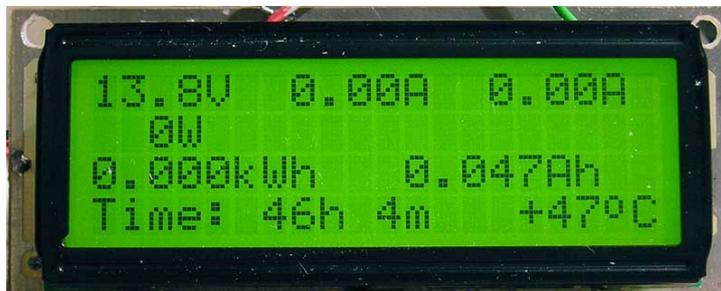


# Netzteil

## DC-Power -Meter Modul

Veröffentlicht im Elektor 01/2008



### Inhalt:

- Seite 1: Deckblatt
- Seite 2: Beschreibung
- Seite 5: Schaltplan
- Seite 6: Anschlussschema
- Seite 7: Bestückungsliste
- Seite 8: Bestellliste
- Seite 9: Bestückungsplan
- Seite 10: Platinenlayout
- Seite 11: Bilder LCD-Anzeigen
- Seite 12: Bilder fertiger Aufbau
- Seite 14: Ansicht 3D-Simulation
- Seite 14: Anschlussschema
- Seite 15: Anschlussbild LM335 Temp.-Fühler
- Seite 16: Mikrocontroller Versions-Historie

# Netzteil DC-Power-Meter Modul

Veröffentlicht in der CQ-DL 03/2007

Durch die vielen Vorschläge und Anregungen der cqDL Leser vom Heft 12/2006 und dem dort von mir beschriebenen Power-Meter für das Shack, ist eine Modul Version entstanden, die ein Netzteil mit einer Universellen Anzeige ausstatten kann.

Das fertig gestellte Modul erfüllt folgende Funktionen/Anzeigen:

- Spannung in V (0 - 30V), Standardfunktion bei 13,8V
- Strom in A, Wahlweise max. 5A oder 50A (JP1)
- Spitzenstrom Anzeige ohne Maßeinheit
- Leistung in W (1 - 999W)
- elektrische Arbeit in kWh
- Kapazität in Ah für Akku-Betrieb bzw für Akkuladung
- Einschaltdauer in Stunden/Minuten, nach 1 Woche in Tagen
- Temperatur-Sensor opt. anschließbar, Abgleich per Software
- Bargraph Balken, kWh, Ah, Einschaltzeit und Temperatur per Taster wählbar, gewählte Anzeige wird im EEPROM abgespeichert (nur bei 2x16)
- Ah- oder Is-Anzeige per Jumper (JP2) wählbar statt Spitzenstrom, auch im Betrieb (nur bei 2x16)
  
- LCD Beleuchtung
- LCD und Messplatine als Modul-Version (Sandwich)
- Leistungsmessbereich für den Bargraph Balken von Jumper JP1 abhängig, 150W/800W (5A/50A Version mit 10/1mOhm Shunt)
- Wahlweise 2x16 oder 4x20 Zeichen LCD, unterschiedliche Firmware ! optionale Quarzversion, genauer als der RC-Oszillator (ca. 30ppm statt 1% !!!)
- **NEU V1.16a:** Zwangsabschaltung der Verbraucher bei unter 10,8V wenn JP3 geschossen mit optionalem Relais

Für eine kompakte Bauweise kam diesmal ein DIP LCD Modul zu Einsatz. Dieses hat auf beiden Seiten eine 9-polige Stiftleiste. Diese werden auf die Buchsenleisten der Messplatine gesteckt, die auch die nötigen Bohrlöcher für die Frontplattenmontage beinhalten.

Beim erstmaligen Einschalten wird man zum abgleichen der Spannung aufgefordert, falls die Genauigkeit der 3 Spannungsteiler Widerstände (1%) nicht reicht. Dazu wird der Taster so oft gedrückt, bis die IST-Spannung eines Multimeters mit der Soll-Anzeige übereinstimmt. Die IST-Spannung im LCD-Display entspricht hierbei die vom uC durch den Spannungsteiler ermittelte Spannung. Dieser Vorgang sollte ohne Last und bei 13,8V erfolgen, somit dann auch kein Zutun des Anwenders erforderlich ist. Ist der SOLL-Spannungswert eingestellt, wird dieser nach 10s übernommen und im EEPROM abgespeichert. Möchte man diesen Vorgang wiederholen, reicht es, den Taster beim Einschalten gedrückt zu halten, bis ein entsprechender Hinweis im LCD erscheint.

Als zweiter Abgleich muss der Operationsverstärker für den Strommessverstärker symmetrisiert werden, hierzu wird der Strom mit einem Multimeter kontrolliert und mit PT2 korrigiert.

Mit PT1 wird noch der Kontrast des LCD Displays eingestellt, weitere Abgleicharbeiten sind nicht mehr erforderlich.

Wer den Temperatur-Sensor LM335 für z.B. die Messung der Kühlkörpertemperatur einsetzt, muss diesen noch zusätzlich abgleichen. Dazu einfach ein Stück Draht an das Lötpad "T-Adj" (Pin 16, IC1) anschließen. Kurzes tippen auf Masse bewirkt eine Erhöhung um 1°C, nach 20° fällt der Wert wieder auf 0°C zurück. Auch dieser Korrigierungswert wird im internen EEPROM abgespeichert.

Der Aufbau erfolgt komplett ohne SMD Bauteile, um einen möglichst großen Personenkreis den Nachbau zu ermöglichen. Die ICs werden mit IC-Fassungen gesockelt, hierzu sollten nur Präzisionsfassungen verwendet werden. Das teuerste Bauteil ist der Strom-Shunt, dessen Widerstandswert sehr klein gewählt wurde, um den Spannungsabfall so gering wie möglich zu halten. Daher kam ein Shunt mit 1mOhm und separaten Spannungsfühlern zum Einsatz. Für die 5A Version muss der Shunt 10mOhm haben und der Jumper JP2 geschlossen sein. Um die Masse nicht durch den Shunt zu verfälschen, wurde dieser auf der positiven Seite untergebracht, weiteres siehe auch Schaltplan und Layout im PDF. Bedingt durch diese OP-Schaltung, ist eine richtige Strommessung erst ab ca. 4-5V möglich.

Im normalen Betrieb werden die Messgrößen U, I, Is und P angezeigt. Der Spitzenstrom wird rechts oben angezeigt, aus Platzgründen ohne Maßeinheit. Der Wert wird ständig nach oben korrigiert, bis kein Messwert größer ist als der zuvor gemessene, dieser wird dann für ca. 2sec angezeigt et cetera

Ein drücken des Tasters schaltet zwischen dem Power-Peak-Balken, elektrischen Arbeit, Ah, Einschaltdauer und Temperatur um, da das 2x16 LCD Modul nicht ausreichend Platz für alle Information bieten kann. Durch die Messung der Einschaltdauer ist ein direkter Bezug der elek. Arbeit und die dazu verstreichende Zeit/Tage möglich.

Für Akku-Betrieb wurde noch die Kapazitätsmessung in Ah hinzugefügt.

Ist JP2 offen, bleibt die Standard-NT Funktion aktiv, geschlossen bewirkt die Ah Anzeige anstatt dem Spitzenstroms. Der Jumper JP2 kann auch während des Betriebes betätigt werden, da die Ah im Hintergrund weiterhin ermittelt werden. Ein Kippschalter im Gehäuse/Frontplatte wäre auch denkbar, falls die Funktionen öfter gewechselt werden sollen.

Durch den großen Strommessbereich von 0-50A ergibt sich eine Auflösung von 50mA/Digit, da der A/D Wandler max. 10bit auflösen kann. Hinzukommt noch ein Fehler von +/- 1-2 Digit, bedingt durch das AD-Wandler Quantisierungsrauschen. Bei einer Stromaufnahme von 10A hat sich ein Fehler von 1% eingestellt.

Bei der 5A Version ergibt sich eine 10fache bessere Auflösung, sprich 5mA. Dafür ist dann ein 10mOhm Shunt zu verwenden. Der Spannungsmessbereich ist da etwas besser, hier wird eine Auflösung von 30mV/Digit erreicht. Die genannten Messfehler sind aber als Betriebsmessgerät völlig in Ordnung und stehen im guten Verhältnis Kosten/Aufwand und zur Messgenauigkeit.

Wer die zeitabhängigen Messgrößen noch genauer haben möchte, kann anstatt des RC-Oszillators ein 8MHz Quarz bestücken sowie C11/12. Dazu müssen die Fusebits entsprechend gesetzt sein (ext. Quarz CKSEL=1111 / int- RC- Osz. CKSEL=0111), bitte gegf. auf die gewünschte Version hinweisen.

**NEU V1.16a:** Für Portabelbetrieb wurde jetzt noch eine Unterspannungsüberwachung für Akku-Betrieb eingebaut. Aus Platzmangel müssen Relais, Transistor und Basiswiderstand extern untergebracht werden, diese sind aber im Schaltplan eingezeichnet. Diese Funktion ist standardmäßig ausgeschaltet und erst aktiv, wenn JP3 auf Masse gelegt wird (Lötbrücke). Relaisausgang ist der Pin 17 des Mikrocontrollers, der ab 10,8V auf 5V schaltet und bei 11,8V wieder auf Null gesetzt wird. Eine ausreichende Hysterese ist hierbei wichtig, um die Gefahr von Relais klappern im TX Mod. zu verhindern. Ein Hinweistext bei Unterspannung zeigt statt des Stroms die erkannte Akkuentladung an und erlischt ab 11,8V.

Der Aufbau sollte selbsterklärend sein, sonst einfach Fragen.  
Fertig gebrannte Mikrocontroller und Platinen können von mir zum Selbstkostenpreis bezogen werden, die Firmware kann per eMail zugeschickt werden.

Die 4x20 LCD Version ist nun auch fertig gestellt, erfordert aber eine andere Firmware. Da die Module dieser Baureihe alle die gleichen Maße und Pins haben, bleibt die Hardware gleich.

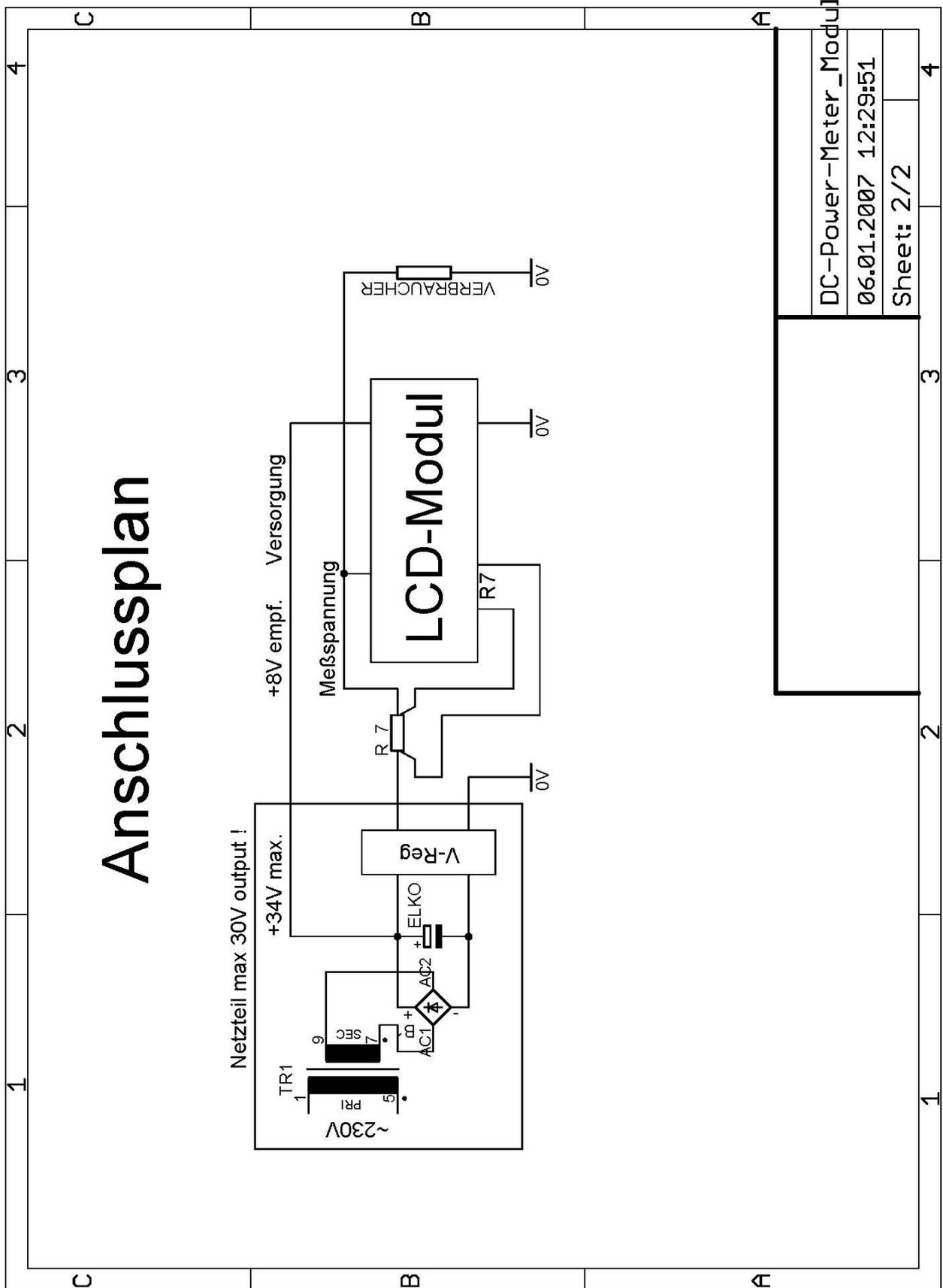
Der komplette Aufbau zum Download => [nt-power-modul.pdf](#)

- Kleines [Video](#) von der Bargraph-Anzeige bei SSB-Modulation 100W auf 80m zur Demonstration vom Shack-Power-Meter. (4,7MB)
- Wichtige Hinweise zum FET BS250 Q1: [dc-power-meter\\_info\\_bs250.pdf](#) !!!!
- Die Firmware ist im Format HEX und BIN für beide Platinen mit der Version 1.16a fertig gestellt und kann per [eMail](#) angefordert werden.

73 de Oliver, DG7XO



# Anschlussschema des Moduls



## Bestückungsliste

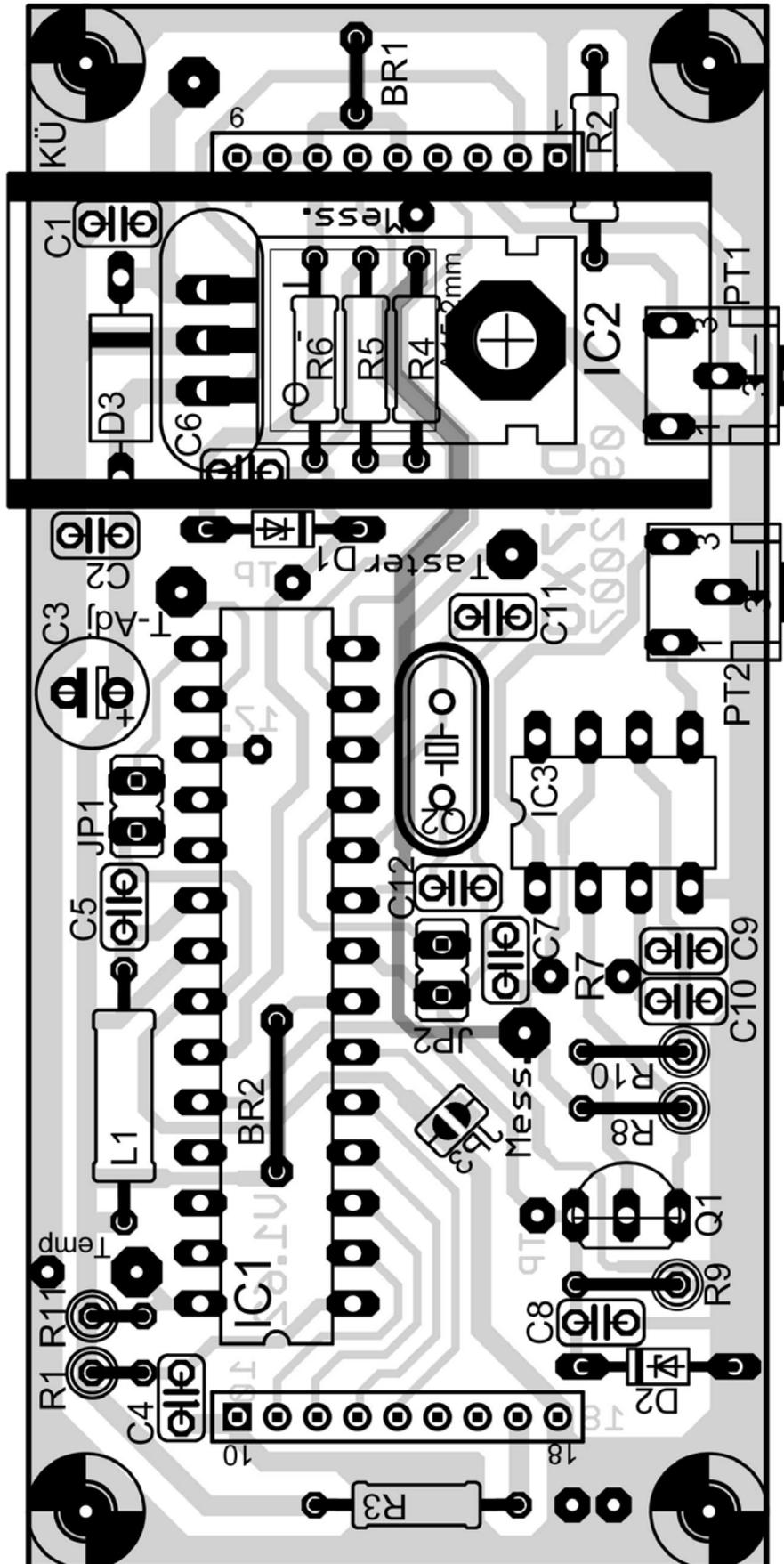
Part	Value	Bauform
C1	100nF	RM2,5
C2	100nF	RM2,5
C3	100µF/16V	RM2,5
C4	100nF	RM2,5
C5	100nF	RM2,5
C6	100nF	RM2,5
C7	100nF	RM2,5
C8	100nF	RM2,5
C9	100nF	RM2,5
C10	10nF	RM2,5
C11	22pF	siehe Text
C12	22pF	siehe Text
R1	1k	1/4W
R2	27k	1/4W
R3	10r	1/4W
R4	27k	1/4W
R5	27k	1/4W
R6	10k	1/4W
R7	1mOhm 0,5%	Präz. R
R8	100r / 0,1%	Präz. R
R9	10k / 0,1%	Präz. R
R10	10k	1/4W
R11	1k	1/4W
PT1	10k	64P
PT2	100k	64P
L1	10µH	Spule
IC1	ATMega8-16 DIL	DIL
IC2	µA7805	TO220
IC3	TL081P	DIL
Q1	BS250	TO92
Q2	8 MHz	siehe Text
D1	ZF7,5	RM7,5
D2	ZF7,5	RM7,5
D3	LM335	TO92
D4	1N4004	Diode
	IC Fassung 8Pol	Präz.
	IC Fassung 28Pol	Präz.
LCD	2x16 LCD DIP mit Bel.	DIP Version
oder	4x20 LCD DIP mit Bel.	DIP Version
S1	Taster	Schließer
Br1, Br2	Drahtbrücke	
V5616X	U-Profil Kühlkörper	Billigversion
- V 4330K	Spez. KK mit 12K/W	Empf. !!
- Schraube	M3x15 ;3x M3 Mutter, 2x M3 Scheibe	
- Distanzbolzen	M3innen/Gewinde 18mm lang	
Bu	2x 10Pol Buchsenleiste RM2,0	(1 Pin abbrechen)

## Bestellliste bei Fa. Reichelt bzw. Conrad

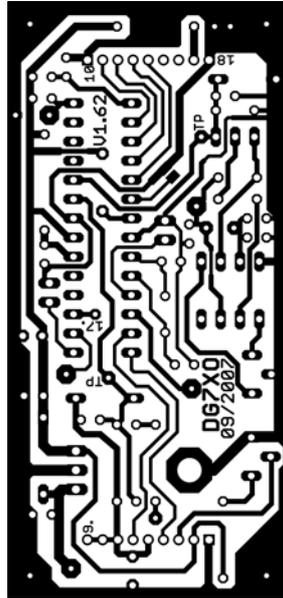
Teilnehmer	Anzahl Gesamt	Anzahl Stück	Artikel-Nr.	Preis / St.	Preis / Ges.	Preis / Ges 1 Stück	mit LCD 4x20		Bemerkungen
1	8	8	Z5U-2,5 100n	0,06 €		0,48 €	0,48 €		RM2,5
1	1	1	Z5U-2,5 10n	0,06 €		0,06 €	0,06 €		RM2,5
1	1	1	RAD 100/25	0,05 €		0,05 €	0,05 €		SMD 1206
1	2	2	Kerko 22p	0,04 €		0,08 €	0,08 €		<b>siehe Text</b>
1	2	2	Metall 1,0k	0,08 €		0,16 €	0,16 €		1/4W
1	2	2	Metall 10k	0,08 €		0,16 €	0,16 €		1/4W
1	3	3	Metall 27k	0,08 €		0,24 €	0,24 €		1/4W
1	1	1	Metall 10	0,08 €		0,08 €	0,08 €		1/4W
1	1	1	MPR 100	0,40 €		0,40 €	0,40 €		1/4W 0,1%
1	1	1	MPR 10k	0,40 €		0,40 €	0,40 €		1/4W 0,1%
1	1	1	64P-10 k	0,74 €		0,74 €	0,74 €		Spindel Poti
1	1	1	64P-100 k	0,74 €		0,74 €	0,74 €		Spindel Poti
1	1	1	SMCC 10µ	0,19 €		0,19 €	0,19 €		10µH Spule
1	2	2	ZF 7,5	0,03 €		0,06 €	0,06 €		Z-Diode 7,5V
1	1	1	1N4004	0,02 €		0,02 €	0,02 €		Standard Diode
1	1	1	BS 250	0,26 €		0,26 €	0,26 €		FET-Transistor
1	1	1	LM 335 TO92	0,89 €		0,89 €	0,89 €		Temp.-Sensor <b>s. Text</b>
1	1	1	ATMega 8-16 DIP	1,70 €		1,70 €	<b>1,70 €</b>		DIL Gehäuse
1	1	1	µA 7805	0,17 €		0,17 €	0,17 €		5V/1A Regler
1	1	1	TL 081 DIP	0,21 €		0,21 €	0,21 €		DIL Gehäuse
1	1	1	8,0000-HC49U-S	0,24 €		0,24 €	0,24 €		8 MHz Quarz, <b>s. Text</b>
1	1	1	LCD 162 DIP	16,35 €		<b>16,35 €</b>			LCD DIP 2x16 mit Bel. Grün
1	1	1	LCD 204 DIP	21,75 €			<b>21,75 €</b>		LCD DIP 4x20 mit Bel. Grün
1	1	1	GS 8P	0,09 €		0,09 €	0,09 €		Präzisions-Fassung
1	1	1	GS 28P-S	0,34 €		0,34 €	0,34 €		Präzisions-Fassung
1	1	1	T 113A gn	0,19 €		0,19 €	0,19 €		Taster
1	2	2	BL 1X10G 2,00	0,37 €		0,74 €	0,74 €		Buchsenleiste RM2,0
1	1	1	V 5616X	0,31 €		0,31 €	0,31 €		U-Profil Kühlkörper 21k/W
1	1	1	oder besser: V 4330K	0,77 €					<b>Spez.KK 12K/W !! Besser</b>
1	1	1	Versand-Anteil			0,00 €	0,00 €		Versandanteil
1	1	1	Platinen gebohrt/verzinkt			0,00 €	0,00 €		selber ätzen
1	1	1	PBV 0,001Ohm 447315-62	9,95 €		<b>9,95 €</b>	<b>9,95 €</b>		Präz. Shunt, bei Conrad kaufen
<b>Summen:</b>						<b>35,30 €</b>	<b>40,70 €</b>	-	
						<u>Model I</u>	<u>Model II</u>	<u>Model III</u>	
Preise: Stand: 04.02.2007						Anzahl Teilnehmer: <b>1</b>		Call:	
Gesamt Model I: 35,30 €								5	
								6	
								7	
<b>Model I:</b> LCD 2x16 Zeichen, Zeichenhöhe <b>6,68mm</b>								8	
<b>Model II:</b> LCD 4x20 Zeichen, Zeichenhöhe <b>3,73mm</b>								9	
<b>Fett = Kostentreiber :-)</b>								10	
								11	

# Bestückungsplan des Moduls

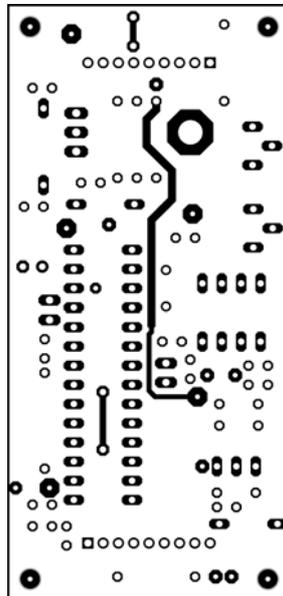
(Layout V1.62)



## Platinenlayout BOTTOM in Originalgröße



## Platinenlayout TOP in Originalgröße (optinal)



Das Layout TOP ist nur als Option für diejenigen zu betrachten, die doppelseitige Platinen herstellen wollen und/oder können.

Ansonsten die 2 Drahtbrücken bestücken und die Spannungsteiler Widerstände mit der Messspannung verbinden.

Die doppelseitigen Platinen von mir beinhalten diese Brücken als Leiterbahnen schon.

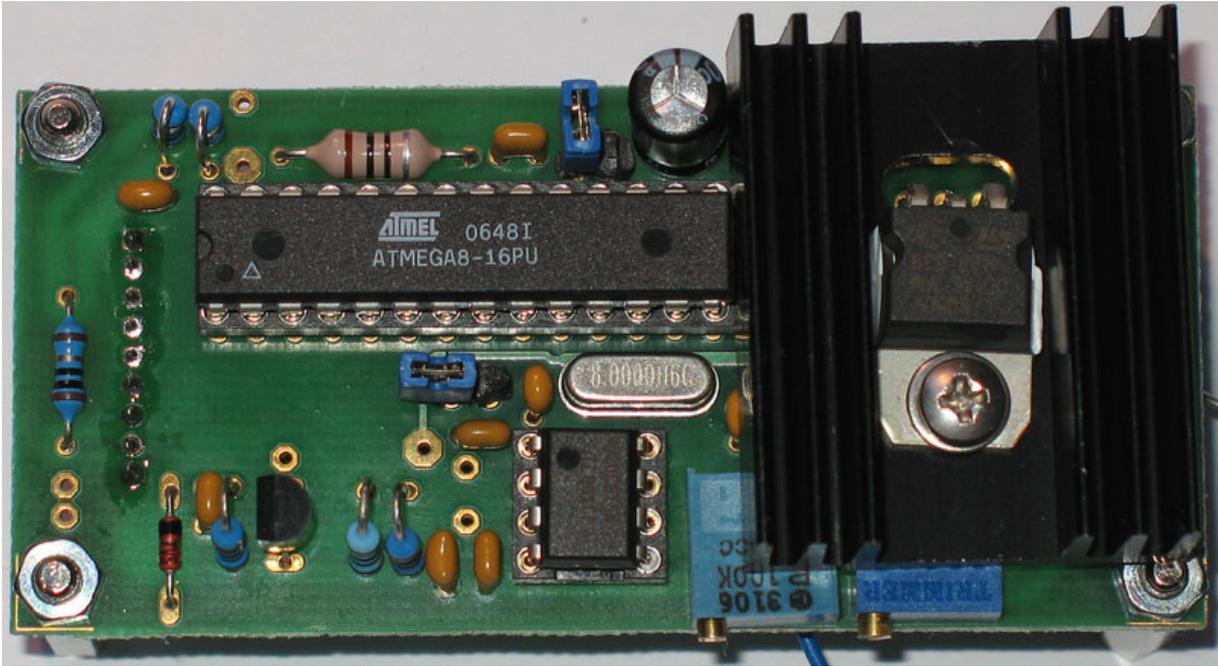
LCD-Anzeige mit der 2x16 Zeichen-Version



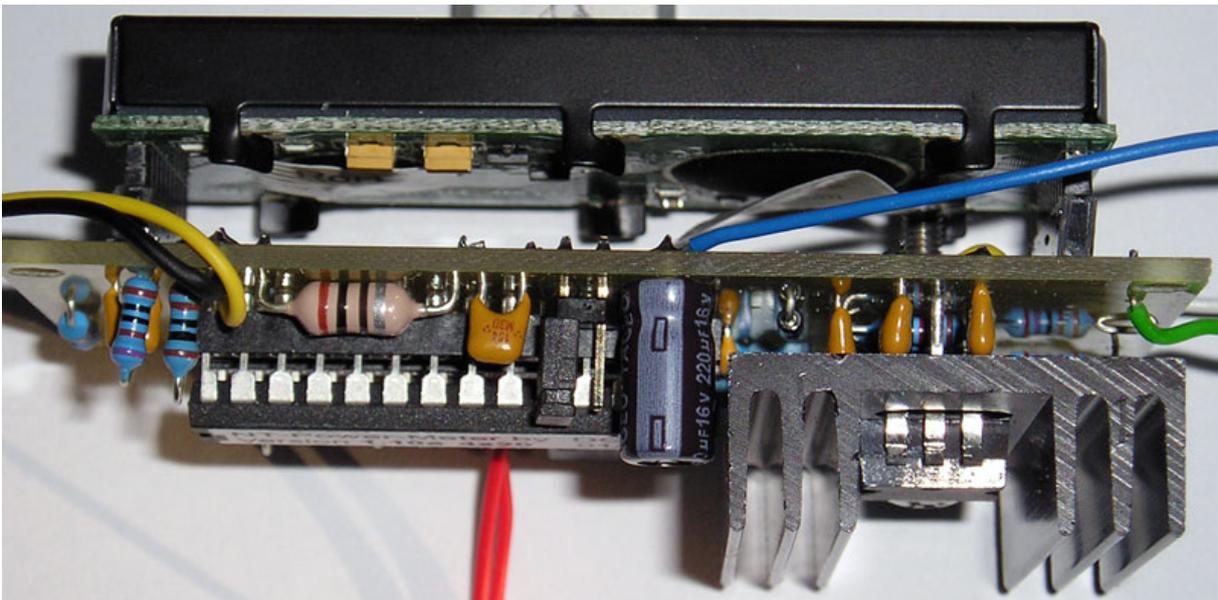
LCD-Anzeige mit der 4x20 Zeichen-Version



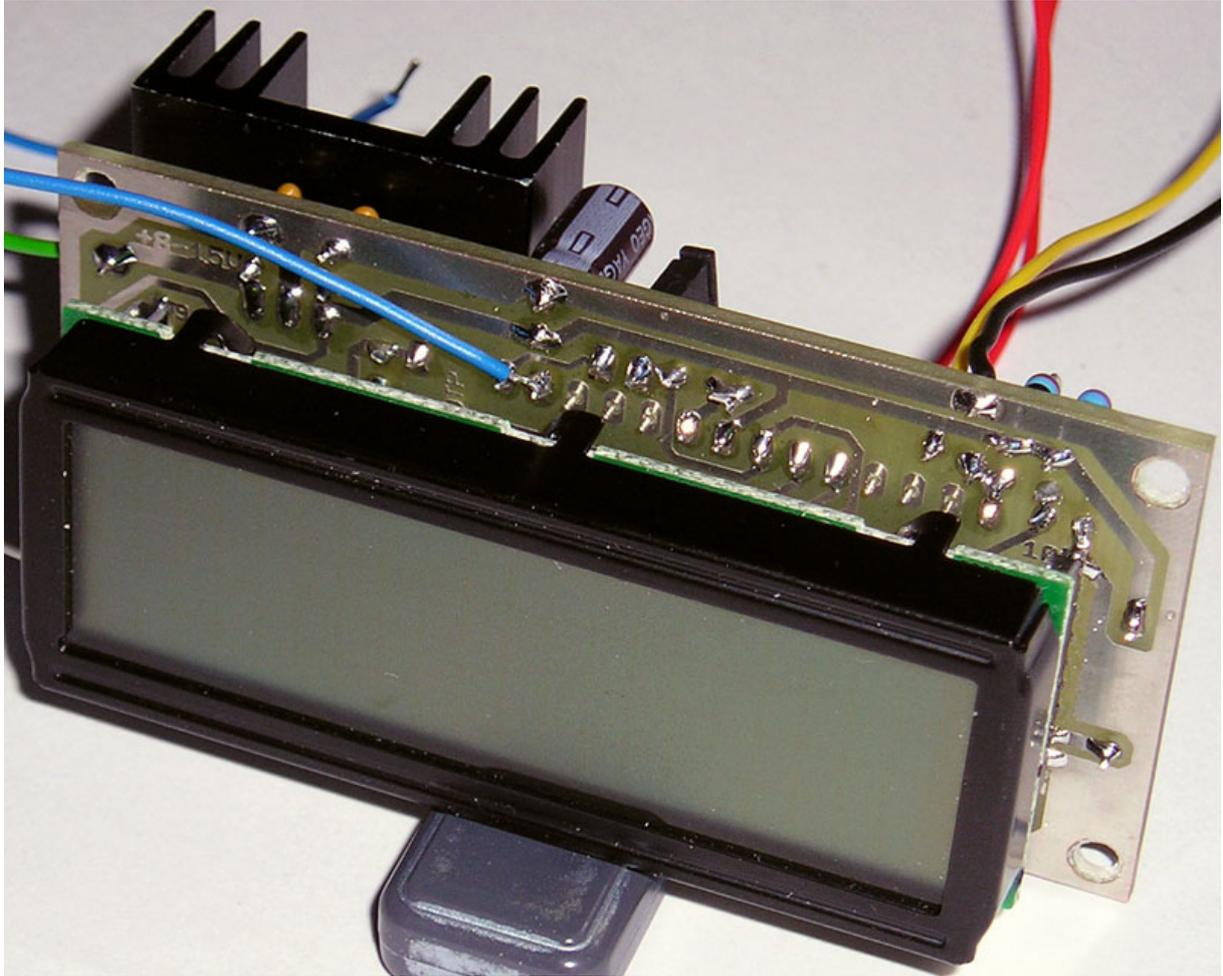
Bestückungsseite bzw. die Rückseite (v1.62)



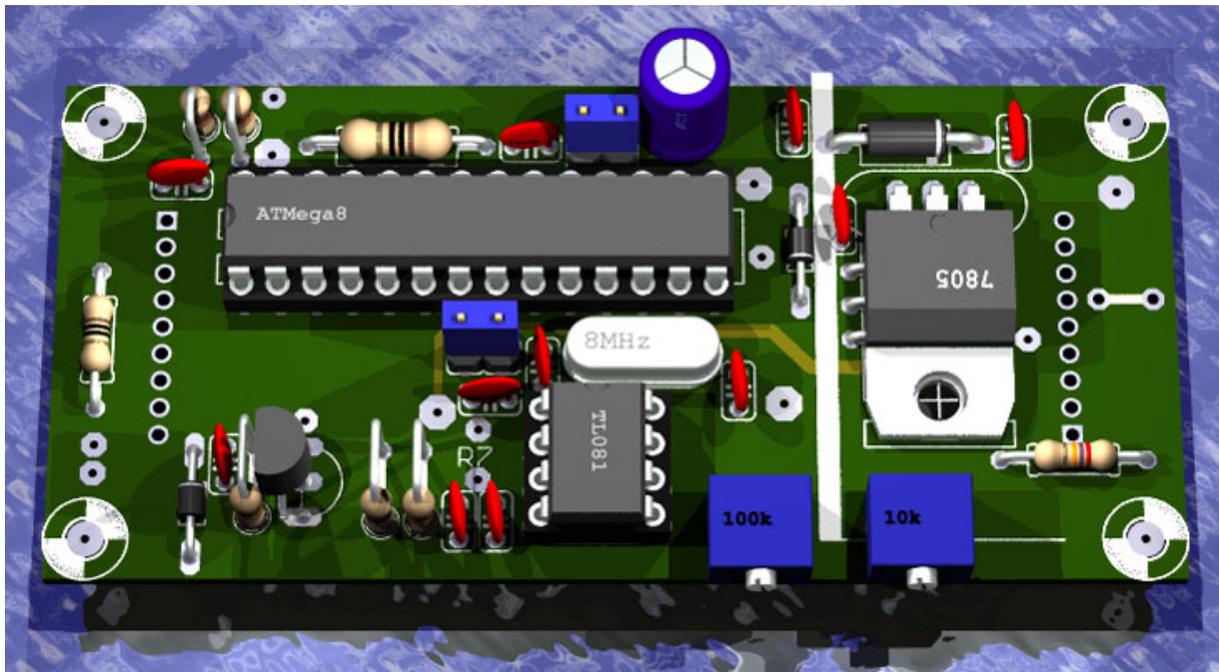
Modul von oben betrachtet



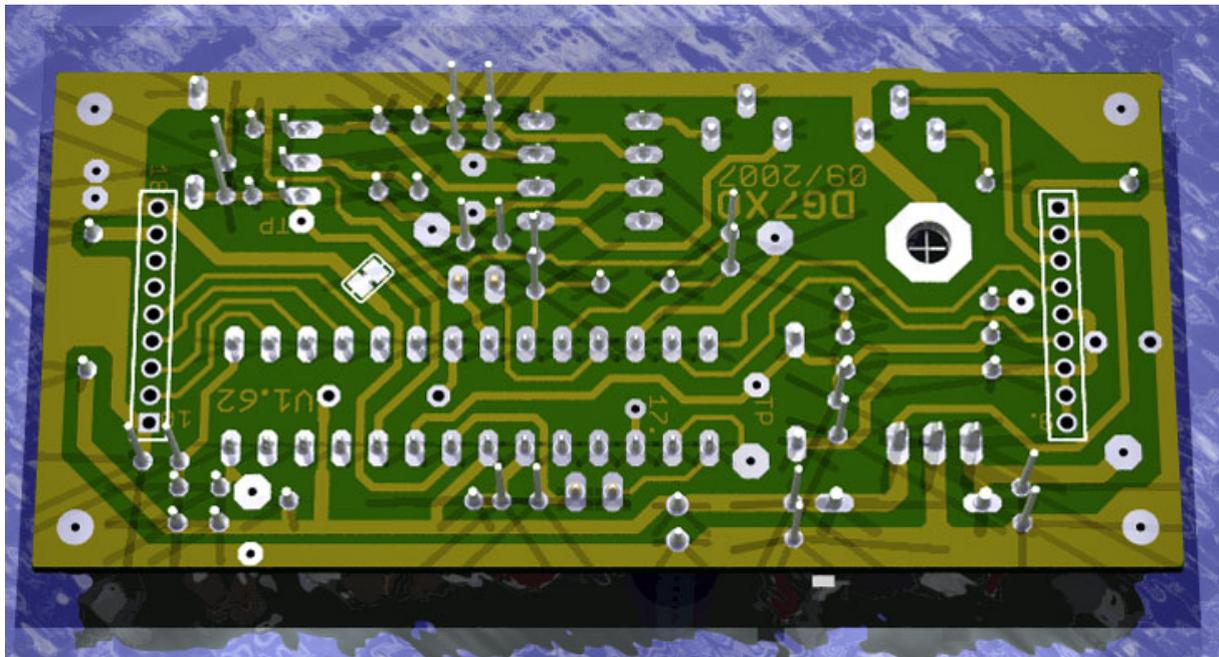
Modul seitlich von vorn betrachtet



### 3D-Simulation Bestückungsseite



### 3D-Simulation Lötseite

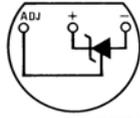


# Anschlussbelegung vom LM-335 Temperaturgeber

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

## Connection Diagrams

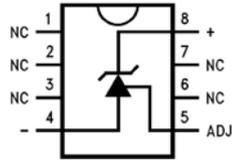
**TO-92  
Plastic Package**



DS005698-8

**Bottom View**  
**Order Number LM335Z**  
**or LM335AZ**  
**See NS Package**  
**Number Z03A**

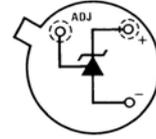
**SO-8  
Surface Mount Package**



DS005698-25

**Order Number LM335M**  
**See NS Package**  
**Number M08A**

**TO-46  
Metal Can Package\***



DS005698-26

\*Case is connected to negative pin

**Bottom View**  
**Order Number LM135H,**  
**LM135H-MIL, LM235H,**  
**LM335H, LM135AH,**  
**LM235AH or LM335AH**  
**See NS Package**  
**Number H03H**

Versions-Historie:

=====

V 1.00a => 15.12.2006

-----

- Spannung in V (0 - 30V), Standardfunktion bei 13,8V
- Strom in A, Wahlweise max. 5A oder 50A (JP1)
- Spitzenstrom Anzeige ohne Maßeinheit
- Leistung in W (1 - 999W)
- elektrische Arbeit in kWh
- Kapazität in Ah für Akku-Betrieb bzw für Akkuladung
- Einschaltdauer in Stunden, nach 1 Woche in Tagen
- Bargraph Balken oder kWh Anzeige per Taster wählbar
- Ah- oder Is-Anzeige per Jumper (JP2) wählbar, auch im Betrieb
  
- LCD Beleuchtung
- LCD und Messplatine als Modul-Version (Sandwich)
- Leistungsmessbereich für den Bargraph Balken mit Jumper JP1 einstellbar, 200W/700W
- Wahlweise 2x16 oder 4x20 Zeichen LCD, unterschiedliche Firmware !
- optionale Quarzversion, genauer als der RC-Oszillator (ca. 30ppm statt 1% !!!)

V 1.10a => 03.01.2007

-----

- Temperaturmessung mit LM335, geändertes Layout
- Wenn kein Sensor angeschlossen ist, Hinweis: "no sensor" im LCD

V 1.15a => 14.01.2007

-----

- Temperaturmessung Abgleich per Software möglich
- Layout Version 1.06 => Lötpat für Temp\_Adj hinzugefügt

V 1.16a => 10.03.2007

-----

- Akku-Abschaltung bei Unterspannung 10,8V wenn JP3 geschlossen
- Wiedereinschaltung bei 11,8V
- Schaltplanversion 1.06, Layout bleibt gleich

Aktuelle Versionen:

Layout-Version: 1.62

Software-Version: 1.16a

Schaltplan-Version: 1.07a

**WICHTIGER HINWEIS:**

Das Elektor Platinen-Layout und meins sind nicht identisch, Platinen zum Elektor-Artikel gibt es nur im Elektor-Shop.