante einstellen

Damit eine korrekte Messung erfolgen kann, ist am Funk-Sensor-Wechselstromzähler die auf jedem Zähler angegebene Zählerkonstante einzustellen. Die Zählerkonstante gibt, wie bereits erwähnt, an, wie viele Impulse der S0-Schnittstelle einem Energieverbrauch von 1 kWh entsprechen. Bei 3-Phasen-Drehstromzähler 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“ >2 Sek. gedrückt zu halten, bis im Display EC (electricity meter constant) für Zählerkonstante angezeigt wird und die Kontroll-LED an der Sendeeinheit leuchtet. Eine kurze Betätigung der Taste „Mode“ bewirkt dann die Anzeige der aktuell eingestellten Zählerkonstante.

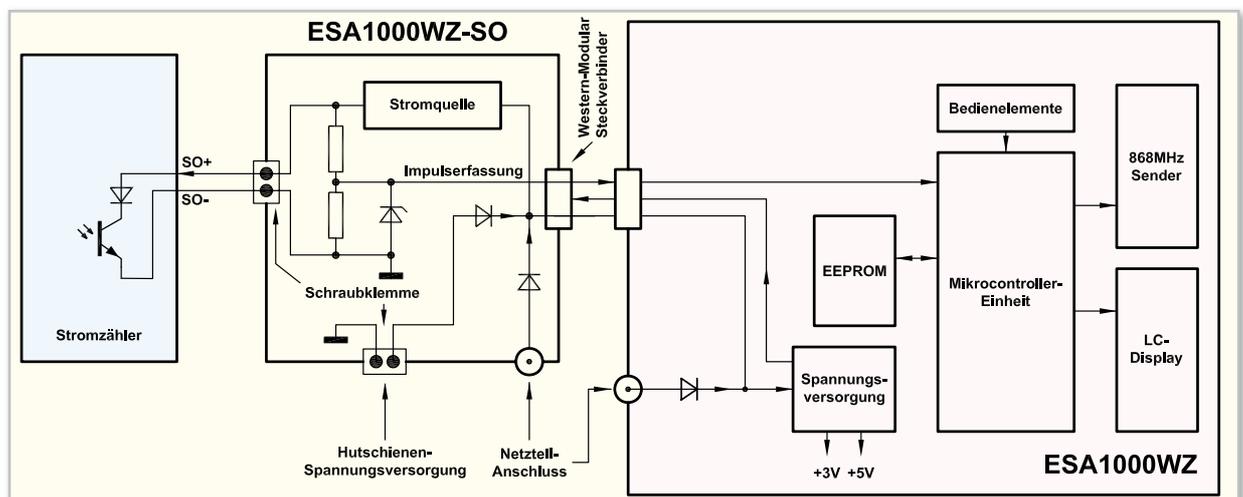


Bild 1: Funktionelle Zusammenhänge zwischen dem Funk-Sensor-Wechselstromzähler, dem S0-Interface und dem Stromzähler mit S0-Schnittstelle

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 Zählerkonstanten ist kurz die Taste „Mode“ zu betätigen, wobei das Gerät dann automatisch in den normalen Anzeigemodus zurückkehrt. Wird länger als 30 Sekunden keine Taste betätigt, kehrt das Gerät ebenfalls automatisch in den normalen Anzeigemodus zurück.

Blockschaltbild

Einen Überblick über die funktionellen Zusammenhänge zwischen dem Funk-Sensor-Wechselstromzähler und dem S0-Interface im Hutschienengehäuse verschafft das Blockschaltbild in Abbildung 1. Die zentrale Baugruppe des ESA 1000 WZ 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 Zählerkonstanten die erfassten Daten über den rechts oben eingezeichneten 868-MHz-HF-Sender als Datenpaket an die Anzeigeeinheit ESA 1000.

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

Die im Blockschaltbild oben eingezeichneten Bedienelemente

Parameter	Klasse A	Klasse B
U Max.	27 V _{DC}	15 V _{DC}
I Max. Ein-Zustand	27 mA	15 mA
I Min. Ein-Zustand	10 mA	2 mA
I Max. Aus-Zustand	2 mA	0,15 mA

zur Einstellung der Zählerkonstanten und zum Abgleich der Abstempfindlichkeit sind direkt mit dem Controller verbunden und das EEPROM, links neben der Mikrocontrollereinheit, dient zum Abspeichern von allen Einstellparametern wie z. B. der Zählerkonstanten. Die Daten bleiben auch bei einem Spannungsausfall nahezu unbegrenzt erhalten (>10 Jahre). Über eine sechspolige Western-Modular-Steckverbindung ist das S0-Interface mit der Sendeeinheit verbunden und vom Controller erfolgt dann, wie bereits erwähnt, die Auswertung der Signale. Bei der digitalen S0-Schnittstelle handelt es sich um eine Stromschnittstelle, wobei das angeschlossene Gerät den Strom liefern muss.

Der Impulsausgang des Zählers besteht im Wesentlichen aus der Kollektor-Emitter-Strecke eines Optokopplers mit in Reihe geschalteter Verpolungs-Schutzdiode, der eine der gemessenen Energie proportionale Anzahl von Impulsen erzeugt. Während der Impulszeit wird die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors im Optokoppler durchgesteuert. Der Ausgangsimpuls wird durch zwei Zustände charakterisiert: Ein-Zustand (Transistor durchgesteuert) und Aus-Zustand (Transistor gesperrt). Die zur Verfügung zu stellenden Ströme und die maximal an der S0-Schnittstelle anzulegende Spannung ist in einer entsprechenden Norm genau definiert. Dabei wird unterschieden in Impulsausgang der Klasse A für die Übertragung über größere Entfernungen und in Impulsausgang der Klasse B für geringe Entfernungen und geringen Energieverbrauch. Die grundlegenden elektrischen Eigenschaften der beiden Impuls-Ausgangsklassen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Aufgrund der physikalischen Schnittstellenanforderungen besteht unser S0-Interface im Wesentlichen aus einer Konstantstromquelle, die so dimensioniert ist, dass sowohl digitale Zähler mit einem Impulsausgang der Klasse A als auch Zähler mit einem Impulsausgang der Klasse B angeschlos-

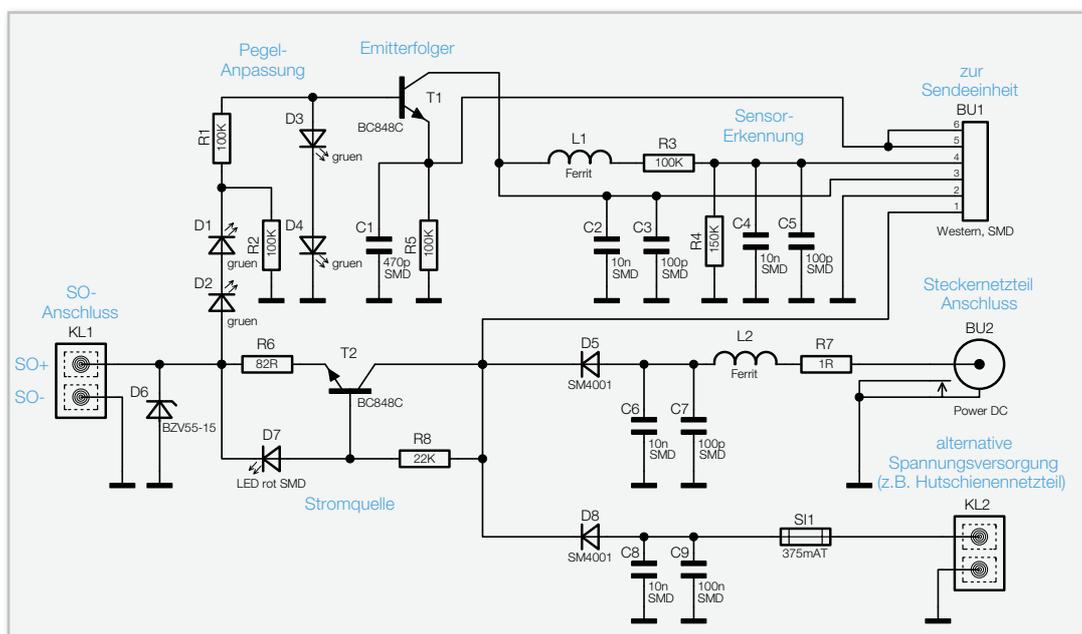
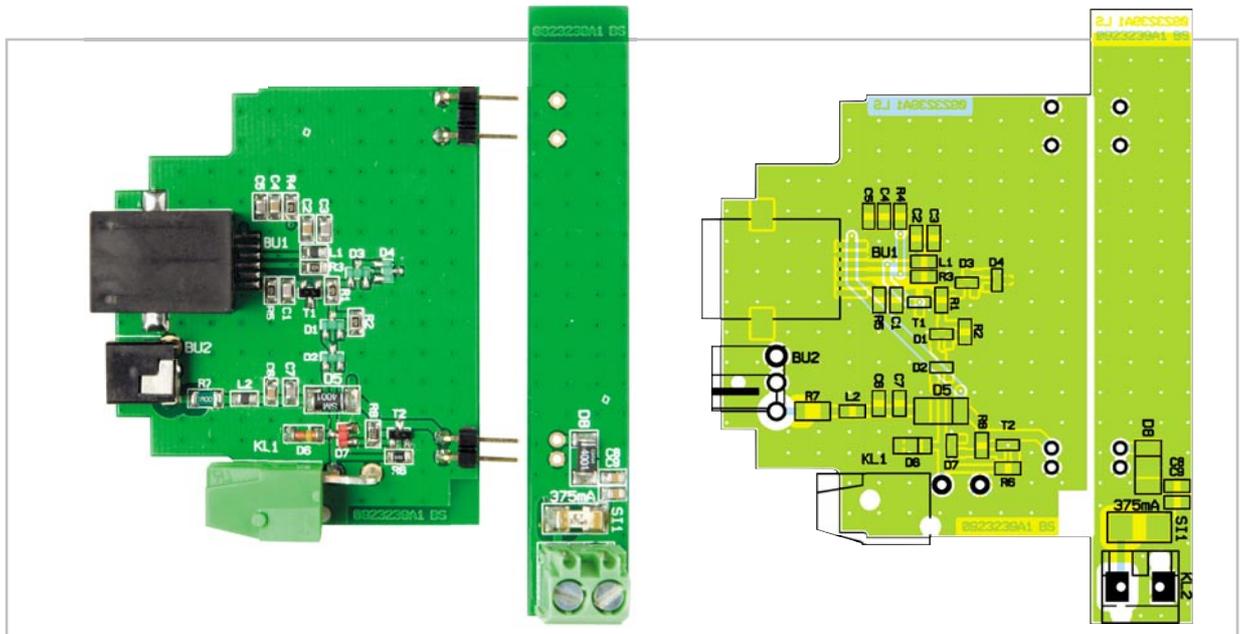


Bild 2: Schaltung des ESA 1000 WZ-S0



Die fertig bestückten Platinen des ESA 1000 WZ-S0 mit zugehörigem Bestückungsplan

sen werden können. Im Ein-Zustand wird ein Strom von ca. 12,5 mA geliefert und die Spannung im Aus-Zustand wird auf 15 V begrenzt.

Zur Impulsauswertung wird der Spannungsabfall am Optokoppler gemessen und über das Western-Modular-Kabel gelangt die Information dann zum Mikrocontroller der Sendeeinheit.

Die komplette Spannungsstabilisierung ist in der Sendeeinheit untergebracht.

Spannungsversorgung

Zur Spannungsversorgung der kompletten Elektronik ist eine Gleichspannung zwischen 10 und 24 V_{DC} erforderlich. Aufgrund der geringen Stromaufnahme ist dabei ein Steckernetzgerät mit 12 V/200 mA vollkommen ausreichend, wobei der Anschluss wahlweise an die Sendeeinheit oder an das Interface im Hutschienengehäuse möglich ist. Des Weiteren kann die Versorgung mit Hilfe eines installierten Hutschienen-Netzteils mit bis zu 24 V über das Interface erfolgen. Befindet sich in der Nähe des Zählerchranks eine Steckdose, ist es sicherlich einfacher, das Steckernetzteil an die Sendeeinheit anzuschließen. 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 S0-Interfaces

Die recht einfache Schaltung des S0-Interfaces für digitale Zähler ist in Abbildung 2 zu sehen, wobei sowohl Zähler mit Impulsausgang der Klasse A als auch Zähler mit Impulsausgang der Klasse B anschließbar sind. Der Anschluss S0+ des

Zählers wird mit der Schraubklemme KL 1, 1.3 und der Anschluss S0- mit der Schraubklemme KI 1, 1.7 verbunden.

Über die Western-Modular Buchse BU 1 ist das Interface mit der Sendeeinheit ESA 1000 WZ verbunden.

Es bestehen drei Möglichkeiten, um das System (Sendeeinheit und S0-Interface) mit Spannung zu versorgen. Wird die unstabilisierte Spannung an die Sendeeinheit angelegt, steht diese an Pin 1 der Western-Modular-Buchse BU 1 zur Verfügung. Alternativ kann die Versorgungsspannung an BU 2 oder an die Schraubklemme KL 2 angelegt werden (z. B. wenn die Spannung von einem Hutschienenetzteil geliefert wird). Die Dioden D 5 und D 8 dienen dabei zur Entkopplung und die Bauteile C 6 bis C 9 und der SMD-Ferrit L 2 verhindern hochfrequente Störeinflüsse. R 7 und die Sicherung SI 1 sorgen für einen Schutz im Fehlerfall.

Der Transistor T 2 bildet zusammen mit R 6, R 8 und der Leuchtdiode D 7 eine Konstantstromquelle, wobei D 7 als Spannungsreferenz eingesetzt ist. Leuchtdioden haben bei geringem Strom einen deutlich steileren Kennlinienverlauf als Z-Dioden. Der Spannungsabfall an D 7 beträgt ca. 1,7 V. Der Widerstand R 6 sorgt für eine Stromgegenkopplung am Emitter. Je höher der Spannungsabfall an R 6, desto geringer wird die Basis-Emitterspannung und der Transistor wird weniger durchgesteuert. Aufgrund unserer Dimensionierung liefert die Stromquelle einen Strom von ca. 12,5 mA. Die Z-Diode D 6 verhindert, dass die Spannung an der S0-Schnittstelle über 15 V ansteigen kann. Die Auswertung des an der S0-Schnittstelle anliegenden Impulses wird mit dem Emitterfolger T 1 vorgenommen, wobei die Dioden D 3 und D 4 den Pegel am Emitter auf 3 V begrenzen. Die Leuchtdioden D 1 und D 2 sorgen zusammen mit R 1 und R 2 dafür, dass Signalpegel erst ab einer bestimmten Amplitude zum Durchsteuern des Transistors führen. Über BU 1, Pin 3 wird der Transistor am Kollektor mit stabilisierten 5 V versorgt. Zur Interface-Erkennung wird die Spannung über den Spannungsteiler R 3, R 4 auf Pin 4 der Buchse BU 1 gegeben. Die Bauelemente L 1 und C 1 bis C 5 verhindern hochfrequente Störeinflüsse. Die Zählimpulse werden über BU 1 Pin 5 und Pin 6 an die Sendeeinheit übertragen.



Bild 3: Die fertige Leiterplattenkonstruktion

Nachbau des S0-Interfaces

Der praktische Aufbau des S0-Interfaces ist ausgesprochen einfach und schnell erledigt, da mit Ausnahme der Buchsen und Anschlussklemmen ausschließlich SMD-Komponenten zum Einsatz kommen und diese (mit Ausnahme der Western-Modular-Buchse BU 1) werkseitig vorbestückt sind. Mechanisch besteht das Interface aus zwei Leiterplatten, die über Stifteleisten im rechten Winkel miteinander verlötet werden. Im ersten Arbeitsschritt wird die Western-Modular-Buchse BU 1 auf die Hauptplatine aufgelötet, wobei unbedingt auf eine gerade Ausrichtung zu achten ist. Es ist zu empfehlen, zuerst einen Anschluss zu verlöten, dann die Ausrichtung zu prüfen und, wenn alle Anschlüsse auf den zugehörigen Lötspots aufliegen, das Bauteil sorgfältig zu verlöten.

Danach wird die Kleinspannungsbuchse BU 2 bestückt und festgelötet. Vorsicht: Eine zu große und oder zu lange Hitzeentwicklung ist unbedingt zu vermeiden.

Unter Zugabe von ausreichend Lötzinn folgt das Einlöten der Klemme KL 1 auf der Hauptplatine und der Klemme KL 2 auf der kleinen Zusatzplatine.

Wie auf dem Platinenfoto zu sehen, werden im letzten Arbeitsschritt die beiden Leiterplatten über Stifteleisten in Winkelprint-Ausführung verlötet.

Die so weit fertiggestellte Leiterplattenkonstruktion (Abbildung 3) wird zusammen mit der Frontplatte in das Hutschienengehäuse-Unterteil eingesetzt (Abbildung 4) und danach das Gehäuseoberteil aufgesetzt. Die Gehäusehälften sind

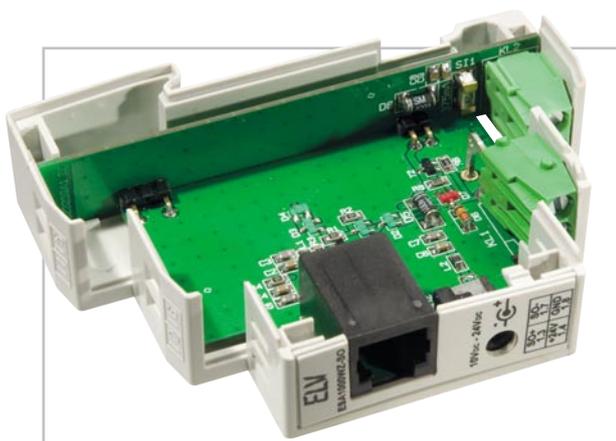


Bild 4: Das Einsetzen in das Gehäuse

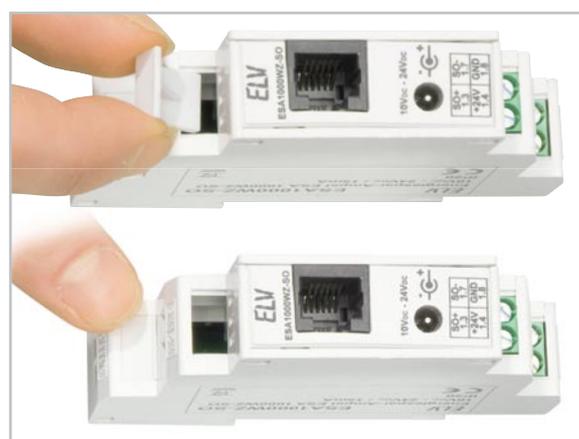


Bild 5: Diese Öffnungen werden mit Abdeckkappen versehen.

Stückliste: ESA 1000 WZ-S0

Widerstände:

1 Ω /1 %/SMD/1206	R7
82 Ω /SMD/0805	R6
22 k Ω /SMD/0805	R8
100 k Ω /SMD/0805	R1–R3, R5
150 k Ω /SMD/0805	R4

Kondensatoren:

100 pF/SMD/0805	C3, C5, C7
470 pF/SMD/0805	C1
10 nF/SMD/0805	C2, C4, C6, C8
100 nF/SMD/0805	C9

Halbleiter:

BC848C	T1, T2
SM4001/SMD	D5, D8
BZV55-B15	D6
LED, SMD, Grün, low current	D1–D4
LED, SMD, Rot, low current	D7

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 0805	L1, L2
Modulare Einbaubuchse, 6-polig, kurze Bauform, SMD	BU1
DC-Buchse, print	BU2
Schraubklemmleiste, 2-polig, winkelprint links	KL1
Schraubklemmleiste mit Isolierplatte, 2-polig, print	KL2
Sicherung, 375 mA, träge, SMD	SI1
2 Stifteleisten, 1-polig, winkelprint	
1 Stifteleiste, 2-polig, winkelprint	
1 Hutschienengehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	
1,5 m Telefonkabel mit 2 x Western-Modular-Steckern 6P6C, Weiß, 6-adrig	

an allen 4 Ecken bis zum sicheren Verrasten zusammenzudrücken.

Jetzt sind noch zwei Gehäuseöffnungen zu sehen, die nicht für Schraubklemmen benötigt werden. Diese Öffnungen sind nun durch Einsetzen von Abdeckkappen zu verschließen (von außen einclippen). Die Abbildung 5 verdeutlicht diesen Vorgang.

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