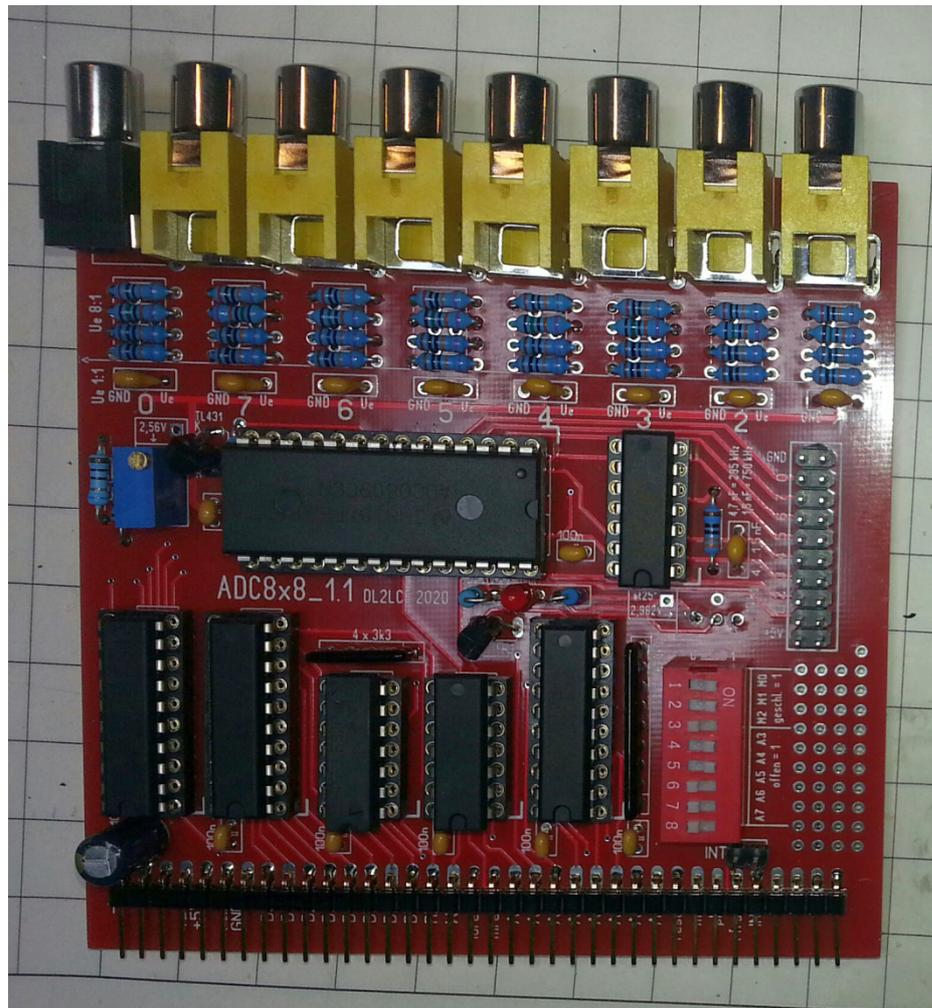


# ADC 0808

Analog-Digital-Converter

8 Kanäle 8-Bit - 0..20 Volt



Im Bild:

V 1.1 (Temp.Adjust Einstellwiderstand nicht bestückt)

Das Modul wurde in Anlehnung an die in den 80'ern für den NKC entwickelten **A/D 8x16** konzipiert. Damit müsste auch Software die für den **A/D 8x16** geschrieben wurde, grundsätzlich auch auf dem **ADC\_0808** funktionieren. **Als AD-Wandler kommt der ADC0809 oder der bessere ADC0808 zum Einsatz.**

Bezüglich der Einleitenden Informationen und der Schaltungsbeschreibung verweise ich auf die Baubeschreibung des **A/D 8x16**. Hier beschreibe ich nur die grundsätzliche Anwendung und Einstellung des Moduls, sowie die über den **A/D 8x16** hinausgehende Funktionen.

IO-Adressen

Das Modul **ADC\_0808** verwendet 8 IO-Adressen. Als Basisadresse wird analog zum **A/D 8x16** die Adressen **E0h...E7h** und ggf. für ein zweites Modul **E8h..EFh** empfohlen.

| IO-Adresse      | WR             | RD                             |
|-----------------|----------------|--------------------------------|
| Basisadresse    | START Kanal 01 | Status: D7=0 Messwert liegt an |
| Basisadresse +1 | START Kanal 02 | Messwert lesen                 |
| Basisadresse +2 | START Kanal 03 | -                              |
| Basisadresse +3 | START Kanal 04 | -                              |
| Basisadresse +4 | START Kanal 05 | -                              |
| Basisadresse +5 | START Kanal 06 | -                              |
| Basisadresse +6 | START Kanal 07 | -                              |
| Basisadresse +7 | START Kanal 00 | -                              |

Dabei bleibt es dem Anwender überlassen ob, wie hier ein DIL-Schalter oder Jumperstifte auf der Platine bestückt werden.

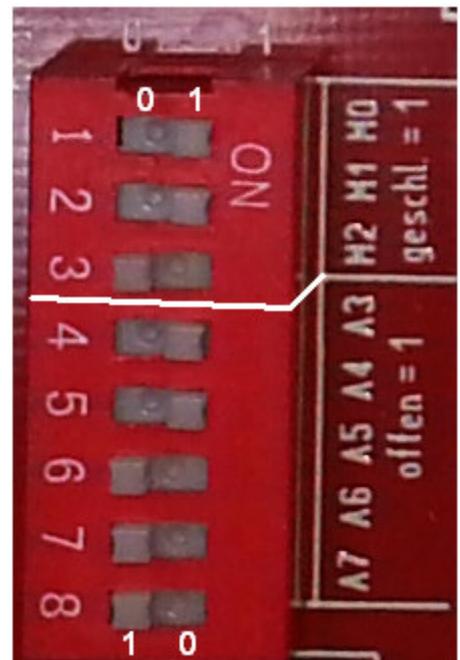
Die Jumper bzw. Schalter **A7...A3** bilden die höherwertigen Bits der IO-Adresse und müssen, um eine logische „1“ zu sein, geöffnet bleiben. Im Bild ist die Schalterstellung für die Basisadresse **E0h** dargestellt.

Info-Jumper

Die Jumper/Schalter **M2..M0** können über der IO-Port Basisadresse +1 als **D2..D0** abgefragt werden. Damit ist es möglich, Informationen der Software zu signalisieren.

Dabei ist ein geschlossener Jumper/Schalter eine logische „1“!

(Die Bits **D6..D3** der IO-Adresse „+1“ können auf der Leiterseite mittels Lötjumper gesetzt werden.)



Kanal-Adressierung

Eine Besonderheit, eine Abweichung zum Datenblatt des **ADC0809** konnte nicht geklärt werden.

Lt. Datenblatt des **ADC 0809** müsste „000b“ an den Eingängen **Add-C, Add-B, Add-A** den Messkanal 00 ansteuern. In der Praxis zeigt sich jedoch folgendes Bild:

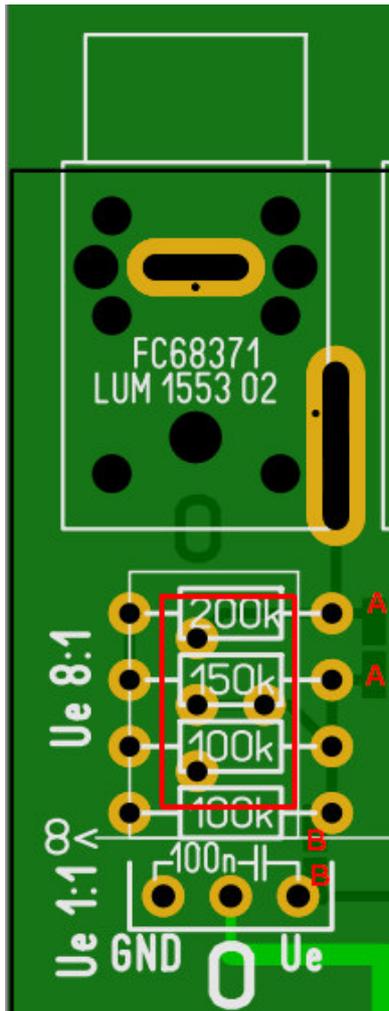
| IO-Adresse      | Add-C | Add-B | Add-A | Messkanal |
|-----------------|-------|-------|-------|-----------|
| Basisadresse    | 0     | 0     | 0     | IN7       |
| Basisadresse +1 | 0     | 0     | 1     | IN0       |
| Basisadresse +2 | 0     | 1     | 0     | IN1       |
| Basisadresse +3 | 0     | 1     | 1     | IN2       |
| Basisadresse +4 | 1     | 0     | 0     | IN3       |
| Basisadresse +5 | 1     | 0     | 1     | IN4       |
| Basisadresse +6 | 1     | 1     | 0     | IN5       |
| Basisadresse +7 | 1     | 1     | 1     | IN6       |

*Der Messeingang **IN7** wurde daher als Eingang „0“ bezeichnet. Die übrigen Eingangsnummern 1..7 entsprechen somit weiterhin der angesprochenen Basisadresse.*

### Eingangsbeschaltung

Standartmäßig wurden für die Eingänge Chinch-Buchsen gewählt. Dabei passen die Typen **FC6871** und **LUM 1553 02**.

!! Beim Typ **FC6871** werden neuerdings auch Exemplare angeboten, bei denen die Plastikstifte dicker sind, als auf der Platine umgesetzt. Da die Befestigungslöcher ohnehin sehr nahe bei einander sind, wurde darauf verzichtet diese noch größer zu machen. Falls nötig kann das der Anwender leicht selbst erledigen.



#### Messbereich 0..20V

Die vier Widerstände 200k, 150k, 2x 100k werden mit Präzisions-Widerständen - **0,1% Typ** oder besser - bestückt. Damit wird die Messspannung um 8:1 auf 0..2,5V geteilt. Damit ergibt sich 0,08 V pro Schritt. (D.h. ändert sich die Messspannung um 0,08V ändert sich der hexadezimal an der **Basisadresse +1** gelesene Messwert um 1.)

#### Messbereich 0..10V

Die vier Widerstände 200k, 150k, 2x 100k werden mit Präzisions-Widerständen (1% Typ oder besser) bestückt. Der 200k Widerstand wird übergebrückt oder gleich stattdessen eine Brücke bestückt. Damit wird die Messspannung um 4:1 auf 0..2,5V geteilt. Damit ergibt sich 0,04 V pro Schritt.

#### Messbereich 0..2,5V

Die Widerstände bleiben unbestückt. Die Lötbrücke A-A auf der Leiterseite ist zu schließen. Damit ergibt sich 0,01 V pro Schritt.

#### Beliebiger Messbereich

Die Widerstände bleiben unbestückt. Im Bereich des roten Rechtecks im Bild wird ein variabler Präzisionswiderstand als Spannungsteiler bestückt. Damit kann/muss jeder Mess-Eingang einzeln abgeglichen werden. Die Größe des Einstellwiderstande ist eigenen Tests vorbehalten.

Der 100nF Kondensator dient zur Stabilisierung des Messprozesses. Ohne diesen „zappelt“ der gemessene Messwert. Dieselben drei Pins „**GND +5 Ue**“ sind dafür vorgesehen, wenn das Modul ADC\_0808 direkt an externe

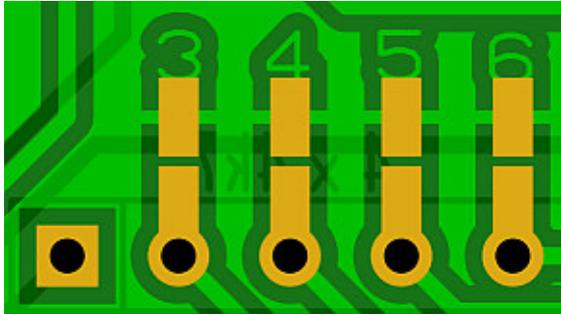
Messfühler mit den Standartsignal 2,5V betrieben werden soll. In dem Fall könnend die 100nF Kondensatoren auf die Leiterseite aufgelötet werden.

Die Lötbrücke B-B im Bild ist nur beim Messeingang „0“ vorhanden und dient dazu den Spannungsteiler vom ADC0809 abzutrennen, sofern dieser Kanal für die interne Temperaturmessung verwendet wird.

Info-Lötjumper u.a. für Messbereiche

Ein offener Lötjumper ist logisch „1“, geschlossen logisch „0“. Die Lötjumper 3..6 können als D3..D6 auf dem IO-Port Basisadresse +1 eingelesen werden.

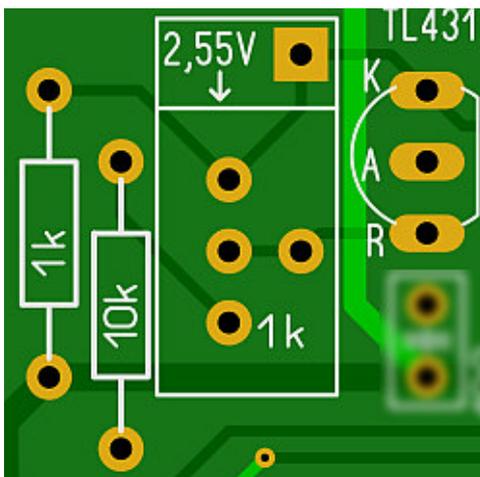
Sie sind für folgende Information vorgesehen:



| U <sub>e</sub> | Lötjumper |         | Daten            |
|----------------|-----------|---------|------------------|
|                | 3         | 4       |                  |
| 0..2,5 V       | geschl.   | geschl. | 00               |
| 0..5 V         | offen     | geschl. | 01               |
| 0..10 V        | geschl.   | offen   | 10               |
| 0..20 V        | offen     | offen   | 11               |
|                | D3        | D4      | <b>! D4,D3 !</b> |

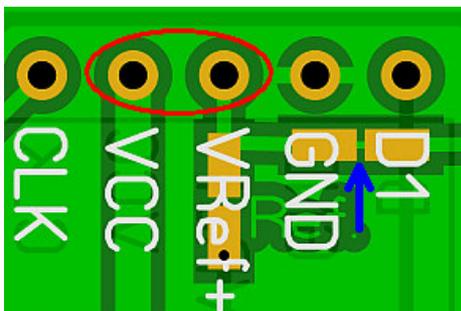
Der Lötjumper 5 ist zu schließen, wenn die interne Temperaturmessung auf Kanal 0 benutzt werden soll. Der Lötjumper 6 ist bislang für noch keine bestimmte Information vorgesehen.

A/D-Wandler und Referenzspannung



Als A/D-Wandler kommt der ADC0809 zu Einsatz. Da die Betriebsspannung des NKC meistens nicht stabil genug ist, wurde als Referenzspannung 2,550 V festgelegt. Damit ergibt eine 8-Bit-Auflösung 10 mV pro Stufe (0,00V = 00h / 2,55V = 0FFh = 255d). Der TL431 CLPR (Texas Instruments! Temperaturdrift!) wurde als Referenzspannungsquelle gewählt. Mit dem 1 kΩ Widerstand nach +5 V ergibt sich ein Kathodenstrom von ca. 2,5 mA. Sollten die Messspannungen um mehr als eine Stufe springen, sollte man ggf. dieser 1kΩ Vorwiderstand auf bis zu 330 Ω verringern. Mit dem variablen 1 kΩ Widerstand als Spindeltrimmer kann die Referenzspannung (**2,495 V**) so eingestellt werden, dass sich an der Kathode eine Spannung von 2,550 V einstellt.

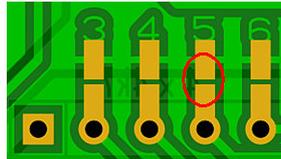
Wer hingegen die Betriebsspannung als Referenz verwenden will, kann den Pin 11 und Pin 12 des ADC0809 mit einer Zinnbrücke verbinden, um die Betriebsspannung als Referenz zu verwenden.



Die Brücke für Referenzspannung = Betriebsspannung (rot). In diesem Falle die vorgenannten Bauelemente (LM431, 1 kΩ, 10 kΩ u. 1 kΩ Einstellwiderstand) nicht bestücken, oder den Leiterzug zwischen den Lötpad's (blauer Pfeil) auftrennen.

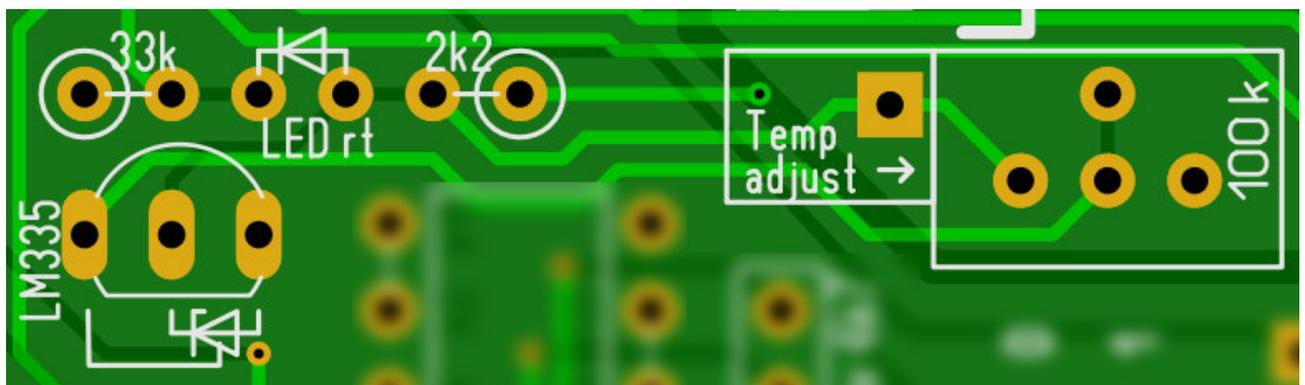
### Interne Temperaturmessung

Lötjumper 5 brücken!



Für die interne Temperaturmessung „NKC-rektal“ kommt der Temperatursensor **LM335** zum Einsatz.

Dabei liegt wie bei einer Z-Diode die Kathode an einem 2,2 k $\Omega$  Widerstand nach +5 V und die Anode an Masse. Damit ergibt sich ein Z-Strom von ca. 1 mA. An der Kathode stellt sich It. Datenblatt bei 25°C eine Spannung von 2,92..**2,982**..3,04 V bei 1 mA mit 10mV/°K, ein. Diese Spannung lässt sich nach Datenblatt mit einem Einstellwiderstand über Anode und Kathode mit dem Schleifer auf den ADJ-Eingang justieren. Hier wurde mit einem 100 k $\Omega$  Einstellwiderstand zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Zum Prüfen der Spannung ist ein viereckiges Messpad vorgesehen, dass wahlfrei auch mit einem Pin bestückt werden kann. Für die Interne Messung im NKC sollte die Genauigkeit völlig ausreichen.



Die an der Kathode des LM355 gebildete Z-Spannung (=Temperatur) ist so für den ADC0809 mit über 2,5 V noch zu groß. Darum wurde die Z-Spannung über einen Spannungsteiler aus einer roten LED (Flussspannung 1,8..2,2 V) und einem 33 k $\Omega$  Widerstand auf eine messbare Spannung von ca. 1,6 V bei Zimmertemperatur geteilt. Durch die LED mit nahezu konstanter Flussspannung, die von der Z-Spannung des LM355 „abgezogen“ wird, bleibt die Messgenauigkeit bei 10 mV = 1°K pro Schritt. Bei einem reinen Widerstands Spannungsteiler würde sich die Genauigkeit auf 20 mV = 2°K pro Schritt verringern.

Allerdings die Flussspannung der LED, temperaturabhängig – sie sinkt mit steigender Temperatur wie bei allen Halbleiterdioden ab [1]. Wenn die Temperatur steigt, nimmt  $V_f$  um 2 mV/°C ab [2]. Das bedeutet, dass in der vorliegenden Schaltung bei einer Temperaturerhöhung von 20°C auf 40°C um 20 Grad die Flussspannung um 40 mV abnimmt! Das entspricht 4 Grad im Messwert! Diese „Kennlinie“ kann per Software ausgeglichen werden.

Quellen:

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Leuchtdiode>

[2] <https://www.rohm.de/electronics-basics/leds/led-characteristics>

### Software – Messwert einlesen

```
IO_ADC:      .equ 0E0h ;IO-Adresse beginnt bei
;--- Messwert holen ---
;   Inp.:      C: Kanal 0..7
;   Outp.:     A: Messwert 0..255
;
GetADC:
    push BC
L0:
    IN A,(IO_ADC)      ;warten bis
    Bit 7,A           ;
    jr NZ,L0          ;   D7 = 1 --> EOC = 0

    ld A,IO_ADC       ;1.Teil der Adresse
    ADD A,C           ; +akt. Kanal
    ld C,A            ;   in C laden = Kanal-Adresse
    OUT (C),A         ;Start der Messung A=egal
                    ;Daten werden nicht übertragen

LI:
    IN A,(IO_ADC)     ;warten bis Messung beendet
    Bit 7,A           ; Bit=1 --> Z=0 (NZ) // Bit=0 --> Z=1 (Z)
    jr Z,LI           ;   beendet Wenn (Z)=Bit7=0 => D7=0 -> EOC = 1
    IN A,(IO_ADC+1)   ;Messwert lesen
    pop BC
    RET
```

### Software – interne Temperaturmessung korrigieren

```
;--- HL: gemessene Temperatur (Hex) ---
;
;--- Ermittlung Diff. von Eichtemp. ---
    ld A,25           ;Eichtemperatur
    SUB L             ;A= EichTemp. - MessTemp
    NEG              ;A= Diff MessTemp - EichTemp.
    SLA A            ;A= 2x = Korrekturwert
    ;---HL = HL x 10 ---
    scf
    ccf              ;Carry-Flag löschen
    SLA L
    RL H             ;HL x 2
    ld D,00
    ld E,L           ;DE= Messwert x2 merken
    SLA L
    RL H             ;HL x4
    SLA L
    RL H             ;HL x8

    Add HL,DE        ;HL= 10x
    ;-----
    ld E,A           ;DE= Korrekturwert
    XOR A            ;CarryFlag = 0
    SBC HL,DE        ;Korrektur abziehen wg. LED-Kennlinie

;--- HL= korrigierte Temperatur (Hex) ---
```





