

# Solar-Akku-Monitor

**Der Solar-Akku-Monitor ermittelt aus der zugeführten sowie aus der entnommenen Energie die Ladungsbilanz eines 12V-Solar-Akkus und zeigt diese ständig mit 0,1Ah-Auflösung auf einem großen, gut ablesbaren LC-Display an.**

## Allgemeines

Der Energieinhalt eines über Solar-Module geladenen Blei-Akkus ist kaum kalkulierbar, da der Ladestrom bei unterschiedlicher Sonneneinstrahlung stark schwankt und in der Regel die entnommene Energiemenge unbekannt ist.

Bereits nach kurzer Betriebszeit kann der Überblick über den Ladungsinhalt des Akkus verlorengehen. Doch gerade um die verbleibende Betriebsdauer eines Akkusystems zu kalkulieren ist eine Inhaltsanzeige wünschenswert, die über die Ladungsbilanz des Akkus Buch führt.

Genau diese Aufgabe übernimmt der ELV-Solar-Akku-Monitor. Aus der zugeführten Energie und der entnommenen Energie wird unter Berücksichtigung der Ladungsverluste der Ladungsinhalt des Akkus ermittelt.

Auf einem LC-Display ist die aus einem voll geladenen Bleisammler entnommene Energie dann jederzeit gut ablesbar.

Das Funktionsprinzip des Solar-Akku-Monitors ist einfach. Hinein- und herausfließende Ströme werden im Akku-Monitor erfaßt, und anschließend wird durch zeitliche Integration die Ladungsbilanz erstellt. Die Ladungsmenge ist somit nichts anderes als ein Produkt aus Strom und Zeit.

Der Solar-Akku-Monitor ist so konzi-

piert, daß wahlweise Akkukapazitäten von 0 bis 999 Ah mit 1Ah-Auflösung oder von 0 bis 99,9 Ah mit 0,1Ah-Auflösung erfaßbar sind. Die Auswahl des Erfassungsbereichs ist vor Inbetriebnahme mit Hilfe eines internen Umschalters vorzunehmen.

Mit internem Stromshunt ist die Schaltung für Lade- und Entladeströme von 16 A ausgelegt, wobei sowohl der Akku als auch das Solarpanel und der Verbraucher direkt

am Akku-Monitor anschließbar sind.

Für die meisten Solaranwendungen sind 16 A entsprechend 220W-Leistung bei 13,8V-Akkuspannung ausreichend.

Sollen hingegen höhere Lade- und Entladeströme verarbeitet werden, so ist auch extern der ELV-200A-Präzisions-Leistungshunt PLS 200 mit 1mΩ-Innenwiderstand nutzbar. Vom Akku-Monitor sind dann Lade- und Entladeströme bis 160 A, entsprechend 2200 VA bei 13,8V-Akkuspannung erfaßbar.

Ausgangspunkt für den Solar-Akku-Monitor ist ein voll geladener Blei-Akku, wobei nach dem Anschließen und Einschalten des Akku-Monitors auf dem Display „000“ erscheint. Von dieser „Startposition“ ausgehend, registriert der Solar-Akku-Monitor die entnommene Strommenge in Ah, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Strommenge, die vom Solarpanel nachgeladen wird.

Im Entlade-Modus wird die Zählung bei Erreichen der Entladeschlusspannung von 10,5 V, d. h. wenn der Akku keine Energie mehr liefern kann, automatisch gestoppt, und im Lade-Modus besteht die Möglichkeit, den Zähler bei Überschreiten der Gasungsspannung von 14,4 V automatisch auf „000“ (volle Kapazität) zu setzen. Zur zusätzlichen Information erscheint bei Unterschreiten der Entladeschlusspannung im Display „Low-Bat“.

### Technische Daten: Solar-Akku-Monitor

Akku-Nennspannung: ..... 12 V

Max. Ladestrom:

16 A mit internem Shunt

160 A mit externem Shunt

Max. Entladestrom:

16 A mit internem Shunt

160 A mit externem Shunt

Kapazitätsbereich: ..... umschaltbar,

0-99,9 Ah mit 0,1Ah-Auflösung

0-999Ah mit 1Ah-Auflösung

Ladeanzeige: ..... Pluszeichen

Entladeanzeige: ..... Minuszeichen

Akku-Spannungsüberwachung:

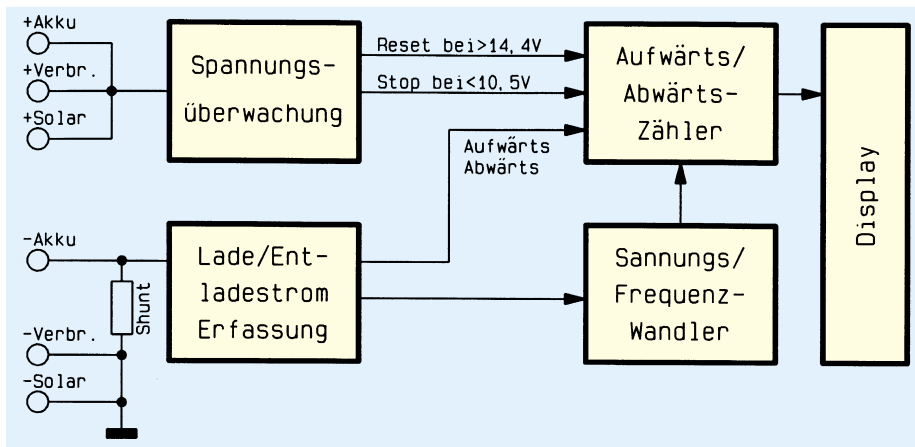
Low-Bat-Anzeige, Schaltausgänge

für <10,5 V (Entladeschlusspannung

und >14,4 V (Überspannung)

Stromaufnahme: ..... <10 mA

Abmessungen: ..... 131 x 68 x 50 mm



**Bild 1: Blockschaltbild des Solar-Akku-Monitors**

Beide Informationen, d. h. sowohl das Erreichen der Entladeschlussspannung als auch das Erreichen der Gasungsspannung, stehen an Open-Kollektor-Transistor-Stufen zur Steuerung einer externen Schutzschaltung zur Verfügung.

Als weitere Information wird auf dem Display im Lade-Modus ein blinkendes Pluszeichen und im Entlade-Modus ein blinkendes Minuszeichen angezeigt, dessen Blinkfrequenz sich proportional zum aktuell fließenden Lade- bzw. Entladestrom verändert. Somit steht neben dem Status Laden und Entladen auch indirekt eine Information über die Höhe des aktuell fließenden Stromes zur Verfügung.

### Blockschaltbild

Das Blockschaltbild (Abbildung 1) verschafft einen ersten Überblick über die relativ einfache Funktionsweise des Solar-Akku-Monitors.

Der vom Lade- bzw. Entladestrom hervorgerufene Spannungsabfall am Shunt wird von der Lade-/Entladestromerfassung (unten links) ausgewertet und in eine proportionale Spannung umgesetzt. Gleichzeitig gibt die Polarität des Spannungsabfalls am Shunt Auskunft darüber, ob der Akku geladen oder entladen wird.

Die stromproportionale Spannung steuert den Eingang eines Spannungs-Frequenzwandlers. Am Ausgang des U/f-Wandlers erhalten wir dann eine zur Eingangsspannung und somit zum fließenden Strom proportionale Frequenz.

Das Ausgangssignal des U/f-Wandlers steuert einen 3stelligen dezimalen Aufwärts-/Abwärtszähler, wobei die Zählrichtung von der Lade-/Entladestromerfassung vorgegeben wird.

Angezeigt wird der aktuelle Zählerstand auf einem gut ablesbaren 3stelligen LC-Display.

Die Spannungsüberwachung des Akku-Monitors ist im Blockschaltbild oben links zu sehen. Sobald die Entladeschlussspannung von 10,5 V unterschritten wird, schrei-

tet die Zählung nicht mehr fort, während bei Erreichen der Gasungsspannung ein Zurücksetzen des Aufwärts-/Abwärtszählers möglich ist.

### Schaltung

Die gesamte Schaltung des Solar-Akku-Monitors ist in Abbildung 2 zu sehen.

Betrachten wir zuerst unten links im Schaltbild die Anschlußklemmen KL 1 bis KL 6. Hier ist zu sehen, daß in der Minusleitung zwischen Akku und Verbraucher bzw. zwischen Akku und Solarpanel ein 10mΩ-Shunt-Widerstand (R 21) aus Manganindraht zur Erfassung des Lade- und Entladestromes geschaltet ist.

Sowohl der Ladestrom als auch der Entladestrom verursachen einen Spannungsabfall am Shunt, der direkt proportional zum fließenden Strom ist.

Die Polarität der am Shunt abfallenden Spannung ist davon abhängig, ob der Akku geladen oder entladen wird.

Beim maximal zulässigen Lade- bzw. Entladestrom von 16 A erhalten wir jeweils 160mV-Spannungsabfall am Shunt, jedoch mit entgegengesetzter Polarität.

Die Entlade- und Ladestromerfassung erfolgt mit Hilfe der beiden Operationsverstärker IC 12 A und IC 12 B. Der hier eingesetzte Dual-Operationsverstärker des Typs TLC 277 verfügt über hochohmige Feldeffekt-Eingänge und ist sogar in der Lage, Eingangsspannungen zu verarbeiten, die 0,2 V unterhalb des negativen Versorgungsspannungsanschlusses liegen. Des weiteren verfügt der Baustein über integrierte ESD-Schutzmaßnahmen.

Der als invertierender Verstärker geschaltete Operationsverstärker IC 12 A ist für den Entladezweig zuständig. Die Verstärkung ist durch die Widerstände R 20 und R 27 auf exakt 10 festgelegt, so daß 160mV-Spannungsabfall am Shunt 1,6 V am Ausgang (Pin 1) des OPs ergeben.

Da die Ausgangsspannung nicht unter die negative Betriebsspannung sinken kann, stellt sich im Ladebetrieb (KL 4 positiv

gegenüber KL 5 und KL 6) grundsätzlich 0 V am Ausgang ein.

Durch den mit IC 12 B aufgebauten nicht-invertierenden Operationsverstärker wird im Lade-Modus (KL 4 positiv gegenüber KL 5 und KL 6) die am Shunt abfallende Spannung verstärkt.

Da jedoch der Ladevorgang eines Akkus mit Verlusten behaftet ist, muß dem Akku mehr Energie zugeführt werden, als später wieder entnehmbar ist.

Je nach Akkutyp, Ladestrom, Umgebungstemperatur und Alter des Bleisammlers kann der Ladefaktor zwischen 1,2 und 1,4 variieren, d. h. dem Akku muß beim Ladevorgang 1,2- bis 1,4mal soviel Energie zugeführt werden, wie anschließend wieder zur Verfügung steht.

Zur Anpassung an die individuellen Erfordernisse ist daher beim Solar-Akku-Monitor mit Hilfe des Trimmers R 24 der Ladefaktor zwischen 1,15 und 1,45 einstellbar. Zu bedenken ist in diesem Zusammenhang jedoch, daß gewisse Toleranzen bei der Anzeige der Ladebilanz des Akkus in Kauf genommen werden müssen, wobei Selbstentladung, Temperatureinflüsse sowie Auswirkungen bei der Entnahme unterschiedlich starker Ströme eine Rolle spielen.

Die zum Entladestrom proportionale Spannung am Ausgang des IC 12 A und die zum Ladestrom proportionale Spannung am Ausgang des IC 12 B werden über die Widerstände R 28 und R 29 zusammengefaßt und dem mit IC 5 C aufgebauten nicht-invertierenden Verstärker zugeführt.

Da grundsätzlich immer ein OP-Ausgang auf 0 V liegt, fungieren die Widerstände R 28 und R 29 gleichzeitig als Spannungsteiler durch 2.

Die Verstärkung des nachgeschalteten nicht-invertierenden Operationsverstärkers IC 5 C wird durch das Verhältnis der Widerstände R 35 zu R 34 + 1 festgelegt und beträgt somit 9,15fach.

Betrachten wir nun die Spannungsverhältnisse beim Entladevorgang. Wie bereits erwähnt, fallen bei 16A-Entladestrom 160 mV am Shunt ab. Verstärkt mit dem Faktor 10 erhalten wir dann am Ausgang des IC 12 A 1,6 V.

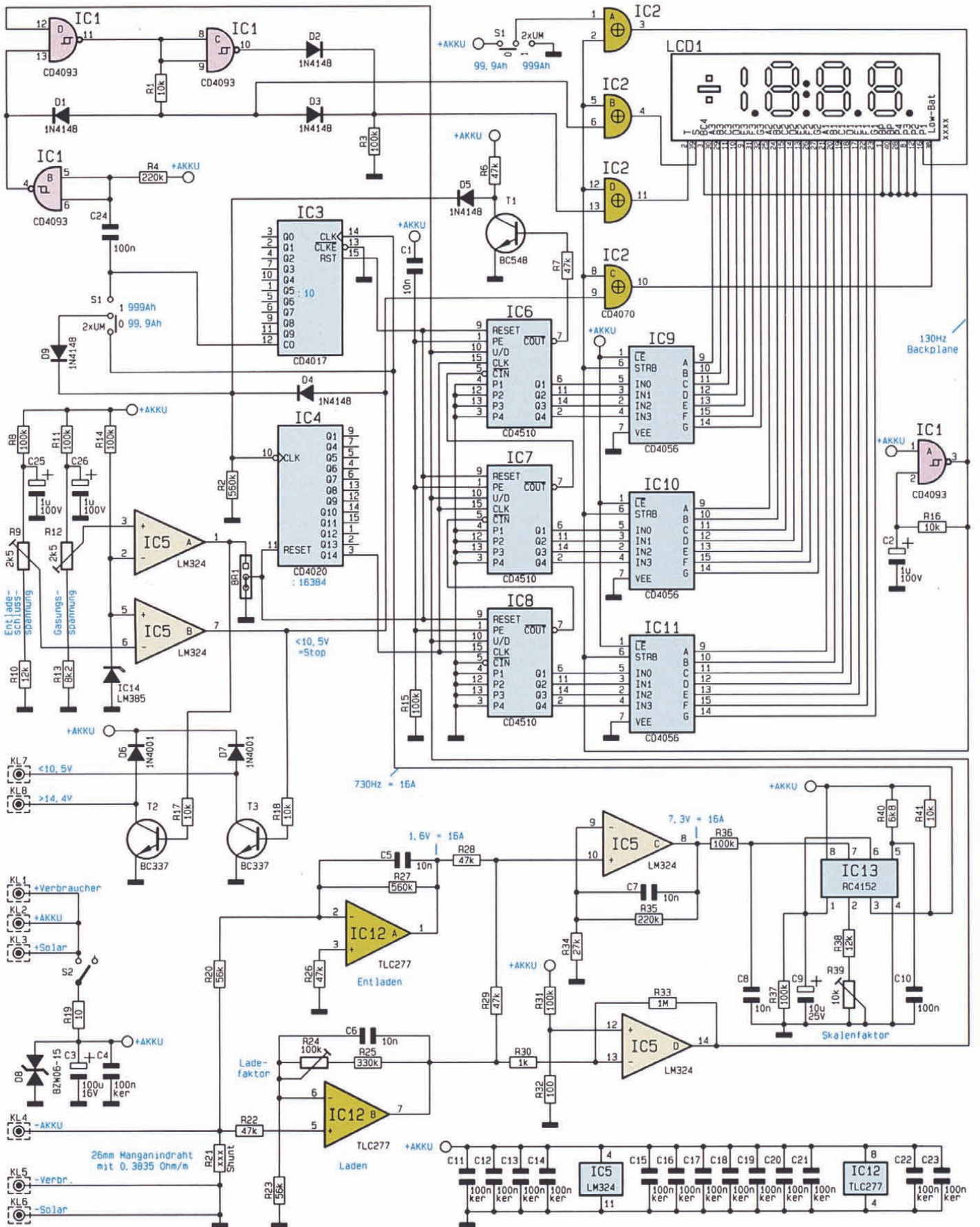
Diese Spannung wird mit R 28, R 29 durch 2 geteilt und mit dem Verstärkungsfaktor des IC 5 C multipliziert. Am Ausgang des IC 5 C steht dann bei 16A-Entladestrom eine Gleichspannung von ca. 7,3 V an.

Die Information „Laden“ oder „Entladen“ liefert der mit IC 5 D aufgebaute Komparator mit Hysterese.

Sobald die zum Ladestrom proportionale Spannung am IC 12 B (Pin 7) 12 mV übersteigt, wechselt der Komparatorausgang von „high“ nach „low“.

Doch nun zurück zum Ausgang des nicht-invertierenden Verstärkers IC 5 C.





**Bild 2: Schaltbild des Solar-Akku-Monitors**

Die dem Lade- bzw. Entladestrom direkt proportionale Ausgangsspannung des OPs wird über R 36 dem Eingang des mit IC 13 aufgebauten Spannungs-/Frequenzwandlers zugeführt. Dieser setzt die Eingangsgleichspannung in eine direkt dazu

proportionale Frequenz um, d. h. im Akku-Monitor werden 0 bis 10 V Gleichspannung in einer Frequenz von 0 bis 1 kHz am Ausgang (Pin 3) des RC 4152 umgesetzt.

Die externe Beschaltung des RC 4152 ist minimal. Während C 8 zur Störunter-

drückung dient, legen C 9 und C 10 die maximal mögliche Ausgangsfrequenz fest.

Hierdurch ist auch leicht eine Anpassung des Akku-Monitors an den extern am Akku anschließbaren ELV-200A-Präzisions-Leistungs-Shunt PLS 200 mit  $1\text{m}\Omega$ -Innenwiderstand möglich.

Durch Verändern des Elkos C 9 von  $10\ \mu\text{F}$  auf  $1\ \mu\text{F}$  und Verändern des Folienkondensators C 10 von  $100\ \text{nF}$  auf  $10\ \text{nF}$  wird sich bei 0 bis 10 V Eingangsspannung die proportionale Ausgangsfrequenz an Pin 3 des IC 13 zwischen 0 und 10 kHz bewegen.

Aufgrund der in diesem Fall möglichen hohen Ströme bis zu 160 A müssen sowohl das Solarpanel als auch der Verbraucher direkt am Akku und am Leistungs-Shunt angeschlossen werden, wobei der interne Shunt R 21 dann entfällt. Die Verbindung zum Solar-Akku-Monitor kann dann über 3 relativ dünne „Sense-Leitungen“ (KL 1, KL 4, KL 5) erfolgen (Abbildung 3).

Als weitere externe Beschaltung sind am Open-Kollektor-Ausgang des RC 4152 der Pull-up-Widerstand R 41 sowie die Widerstände R 37 bis R 40 erforderlich. R 39 dient zur exakten Einstellung des Skalenfaktors.

Die größte Meßspannung des RC 4152 muß ca. 3 V unterhalb der Betriebsspannung bleiben, so daß bei leerem Akku (10,5 V) maximal 7,5V-Eingangsspannung zulässig sind.

Die Akku-Spannungsüberwachung erfolgt mit Hilfe der beiden als Komparator geschalteten Operationsverstärker IC 5 A und IC 5 B. Hier wird jeweils die Akkuspaltung mit der an Pin 2 und Pin 5 anliegenden Referenzspannung von 1,23 V verglichen.

Ein 12V-Blei-Akku gilt bei einer Spannung von  $<10,5\ \text{V}$  als leer. Dementsprechend ist R 9 so einzustellen, daß der Ausgang des Komparators IC 5 B (Pin 7) bei Unterschreiten von 10,5 V von „low“ nach „high“ wechselt.

Im Ladebetrieb ist zu beachten, daß die Gasungsspannung von 2,4 V je Zelle, d. h. beim 12V-Akku 14,4 V, auf keinen Fall überschritten wird.

Üblicherweise wird ein 12V-Bleiakku mit einer Konstantspannung von 13,8 V geladen. Je nach Ladezustand stellt sich der Strom dann automatisch ein.

Die Lade-Spannungsbegrenzung auf 13,8 V wird nicht vom Akku-Monitor vorgenommen, sondern ist Aufgabe eines Solar-Reglers.

Da ein Bleiakku ab 2,4V-Zellenspannung nicht mehr in der Lage ist, die zugeführte Energie aufzunehmen, ist der Trimmer R 12 so einzustellen, daß bei Überschreiten von 14,4 V der Ausgang des Komparators IC 5 A (Pin 1) von „low“ nach „high“ wechselt.

Kehren wir zurück zum Ausgang des U/f-Wandlers IC 13, Pin 3. Die hier anstehende entlade- bzw. ladestromproportionale Frequenz wird zum einen dem Dezimalzähler IC 3 und zum anderen über S 1 und D 9 dem 14stufigen Binärzähler IC 4 jeweils am Clock-Eingang zugeführt.

Der Meßbereich des Solar-Akku-Monitors ist abhängig von der Schalterstellung des internen Umschalters S 1.

In der eingezeichneten Schalterstellung beträgt der Kapazitätsbereich des Akku-Monitors 99,9 Ah, während in der oberen Schalterstellung (999 Ah) mit IC 3 eine zusätzliche Teilung durch 10 erfolgt.

Ausgehend von einem 16A-Entladestrom erhalten wir im 99,9Ah-Kapazitätsbereich am Clock-Eingang des 14stufigen Binärzählers IC 4 in der Sekunde 730 Taktimpulse. Geteilt durch  $2^{14}$  (16.384) ergibt das am Ausgang Q 14 des Zählers 160 Impulse in der Stunde entsprechend 16 Ah mit 0,1Ah-Auflösung.

Die von IC 4, Pin 3 gelieferten Impulse werden parallel auf die Takteingänge der kaskadierten dekadischen Aufwärts-/Abwärts-Zähler IC 6 bis IC 8 gegeben.

Wenn der Anschluß up/down (Pin 10)

High-Pegel führt, schreitet die Zählung bei jeder positiven Taktflanke (Low-High-Übergang) um eine Zählung aufwärts, während bei einem Low-Signal am Anschluß 10 die Zählung bei jeder positiven Taktflanke um eine Zählung abwärts fortschreitet.

Hat der erste Zähler, IC 8, seine maximale Zählung im Aufwärtsbetrieb erreicht, so geht das Carry-Out-Signal für die Dauer eines Zählerstandes auf Low-Potential und taktet den nächsten Zähler (IC 7) einen Zählerstand weiter. Das gleiche gilt natürlich auch, wenn IC 7 seinen maximalen Zählerstand erreicht hat.

Das Carry-Out-Ausgangssignal des letzten Zählers (IC 6) nimmt in Aufwärtsrichtung beim Gesamtzählerstand 999 und in Abwärtsrichtung beim Gesamtzählerstand 000 Low-Pegel an.

Über den als Inverter geschalteten Transistor T 1 wird sowohl in Aufwärts- als auch in Abwärtsrichtung ein Überlauf des Zählers und somit der Anzeige verhindert.

Im Einschaltmoment werden durch einen kurzen High-Impuls über C 1 sämtliche Zähler parallel mit 0000 geladen.

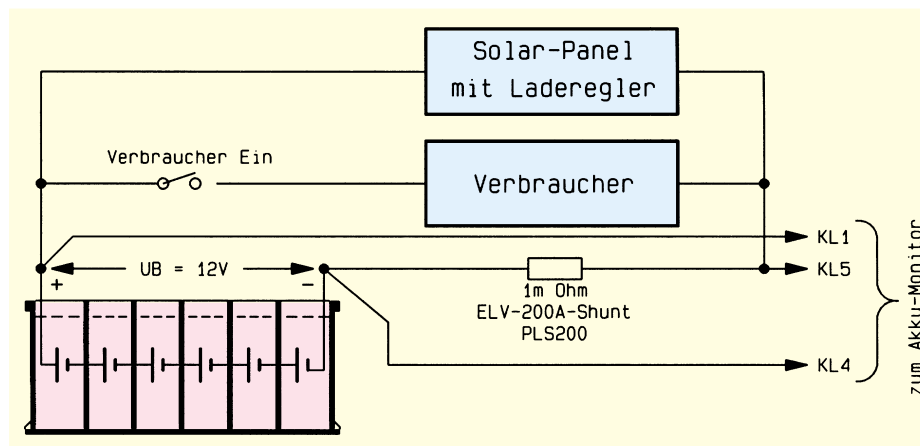
Sämtliche Zähler des Solar-Akku-Monitors werden gestoppt, wenn die Akkuspaltung 10,5 V unterschreitet. Des weiteren erfolgt bei zu geringer Akkuspannung über das EXOR-Gatter IC 2 C die Ansteuerung der „Low-Bat“-Anzeige des Displays.

Über BR 1 besteht die Möglichkeit, den Akku-Monitor bei Überschreiten der Gasungsspannung von 14,4 V (2,4 V je Zelle) automatisch auf die volle Kapazität (000) zu setzen, da der Akku unter normalen Ladebedingungen dann nicht mehr in der Lage ist Energie aufzunehmen. Diese Funktion ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn während des normalen Ladebetriebs diese Spannung zu keinem Zeitpunkt überschritten wird. Defaultmäßig sind die Reseteingänge der Zähler mit Masse verbunden.

Die BCD-Ausgangssignale der 3 Zählerbausteine (IC 6 bis IC 8) werden jeweils einem BCD-zu-7-Segment-Decoder (IC 9 bis IC 11) zur Ansteuerung der Flüssigkristall-Anzeige zugeführt. Diese ICs nehmen eine weitere Codeumsetzung zur Ansteuerung des Displays vor.

Das Schmitt-Trigger-NAND-Gatter IC 1 A ist als Oszillator geschaltet und dient zur Erzeugung des Backplane-Signals des LC-Displays (130 Hz).

Wie bereits erwähnt, wird im Lade-Modus das Pluszeichen und im Entlade-Modus das Minuszeichen des LC-Displays mit einer stromproportionalen Blinkfrequenz angesteuert. Dieses Feature ist besonders bei geringen Lade- und Entladeströmen vorteilhaft, da sich dann der Zählerstand des Akku-Monitors nur sehr langsam ändert.



**Bild 3: Beschaltung des Solar-Akku-Monitors mit externem 200A-Leistungshunt**



**Stückliste:  
Solar-Akku-Monitor**

**Widerstände:**

10Ω .....	R19
100Ω .....	R32
1kΩ .....	R30
6,8kΩ .....	R40
8,2kΩ .....	R13
10kΩ .....	R1, R16-R18, R41
12kΩ .....	R10, R38
27kΩ .....	R34
47kΩ .....	R6, R7, R22, R26, R28, R29
56kΩ .....	R20, R23
100kΩ .....	R3, R8, R11, R14 R15, R31, R36, R37
220kΩ .....	R4, R35
330kΩ .....	R25
560kΩ .....	R2, R27
1MΩ .....	R33
PT10, stehend, 2,5kΩ .....	R9, R12
PT10, stehend, 10kΩ .....	R39
PT10, stehend, 100kΩ .....	R24

**Kondensatoren:**

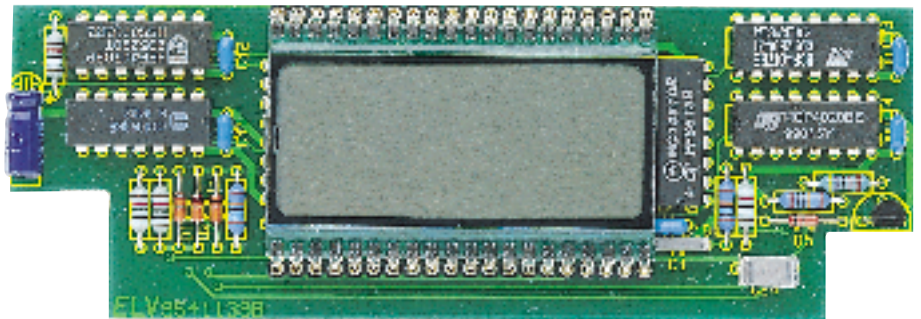
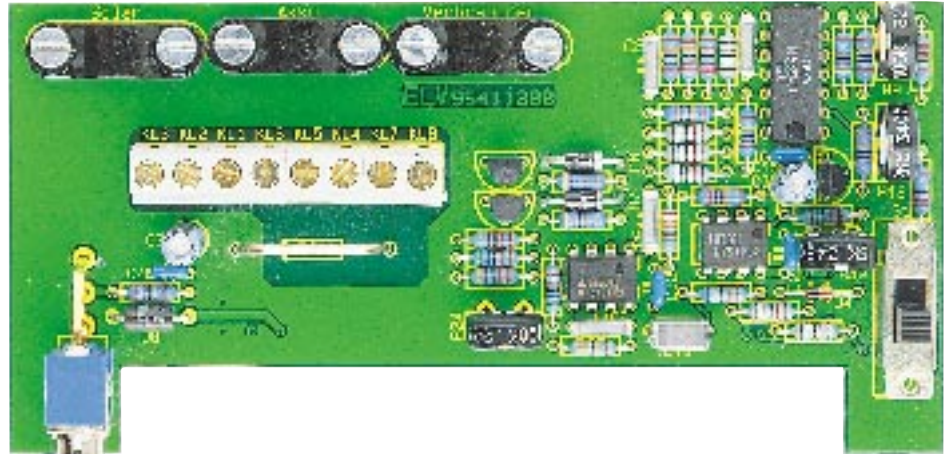
10nF .....	C1, C5-C8
100nF .....	C10, C24
100nF/ker .....	C4, C11-C23
1µF/100V .....	C2, C25, C26
10µF/25V .....	C9
100µF/16V .....	C3

**Halbleiter:**

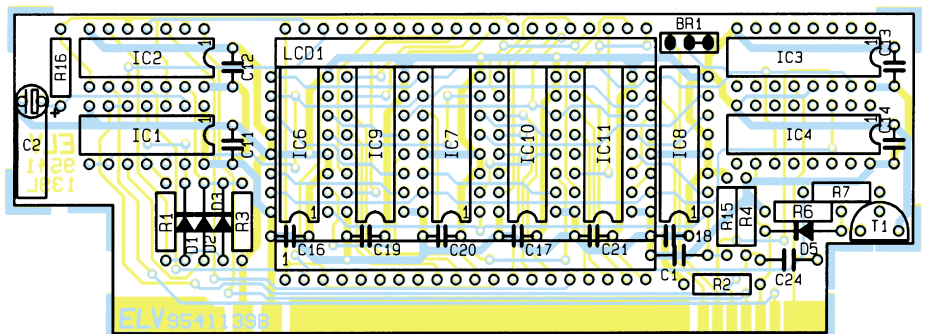
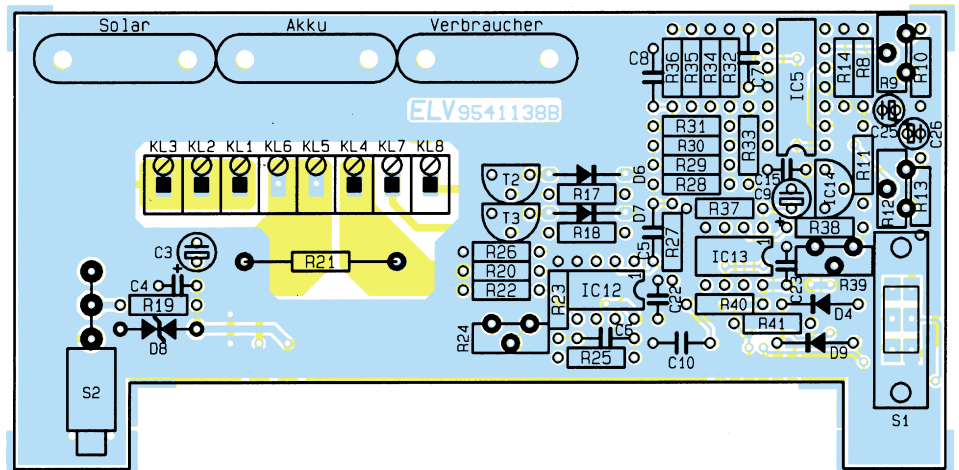
CD4093 .....	IC1
CD4070 .....	IC2
CD4017 .....	IC3
CD4020 .....	IC4
LM324 .....	IC5
CD4510 .....	IC6-IC8
CD4056 .....	IC9-IC11
TLC277 .....	IC12
RC4152 .....	IC13
LM385 .....	IC14
BC548 .....	T1
BC337 .....	T2, T3
1N4001 .....	D6, D7
1N4148 .....	D1-D5, D9
BZW06-15 .....	D8

**Sonstiges:**

LC-Display, 3,5stellig .....	LCD1
Print-Schiebeschalter, 2xum .....	S1
Miniatur-Kippschalter, abgewinkelt, 1 x um .....	S2
4 Schraubklemmleisten, 2polig .....	KL1-KL8
6 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10mm	
3 Zugentlastungsbügel	
3,5cm Widerstandsdraht, 0,3835Ω/m	
6 Muttern, M3	
2 Buchsenleisten, 20polig	



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatten



Bestückungspläne des Solar-Akku-Monitors

Die High-Low-Flanken der mit IC 3 durch 10 geteilten Taktimpulse des U/f-Wandlers erzeugen am Ausgang des IC 1 B (Pin 4) kurze stromproportionale High-Impulse.

Betrachten wir zunächst den Ladebetrieb. Da Pin 12 des IC 1 D ständig Low-Pegel führt, kann sich dessen Ausgang (Pin 11) nicht ändern und bleibt unabhängig von den Taktimpulsen an Pin 13 „high“. Dieses High-Signal kann jedoch nur dann über R 1 sowie D 3 auf die Eingänge der EXOR-Gatter IC 2 B (Pin 6) und IC 2 D (Pin 13) gelangen, wenn die Katode der Diode D 1 ebenfalls High-Pegel führt. Das Pluszeichen des Displays wird nun durch die zum fließenden Strom proportionalen High-Impulse des IC 1 B (Pin 4) freigegeben.

Im Entlade-Modus führt IC 1 D, Pin 12 High-Pegel. Nun gelangen die Impulse über IC 1 D, C und D 2

auf den Eingang des EXOR-Gatters IC 2 D. Über dieses Gatter erfolgt die Ansteuerung des Minus-Segments des Displays.

Je nach eingestelltem Kapazitätsbereich erfolgt die Steuerung des Dezimalpunktes über das EXOR-Gatter IC 2 A.

Die Keramik Kondensatoren C 11 bis C 23 sind direkt an den Versorgungspins der einzelnen integrierten Schaltkreise angeordnet und dienen zur Störunterdrückung. Eingeschaltet wird der Solar-Akku-Monitor über S 2, wobei die Bauelemente R 19, C 3, C 4 und D 8 zur weiteren Entstörung dienen.

## Nachbau

Der Nachbau des Solar-Akku-Monitors gestaltet sich recht einfach, da sowohl für die Basisplatine als auch für die Anzeigenplatine doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatten zum Einsatz kommen. Auf Drahtbrücken konnte daher ganz verzichtet werden.

Wir beginnen die Bestückung mit dem Aufbau der Basisplatine, wo zuerst die Metallfilmwiderstände anhand des vorliegenden Bestückungsplanes einzulöten sind.

Danach folgen die Dioden, deren Katode (Pfeilspitze) jeweils durch einen Ring gekennzeichnet ist. Die einzige Ausnahme bildet die Transil-Schutzdiode, die im Grunde genommen aus 2 Dioden besteht, dessen Katoden intern miteinander verbunden sind. Die Einbaulage spielt daher keine Rolle.

Danach werden die überstehenden Drahtenden, wie übrigens auch bei allen nachfolgend einzusetzenden Bauelementen, so kurz wie möglich abgeschnitten.

Alsdann sind die Keramik- und Folien-

kondensatoren mit beliebiger Polarität einzulöten.

Beim Einsetzen der Elektrolytkondensatoren ist auf die richtige Polung zu achten. Üblicherweise ist bei den Elkos der Minuspol gekennzeichnet.

Es folgt das Einsetzen der ICs. Diejenige Seite des IC-Gehäuses, die dem Anschluß Pin 1 zugeordnet ist, weist eine Kerbe bzw. Punktmarkierung auf, die mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen muß.

Die Anschlußbeinchen der 3 Transistoren werden durch die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt und ebenfalls an der Platinenunterseite festgelötet. Im Anschluß hieran sind die 4 Trimmer in stehender Ausführung einzulöten. Es folgen die Anschlußklemmen, die sorgfältig mit aus-

reichend Lötzinn festzusetzen sind.

Die Anschlußpins des Einschalters S 2 und des internen Schiebeschalters S 1 sind ebenfalls direkt in die zugehörigen Bohrungen der Platine zu setzen und mit ausreichend Lötzinn zu verlöten.

Der Shunt-Widerstand R 21 wird als Drahtbügel aus Manganindraht mit 0,3835  $\Omega$ /m hergestellt. Dementsprechend sind für 10 m $\Omega$  26 mm Manganindraht zwischen den beiden Lötstellen erforderlich. Um den Widerstandsdraht gut verlöten zu können, empfiehlt sich daher eine Ausgangslänge von 35 mm, die auf beiden Seiten so abzuwinkeln ist, daß sich ein „Bügel“ mit einem Schenkelabstand von 20 mm ergibt. Diese Konstruktion wird dann mit einem Abstand von 2 mm zur Leiterplattenoberseite eingesetzt und verlötet.

Nachdem die Basisplatine so weit bestückt ist, kommen wir zur Anzeigenplatine. Hier werden ebenfalls anhand des Bestückungsplanes zuerst die Widerstände und Dioden eingelötet. Es folgen in gleicher Weise die Kondensatoren, die integrierten Schaltkreise und der Transistor T 1. Zu beachten ist, daß der Elko C 2 liegend einzulöten ist.

Zur Aufnahme des LC-Displays sind 2 20polige Stiftleisten erforderlich. Alsdann wird das an der rechten Seite durch eine Markierung im Glas gekennzeichnete Display eingesetzt.

Sind beide Leiterplatten so weit bestückt, erfolgt deren Verbindung miteinander. Dazu wird die Frontplatine im rechten Winkel an die Basisplatine angelötet.

Da die Frontplatine an beiden Seiten auf den Schaltergehäusen aufliegen muß, ergibt sich die Höhenausrichtung automatisch.

Zuerst werden mit einem FeinlötKolben rechts und links 2 Leiterbahnen „angepunktet“, die Ausrichtung der Platinen zueinander, falls notwendig, nochmals korrigiert und anschließend alle korrespondierenden Leiterbahnen verlötet.

## Anschluß und Abgleich

Zuerst erfolgt der Abgleich der Akkuspännungsüberwachung. Dazu wird anstatt des Akkus eine einstellbare stabilisierte Betriebsspannung an den Akku-Monitor angeschlossen.

Nun wird R 9 so eingestellt, daß bei Unterschreiten von 10,5 V Betriebsspannung der Ausgang des Komparators IC 5 B von „low“ nach „high“ wechselt.

Analog dazu ist R 12 so einzustellen, daß bei Überschreiten von 14,4 V Betriebsspannung (Gasungs-


spannung) der Ausgang des Komparators IC 5 A ebenfalls von „low“ nach „high“ wechselt.

Alsdann werden Akku und Verbraucher am Solar-Akku-Monitor angeschlossen. Mit Hilfe des Einstelltrimmers R 39 ist der Skalenfaktor des U/f-Wandlers so abzugleichen, daß je Ampere-Entladestrom (10 mV am Shunt) die Ausgangsfrequenz des U/f-Wandlers um 45,5 Hz steigt.

Dazu ein Beispiel: Bei einem Verbraucher mit 6,35A-Stromaufnahme ist die Ausgangsfrequenz auf 6,35 x 45,5 Hz = 289 Hz einzustellen.

Der Ladefaktor, d. h. das Verhältnis zwischen zugeführter und später entnehmbarer Energie ist von den individuellen Einsatzbedingungen und vom Zustand des angeschlossenen Akkus abhängig. Mit Hilfe des Trimmers R 24 kann der Faktor zwischen 1,15 und 1,45 variiert werden. Die genaue Einstellung ist durch mehrere Lade- und Entladezyklen zu ermitteln. In Mittelstellung beträgt der Faktor 1,28, was für die meisten Akkus ein realistischer Wert ist.

Nach erfolgreich durchgeführtem Test werden die Anschlußleitungen des Akkus, des Verbrauchers und des Solar-Panels durch die zugehörigen Bohrungen der Gehäuserückwand geführt und mit den entsprechenden Anschlußklemmen verbunden.

Danach ist die gesamte Konstruktion in die dafür vorgesehenen unteren Gehäuse-nuten eines Gehäuses aus der ELV-Serie micro-line zu schieben und die Frontplatte unter kräftigem Druck, von einer Seite beginnend einzusetzen. Dem Einsatz des Solar-Akku-Monitors steht nun nichts mehr entgegen. 

## Jederzeit Überblick über den aktuellen Ladungsinhalt eines angeschlossenen 12V-Blei-Akkus