

USB-PC-Datenlogger für Energiemonitor EM 1000

Mit dem PC-Datenlogger EM 1000-DL können über lange Zeiträume bis zu 270 Tagen die Datenpakete, die von bis zu 4 Sendeeinheiten des Energiemonitors EM 1000 gesendet werden, empfangen, aufgezeichnet und später über die integrierte USB-Schnittstelle zur weiteren Auswertung auf einen PC übertragen werden. Damit ist eine sehr komfortable Datenerfassung verschiedener Stromzähler ebenso möglich wie das gezielte Auffinden von „Stromfressern“ durch die automatische Aufzeichnung über längere Zeit.

Zentraler Datensammler

Das in den letzten Ausgaben des „ELV-journals“ vorgestellte Energiemonitor-System EM 1000, bestehend aus Mess-Sendeinheit EM 1000-IR und EM 1000-S und Empfängereinheit EM 1000, ermöglicht die bequeme Messung und die Anzeige des aktuellen Stromverbrauchs, des Gesamtverbrauchs über einen bestimmten Zeitraum sowie des Spitzenverbrauchs im Messintervall.

Will man aber wirklich den Stromfresser gezielt auf die Schliche kommen und dabei nicht immer den Energiemonitor im Auge behalten, so bietet der PC-Datenlogger EM 1000-DL die Möglichkeit, die Daten von bis zu 4 Sendeeinheiten des EM-1000-Systems zu empfangen und aufzuzeichnen. So ist man nicht gezwungen,

sich laufend Aufzeichnungen über die ermittelten Daten machen zu müssen, diese mühsam zu vergleichen, um schließlich anormalem Stromverbrauch zu ermitteln.

Überwacht man gar mehrere Stromzähler, artet die manuelle Datenauswertung zur umfangreichen Arbeit aus.

Mit dem Datenlogger hingegen kann man nicht nur die Daten von bis zu vier Stromzählern zentral und über einen langen Zeitraum erfassen – durch die Anbindung an einen PC sind die erfassten Daten auch beliebig auswertbar. So können Sie etwa via Microsoft Excel automatisch Daten visualisieren lassen, automatische Vergleiche und Auswertungen ausführen lassen, ja sogar Daten zu Abrechnungen verknüpfen.

Da der Datenlogger über einen eigenen Funkempfänger verfügt, ist er unabhängig vom EM 1000-Anzeigergerät einsetzbar und man muss zum Erfassen der Daten eben-

falls keinen direkten Zugang zum überwachten Zähler haben. So kann man etwa ganz bequem vom Büro aus die Energiebilanzen der durch Unterzähler überwachten verschiedenen Betriebsbereiche erfassen und bei Anormalitäten entsprechende Maßnahmen ergreifen, wenn die Excel-Kurve irgendwo zu steil ansteigt...

Technische Daten: EM 1000-DL

Spannungsversorgung: 6–12 V DC
 Max. Stromaufnahme: 100 mA
 Max. Anzahl Sensoren: 4
 Speicherintervall: 5 oder 30 Min.
 Max. Aufzeichnungsdauer (ein Sensor, Speicherintervall 30 Minuten): 270 Tage
 Schnittstelle: USB
 Systemvoraussetzung: PC mit Win 98/ME/XP/2000 und USB-Schnittstelle

Installation

Zunächst ist die mitgelieferte PC-Software auf einem Rechner mit USB-Schnittstelle zu installieren. Hierzu wird das Installationsprogramm „setup.exe“ auf der Programmdiskette gestartet und so das Anwendungsprogramm auf dem Rechner installiert.

Dann schließt man den Datenlogger EM 1000-DL mit einem USB-Kabel an den PC an. Nach kurzer Zeit meldet das Betriebssystem „Neue Hardware gefunden“ mit der Bezeichnung des Gerätes „ELV PC-Datenlogger EM 1000-DL“. Anschließend wird automatisch der „Assistent für das Suchen neuer Hardware“ gestartet, der bei der Installation des mitgelieferten Treibers durch die einzelnen Installationsschritte führt.

Zunächst erfolgt die Auswahl, ob die Software automatisch oder von einer bestimmten Quelle aus installiert werden soll. Hier wählt man Letzteres aus und bestätigt die Auswahl mit dem Button „Weiter“. Im folgenden Dialogfenster ist anzugeben, dass sich der Treiber auf der Diskette in Laufwerk A befindet. Im Laufe der Installation des Treibers erscheint ein Fenster, das anzeigt, dass dieser Treiber nicht digital signiert ist. Die Installation kann dennoch fortgesetzt werden, da dies keinen Fehler darstellt. Nach erfolgreicher Installation ist das Gerät einsatzbereit.

Bedienung und Funktion

Die Spannungsversorgung des Gerätes erfolgt beim Konfigurieren des Datenloggers und beim Auslesen der Daten über die USB-Schnittstelle. Zur Datenaufzeichnung kann das Gerät z. B. mit einem Stecker-Netzteil versorgt werden, das an die DC-Buchse angeschlossen wird und eine Gleichspannung zwischen 6 und 12 Volt liefern muss.

Die Bedienung am Gerät erfolgt über zwei Tasten („Ein/Aus“ und „Start/Stop“).

Drei LEDs zeigen den Status des Gerätes an, die zwei LEDs neben der USB-Buchse signalisieren Aktivitäten auf dem Universal Serial Bus (USB). Mehr Bedienelemente sind nicht notwendig, da die Konfiguration des Datenloggers über die zugehörige PC-Software erfolgt.

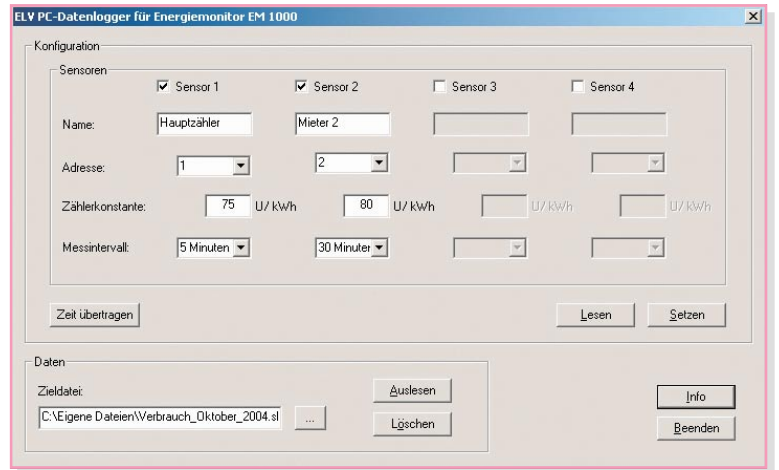
Konfiguration

Nach dem Start des Programms erscheint das Hauptfenster (Abbildung 1), in dem alle Einstellungen vorzunehmen sind.

Als Erstes wird festgelegt, wie viele Sensoren der Datenlogger erfassen soll, dies geschieht durch das Setzen der entsprechenden Checkbox (Sensor 1–4).

Als Nächstes kann man jedem Sensor

Bild 1:
Hauptfenster der PC-Software



einen Namen zuordnen, dies dient der leichteren Unterscheidung, und man muss sich nicht merken, welche Adresse zu welchem Sensor gehört.

Danach wird im Feld „Adresse“ die Adresse ausgewählt, die auch am entsprechenden Sensor eingestellt ist.

Schließlich trägt man die Zählerkonstante des Stromzählers ein, an dem der entsprechende Sensor misst, und stellt das Intervall ein, in dem die Daten gespeichert werden sollen. Wählt man 5 Minuten, so wird jedes empfangene Datenpaket gespeichert, wählt man 30 Minuten aus, so werden die Energiedaten von 6 empfangenen Datenpaketen addiert und zusammen mit dem höchsten übertragenen Spitzenwert gespeichert.

Bevor die Konfigurationsdaten zum PC-Datenlogger übertragen werden, ist dieser durch ein kurzes Betätigen der „Ein/Aus“-Taste einzuschalten. Die „Betrieb“-LED zeigt an, dass das Gerät eingeschaltet ist. Leuchtet/blinkt die rote „Speicher“-LED, zeigt dies an, dass sich noch auslesbare Daten im Speicher befinden.

Durch einen Klick auf die Schaltfläche „Setzen“ erfolgen die Übertragung der Konfigurationsdaten und die dauerhafte Speicherung im Datenspeicher des PC-Datenloggers – alle eventuell im EM 1000-DL noch gespeicherten Messdaten werden dabei gelöscht.

Durch das Betätigen der Schaltfläche „Lesen“ kann man die aktuelle Konfiguration des Datenloggers jederzeit wieder abrufen und anzeigen lassen.

Mit der Schaltfläche „Zeit übertragen“ wird die Systemzeit des PCs an den Datenlogger übertragen. Dies ist erforderlich, wenn man den Datenlogger zuvor ohne angeschlossene Betriebsspannung gelagert hat und er mit der bereits eingestellten Konfiguration wieder in Betrieb genommen werden soll. Beim Übertragen der Konfiguration an den Datenlogger jedoch wird die Systemzeit des PCs automatisch mit übertragen. Die Zeit läuft im Datenlogger in einem Uhr/Kalender-Baustein weiter.

Transportiert man den Datenlogger anschließend ohne Betriebsspannung vom PC an den Ort, wo er Daten aufzeichnen soll, so wird während dieser Zeit der Uhr/Kalender-Baustein aus einem Energiepuffer versorgt, je nach Ladung dieses Puffers läuft die Zeit bis zu mehreren Stunden weiter. Um den Energiepuffer vollständig aufzuladen, ist der Datenlogger etwa 6 Minuten mit Spannung zu versorgen, also an ein Netzteil oder an die USB-Schnittstelle des PCs anzuschließen.

Betrieb

Wird der Datenlogger am Einsatzort eingeschaltet, erfolgt durch kurzes Betätigen der „Start/Stop“-Taste der Start der Aufzeichnung der Messdaten – dies ist allerdings nur möglich, wenn sich keine Messdaten im Datenspeicher befinden („Speicher“-LED leuchtet/blinkt nicht).

Nach dem Start der Messung blinkt die „Empfang“-LED, solange der Datenlogger noch nicht jeweils einen Datensatz von allen eingestellten Sensoren empfangen hat. Wenn alle Sensoren empfangen wurden, leuchtet die „Empfang“-LED dauerhaft und zeigt so an, dass die Aufzeichnung aktiv ist.

Sobald der erste Datensatz von einem Sensor empfangen und gespeichert wurde, leuchtet die „Speicher“-LED auf und zeigt an, dass sich Daten im Speicher befinden.

Während die Datenaufzeichnung aktiv ist, kann der PC nicht über die USB-Schnittstelle auf den Datenlogger zugreifen. Dies ist erst wieder möglich, wenn man die Datenaufzeichnung durch Drücken der „Start/Stop“-Taste für ca. 2 Sekunden beendet oder der Datenlogger die Datenaufzeichnung automatisch beendet hat, weil der Datenspeicher voll ist. In beiden Fällen erlischt die „Empfang“-LED, ist der Datenspeicher voll, blinkt die „Speicher“-LED, ansonsten leuchtet sie ständig.

Die verschiedenen Zustände, in denen sich der Datenlogger befinden kann, und die durch die LEDs „Empfang“ und „Spei-

Tabelle 1: Anzeige der LEDs und die zugehörige Betriebsart

LED	Betriebsart	Bemerkung
„Empfang“ aus „Speicher“ aus	Datenaufzeichnung inaktiv, Datenspeicher leer	Aufzeichnung kann gestartet werden, Verbindung über USB möglich
„Empfang“ blinkt „Speicher“ aus	Datenaufzeichnung aktiv - es wurden noch nicht alle eingestellten Sensoren empfangen und der Datenspeicher ist noch leer	keine Verbindung über USB möglich
„Empfang“ blinkt „Speicher“ an	Datenaufzeichnung aktiv - es wurden noch nicht alle eingestellten Sensoren empfangen aber es wurden schon Daten gespeichert (nur bei mehreren eingestellten Sensoren möglich)	keine Verbindung über USB möglich
„Empfang“ an „Speicher“ an	Datenaufzeichnung aktiv, es befinden sich Daten im Speicher	keine Verbindung über USB möglich
„Empfang“ aus „Speicher“ an	Die Datenaufzeichnung ist beendet, Messdaten befinden sich im Speicher	Aufzeichnung kann nicht gestartet werden, Verbindung über USB möglich
„Empfang“ aus „Speicher“ blinkt	Die Datenaufzeichnung ist beendet, der Datenspeicher ist voll	Aufzeichnung kann nicht gestartet werden, Verbindung über USB möglich

cher“ angezeigt werden, sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die maximale Aufzeichnungsdauer ist abhängig von der Anzahl der eingestellten Sensoren und deren Speicherintervall.

Man kann die Zeit näherungsweise nach folgender Formel berechnen:

$$t_{\max} = \frac{130000}{2880 \cdot n_5 + 480 \cdot n_{30}}$$

- t_{max}: maximale Aufzeichnungsdauer in Tagen
- n₅: Anzahl der Sensoren mit 5 Minuten Speicherintervall
- n₃₀: Anzahl der Sensoren mit 30 Minuten Speicherintervall

In Tabelle 2 sind beispielhaft einige erreichbare Aufzeichnungszeiten dargestellt.

Auslesen und Auswertung

Zum Auslesen der Daten mit dem PC ist wieder die Software zu starten, danach erfolgt die Auswahl der Zieldatei, in der die Daten gespeichert werden sollen. Dafür ist die Schaltfläche „...“ zu betätigen, woraufhin sich ein Dialog zur Auswahl der Datei öffnet.

Hier wählt man eine Datei, bzw. gibt den Namen einer neuen Datei ein und bestätigt mit „Speichern“. Wird nun die Schaltfläche „Auslesen“ betätigt, erfolgt die Übertragung

der Daten vom Datenlogger auf den PC.

Die Datei kann jetzt mit Microsoft Excel geöffnet werden, hier erscheinen die Daten in Form einer Tabelle. Es sind auch andere Tabellenkalkulations-Programme verwendbar, da die Daten in einem allgemein verwertbaren Format gespeichert sind.

In Microsoft Excel ist nach dem Öffnen der Datei die Zeitdarstellung anzupassen, damit die Zeiten richtig angezeigt werden. Hierfür ist die entsprechende Spalte zu markieren, um im Menü „Format“ den Eintrag „Zelle“ auszuwählen. Daraufhin erfolgt im aktiven Fenster (Abbildung 2) die Auswahl der Kategorie „Benutzerdefiniert“ und es wird der Typ „TT.MM.JJJJ hh:mm“ ausgewählt. Nachdem man diese Einstellung mit der Schaltfläche „OK“ bestätigt hat, wird die Spalte aktualisiert und im richtigen Format dargestellt.

Nach dem ordnungsgemäßen Auslesen der Daten kann man den Speicher des Datenloggers löschen. Dieser Vorgang kann entweder über den PC durch Betätigen der Schaltfläche „Löschen“, oder durch einen langen Tastendruck der „Start/Stop“-Taste am Datenlogger selbst erfolgen.

Ausschalten lässt sich der Datenlogger schließlich durch einen langen Tastendruck der „Ein/Aus“-Taste.



Bild 2: Einstellen des richtigen Zeitformats mit MS Excel

Schaltung

Die Schaltung des EM 1000-DL sieht auf den ersten Blick zwar wie eine ganz normale Standard-Mikrocontroller-Schaltung aus, zeichnet sich jedoch durch zahlreiche Besonderheiten aus, die insbesondere der be-

Tabelle 2: Beispiele für maximale Aufzeichnungsdauer in Abhängigkeit der eingestellten Sensoren

Anzahl der Sensoren	Aufzeichnungsdauer in Tagen (Speicherintervall 5 Minuten)	Aufzeichnungsdauer in Tagen (Speicherintervall 30 Minuten)
1	45	270
2	22	135
3	15	90
4	11	67

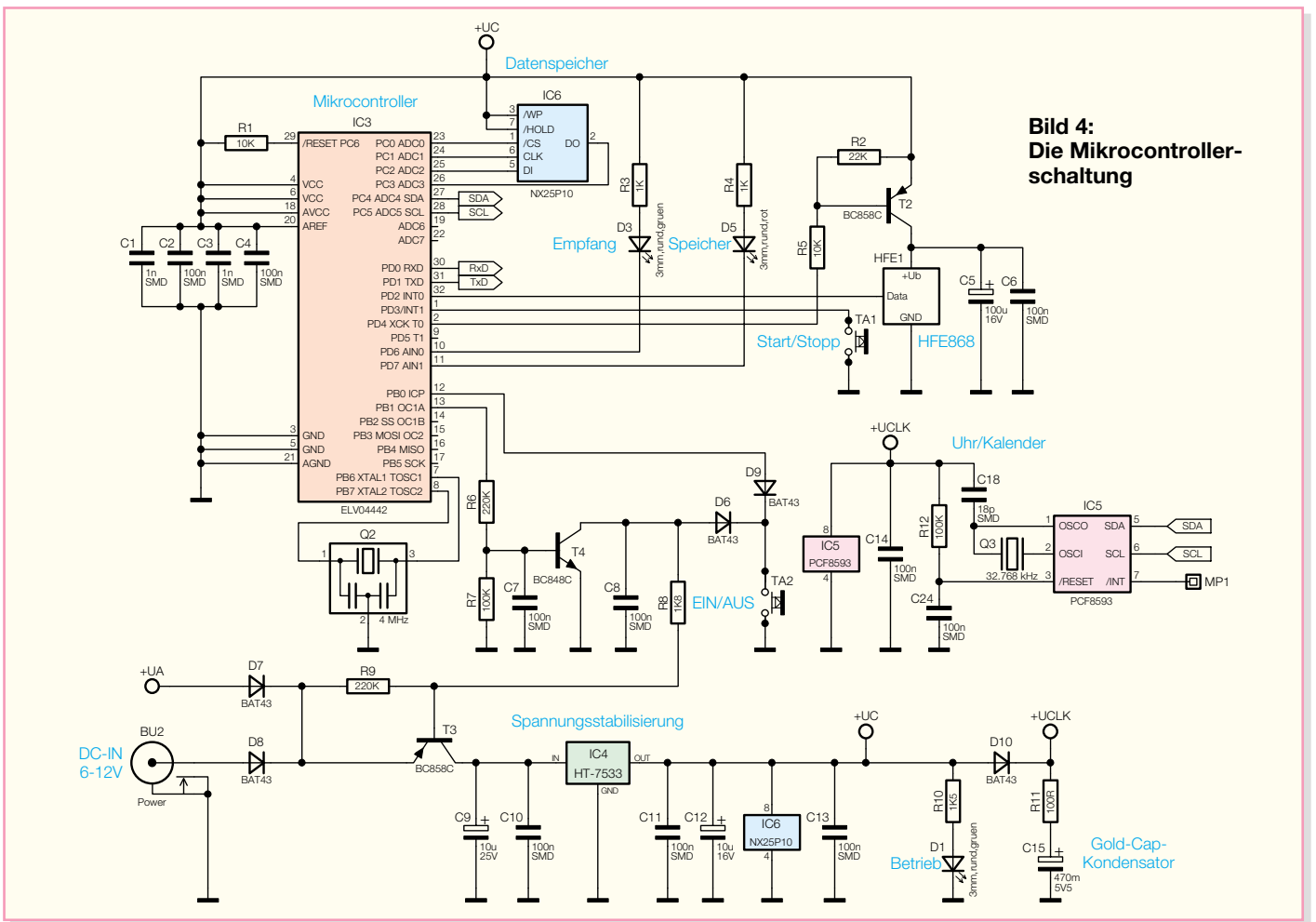


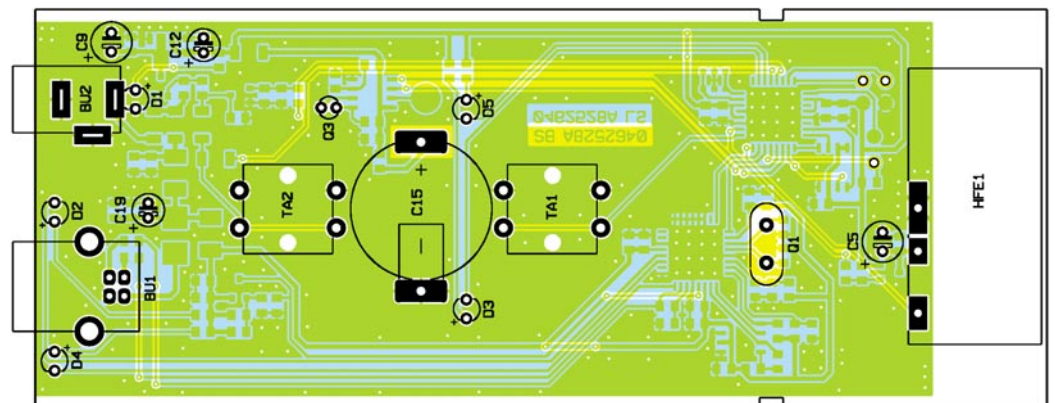
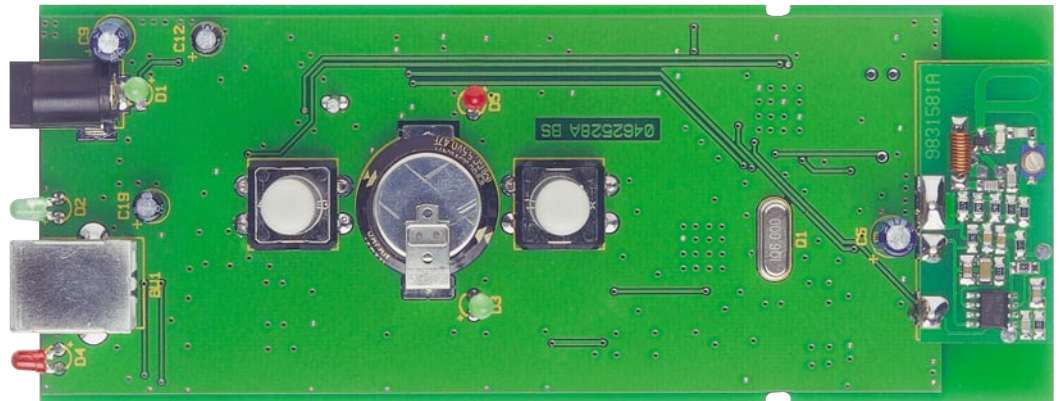
Bild 4:
Die Mikrocontroller-
schaltung

hend aus R 6 und R 7, der Transistor T 4 durchgesteuert, folglich bleibt T 3 ebenfalls so lange durchgesteuert, bis vom Mikrocontroller an PB 1 ein Low-Signal ausgegeben wird. Der Zustand der „Ein/Aus“-Taste wird vom Mikrocontroller über PB 0

(Pin 12) abgefragt, die Diode D 9 verhindert dabei, dass positive Spannung an den Portpin gelangt, wenn T 4 gesperrt ist. Und D 6 verhindert schließlich, dass ein Strom vom Portpin (interner Pull-up-Widerstand) in die Schaltung fließen kann.

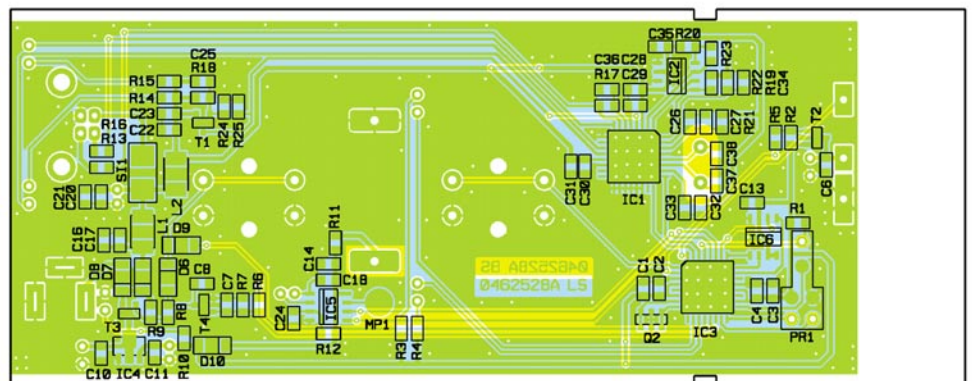
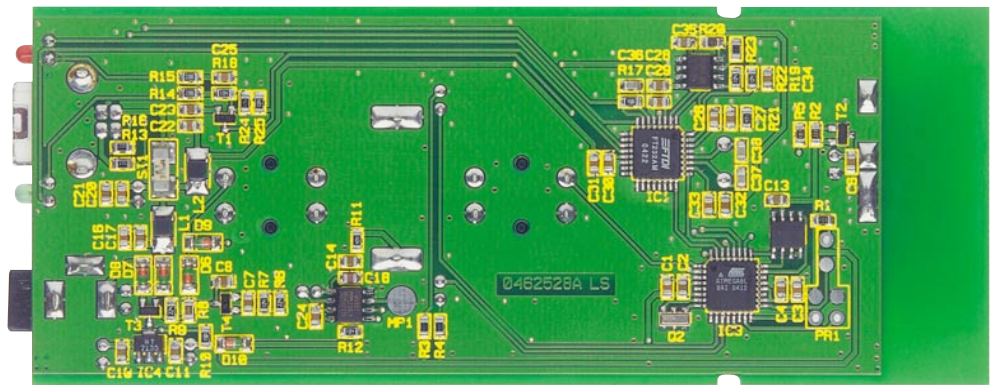
Doch zurück zur Spannungsversorgung. Wie erwähnt, stellt IC 4 eine stabilisierte Spannung von 3,3 V zur Verfügung, die LED D 1 „Betrieb“ leuchtet auf, sobald das Gerät eingeschaltet ist.

Ein sehr wichtiges Element der Span-



Ansicht der fertig
bestückten Platine des
EM 1000-DL mit zugehör-
igem Bestückungsplan von
der Bestückungsseite

Ansicht der fertig bestückten Platine des EM 1000-DL mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



nungsversorgung ist der Gold Cap-Kondensator C 15. Er stellt die Notstromversorgung für den Uhr/Kalender-Baustein IC 5 dar, damit die Uhr auch für eine gewisse Zeit ohne eine Versorgungsspannung weiterläuft, z. B. wenn der Datenlogger nach der Konfiguration am PC vom USB getrennt und zu seinem eigentlichen Standort transportiert wird, an dem dann ein externes Steckernetzteil die Spannungsversorgung übernimmt.

Liegt eine Versorgungsspannung an, wird der Gold-Cap-Kondensator C 15 über den Widerstand R 11 geladen. Trennt man den Datenlogger von der Betriebsspannung oder schaltet ihn aus, übernimmt C 15 die Spannungsversorgung für IC 5. Die Diode D 10 verhindert dabei, dass ein Strom in den Spannungsregler fließt. Da der Uhr/Kalender-Baustein, wenn er nicht über den I²C-Bus angesprochen wird, einen Strom von nur etwa 2 µA verbraucht, ist bei voll geladenem Kondensator C 15 ein Betrieb von mehreren Stunden möglich. Eine genaue Aussage lässt sich hier wegen der typischen großen Kapazitätstoleranz (-20 % bis +80 %) des Gold-Cap-Kondensators nicht machen.

Mikrocontroller und Datenempfang

Kommen wir zur „restlichen“ Schaltung um das Herz des Datenloggers, dem Mikrocontroller IC 3. Dessen Peripherie besteht aus dem 4-MHz-Keramik-Resonator Q 2, der Reset-Schaltung und dem

seriellen 1-MBit-Flash-Speicher IC 6, der die Mess- und Konfigurationsdaten speichert.

Der Mikrocontroller übernimmt die Auswertung der vom 868-MHz-Empfangsbaustein HFE 1 empfangenen Daten und deren Weiterleitung an den Flash-Speicher, realisiert die Kommunikation mit dem USB-Umsetzer IC 1 und die mit dem Uhr-/Kalender-Baustein IC 5.

Der Uhr-/Kalender-Baustein verfügt über eine eigene Takterzeugung (Q 3 und C 18) und eine eigene Reset-Beschaltung (R 12 und C 24). Das Datum und die Uhrzeit werden vom Mikrocontroller über den I²C-Bus geschrieben bzw. gelesen. Somit können die empfangenen Daten mit der Empfangszeit zusammen gespeichert werden. Schließlich übernimmt er die Auswertung der beiden Bedientasten „EIN/AUS“ und „Start/Stopp“ sowie die Ansteuerung der beiden Status-LEDs „Empfang“ und „Speicher“. Zur weiteren Stromersparnis schaltet der Mikrocontroller über T 2 das Empfangsmodul in den Pausen zwischen den Sendeintervallen aus.

Kommen wir damit zum Aufbau des Datenloggers.

Nachbau

Der Aufbau des Datenloggers erfolgt auf einer 136 x 54 mm großen, doppelseitigen Leiterplatte, überwiegend in SMD-Technik. Diese findet in einem zweiteiligen, kompakten Profilgehäuse Platz.

Aufgrund der SMD-Bestückung erfordert der Aufbau etwas Geschick, viel Sorgfalt, einen aufgeräumten Arbeitsplatz sowie zur Verarbeitung von SMD-Bauteilen taugliches Werkzeug. Dazu gehören ein regelbarer LötKolben mit sehr feiner Spitze ebenso wie SMD-Lötzinn, feine Entlötlitze, eine SMD-Pinzette und ein Elektronik-Seitenschneider. Zur Kontrolle der Bestückung und der Lötvorgänge an den SMD-Bauteilen erweisen sich eine gute Arbeitsplatzausleuchtung und eine leistungsstarke Lupe, z. B. Kopf- oder Standlupe, als wertvolle Helfer.

Die Bestückung erfolgt anhand des Bestückungsplans und -drucks, der Platinenfotos und der Stückliste.

Sie beginnt mit den SMD-ICs und hier mit IC 1 und IC 3. Hier ist besonders sorgfältig zu arbeiten, da diese ICs einen extrem geringen Pin-Abstand aufweisen. Deshalb sollte die Lötspitze möglichst eine mit 0,3 bis 0,4 mm Durchmesser sein.

Pin 1 ist am Bauteil durch eine runde Vertiefung im Gehäuse gekennzeichnet und im Bestückungsdruck durch eine abgeflachte Ecke. Man beginnt mit dem Verzinnen eines Löt pads, setzt dann das Bauteil polrichtig auf seine Löt pads, lötet den Pin am vorverzinnenden Löt pad an und setzt nach einer weiteren Lagekontrolle das Verlöten mit dem diagonal gegenüberliegenden Pin und dann den restlichen Pins fort. Überschüssiges Löt zinn ist mit Entlötlitze sauber entfernbar.

In gleicher Weise erfolgt nun die Be-

Stückliste:
PC-Datenlogger für Energiezähler EM 1000-DL

Widerstände:

22Ω/SMD	R13, R16
100Ω/SMD	R11
220Ω/SMD	R14, R15
470Ω/SMD	R21
1kΩ/SMD	R3, R4
1,5kΩ/SMD	R10, R17
1,8kΩ/SMD	R8
2,2kΩ/SMD	R23
10kΩ/SMD	R1, R5, R20
22kΩ/SMD	R2
100kΩ/SMD	R7, R12, R18, R19, R22, R25
220kΩ/SMD	R6, R9
470kΩ/SMD	R24

Kondensatoren:

18pF/SMD	C18
33pF/SMD	C37, C38
1nF/SMD	C1, C3, C16, C20, C22, C26, C29, C31, C33
10nF/SMD	C25
33nF/SMD	C36
100nF/SMD	C2, C4, C6–C8, C10, C11, C13, C14, C17, C21, C23, C24, C27, C28, C30, C32, C34, C35
10µF/16V	C12, C19
10µF/25V	C9
100µF/16V	C5
Goldcap, 0,47F, 5,5V	C15

Halbleiter:

FT8U232AM/SMD	IC1
ELV04445/SMD/EEPROM	IC2
ELV04442/SMD/Prozessor	IC3
HT7533/SMD	IC4
PCF8593/SMD	IC5
NX25P10VNI/SMD	IC6
BC858C	T1–T3
BC848C	T4
BAT43/SMD	D6–D10
LED, 3mm, grün	D1–D3
LED, 3mm, rot	D4, D5

Sonstiges:

Quarz, 6 MHz, HC49U4	Q1
Keramikschwinger, 4 MHz, SMD ..	Q2
Quarz, 32,768 kHz	Q3
SMD-Induktivität, 22 µH	L1, L2
USB-B-Buchse, winkelprint	BU1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU2
Sicherung, 375 mA, träge, SMD ..	SI1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1, TA2
Tastknopf, 18 mm	TA1, TA2
Empfangsmodul HFE868-T, 3 V, 868 MHz	HFE1
3 Stiftleisten, 1 x 1-polig, gerade, print	HFE1
1 3,5" Diskette Software EM 1000-DL	
1 Profilgehäuse, lichtgrau, komplett, bearbeitet und bedruckt	

stückung der restlichen ICs. Hier ist die Seite an Pin 1 durch eine abgeschrägte Gehäuseseite oder eine Kerbe gekennzeichnet, die sich im Bestückungsdruck als Doppellinie wiederfindet.

Nach einer Kontrolle aller ICs auf eventuelle Lötbrücken oder vergessene Lötstellen geht die Bestückung nun mit den restlichen SMD-Bauteilen, beginnend mit den Kondensatoren und Widerständen, weiter. Die Kondensatoren sollte man einzeln aus der jeweiligen Verpackung entnehmen, da sie keinen Wertaufdruck tragen.

Auch hier erfolgt zunächst ein Vorverzinnein eines Lötspads, dann das Positionieren des Bauelements mit der Pinzette, das Anlöten des ersten Bauteilanschlusses am vorverzinnten Lötspad und – nach Überprüfung der korrekten Position – das Verlöten des zweiten Anschlusses.

Anschließend sind die restlichen SMD-Bauelemente zu bestücken. Dabei ist beim Spannungsregler, den Transistoren und den Dioden die polrichtige Bestückung zu beachten. Diese ergibt sich beim Spannungsregler und den Transistoren automatisch aus der Lage der Pins. Bei den Dioden ist die Katode mit einem Farbring gekenn-

zeichnet, der sich als Strichmarkierung im Bestückungsdruck wiederfindet.

Nach der Bestückung der SMD-Bauteile erfolgt nun die der bedrahteten Bauteile auf der Bestückungsseite.

Ihre Anschlüsse sind von der Bestückungsseite her durch die entsprechenden Bohrungen der Platine zu führen, von der Lötseite her zu verlöten und überstehende Drahtenden mit dem Seitenschneider abzuschneiden.

Dabei sind die folgend aufgeführten Besonderheiten zu beachten.

Die Elkos sind polrichtig einzusetzen, sie sind üblicherweise am Minuspol durch eine Markierung gekennzeichnet. Die Buchsen setzt man so ein, dass ihr Gehäuse direkt auf der Platine aufliegt, um die mechanische Belastung der Lötstellen beim Stecken der Verbindungen zu minimieren. Dazu ist reichlich Lötzinn zur weiteren Stabilisierung zu verwenden.

Auch die Taster sind bis zum Einrasten der Fixiernoppen in die Platine einzusetzen und ihre Kontakte mit reichlich Lötzinn zu verlöten.

Bei der Bestückung des Gold-Cap-Kondensators C 15 ist ebenfalls auf polrichti-

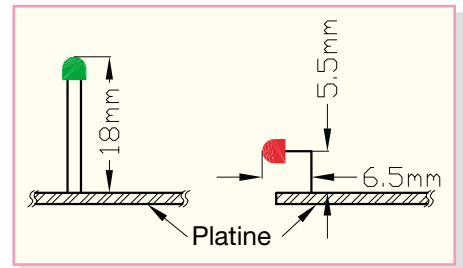


Bild 5: Einbau der LEDs

ges Einsetzen zu achten. Die Polarität ist in die Anschlüsse eingestanz (Oberseite „-“, Unterseite „+“). Die Quarze Q 1 und Q 3 werden von der Bestückungsseite eingesetzt und die Anschlüsse auf der Unterseite der Platine verlötet. Q 3 kann zusätzlich noch mit einem Tropfen Heißkleber fixiert werden.

Bei den Leuchtdioden ist neben der polrichtigen Bestückung (der längere Anschluss ist die Anode, „+“) der exakte Stand auf der Platine zu beachten.

Die beiden LEDs D 2 und D 4 sind mit abgewinkelten Anschlüssen gemäß Abbildung 5 einzusetzen und einzulöten. Nur so fassen sie später in die zugehörigen Gehäusebohrungen.

Auch D 1, D 3 und D 5 müssen im Abstand entsprechend Abbildung 5 eingelötet werden, um auch hier in die vorgesehenen Gehäusebohrungen zu fassen.

Abschließend erfolgt die Bestückung des Empfangsmoduls. In dieses sind zunächst von der unbestückten Unterseite her drei Stiftleisten-Stifte so einzusetzen, dass der Kunststoffkörper auf der Unterseite sitzt. Die Stifte sind dann auf der Oberseite auf den Anschluss-Lötflächen des Moduls zu verlöten. Dann ist das so vorbereitete Modul in die Hauptplatine einzusetzen (siehe Platinenfoto) und die Lötstifte sind auf der Lötseite zu verlöten. Dabei sollte man auf kurze Lötzeiten achten, um die Kunststoffkörper der Lötstifte nicht zu beschädigen.

Die Bestückung ist damit abgeschlossen. Nach einer sorgfältigen Kontrolle auf Lötbrücken oder vergessene Lötstellen erfolgt nun der Einbau in das bearbeitete und bedruckte Gehäuse.

Dazu ist zunächst die Platine mit den Tastern voran in das Gehäuseoberteil einzulegen (LEDs müssen in die zugehörigen Bohrungen fassen). Das Gehäuseunterteil wird nun von der Seite her in die Führungsnut des Oberteils eingeschoben. Dabei müssen hier die beiden Buchsen und die USB-LEDs in die entsprechenden Gehäuseaussparungen fassen. Durch das vollständige Zusammenschieben der beiden Gehäuseteile wird die Platine fest im Gehäuse fixiert.

So fertig aufgebaut, kann die Inbetriebnahme mit der ersten Konfiguration vom PC aus erfolgen. 