



# DC-Leistungsmesser EM 1000-DCM

**Der DC-Leistungsmesser bildet eine weitere neue Komponente des Energiemonitor-Systems EM 1000. Mit Hilfe des EM 1000-DCM können Leistungsaufzeichnungen im Gleichspannungsbereich vorgenommen werden. Das Gerät ist speziell für die Erfassung der Leistungsbilanz einer Photovoltaik-Anlage entwickelt worden und ermöglicht die direkte Erfassung von Strom, Spannung und der daraus resultierenden Leistung der Anlage. Die erfassten Werte können entweder am Gerät selbst abgelesen oder aber mit Hilfe einer der Empfangs-Komponenten des Energiemonitor-Systems EM 1000 per Funk erfasst und ausgewertet werden.**

## Genau gezählt

Seit Jahren nimmt die Anzahl der Hausbesitzer zu, die sich eine Photovoltaik-Anlage auf ihrem Dach installieren. Auch wenn eine solche Anlage einen hohen Anschaffungswert hat, zahlt sie sich jedoch, vor allem aufgrund der guten Einspeisungsvergütung in das öffentliche Stromnetz, im Endeffekt aus, ganz abgesehen vom hinter dieser Art der Stromgewinnung stehenden Umweltgedanken. Besonders auch in der heutigen Zeit, in der die Energiepreise förmlich explodieren, ist die Anschaffung für viele Hausbesitzer eine sinnvolle Investition, um die eigene Energiebilanz etwas aufzubessern.

Eine Photovoltaik-Anlage besteht im Wesentlichen aus einzelnen Solarmodulen, die miteinander gekoppelt werden, und

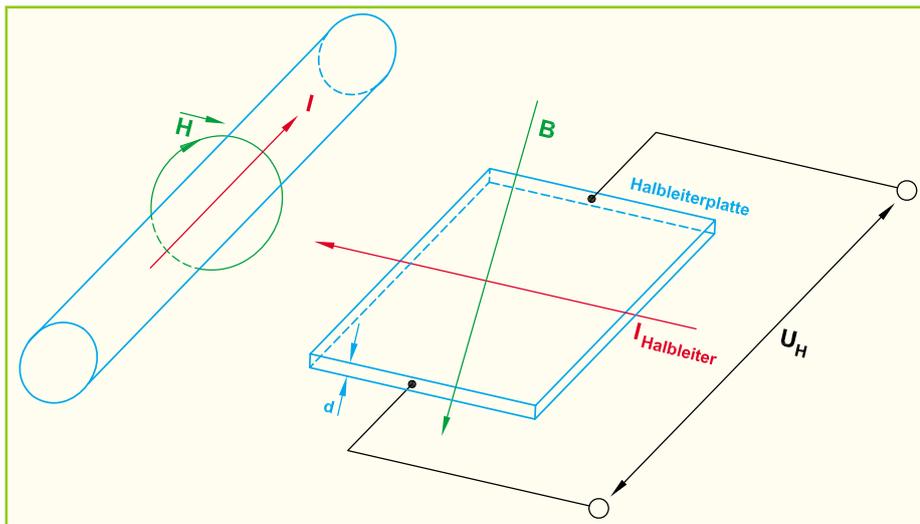
einem Wechselrichter, der den Gleichstrom, der in den Solarmodulen erzeugt wird, in netzkonformen Wechselstrom umwandelt. Die Einspeisung des Wechselstroms in das Versorgungsnetz wird über einen eigens dafür vorgesehenen Stromzähler vorge-

nommen und ermöglicht damit die korrekte Abrechnung mit dem Netzbetreiber.

Eine Möglichkeit, die erzeugte Energie der Photovoltaik-Anlage zahlenmäßig zu erfassen, besteht darin, diesen Stromzähler abzulesen. Die zweite Möglichkeit,

### Technische Daten: EM 1000-DCM

Betriebsspannung:	230 V/50 Hz
Eigenstromaufnahme:	10 mA
Strom/Toleranz:	0–10 A/≤1%
Spannung/Toleranz:	0–1000 V/≤1%
Leistung/Toleranz:	0–10.000 W/≤2%
Sendefrequenz:	868,35 MHz
Modulation:	AM, 100%
Reichweite:	bis 100 m (Freifeld)
Abmessungen (B x H x T):	160 x 80 x 55 mm



**Bild 1: Das Prinzip des Hall-Effekts.**

die mit dem EM 1000-DCM realisiert werden kann, ist die Erfassung von Strom und Spannung vor der Einspeisung in den Wechselrichter.

Der Vorteil beim Messen vor dem Wechselrichter ist der, dass hier tatsächlich allein die Energie, die durch die Solaranlage erzeugt wird, erfasst werden kann. Da kein Wechselrichter einen Wirkungsgrad von 100 % hat, zeigt der konventionelle Stromzähler entsprechend auch nur die Energie an, die nach Abzug der Energieverluste im Wechselrichter übrig bleibt. Mit dem DC-Leistungsmesser EM 1000-DCM ist also nicht nur eine genaue Messung der tatsächlich erzeugten Energiewerte möglich, sondern zusätzlich über den Stromzähler ist auch jederzeit eine Kontrolle des Wirkungsgrades des Wechselrichters durchführbar.

Natürlich ist der DC-Leistungsmesser neben dem benannten Einsatzzweck auch in anderen Anwendungen einsetzbar, wo es gilt, die Leistungsbilanz von Gleichspannungsverbrauchern bzw. -quellen zu erfassen.

Der DC-Leistungsmesser ist in einem kompakten Gehäuse untergebracht und mit einem zweizeiligen Display ausgestattet. An diesem kann man den aktuellen Strom-, Spannungs-, Leistungs- und Energiewert ablesen, wobei die Aktualisierung der Messdaten im Sekundentakt erfolgt. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die seit einem Reset oder Inbetriebnahme des Gerätes aufgezeichneten Minimal- und Maximalwerte von Strom, Spannung und Leistung aufzurufen. Diese Messwertespeicher können jederzeit zurückgesetzt werden und beginnen dann erneut mit der Aufzeichnung der Messwerte.

Im Display sind zwei Energiewerte aufrufbar, die man getrennt voneinander zurücksetzen kann. Der erste Energiewert ist dafür gedacht, die Energieentwicklung über ein bestimmtes Zeitintervall zu erfassen.

Der zweite Energiewert stellt den Gesamtenergiewert dar, der vom EM 1000-DCM bisher erfasst wurde.

Über den integrierten Funksender sendet der EM 1000-DCM periodisch die erfassten Daten zu einem der Funk-Datenempfänger des EM-1000-Systems. Besteht z. B. der Wunsch, eine Energiewertaufzeichnung über einen längeren Zeitraum vorzunehmen und die Daten per PC zu speichern und auszuwerten, ist dies mit Hilfe des Datenloggers EM 1000-DL für bis zu 270 Tage realisierbar. Für eine bequeme Fernablesung des DC-Leistungsmessers eignet sich der Energiemonitor EM 1000. Dieser kann bei Beachtung der Reichweite an einem beliebigen Ort im Haus platziert werden und bietet somit eine bequeme Form des Ablesens aller Daten.

### Bedienung und Funktion

Die Bedienung des Gerätes erfolgt sehr einfach über nur eine Taste in Verbindung mit einem schnell überschaubaren Menü. Nach dem Zuschalten der Betriebsspannung werden im Display kurzzeitig der Gerätenamen und die Softwareversion dargestellt. Anschließend wechselt die Anzeige zu den aktuellen Messwerten von Strom und Spannung der Photovoltaik-Anlage.

Durch einen kurzen Tastendruck wird zu den nächsten Messwerten gewechselt. Nach Strom und Spannung folgen die Leistung und der Energiewert für die Intervallmessung, dann die minimalen und maximalen erfassten Stromwerte, darauf die minimalen und maximalen erfassten Spannungswerte, anschließend minimale und maximale ermittelte Leistungen und abschließend die erfasste Gesamtenergie.

Besteht der Wunsch, die Min./Max.-Energiewerte zurückzusetzen, kann dies jederzeit durch das Drücken des Tasters für ca. 3 Sekunden vorgenommen werden. Sobald im Display die Anzeige „Min/Max

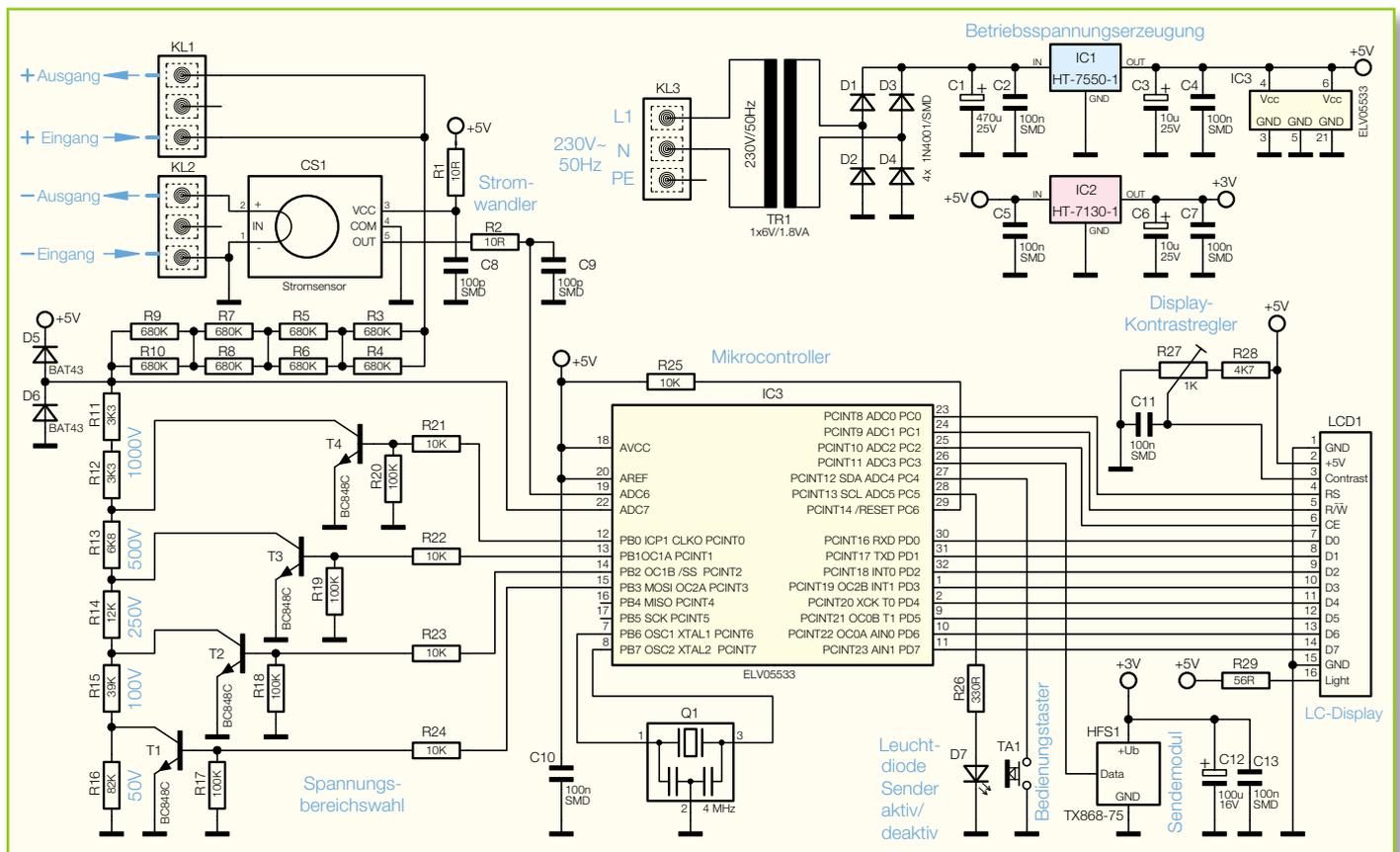
Reset?“ erscheint, ist der Taster loszulassen, und der Reset erfolgt. Nach dem Reset nehmen die minimalen und maximalen Werte erst einmal den nächsten aktuell gemessenen bzw. ermittelten Wert an, bevor mit weiteren erfassten Werten regulär eine Min./Max.-Wert-Erfassung stattfindet. Im Display wird der Reset durch die Anzeige von „Min/Max Reset durchgeführt!“ bestätigt.

Um den Energieintervallwert zurückzusetzen, ist der Taster für ca. 6 Sekunden zu drücken. Der Taster ist loszulassen, sobald im Display „Energie Reset?“ erscheint. Der Energieintervallwert wird daraufhin zurückgesetzt und in der Anzeige erscheint: „Energie Reset durchgeführt!“

Möchte man den EM 1000-DCM mit einer Empfangseinheit (z. B. EM 1000) des ELV-Energiemonitor-Systems nutzen, ist gegebenenfalls die Adresse des Leistungsmessers anzupassen. Werkseitig ist diese auf Adresse 5 eingestellt und braucht nur dann verändert zu werden, wenn bereits eine andere Energiemonitor-Komponente (z. B. EM 1000-EM) im Haushalt mit dieser Adresse betrieben wird. Um die Adresse zu ändern, ist der Taster so lange zu drücken, bis im Display „Adresse ändern?“ erscheint. Nach dem Loslassen des Tasters erscheint am rechten unteren Rand des Displays die aktuell eingestellte Adresse. Diese kann nun durch kurze Tastenbetätigungen verändert werden. Für den DC-Leistungsmesser sind die Adressen 5 bis 8 vorgesehen, so dass im Display nach einem weiteren Tastendruck nach der Anzeige von Adresse 8 wieder zurück zu Adresse 5 gewechselt wird. Hat man die gewünschte Adresse eingestellt, ist diese durch einen langen Tastendruck zu bestätigen. Sobald die neue Adresse akzeptiert und abgespeichert ist, erscheint im Display: „neue Adresse gespeichert!“

Für das Anlernen eines der Empfänger des EM-1000-Systems auf den DC-Leistungsmesser ist der Empfänger in den Synchronisationsmode zu bringen. Der DC-Leistungsmesser EM 1000-DCM sendet unmittelbar nach dem Zuschalten der Betriebsspannung sein erstes Datenpaket. Danach erfolgt der Versand der Datenpakete alle 5 Minuten. Der Empfänger sollte demnach nach spätestens 5 Minuten auf den Sender angelernt sein und den Synchronisationsmode verlassen.

Die Gesamtenergie spiegelt die von der Photovoltaik-Anlage erzeugte Energie wider, die seit der Inbetriebnahme des EM 1000-DCM gemessen wurde. Damit dieser Wert auch nach dem Abschalten des DC-Leistungsmessers bzw. durch einen Stromausfall nicht verloren geht, wird der Gesamtenergiewert in regelmäßigen Abständen gespeichert. Um diesen Wert zu löschen, ist der Taster ca. 15 Sek. zu betätigen, bis im Display „Gesamtenergie



**Bild 2: Das Schaltbild des DC-Leistungsmessers.**

zurückgesetzt!“ erscheint. Nach Loslassen des Tasters startet die Zählung der Gesamtenergie wieder bei 0 kWh.

### Stromerfassung

Um den Stromfluss, der durch die Photovoltaik-Anlage erzeugt wird, zu ermitteln, wird ein so genannter Hall-Stromwandler eingesetzt. Der Vorteil eines solchen Stromwandlers gegenüber einem Shunt-Widerstand liegt darin, dass der Wandler der Photovoltaik-Anlage so gut wie keine Energie entzieht und somit quasi keine Verluste durch die Strommessung entstehen.

Das Messprinzip eines Hall-Stromwandlers beruht auf der Tatsache, dass jeder stromführende Leiter von einem Magnetfeld umgeben ist. Die Größe dieser magnetischen Feldstärke ist im freien Raum direkt proportional zum Strom  $I$  des Leiters und umgekehrt proportional zum Leiterabstand.

Wird in dieses Magnetfeld ein stromdurchflossener Halbleiter ( $I_{\text{Halbleiter}}$ ) mit ausgedehnter Querschnittfläche (z. B. eine Platte) gebracht, so werden die Elektronen durch die Lorentzkraft senkrecht zur Stromrichtung und senkrecht zum magnetischen Flussdichtevektor  $B$  abgelenkt (siehe Abbildung 1). In dieser Richtung entsteht als Folge der veränderten Elektronenkonzentration ein elektrisches Feld und damit auch eine Spannung. Diese Spannung wird

als Hall-Spannung bezeichnet und kann wie folgt berechnet werden:

$$U_H = A_H \cdot \frac{I \cdot B}{d}$$

Dabei ist  $A_H$  die Hall-Konstante,  $I$  der Strom des elektrischen Leiters, der das Magnetfeld erzeugt,  $B$  die magnetische Induktion senkrecht zum Strom durch den Halbleiter und  $d$  die Dicke der Halbleiterplatte. Durch Umformen der Gleichung kann auf die Stromstärke  $I$  des zu prüfenden elektrischen Leiters geschlossen werden:

$$I = d \cdot \frac{U_H}{A_H \cdot B}$$

### Schaltung

Die Schaltung des DC-Leistungsmessers EM 1000-DCM ist in Abbildung 2 zu sehen.

Die Betriebsspannung wird aus der 230-V-Netzspannung mit Hilfe des Netztransformators TR 1 sowie der nachgeschalteten Gleichrichter- und Stabilisierungsschaltung erzeugt. Mit Hilfe der Brückenschaltung D 1 bis D 4 wird die Wechselspannung gleichgerichtet und mittels des Spannungsreglers IC 1 auf 5 V stabilisiert. Dabei dienen der Elko C 1

parallel zur Brückenschaltung der Glättung der Spannung für den Spannungsregler IC 1 und der Elko C 3 zur Stabilisierung der Ausgangsspannung.

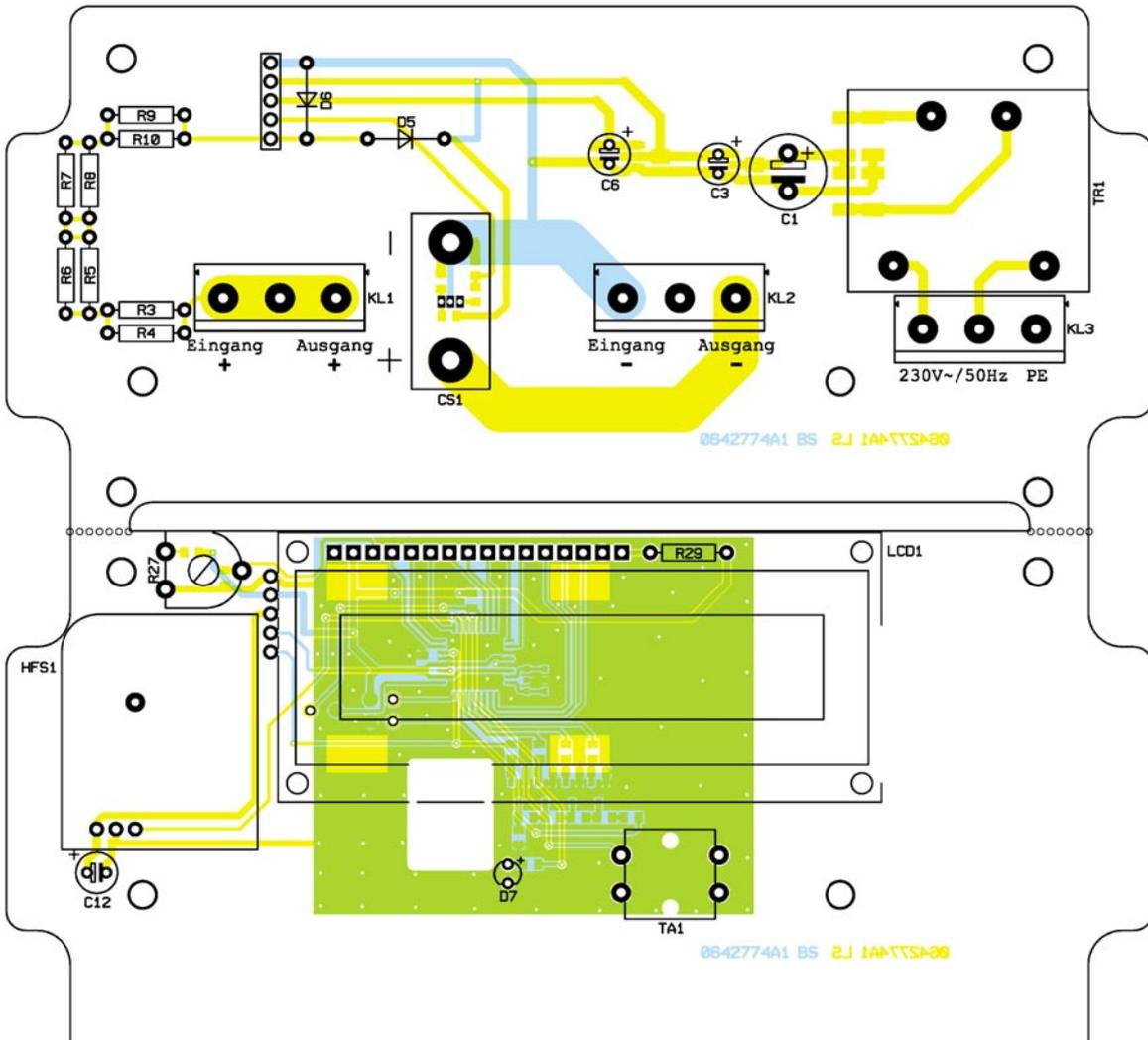
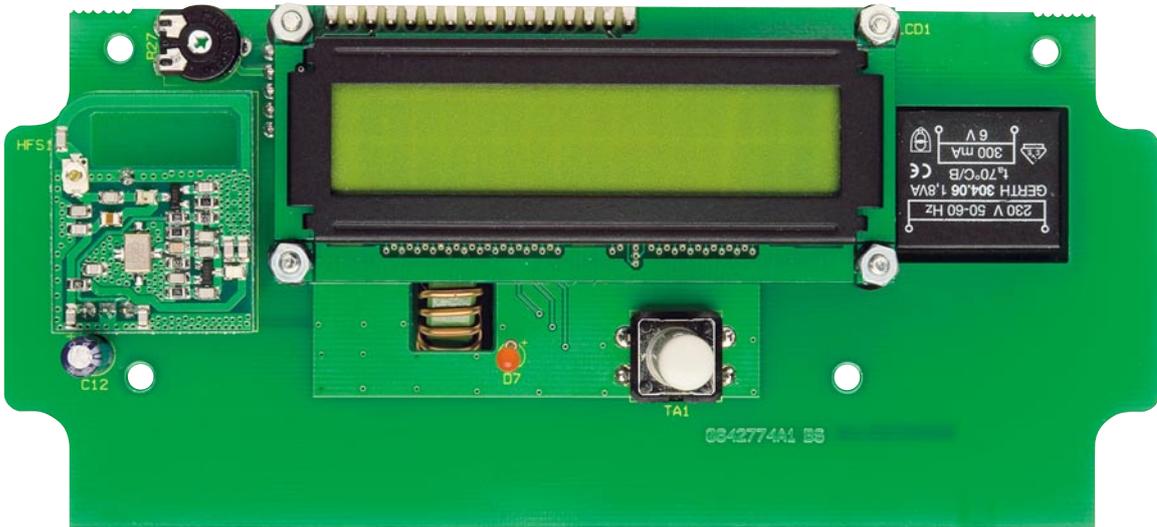
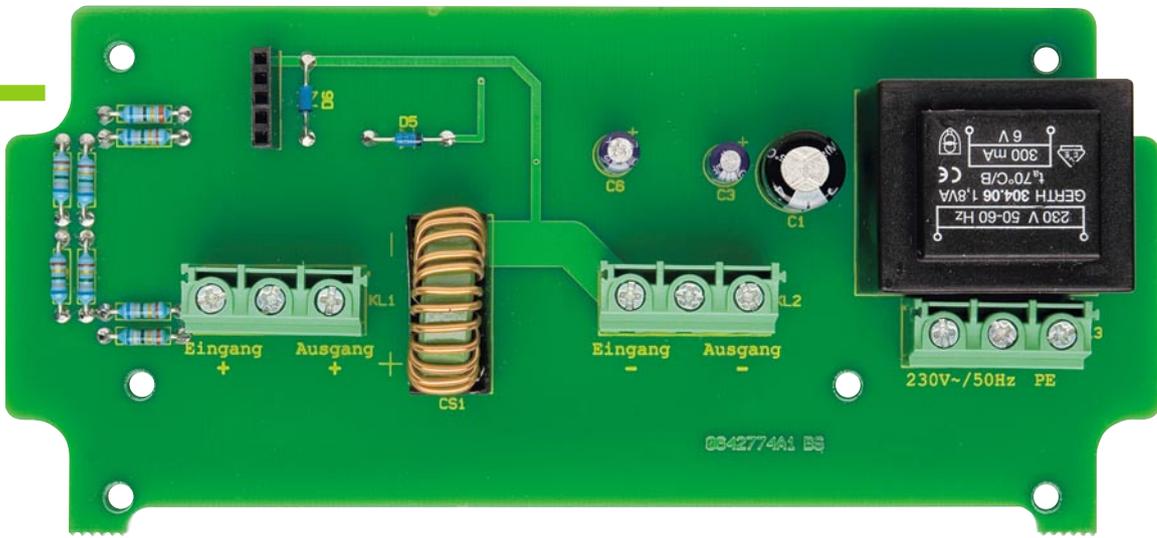
Da das Sendemodul mit einer Betriebsspannung von 3 V arbeitet, erzeugt der Spannungsregler IC 2 aus der 5-V-Spannung eine solche von 3 V. Hier sorgt der Elko C 6 am Spannungsreglerausgang für eine Stabilisierung. Die Kondensatoren C 2, C 4, C 5 und C 7 unterdrücken hochfrequente Störspannungen.

Zentrales Element der Schaltung ist der Mikrocontroller IC 3. Dieser übernimmt sämtliche logischen Verknüpfungen und Steueraufgaben des EM 1000-DCM. Zur Stabilisierung der internen Taktterzeugung des Prozessors auf 4 MHz ist an Pin 7 und 8 der Keramikschwinger Q 1 angeschlossen. Ein definierter Reset des Controllers nach dem Zuschalten der Betriebsspannung wird durch den Widerstand R 25 am Reset-Pin 29 erreicht. Hochfrequente Störungen an den Versorgungspins 4, 6, 18 und 20 werden mit Hilfe des Kondensators C 10 unterdrückt.

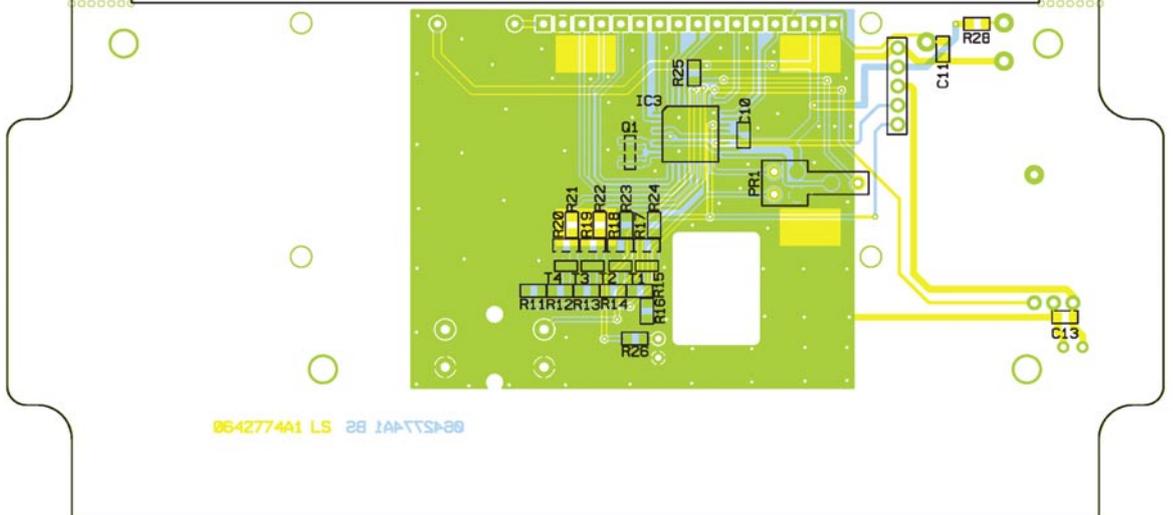
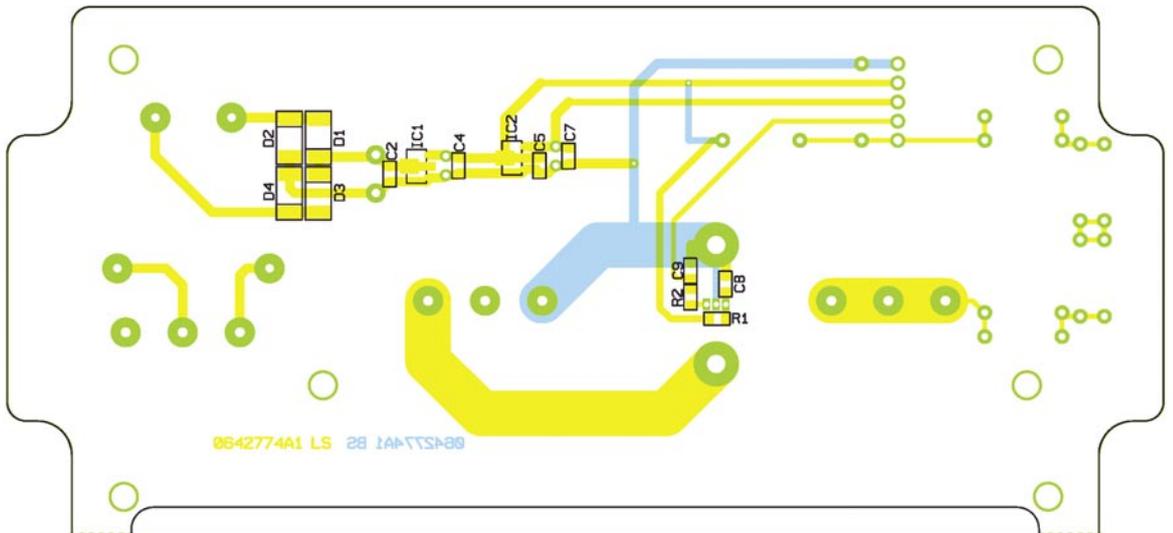
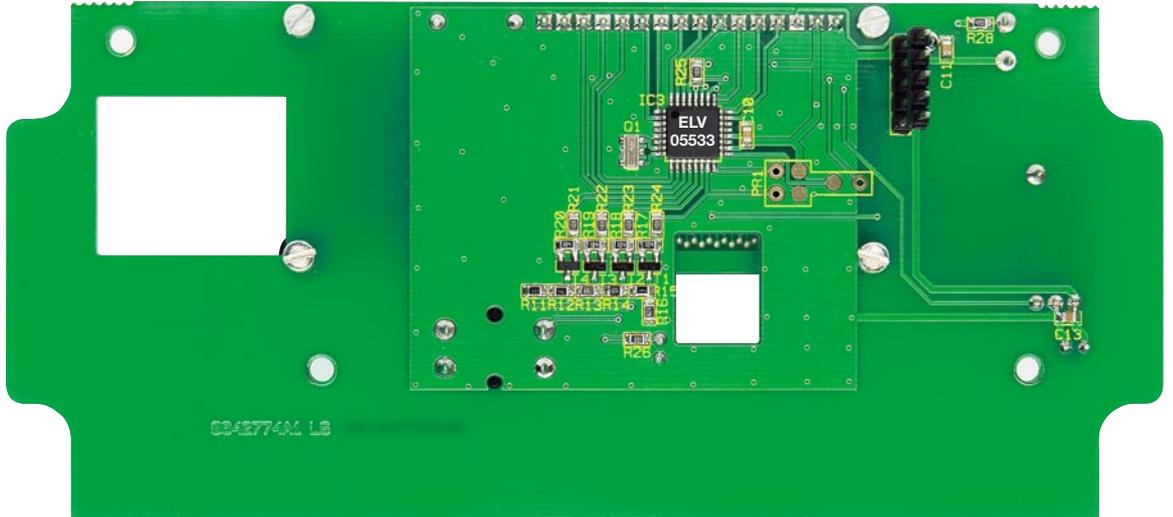
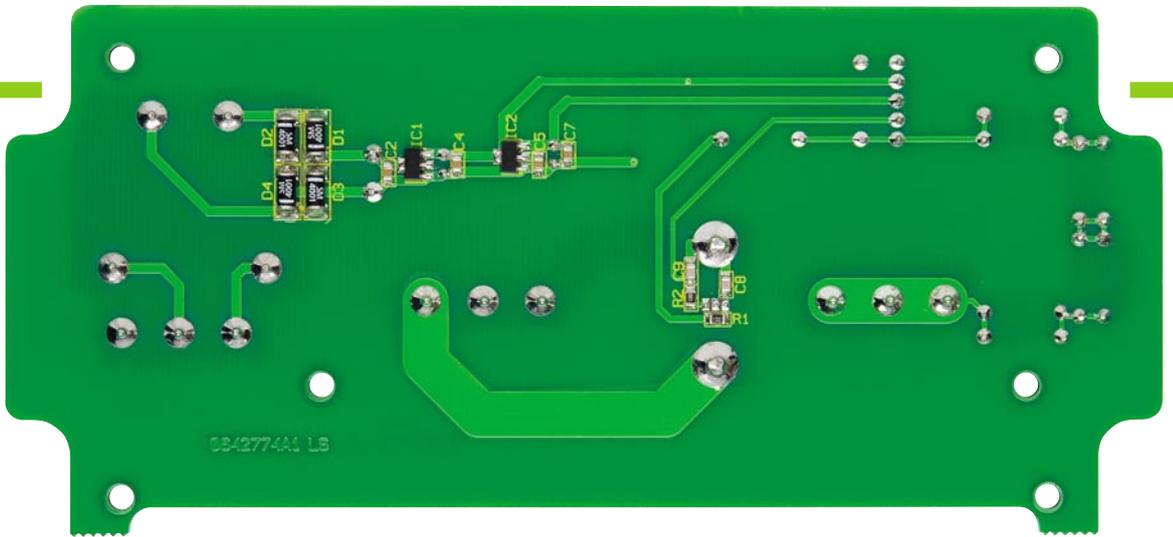
Der Bedienungstaster TA 1 dient, wie bereits beschrieben, dem Umschalten der Anzeige, der Änderung der Adresse und dem Zurücksetzen der Min./Max.-Werte sowie der aufgelaufenen Energiewerte.

Die Leuchtdiode D 7 signalisiert das Senden eines Datenpakets und leuchtet zu diesen Zeitpunkten immer kurz auf. Die

Ansicht der fertig bestückten Platinen des EM 1000-DCM mit zugehörigen Bestückungsplänen von der Bestückungsseite



Ansicht der fertig bestückten Platinen des EM 1000-DCM mit zugehörigen Bestückungsplänen von der Lötseite



**Wichtiger Sicherheitshinweis:**

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die durch ihre Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten.

zu versendenden Datenpakete gelangen direkt auf den Dateneingang des Sendemoduls HFS 1 und werden von diesem gesendet. Damit die Versorgungsspannung beim Senden der Daten nicht kurzzeitig zusammenbricht, ist der Elko C 12 zur Spannungspufferung parallel zum Sendemodul geschaltet. Der Kondensator C 13 sorgt für die Unterdrückung hochfrequenter Störspannungen.

Der Stromfluss der Photovoltaik-Anlage wird durch den Stromwandler CS 1 ermittelt. Dieser liefert an seinem Ausgang eine Spannung, die dem Stromfluss durch die Sensorspule proportional ist. Die Spannung wird auf den A/D-Eingang des Mikrocontrollers weitergeleitet und dort zur Berechnung des Stroms herangezogen.

Zur Ermittlung der Spannung der Anlage ist ein schaltbarer Spannungsteiler eingesetzt. Dieser besteht aus den Widerständen R 3 bis R 24 und den Transistoren T 1 bis T 4. Da der maximale Spannungswert bei Photovoltaik-Anlagen davon abhängt, wie viele Solarmodule in Reihe geschaltet sind, ist die Spannungsmessung für einen weiten Spannungsbereich vorgesehen. Um die Messung der Spannung trotzdem optimal durchführen zu können, erfolgt eine automatische Umschaltung der Messbereiche. Dabei prüft der Mikrocontroller vor jeder Messung zuerst, welcher Messbereich zu wählen ist, und schaltet anschließend mit Hilfe der Transistoren in den jeweils günstigsten Bereich.

Stellt der Controller beispielsweise fest, dass die Spannung der Photovoltaik-Anlage über 500 V liegt, steuert er den Transistor T 4 an. Dadurch wird dessen Kollektoranschluss nach Masse gezogen und die Spannung, die auf den A/D-Eingang des Mikrocontrollers gelangt (über den er die Spannungsberechnung vornimmt), ergibt sich aus dem Spannungsteiler der Widerstände R 3 bis R 10 und R 11, R 12.

Durch dieses Verfahren lassen sich alle Spannungsbereiche so abdecken, dass eine gute Genauigkeit bei der Berechnung der Spannung erzielt wird. Die Spannungsbereiche sind, wie auch im Schaltbild gekennzeichnet, von 0 bis 50 V, von 50 bis 100 V, von 100 bis 250 V, von 250 bis 500 V und

**Stückliste: DC-Leistungsmesser EM 1000-DCM**

**Widerstände:**

10 Ω/SMD/0805 .....	R1, R2
56 Ω .....	R29
330 Ω/SMD/0805 .....	R26
3,3 kΩ/SMD/0805 .....	R11, R12
4,7 kΩ/SMD/0805 .....	R28
6,8 kΩ/SMD/0805 .....	R13
10 kΩ/SMD/0805 .....	R21–R25
12 kΩ/SMD/0805 .....	R14
39 kΩ/SMD/0805 .....	R15
82 kΩ/SMD/0805 .....	R16
100 kΩ/SMD/0805 .....	R17–R20
680 kΩ .....	R3–R10
PT10, liegend, 1 kΩ .....	R27

**Kondensatoren:**

100 pF/SMD/0805 .....	C8, C9
100 nF/SMD/0805 .....	C2, C4, C5, C7, C10, C11, C13
10 µF/25 V .....	C3, C6
100 µF/16 V .....	C12
470 µF/25 V .....	C1

**Halbleiter:**

HT7550/SMD .....	IC1
HT7130/SMD .....	IC2
ELV05533/SMD .....	IC3
BC848C .....	T1–T4
SM4001/SMD .....	D1–D4
BAT43 .....	D5, D6
LED, 3 mm, Rot .....	D7
LCD MBC1620B, 2 x 16 Zeichen .....	LCD1

**Sonstiges:**

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD...Q1

Hall-Stromsensor PW-ICS-10, 10 A, print, stehend .....	CS1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1
Tastknopf, 18 mm .....	TA1
Schraubklemmleiste, 3-polig, 24 A/500 V .....	KL1–KL3
Trafo, 1 x 6 V/300 mA, print .....	TR1
Sendemodul TX868-75, 868 MHz .....	HFS1
Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade, print .....	LCD1
1 Stiftleiste, 1 x 5-polig, 26,1 mm, gerade, print	
1 Buchsenleiste, 1 x 5-polig, print, gerade	
4 Zylinderkopfschrauben, M2,5 x 12 mm	
6 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
4 Muttern, M2,5	
2 Muttern, M3	
4 Fächerscheiben, M2,5	
4 Distanzrollen, M3 x 5 mm	
4 Abstandsbolzen, M3, 25 mm, 1 x Innen- und 1 x Außengewinde	
5 Kabeldurchführungen, ST-M16 x 1,5 mm, Silbergrau	
5 Kunststoffmutter, M16 x 1,5 mm	
4 Holzschrauben, 3,5 x 30 mm	
4 Dübel, 6 mm	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP65, komplett, bearbeitet und bedruckt	
100 cm Solarleitung, flexibel, 4 mm <sup>2</sup> , Rot	
100 cm Solarleitung, flexibel, 4 mm <sup>2</sup> , Blau	

von 500 bis 1000 V unterteilt.

Die Dioden D 5 und D 6 sind eine reine Schutzbeschaltung, die dafür sorgt, dass bei Betriebsspannungsausfall des EM 1000-DCM die Spannung am Mikrocontrollereingang ADC 7 nicht den erlaubten Maximalwert überschreitet.

Zur Darstellung der Energiewerte dient das zweizeilige Display LCD 1. Dieses ist direkt mit dem Mikrocontroller verbunden. Die Ansteuerung wird mittels dreier Steuerleitungen RS, R/W, CE und acht Busleitungen D0 bis D7 realisiert. Mit Hilfe des Potentiometers R 27 ist eine Kontrasteinstellung des Displays nach Bedarf möglich.

**Nachbau**

Der Leistungsmesser EM 1000-DCM besteht aus einer Basis- und einer Steuerplatine, die in einer Mischbestückung mit bedrahteten und SMD-Bauteilen ausgeführt sind. Aufgrund von Bauteiltoleranzen ist nach dem Schaltungsaufbau ein Strom- und Spannungsabgleich vorzunehmen, der

nur mit Hilfe von speziellen Laborgeräten durchgeführt werden kann. Deshalb wurden neben sämtlichen SMD-Komponenten auch schon einige bedrahtete Bauteile vorbestückt, um den Abgleich bereits bei der Produktion der so vorbestückten Platine durchführen zu können.

Die restliche Bestückung der noch fehlenden Bauteile erfolgt anhand des Bestückungsdrucks und der Stückliste. Hilfreiche Zusatzinformationen kann man auch den Platinenfotos entnehmen.

Um die Basisplatine zu vervollständigen, sind zunächst die Dioden D 5 und D 6 zu bestücken. Dazu sind deren Anschlüsse entsprechend dem Rastermaß abzuwickeln und die Bauteile polrichtig an den vorgegebenen Positionen zu platzieren. Anschließend sind sie von der Rückseite der Platine (Lötseite) zu verlöten.

Es folgt die Bestückung der Verbindungsbuchse zur Steuerplatine. Beim Verlöten der Pins ist hier darauf zu achten, dass die Buchse exakt im Winkel von 90 Grad zur Platine platziert wird.

Als Nächstes sind die 3 Anschlussklem-

men KL 1 bis KL 3 zu bestücken und auf der Rückseite zu verlöten. Dabei sollte reichlich Lötzinn verwendet werden, um eine gute Kontaktierung zu gewährleisten.

Abschließend folgt die Bestückung des Netztrafos. Dieser ist wie die Anschlussklemmen auf der Bestückungsseite der Platine zu platzieren und seine Anschlüsse sind anschließend mit reichlich Lötzinn auf der Rückseite zu verlöten.

Es folgt das Einsetzen von zwei Abstandshaltern, die später für die Befestigung der Steuerplatine benötigt werden. Diese sind in die Bohrungen unterhalb der Anschlussklemmen von der Bestückungsseite aus zu bestücken und anschließend mit zwei Muttern M3 auf der Rückseite zu befestigen.

Damit ist die Basisplatine fertig gestellt und kann in das Gehäuse eingesetzt werden. Die Platine ist auf dem Gehäuseboden mit Hilfe zweier weiterer Abstandshalter und zweier Zylinderkopfschrauben M3 x 5 mm zu befestigen. Die Zylinderkopfschrauben sind dabei für die Befestigung am unteren Rand und die Abstandshalter für die Befestigung am oberen Rand vorgesehen.

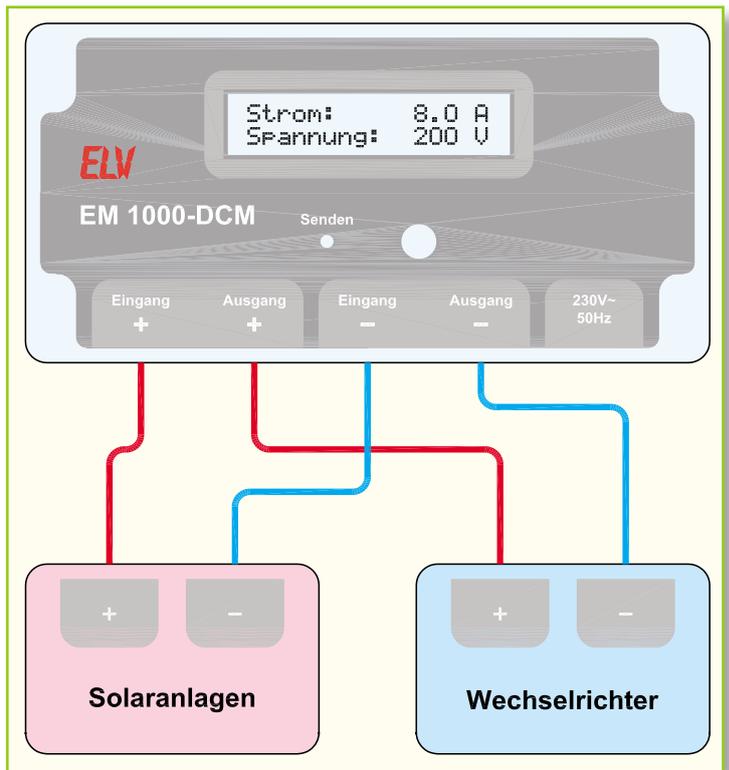
Bevor die Steuerplatine mit der Basisplatine im Gehäuse verbunden werden kann, ist sie mit den restlichen Bauteilen zu bestücken. Hier sind zunächst der Taster TA 1, der Elko C 12 und das Potentiometer R 27 an ihren durch den Bestückungsdruck vorgegebenen Positionen einzusetzen und ihre Anschlüsse auf der Rückseite zu verlöten. Bei der Bestückung des Elkos ist auf die Polung zu achten, damit es bei der späteren Inbetriebnahme nicht zur Zerstörung des Bauteils kommt. Im Regelfall ist am Elko der Minuspol markiert.

Anschließend erfolgt die Bestückung des Sendemoduls. Um die Sendereichweite des Gerätes zu optimieren, sollte das Modul nicht direkt auf der Steuerplatine aufliegen, sondern beim Verlöten mit einem Abstand von 3 bis 4 mm zur Steuerplatine befestigt werden.

Das Display ist mit Hilfe einer 16-poligen Stiftleiste mit der Steuerplatine zu verbinden. Dazu ist zunächst die Stiftleiste im rechten Winkel mit der Steuerplatine zu verlöten. Anschließend steckt man die Displayplatine auf die Stiftleiste auf. Bevor Stiftleiste und Displayplatine miteinander verlötet werden, sind die 5 mm langen Distanzrollen zwischen Display- und Steuerplatine zu positionieren und mit den beiliegenden M2,5-Zylinderkopfschrauben, Muttern und Zahnscheiben zu befestigen.

Als Letztes folgt das Einsetzen und Verlöten der 5-poligen Stiftleiste auf der Steuerplatine. Diese sorgt für die elektrische Verbindung mit der Basisplatine. Hierbei ist das Ende der Stiftleiste mit den kürzeren Stiftenden in die entsprechenden Durchkontaktierungen der Steuerplatine

**Bild 3:**  
**Das Anschlussschema des DC-Leistungsmessers**



von der Lötseite aus zu bestücken und auf der Bestückungsseite zu verlöten. Beim Verlöten ist darauf zu achten, dass die Stiftleiste im rechten Winkel zur Steuerplatine befestigt wird. Vor dem Verlöten sind an dem Ende der Stiftleiste mit den längeren Stiftenden die Stifte um etwa 1 mm Länge zu kürzen.

Damit ist der Nachbau beendet und das Gerät kann zunächst probeweise in Betrieb genommen werden. Die Leitung für die Spannungsversorgung ist dazu an die Klemme KL3 anzuschließen. Sobald die Leitung angeschlossen ist, verbindet man die Steuerplatine mit der Basisplatine über die Stiftleiste und befestigt die Steuerplatine mit Hilfe der 4 Zylinderkopfschrauben M3 x 5 mm. Jetzt kann die Betriebsspannung zugeschaltet werden, und im Display erscheint für ca. 2 Sekunden der Gerätenamen und die Software-Versionsnummer. Anschließend wechselt die Anzeige zur Strom- und Spannungsanzeige. Mit Hilfe des Tasters testet man nun die weiter vorn erläuterten Menüpunkte.

Ist der Display-Kontrast zu schwach bzw. zu stark, ist dieser mit Hilfe des Potentiometers nachzujustieren. Danach geht es an die Installation des Gerätes zwischen Solaranlage und Wechselrichter.

### Installation

In Abbildung 3 ist das Anschlussschema des DC-Leistungsmessers EM 1000-DCM mit Solaranlage und Wechselrichter dargestellt. Wie man der Abbildung entnehmen kann, ist der DC-Leistungsmesser lediglich zwischen beiden Komponenten einzu-

schleifen. Die Installation kann mit dem beigefügten Solarkabel erfolgen.

Nach Auswahl eines geeigneten Montageplatzes wird das Gehäuse mit Hilfe der beigelegten Dübel und Schrauben an einer Wand montiert und befestigt.

Um eine sichere Zugentlastung zu gewährleisten, sind für die Kabelbefestigung fünf Kabelverschraubungen beigelegt. Um die Montage der Netzzuleitung und der Solarkabel so einfach wie möglich zu gestalten, sollten diese Verschraubungen nicht von vornherein im Gehäuse verschraubt werden, sondern nach und nach mit der Installation der einzelnen Kabel, wie folgend beschrieben.

Beim Verschrauben der (spannungslosen, also von der Solaranlage und vom Wechselrichter getrennten!) Solarleitungen sollte man in dieser Reihenfolge vorgehen: Kabel abisolieren (etwa 6 mm), Kabelverschraubung über die Leitung schieben, Kabel durch die entsprechende Bohrung an der Unterseite des Gehäuses führen, Gegenmutter von der Gehäuseinnenseite über das Kabel schieben, die Kabelenden in die Anschlussklemme einführen und dort verschrauben. Schließlich befestigt man die Kabelverschraubung mit Hilfe der Mutter am Gehäuse. Anschließend ist die Kabelverschraubung so weit festzudrehen, dass eine sichere Zugentlastung gewährleistet ist.

Die Kabel sind nun zuerst am Wechselrichter anzuklemmen und dann an der Solaranlage, um versehentliche Kurzschlüsse zu vermeiden. Erst dann wird der Leistungsmesser an das 230-V-Netz angeschlossen und kann den Betrieb aufnehmen. **ELV**