



Sparen Sie Energie!

Funk-Energiemonitor mit Datenlogger EM 1010 PC

Der EM 1010 PC ist ein komfortables Anzeigegerät zum ELV-Funk-Energie-Messsystem. Der Energiemonitor zeigt neben den übermittelten Messwerten wie Energieverbrauch, Momentanleistung, Spitzenleistung, Gasverbrauchsmenge auch die zugehörigen Kosten an und führt intern bereits verschiedene Auswertungen durch. So lassen sich z. B. Durchschnittsverbräuche darstellen und auch Verbrauchs- und Kostenvorhersagen abrufen. Die Messwerte werden intern gespeichert und können für weitere Auswertungen am PC ausgelesen werden.

Allgemeines

Das gesamte ELV-Energie-Messsystem dient zur Erfassung und Anzeige verschiedener Energie-Verbrauchsdaten im Haus. Für den Bereich der elektrischen Energie stehen verschiedene Sensoren zur Verfügung. So erfasst der Stromzählersensor den Gesamt-Energieverbrauch des Hauses direkt am Energiezähler in der Hausverteilung. Zur Messung des Verbrauchs einzelner Geräte stehen mobile Energiemessstellen im Stecker-Steckdosen-Gehäuse zur Verfügung. Sollen bestimmte „Stränge“ einer Hausinstallation erfasst werden, so kann dies mit einer Energiemessstelle im Hutschienengehäuse erfolgen. Besonders für Solaranlagen-Besitzer ist die Energiemessstelle für Gleichstromanlagen bis 1000 V interessant. Um die Energieverbrauchserfassung für Privathaushalte ab-

zurunden, besteht die Möglichkeit, den Gasverbrauch über eine Gaszähler-Messstelle zu erfassen.

Da alle aufgeführten Sensoren keine eigene Anzeige zur Darstellung der Messwerte besitzen, müssen sie mit einer entsprechenden Anzeigeeinheit – dem Energiemonitor – zusammenarbeiten. Somit wird der Energiemonitor EM 1010 PC zur zentralen Energiedatenerfassungsstation für das gesamte Haus.

Der Energiemonitor ist dabei in der Lage, 12 Sensoren zu verwalten. Mit einem solchen Messsystem lässt sich dann sehr komfortabel der gesamte Energieverbrauch eines Hauses erfassen und überwachen.

Für die elektrischen Verbraucher werden die Werte Energie, Leistung, Spitzenleistung und Kosten angezeigt. Diese Daten stehen für verschiedene Zeitintervalle zur Verfügung, z. B. als Energieverbrauch der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche etc.

Für den Volumenzähler „Gassensor“ ergeben sich prinzipbedingt nur die Daten Verbrauchsmenge und Kosten. Auch diese Werte stehen für verschiedene Zeitintervalle zur Verfügung.

Als besonderes Feature bietet das Anzeigegerät die Möglichkeit, Vorhersagen für Zeiträume ohne gültigen Datenstamm zu machen. Liegt z. B. nur der Energieverbrauch für eine Stunde als Messwert vor, rechnet das Gerät selbstständig einfach per Tastendruck den Verbrauch und auch die damit verbundenen Kosten für einen Tag, eine Woche, einen Monat und ein Jahr hoch. Somit lässt sich die oft gestellte Frage „Welche Stromkosten verursacht das Gerät im Jahr?“ schnell und komfortabel anhand einer kurzen Messung beantworten.

Energie sparen! – Aber wie?

Um Maßnahmen zur Energieeinsparung

Technische Daten: EM 1010 PC	
Anzahl der Anzeigeebenen:	2
Anzahl der externen Sensoren:	max. 12
Sensoren EM 1000-S/IR:	4
Sensoren EM 1000-GZ:	4
Sensoren EM 1000-EM/DCM/HSM:	4
Übertragungsintervall der Sensoren:	5 Minuten
Empfangsfrequenz:	868,35 MHz
Reichweite im Freifeld:	bis zu 100 m
Mehrverbrauchsalarm:	für alle Sensoren getrennt aktivierbar
Wertebereich Mehrverbrauchsalarm:	1 W – 4000 W (EM 1000-EM/DCM/HSM) 10 W – 40 kW (EM 1000-S/IR)
Kostenfaktor:	für alle Sensoren getrennt einstellbar
Kostenfaktor-Wertebereich:	0,0001 €/kWh bis 0,9999 €/kWh
Zählerkonstante:	für alle EM 1000-S/IR getrennt einstellbar
Zählerkonstante-Wertebereich:	1,0 U/kWh bis 6000 U/kWh
Spannungsversorgung:	3 x LR6/AA – Mignon
Umgebungstemperaturbereich:	0 °C bis 50 °C
Display-Abmessungen (B x H):	56 x 40,5 mm
Montageart:	Aufstellfuß oder Wandmontage
Gehäuse-Abmessungen (B x H x T):	104 x 145 x 55 mm (mit Fuß) 104 x 128 x 33 mm (ohne Fuß)

zu treffen, ist eine vorherige Analyse des aktuellen Energieverbrauches unumgänglich. Wichtig ist hier neben den reinen Verbrauchsdaten auch der zeitliche Verlauf des Verbrauches. Somit ist es zunächst wichtig, sich einen Gesamtüberblick zu verschaffen. Sinnvollerweise erfolgt dies direkt am Hauptstromzähler. Beobachtet man den Verbrauch Stunde für Stunde über einen Tag, kann man z. B. über die Differenz zwischen den Tagwerten und den Nachtwerten Rückschlüsse auf „stille“ Verbraucher ziehen, die ständig und oft unbemerkt arbeiten. In den Nachtwerten findet man dann z. B. den Kühlschrank, den Untertisch-Warmwasserspeicher, die Umwälzpumpe der Heizung, die Telefonanlage usw. als „stille“ Verbraucher wieder. Und diese Verbraucher sind es meist, die für den Löwenanteil der Stromkosten verantwortlich sind, und bei diesen Verbrauchern findet man auch das größte Einsparpotential.

Welcher Verbraucher konkret mit welchem Anteil „zuschlägt“, lässt sich dann mit einer mobilen Messstelle leicht ermitteln. Erfasst man hier z. B. nächteweise wechselnd den Verbrauch verschiedener Verbraucher (Kühlschrank, Telefonanlage etc.), kann über die Vorhersagefunktion des EM 1010 PC gleich eine Hochrechnung auf den Anteil am Gesamt-Energieverbrauch gemacht werden. Damit lässt

sich feststellen, welcher Verbraucher den meisten „Strom frisst“, und anhand dieser Daten kann man dann entscheiden, ob sich z. B. die Anschaffung eines sparsameren Kühlschranks lohnt, ob man den Untertisch-Warmwasserspeicher nachts über eine Zeitschaltuhr ausschaltet usw. Ein Vergleich mit den technischen Daten des Gerätes kann aber beispielsweise auch einen versteckten Defekt entlarven, der sich „nur“ in einem zu hohen Stromverbrauch äußert. Die Möglichkeiten zur Analyse sind mit dem EM 1010 PC sehr vielfältig.

Verfügbare Sensoren

Der Energiemonitor EM 1010 PC arbeitet als Anzeigeeinheit mit folgenden Sensoren des ELV-Energie-Messsystems zusammen:

- **Zählersensor**
 - EM 1000-S/IR
 - maximal 4 Geräte anschließbar
 - Adressbereich: 1...4
 - Einsatz: Energiemessung am Hauptzähler, an Nebenzählern für Einliegerwohnungen, als Einspeisezähler einer Solaranlage usw.
- **Mobiler Energiezähler**
 - EM 1000-EM (Stecker-Steckdosen-Einheit)
 - maximal 4 Geräte anschließbar

- Adressbereich: 5...8
- Einsatz: Energiemessung an „Steckdosen-Verbrauchern“ wie Kühlschrank, TV-Gerät usw.

- Stationärer Energiezähler (Hutschienen-Montage)

- EM 1000-HSM
- maximal 4 Geräte anschließbar
- Adressbereich: 5...8
- Einsatz: Energiemessung an einzelnen Strängen der Hausverteilung etc.

- Stationärer Gleichstrom-Energiezähler

- EM 1000-DCM
- maximal 4 Geräte anschließbar
- Adressbereich: 5...8
- Einsatz: Energiemessung an Gleichstromverbrauchern bis 1000 V, Leistungsmessung an Solarpanels etc.

- Gaszähler

- EM 1000-GZ/GZS
- maximal 4 Geräte anschließbar
- Adressbereich: Volumensensor 1...4
- Gasmengenmessung am Haupt-Gaszähler, an Nebenzählern für Einliegerwohnungen usw.

Für jeden einzelnen Sensor lassen sich unterschiedliche Parameter einstellen. So errechnet der EM 1010 PC beispielsweise über den Parameter „Kostenfaktor“ die aus dem Verbrauch resultierenden Strom- bzw. Gasverbrauchskosten für jeden Sensor getrennt. Der Wert wird in Ct/kWh bzw. in Ct/m³ (für Gassensoren) angegeben. Diese Werte entnimmt man üblicherweise der Strom- und Gasrechnung.

Mit der Möglichkeit, jedem einzelnen Sensor einen eigenen Kostenfaktor zuzuordnen, kann z. B. auch direkt der „Ertrag“ einer Solaranlage ermittelt werden. Ist z. B. der Zählersensor 1 am Verbrauchszähler installiert und mit dem Strompreis des Energieversorgers programmiert und der Zählersensor 2 am Einspeisezähler der Solaranlage installiert und mit der Einspeisevergütung für Solarstrom programmiert, lässt sich aus den beiden Kosten-Werten für die Zähler schnell der Reingewinn der Solaranlage ermitteln.

Erfasste und dargestellte Messwerte

Standardmäßig übertragen die Sensoren des ELV-Energie-Messsystems die Daten Energieverbrauch (bzw. Verbrauchsmenge beim Gaszähler) und Spitzenleistung während des letzten Messintervalls (5 Minuten). Die Anzeigeeinheit EM 1010 PC bereitet diese Daten auf und stellt prinzipiell folgende Daten und Messwerte zur Verfügung.

Leistung

Die Leistung [P] wird in Kilowatt (kW) bzw. Megawatt (MW) (nur bei Sensoren für

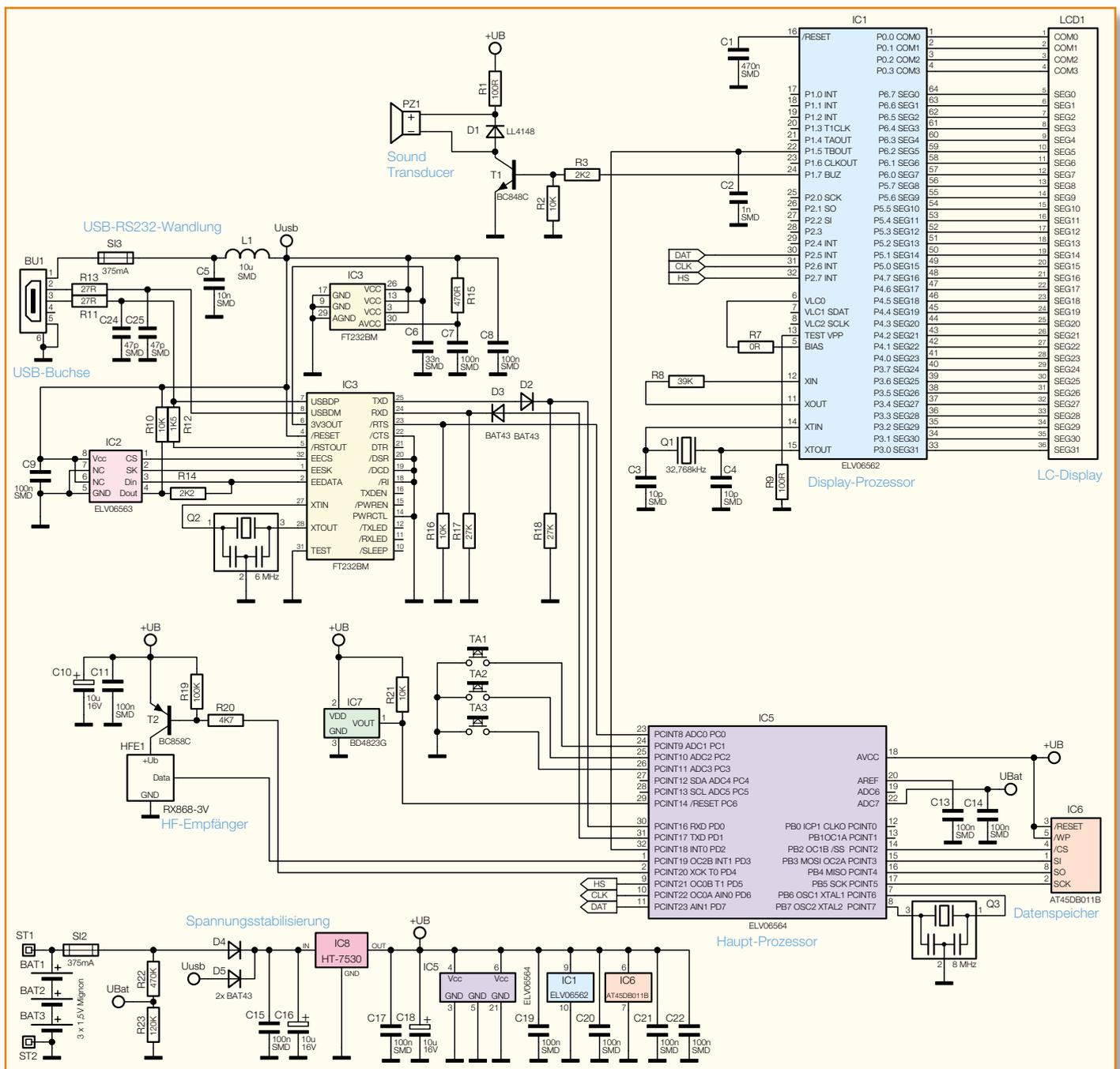


Bild 1: Schaltung des EM 1010 PC

elektrische Energie) dargestellt. Folgende Werte können abgerufen werden:

- Wert des letzten Messintervalls (aktueller Wert)
- Spitzenwert des letzten Messintervalls
- Durchschnittswerte der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, des letzten Jahres, seit Reset
- Spitzenwerte der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, seit Reset

Als weiteres Feature ist ein Mehrverbrauchsalarm implementiert. Überschreitet die Leistungsaufnahme des dargestellten Sensors einen vom Benutzer wählbaren

Alarmwert, gibt das Gerät einen akustischen Alarm aus.

Damit erhält man auf Wunsch auch eine akustische Rückmeldung über aktuelle Verbrauchsspitzen.

Energie/Volumen

Die Energie [W] wird in Kilowattstunden (kWh) bzw. Megawattstunden (MWh) (bei Sensoren für elektrische Energie) dargestellt. Bei Volumenzählern (z. B. beim Gaszähler) erfolgt die Anzeige des verbrauchten Volumens (Menge) [V] in Kubikmeter (m³). Folgende Werte können abgerufen werden:

- Wert des letzten Messintervalls (aktueller Wert)

- summierter Wert der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, des letzten Jahres, seit Reset
- Energieverbrauchsvorhersage (EVS): Liegen keine (vollständigen) Daten für den angeforderten Zeitraum vor, so erfolgt eine Hochrechnung auf der Basis der bisherigen Messwerte. Die Kennzeichnung der Hochrechnung erfolgt durch „forecast“ im Display. Beispiel: Es liegen Daten für 10 Tage vor.

Auf der Basis kann der „Energieverbrauch letzte Woche“ exakt bestimmt werden, „Energie letzter Monat“ wird aber auf Basis der 10 Tage auf 30 Tage (= 1 Monat) hochgerechnet.

Kosten

Die Verbrauchskosten [K] werden in Euro (€) bzw. Kilo-Euro (k€) dargestellt. Diese Verbrauchskosten bestimmt der Energiemonitor aus dem eingegebenen Kostenfaktor und den gemessenen bzw. hochgerechneten Verbrauchsdaten. Folgende Werte können abgerufen werden:

- Wert des letzten Messintervalls (aktueller Wert)
- summierter Wert der letzten Stunde, des letzten Tages, der letzten Woche, des letzten Monats, des letzten Jahres, seit Reset
- Kostenvorhersage (KVS):

Wie bei der Ermittlung der Energiedaten für Zeiträume ohne gültigen Datenstamm, erfolgt auch hier eine Hochrechnung auf der Basis der bisherigen Messwerte. Die Kennzeichnung der Hochrechnung erfolgt durch „forecast“ im Display.

Datenlogger

Sollen Analysen und Betrachtungen über längere Zeiträume durchgeführt werden, so ist dies komfortabel nur noch mit einer entsprechenden Auswertung am PC möglich. Hierfür arbeitet der Energiemonitor EM 1010 PC auch als Datenlogger, der neben den gesamten internen Berechnungen auch jeden (!) von den Sensoren empfangenen Messwert intern abspeichert. So können dann Jahresprofile verschiedener Verbraucher ermittelt werden. Interessant ist dies z. B. beim Gasverbrauch, um festzustellen, in welchem Monat, in welcher Woche und an welchem Tag der höchste Gasverbrauch vorlag. Vergleicht man diese Werte dann ggf. noch mit den gleichzeitig aufgezeichneten Wetterdaten einer ELV-Wetterstation, kann man sogar einen Bezug zwischen Gasverbrauch und Außentemperatur herstellen. Trotz all den aufgeführten Features und Funktionen ist die im Folgenden beschriebene Schaltung recht übersichtlich.

Schaltung

Die in Abbildung 1 dargestellte Schaltung der Energiemonitor-Anzeigeeinheit EM 1010 PC gliedert sich prinzipiell in drei Teile: Display-Prozessor mit Peripherie, Haupt-Prozessor mit Peripherie und USB-Controller.

Die gesamte Bedienung, alle Berechnungen, das Speichermanagement und die Koordination des Funk-Empfangs der Sensoren sind Arbeiten, die der Haupt-Prozessor IC 5 übernimmt. Dieser benötigt zum Betrieb nur den an Pin 7 und Pin 8 angeschlossenen „Taktsignal-Stabilisator“, der hier in Form eines Keramikschwingers ausgeführt ist. Der Reset-Baustein IC 7 sorgt für

ein definiertes Anlaufverhalten beim Einlegen der Batterien und für ein definiertes Verhalten bei leeren Batterien.

Die Batteriespannung überwacht der Mikrocontroller über seinen internen Analog-Digital-Wandler, der an Pin 22 die über den Spannungsteiler R 22 und R 23 geteilte Batteriespannung erhält. Sind die Batterien verbraucht, erscheint auf dem Display ein entsprechendes Symbol.

Die gesamte Bedienung des Gerätes erfolgt über die drei Tasten TA 1 bis TA 3. Die Tastenfunktion wertet der Haupt-Prozessor direkt über seine Eingänge aus. So können auch Tastendruck-Kombinationen einfach abgefragt werden.

Die eigentlichen Energie-Messwerte von den einzelnen Sensoren erhält der Mikrocontroller über den Dateneingang Pin 1 vom HF-Empfangsmodul HFE 1. Um die Batterie zu schonen, wird der HF-Empfänger in einem Zeitraster synchron zu den entsprechenden Sendestationen eingeschaltet. Die Koordination übernimmt wiederum der Haupt-Prozessor, der über den Transistor T 2 den HF-Empfänger schaltet.

Der für die Datenaufzeichnung benötigte Speicher ist ein 1-MBit-Flash-Speicher (IC 6), der über SPI (serial peripheral interface) mit dem Mikrocontroller kommuniziert.

Die Messwerte und Auswertungen werden auf dem LC-Display dargestellt. Den dafür notwendigen Display-Treiber hat der Display-Prozessor bereits integriert. Die Informationen darüber, was dargestellt werden soll, bekommt dieser über die aus „DAT“, „CLK“ und „HS“ bestehende Kommunikationsschnittstelle vom Haupt-Prozessor mitgeteilt. Eine weitere Aufgabe des Display-Prozessors ist die Ansteuerung des Sound-Transducers PZ 1. Der Transistor T 1 arbeitet hier nur als Treiber. Das Taktsignal für den Display-Prozessor stabilisiert der Uhrenquarz Q 1, der mit den beiden Last-Kapazitäten C 3 und C 4 beschaltet ist.

Damit die Daten zur weiteren Verarbeitung ausgelesen werden können, besitzt die Energiemonitor-Anzeigeeinheit eine USB-Schnittstelle. Die Verbindung zum PC erfolgt dabei über die Mini-USB-Buchse BU 1. Zentrales Bauelement in diesem USB-Schaltungsteil ist der Schnittstellenwandler IC 3. Dieser Controller übernimmt die gesamte Konvertierung der Datensignale. An Pin 7 und Pin 8 erfolgt der Anschluss an den USB-Port. Die beiden in diesen Datenleitungen liegenden Widerstände (R 11 und R 13) verbessern die Anpassung gemäß Leitungstheorie und sorgen zusätzlich für einen gewissen Schutz der IC-Eingänge. IC-intern erfolgt dann die Umsetzung in die entsprechenden RS232-Signale, die dann an den entsprechend bezeichneten Datenleitungen (Pin 18

bis Pin 25) zur Verfügung stehen. Genutzt werden hier jedoch nur die Leitungen „TXD“, „RXD“ und „RTS“.

Die Zuführung der Versorgungsspannung erfolgt über die Pins 3, 13 und 26, wobei eine von dieser digitalen Versorgung über R 15 und C 7 entkoppelte Spannung zur Versorgung des Oszillators und der Frequenzvervielfacherstufen an Pin 30 anliegt. Durch die Versorgung aus dem USB-Port des PCs heraus ist dieser Schaltungsteil auch nur aktiv, wenn ein PC angeschlossen ist. Auch dies verlängert die Batterie-Lebensdauer.

Das Taktsignal für IC 3 wird mittels des Keramikschwingers Q 2 generiert. Der hier erzeugte 6-MHz-Takt wird IC-intern durch entsprechende Vervielfacher auf maximal 48 MHz hochgetaktet.

In dem als EEPROM ausgelegten Speicher IC 2 sind die Erkennungsdaten des Energiemonitors EM 1010 PC abgelegt. Mit diesen Daten kann das Gerät vom angeschlossenen PC-System eindeutig identifiziert werden. Hinterlegt sind die Vendor-ID (Hersteller-Identifikation), die Product-ID (Produkt- oder Geräte-Identifikation), der „Product Description String“ (Produktname) und die Seriennummer. Die Kommunikation zwischen dem USB-Controllerbaustein IC 3 und dem EEPROM erfolgt über eine so genannte Microwire-Verbindung.

Die Spannungsversorgung des Gerätes erfolgt durch drei Batterien vom Typ LR6 (Mignon/AA), die an ST 1 und ST 2 kontaktiert sind. Die nachfolgende Stabilisierung mit IC 8 sorgt für gleichbleibende Betriebsbedingungen während der gesamten Batterie-Lebensdauer.

Nachbau

Die gesamte Schaltung des EM 1010 PC ist auf der 88 x 104 mm messenden Platine untergebracht. Der Nachbau der Schaltung beschränkt sich auf die Bestückung der bedrahteten Bauelemente und den Einbau der Platine ins Gehäuse. Alle oberflächenmontierten Bauteile sind bereits auf der Lötseite vorbestückt. Da die Platine auch für andere Gerätevarianten verwendet wird, sind im Bestückungsdruck (sowohl auf der Platine als auch in der Bauanleitung) einige Bauteile eingezeichnet, die nicht bestückt werden bzw. auch nicht SMD-bestückt sind und somit auch nicht im Schaltbild auftauchen (z. B. IC 4 und FS 1). Daher muss man sich beim Nachbau streng an die Stücklisten halten. Die jeweiligen Platinenfotos zeigen ggf. hilfreiche Zusatzinformationen in Detailfragen.

Die Bestückung der noch verbleibenden bedrahteten Bauelemente erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsdrucks.

Stückliste: Funk-Energiemonitor EM 1010 PC

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R7
27 Ω/SMD/0805	R11, R13
100 Ω/SMD/0805	R1, R9
470 Ω/SMD/0805	R15
1,5 kΩ/SMD/0805	R12
2,2 kΩ/SMD/0805	R3, R14
4,7 kΩ/SMD/0805	R20
10 kΩ/SMD/0805	R2, R10, R16, R21
27 kΩ/SMD/0805	R17, R18
39 kΩ/SMD/0805	R8
100 kΩ/SMD/0805	R19
120 kΩ/SMD/0805	R23
470 kΩ/SMD/0805	R22

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C3, C4
47 pF/SMD/0805	C24, C25
1 nF/SMD/0805	C2
10 nF/SMD/0805	C5
33 nF/SMD/0805	C6
100 nF/SMD/0805	C7–C9, C11, C13–C15, C17, C19–C22
470 nF/SMD/0805	C1
10 µF/16 V	C10, C16, C18

Halbleiter:

ELV06562/Display-Controller	IC1
ELV06563/SMD/USB-EEPROM	IC2
FT232BM/SMD	IC3
ELV06564/SMD/Haupt-Controller	IC5
AT45DB011B-SI/SMD	IC6
BD4823G/SMD	IC7

HT7530/SMD	IC8
BC848C	T1
BC858C	T2
LL4148	D1
BAT43/SMD	D2–D5
LC-Display IS10347EA01	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz	Q1
Keramikschwinger, 6 MHz, SMD	Q2
Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q3
SMD-Induktivität, 10 µH	L1
USB-B-Buchse mini, 5-polig, print, stehend	BU1
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 5 mm Tastknopflänge	TA1–TA3
Sicherung, 375 mA, träge, SMD	SI2, SI3
Empfangsmodul RX868-3V, 868 MHz	HFE1
Sound-Transducer, 3 V, print	PZ1
2 Leitgummis	
1 Gehäuse, kpl., bearbeitet und bedruckt	
1 CD EM-1010-PC-Software	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B mini), 2 m, Schwarz	
6 cm Schalthdraht, blank, versilbert	HFE1
13 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Rot	
7 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Schwarz	

schwarze Leitungsstück. Die Leitungen sind zunächst an beiden Enden auf 3 mm abzuisolieren und zu verzinnen. Die rote Ader wird dann in die mit ST 1 gekennzeichnete Bohrung gefädelt und verlötet, die schwarze entsprechend in ST 2. Die Verbindung der Hauptplatine mit dem HF-Empfangsmodul erfolgt über drei je 10 mm lange Silberdrahtstücke. Diese werden entsprechend abgelängt und so in die Boh-

rungen der Anschlusspads des Funkmoduls auf der Hauptplatine eingeführt (vgl. Abbildung 5), dass die Leitungen auf der Lötseite bündig abschließen und auf der Bestückungsseite (!) verlötet werden können. Der Anschluss des Empfangsmoduls erfolgt nach dem nun folgenden Einbau der Platine ins Gehäuse.

Zur Gehäusemontage ist die Gehäusefront zunächst so auf eine saubere und wei-

che Tischunterlage zu legen, dass sich der Displayausschnitt oben befindet. Im ersten Schritt muss die Tastatur eingelegt werden. Zu beachten ist hier, dass die Tastenbeschriftung nicht auf dem Kopf steht.

Beim nun folgenden Display-Einbau muss bedacht werden, dass Fingerabdrücke, Staub etc. auf den Einzelteilen später sichtbar sind. Daher sollte man die Displayscheibe und das Display selbst nur mit großer Vorsicht seitlich anfassen.

Zur Montage des Displays ist zunächst die Displayscheibe in den dafür vorgesehenen Ausschnitt der Frontschale zu legen. Dabei muss die glatte Seite der Scheibe nach vorne zeigen (Abbildung 2). Anschließend folgt das Display, das zur Kennzeichnung der Einbaulage an der rechten Seite des Glases einen Anguss besitzt. Diese „Nase“ muss, wie gesagt, in die (von hinten gesehen) rechte Aussparung im Displayausschnitt des Gehäuses einfassen (siehe auch Abbildung 3). Zur Fixierung des Displays und zur exakten Positionierung der Leitgummis ist der Displayrahmen, wie in Abbildung 4 gezeigt, einzusetzen. Oben und unten folgen dann die beiden Leitgummis, die die elektrische Verbindung zwischen Platine und Display herstellen.

Sind diese Teile so weit korrekt eingesetzt, wird die Platine positioniert und verschraubt. Als Positionierhilfe dienen zwei Zapfen in der Gehäusefront, die in die zugehörigen Bohrungen der Platine einfassen. Festgeschraubt wird die Platine dann mit 7 TORX-Schrauben.

Im nächsten Arbeitsschritt wird der Designrahmen auf die Gehäuseschraubdomme gelegt. Dabei muss die glatte Seite des Designrahmens nach vorne zeigen. Vor der weiteren Montage sind zunächst die restlichen elektrischen Verbindungen herzustellen – zunächst die des HF-Empfangsmoduls. Hierzu wird das Funkmodul schräg in die oben rechts vorgesehene Aussparung der Hauptplatine eingelegt. Beim Positionieren sind gleichzeitig die drei Silberdraht-Enden in die zugehörigen Anschlusspads der

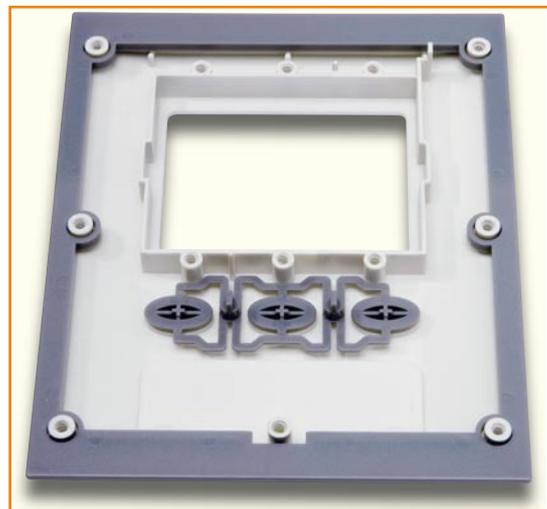


Bild 2: Gehäusemontage: Displayscheibe und Tastatur eingelegt

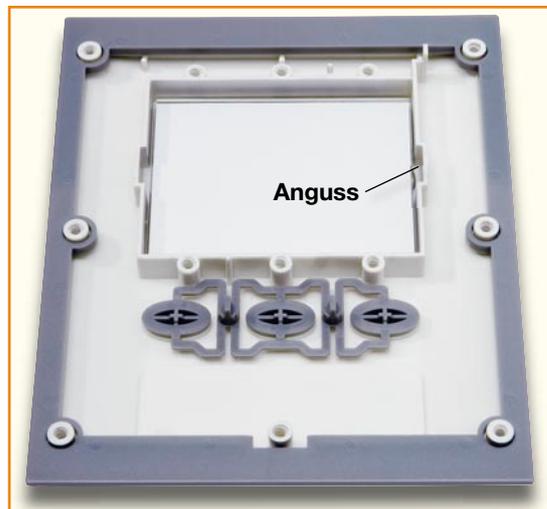


Bild 3: Gehäusemontage: Display eingesetzt

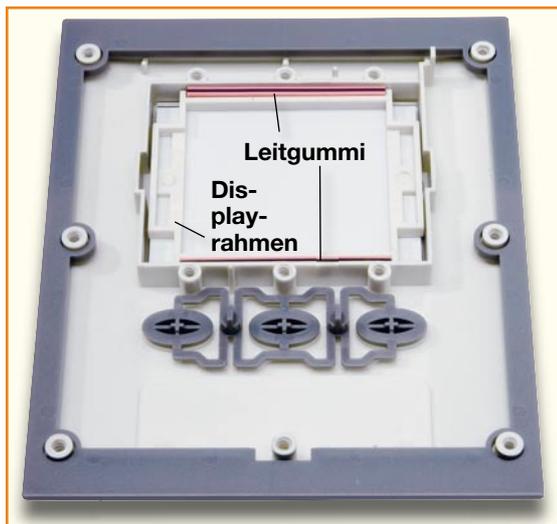


Bild 4: Gehäusemontage: Displayrahmen und Leitgummi eingesetzt

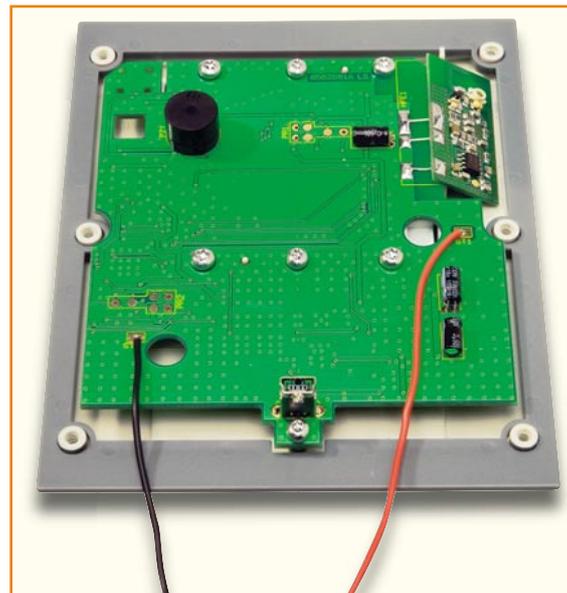


Bild 6: Detailansicht zum Anlöten der Batterie Anschlussleitungen

Empfänger-Platine einzufädeln. Das Empfangsmodul ist dann so zu positionieren, dass dieses links auf der Platine aufliegt und rechts nach vorne in die Gehäusefront abtaucht und dort aufliegt. Anschließend sind die Silberdrahtenden auf dem Empfangsmodul zu verlöten (Abbildung 5).

Bevor auch die Verbindung der Batterie-Anschlussleitungen an die Batteriekontakte erfolgen kann, müssen Letztere zunächst montiert werden. Im Batteriefach der Gehäuserückwand oben rechts und unten links sind die beiden Einzelkontakte so weit einzupressen, bis sie einrasten. In die übrigen Positionen sind die Doppelkontakte bis zum Anschlag einzupressen. An die Lötösen der Einzelkontakte im Gehäuseinneren werden die beiden Leitungen wie folgt angelötet: Die rote Ader ist an dem oberen Batteriekontakt, die schwarze Ader am unteren Kontakt zu verlöten. Dabei ist zu beachten, dass die Leitungsenden nicht mehr als 2 mm durchstehen – überschüssige Drahtenden sind abzuschneiden.

Da für die Inbetriebnahme des Gerätes keine Einstell- und Abgleicharbeiten notwendig sind, kann das Gehäuse nun geschlossen werden.

Bei der Montage der Rückwand ist auf

eine korrekte Führung der Batterie-Anschlussleitungen zu achten. Die Leitungen finden in der Rückwand im Raum zwischen Seitenwand und Batteriefach Platz. Auf keinen Fall dürfen die Leitungen beim Aufsetzen der Rückwand zwischen Batteriefach und Platine eingeklemmt werden. Beim Verlegen der roten Ader ist weiterhin darauf zu achten, dass die Leitung nicht auf dem HF-Empfangsmodul aufliegt. Die Rückwand liegt korrekt auf, wenn sie rundherum ohne Gewalt bündig auf dem Designrahmen aufliegt.

Sollte dies nicht möglich sein, bitte die Leitungsführung kontrollieren und ggf. korrigieren. Die Gehäuserückwand wird dann mit 6 TORX-Schrauben fixiert.

Test- und Inbetriebnahme

Der Test des Gerätes beschränkt sich auf

einen kurzen Funktionstest. Da das Gerät keine Abgleichpunkte besitzt und komplett durch die Taster konfigurierbar ist, entfällt eine separate Inbetriebnahme. Zum Funktionstest sind drei Batterien vom Typ LR6 (Mignon/AA) polrichtig einzulegen. Nach ca. 2 Sekunden erscheint dann der Segmenttest, bei dem alle Segmente des LCD-Displays für ca. 2 Sekunden aufleuchten. Hierbei ist zu kontrollieren, ob alle Segmente erscheinen. Anschließend werden die Versionsnummern der geräteinternen Mikrocontroller-Firmware dargestellt – nach ca. 2 Sekunden geht das Gerät dann in den Modus zur Uhrzeiteinstellung. In der obersten Zeile erscheint die Uhrzeit, wobei die Stunden bereits für die Einstellung blinken. Mit der „Power“-Taste werden die Stunden entsprechend hochgezählt. Die Taste „Energy“ schaltet zum nächsten Parameter weiter, wobei auch hier jeweils mit der „Power“-Taste die Einstellung des Wertes erfolgt. Die Zeit und Datumseinstellung erfolgt in folgender Reihenfolge:

- Stunden
- Minuten
- Jahr
- Monat
- Tag

Nach dem Eingeben des Tages wird durch eine weitere Betätigung der „Energy“-Taste der Modus der Uhrzeiteinstellung verlassen und automatisch der Synchronisations-Modus, in dem alle innerhalb der Funkreichweite liegenden Energiemessstellen erfasst werden, aufgerufen. Damit ist das Gerät betriebsbereit. Die detaillierte Beschreibung der Bedienung erfolgt im nächsten Teil des Artikels.

ELV

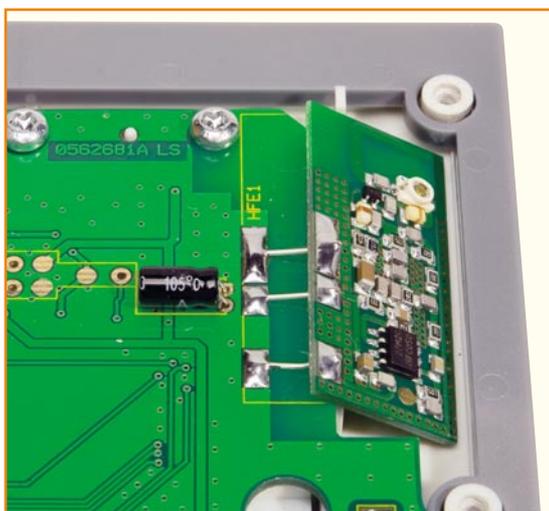


Bild 5: Detailansicht zur Montage des HF-Empfängers