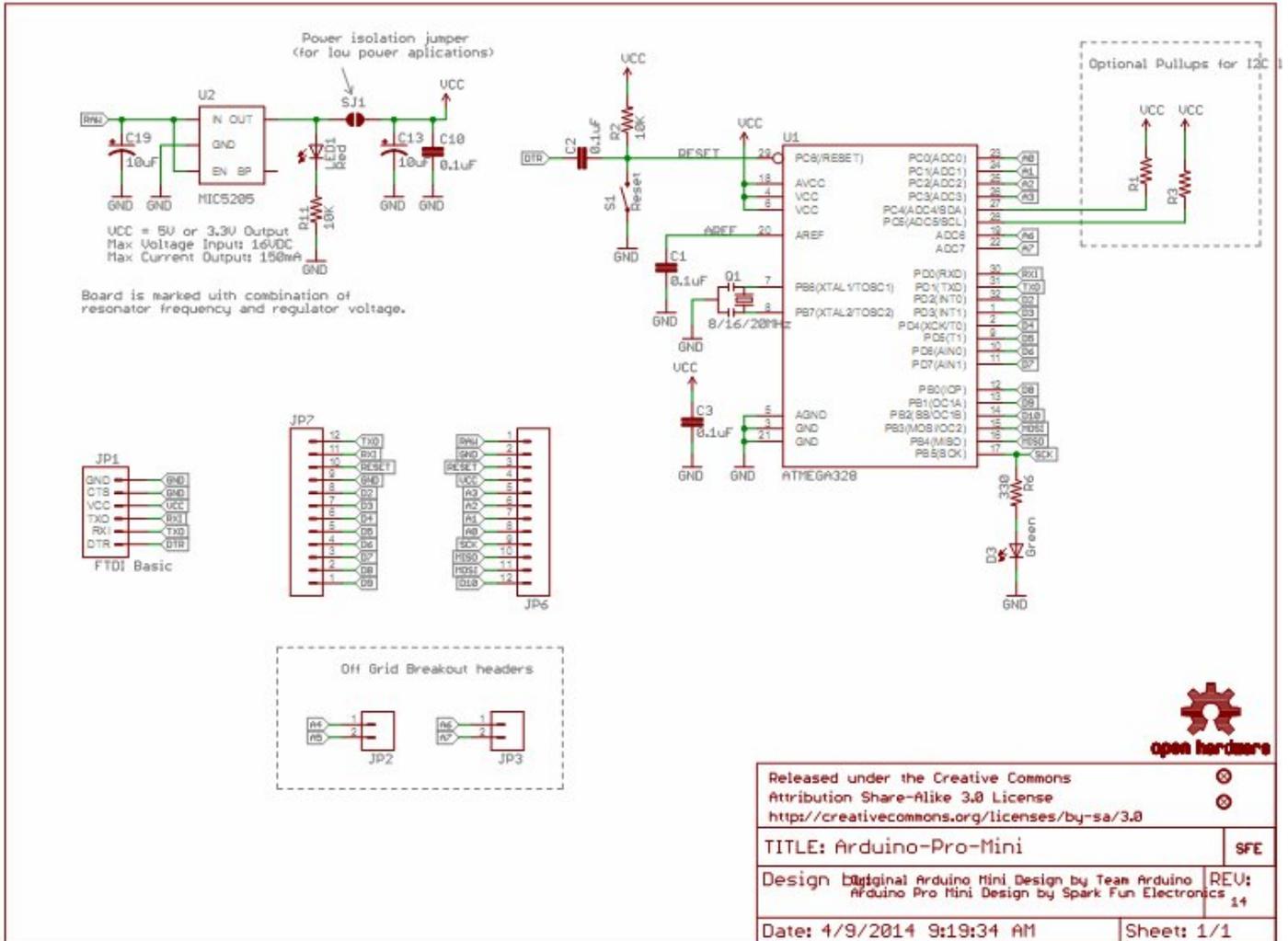
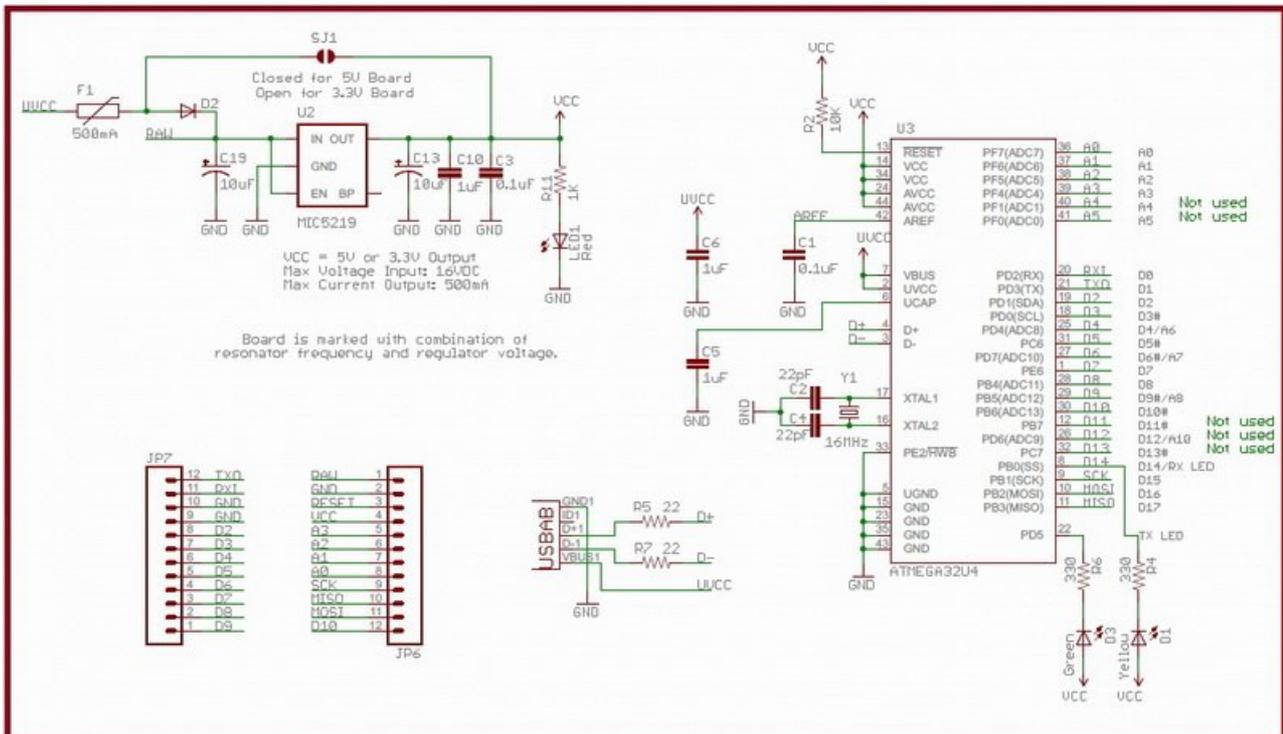


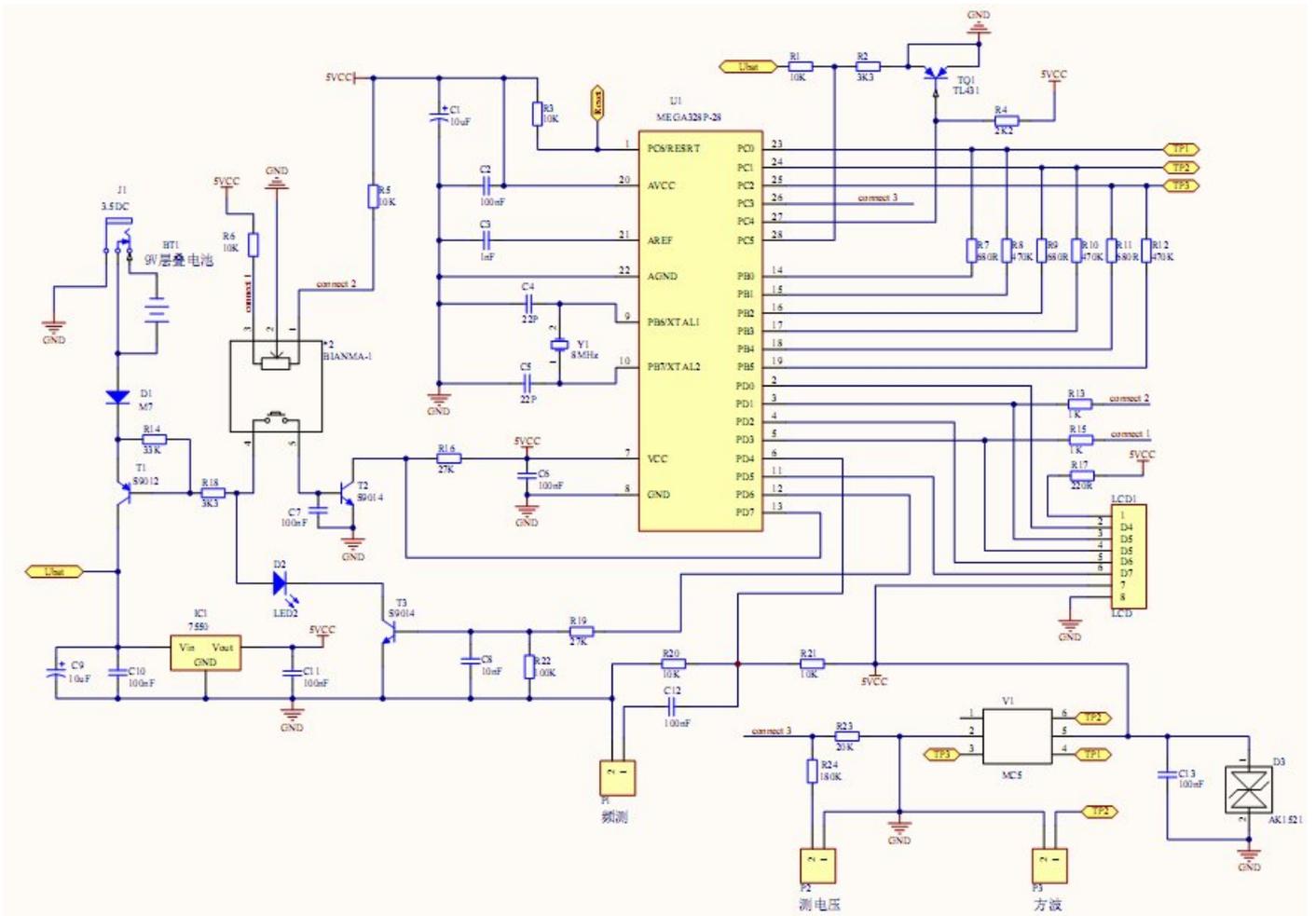


## Arduino pro mini:

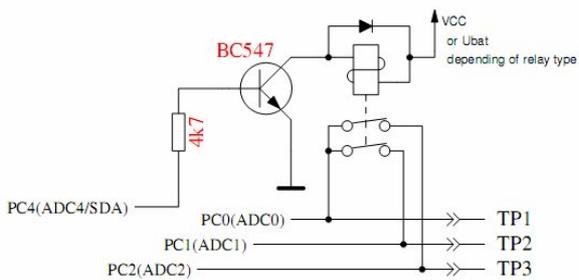


## Arduino pro micro:

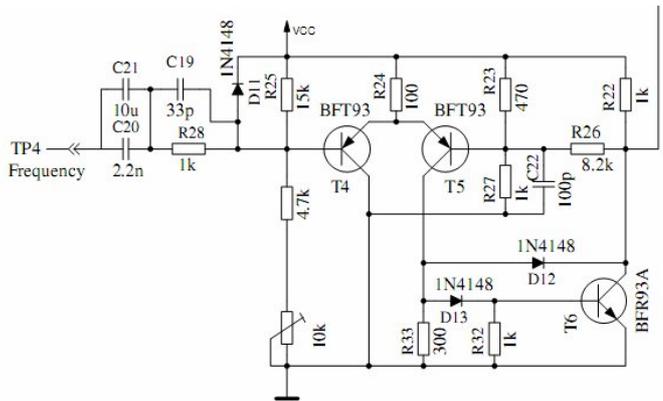




Schaltplan Transistortester DIY 328p Bausatz mit TFT-Display.



Erweiterung: Schutzrelais



Vorverstärker für Frequenzmessung -> einfachere Variante siehe Anhang

## A) Umbau Deek\_Robot - Platine.

- \* 6-pol Stiftleiste zum Programmieren, 1:1 auf USBasp 6-pol Buchse
- \* Resonator 16MHz gegen Quarz 16MHz ersetzt
- \* Seriellmodul mit 5 Pins auflöten, Vcc-Verbindung nicht verwenden
- \* Leiterbahn zu Pin "TXD" an der Stirnseite zum Seriellmodul durchtrennen
- \* Pin "TXD" an der Stirnseite zum Seriellmodul mit PC3 "A3" über Serienwiderstand 4k7 verbinden
- \* Leiterbahn zu Pin "RXD" an der Stirnseite zum Seriellmodul durchtrennen
- \* Vorwiderstand 1k zur grünen LED entfernt
- \* Spannungsteiler 180K/20k ADC7
- \* Kondensator an ADC7: 100p
- \* Kondensator an AREF: 1nF statt 100nF
- \* Referenzquelle TL431 hier statt auf der Hauptplatine

\* Verdrahtung Deek\_Robot auf DIL28-Sockel für Hauptplatine:

Name Modul	DIL28	TQFP32 (zur Kontrolle)
RESET	Pin 1 n.c.	Pin
PD0 "RXD" ->	Pin 2	Pin 30
PD1 "TXD" ->	Pin 3	Pin 31
PD2 "2" ->	Pin 4	Pin 32
PD3 "3" ->	Pin 5	Pin 1
PD4 "4" ->	Pin 6	Pin 2
VCC "VCC" ->	Pin 7	Pin 4,6,18
GND "GND" ->	Pin 8	Pin 3,5,21
XTAL1	Pin 9 n.c. ->	Quarz 16Mhz am Modul bestückt
XTAL2	Pin 10 n.c. ->	Quarz 16Mhz am Modul bestückt
PD5 "5" ->	Pin 11	Pin 9
PD6 "6" ->	Pin 12	Pin 10
PD7 "7" ->	Pin 13	Pin 11
PB0 "8" ->	Pin 14	Pin 12
PB1 "9" ->	Pin 15	Pin 13
PB2 "10" ->	Pin 16	Pin 14
PB3 "11" ->	Pin 17	Pin 15
PB4 "12" ->	Pin 18	Pin 16
PB5 "13" ->	Pin 19	Pin 17
AVCC	Pin 20 n.c. ->	würde Schleife bilden
AREF	Pin 21 n.c. ->	1nF nach GND am Modul
GND " GDN" ->	Pin 22	Pin 3,5,21
PC0 "A0" ->	Pin 23	Pin 23
PC1 "A1" ->	Pin 24	Pin 24
PC2 "A2" ->	Pin 25	Pin 25
ADC6 "A6" ->	Pin 26	Pin 19 Anm:(ADC3/PC3) -> Ext.Spg via 10:1
ADC7 "A7" ->	-----	Spannungsteiler 10:1 nicht auf DIL geführt
ADC4 "A4" ->	Pin 27	Pin 27
ADC5 "A5" ->	Pin 28	Pin 28

n.c. : unverdrahtet, da bereits am Deek\_Robot bestückt und verdrahtet

## B) Umbau Hauptplatine.

- \* Quarz 16MHz statt 8MHz, falls einmal ein DIP28 µC verwendet wird.

- \* Spannungsteilerwiderstände 3k3/10k und 20k/180k selektieren und mittels Serienwiderstand korrigieren.
- \* Verpolschutzdiode PK6KE15A parallel zum DC-Eingang.
- \* Eingang Frequenzmesser: je eine 1N4148 als Überspannungsschutz parallel zu R20 u. R21, zusätzlicher Serienwiderstand 470R. Klemme führt zur Zusatzplatine, Serienkondensator ebendort.
- \* Kondensator an ADC6 (=PC3 am DIL28): 100p // 10n.
- \* Referenzquelle TL431A vermessen (2,4950V mit MS8218 gegen  $\mu$ C-GND): entspricht haargenau dem typischen Sollwert, somit Wert in der FW bereits OK!
- \* Referenzwiderstände 680R und 470k selektiert auf <0,05% (MS8218).
- \* Zenerdiodenvermessung via externem Netzgerät und 10k Vorwiderstand auf Klemme (U).
- \* Mikrorelais FRT-B4CA4-52-01 2xUM zum  $\mu$ C-Port-Schutz nachgerüstet.
- \* Vorverstärker für Frequenzmessung (Seite 12) auf Extra-Platinchen, einfachere Variante.

Firmware:

Version 1.12k vom 12.7.2016 mit **avr-gcc 4.8.1** mit folgenden Switches im Makefile kompiliert:

**WITH\_UART** benutzt den Pin PC3 zur Ausgabe der seriellen Texte (V24). Wenn die Option nicht benutzt wird, kann der PC3 Pin zum Anschluss einer externen Spannung mit einem 10:1-Widerstandsteiler benutzt werden. Damit können beispielsweise Zenerdioden mit höherer Durchbruchspannung getestet werden. Diese Messung wird so lange mit etwa 3 Messungen pro Sekunde wiederholt, solange der Starttaster gedrückt bleibt.

Beispiel: CFLAGS += -DWITH\_UART

**TQFP\_ADC6** Die Option TQFP\_ADC6 benutzt anstelle des PC3-Pins (ADC3) den zusätzlichen ADC-Eingang ADC6 des ATmegas im TQFP-Gehäuse oder QFN-Gehäuse. Dadurch kann dieser Eingang unabhängig von der seriellen Ausgabe auf dem PC3 Pin genutzt werden. Dieser Pin wird dann für die Zenerdioden-Messung und für die Messung einer externen Spannung über den Dialog des ATmega328 genutzt.

Beispiel: CFLAGS += -DTQFP\_ADC6

**TQFP\_ADC7** Die Option TQFP\_ADC7 benutzt anstelle des PC3-Pins (ADC3) den zusätzlichen ADC-Eingang ADC7 des ATmegas im TQFP-Gehäuse und QFN-Gehäuse. Dadurch kann dieser Pin unabhängig von der seriellen Ausgabe auf den PC3 Pin genutzt werden. Wenn diese Option ohne die Option TQFP\_ADC6 genutzt wird, erfolgt sowohl die Zenerdioden-Messung als auch die Messung einer externen Spannung über den Dialog des ATmega328 genutzt. Wenn die Option zusätzlich zur TQFP\_ADC6-Option gesetzt wird, erfolgt die Zenerdioden-Messung mit dem ADC6-Pin und bei der über den Dialog wählbaren Spannungsmessung werden beide Eingänge gemessen. Beide Pinne sollten dann an einen 10:1-Spannungsteiler angeschlossen sein.

Beispiel: CFLAGS += -DTQFP\_ADC7

**WITH\_VEXT** ermöglicht die Messung einer externen Spannung über einen 10:1-Spannungsteiler. Für den ATmega168 oder ATmega328 wird normalerweise der PC3-Pin benutzt, wenn keine Option TQFP\_ADC6 oder TQFP\_ADC7 gesetzt ist. Dann ist diese Option aber nur möglich, wenn die WITH\_UART Option nicht gesetzt ist.

Beispiel: CFLAGS += -DWITH\_VEXT

**Sowie:**

CFLAGS += -DEXT\_NUMERATOR=204

CFLAGS += -DEXT\_DENOMINATOR=20

für Korrekturfaktor der VEXT-Spannungsmessung: hier gibt es ansonsten einen Fehler von ca. 3%. Jetzt korrekt bis ca. 15V, dann mehr Abweichungen und bei 30V ergibt sich eine Anzeige von 30,2V.

PROGRAMMER=usbasp

BitClock=20

PORT=usb

## Make all:

```
avr-gcc -Wall -DWITH_MENU -DWITH_ROTARY_CHECK -DNO_ICONS_DEMO -DWITH_ROTARY_SWITCH=2 -
DFOUR_LINE_LCD -DLCD_SCREEN_ROTATE=1 -DLCD_ST7565_H_FLIP=0 -DLCD_ST7565_H_OFFSET=0 -
DLCD_ST7565_V_FLIP=1 -DLCD_CHANGE_COLOR=2 -DLCD_BG_COLOR=0x7800 -DLCD_FG_COLOR=0xffff -
DFONT_8X12thin -DICON_TYPE=3 -DBIG_TP -DWITH_SELFTEST -DAUTO_CAL -DWITH_AUTO_REF -
DREF_C_KORR=12 -DREF_L_KORR=40 -DC_H_KORR=0 -DWITH_UART -DTQFP_ADC6 -DTQFP_ADC7 -
DWITH_VEXT -DRMETER_WITH_L -DCAP_EMPTY_LEVEL=4 -DAUTOSCALE_ADC -DREF_R_KORR=3 -
DESR_ZERO=20 -DNO_AREF_CAP -DUSE_EEPROM -DPULLUP_DISABLE -DANZ_MESS=25 -DPOWER_OFF -
DBAT_CHECK -DBAT_OUT=150 -DBAT_POOR=6400 -DBAT_NUMERATOR=133 -DBAT_DENOMINATOR=33 -
DEXT_NUMERATOR=204 -DEXT_DENOMINATOR=20 -mcall-prologues -DLCD_ST_TYPE=7735 -
DF_CPU=16000000UL -DF_CPU_HZ=16000000 -DMHZ_CPU=16 -mmcu=atmega328p -gdwarf-2 -std=gnu99 -Os -
funsigned-char -funsigned-bitfields -fpack-struct -fshort-enums -MD -MP -MT sampling_xtal.o -MF
dep/sampling_xtal.o.d -DSamplingADC -c ../sampling_xtal.c
```

```
avr-gcc -mmcu=atmega328p -Wl,--relax,-Map=TransistorTester.map lcd_hw_4_bit.o lcd-routines.o i2lcd.o
PinLayout.o RvalOut.o UfAusgabe.o DisplayValue.o lcd-draw.o swuart.o wait1000ms.o sleep_5ms.o ReadADC.o
wait_for_key_ms.o RefVoltage.o get_log.o main.o Battery_check.o CheckPins.o GetResistance.o ChargePin10ms.o
EntladePins.o ReadCapacity.o GetRLmultip.o Calibrate_UR.o show_Resis_Cap.o ReadInductance.o GetESR.o
GetVloss.o GetFrequency.o function_menu.o message_key_released.o ReadBigCap.o CheckRotaryEncoder.o
CalibrationCap.o ShowData.o CheckUJT.o EE_check_init.o samplingADC.o sampling_cap.o sampling_lc.o
sampling_xtal.o -o TransistorTester.elf
```

```
avr-objcopy -O ihex -R .eeprom -R .fuse -R .lock -R .signature TransistorTester.elf TransistorTester.hex
```

```
avr-objcopy -j .eeprom --set-section-flags=.eeprom="alloc,load" --change-section-lma .eeprom=0 --no-change-
warnings -O ihex TransistorTester.elf TransistorTester.eep || exit 0
avr-objdump -h -S TransistorTester.elf > TransistorTester.lss
```

16 MHz operation configured.

AVR Memory Usage

-----

Device: atmega328p

Program: 32264 bytes (98.5% Full)

(.text + .data + .bootloader)

Data: 202 bytes (9.9% Full)

(.data + .bss + .noinit)

EEPROM: 906 bytes (88.5% Full)

(.eeprom)

> Process Exit Code: 0

## Program (hier als Beispiel einevorangegangene Programmierung):

```
> "make.exe" program
make.exe
make.exe[1]: Entering directory `C:/Users/XY/Desktop/DIY TFT
Mega328/trunk_20160712/mega328_color_kit(20160716)+mod'
```

16 MHz operation configured.

AVR Memory Usage

-----

Device: atmega328p

Program: 32224 bytes (98.3% Full)

(.text + .data + .bootloader)

Data: 202 bytes (9.9% Full)

(.data + .bss + .noinit)

EEPROM: 906 bytes (88.5% Full)  
(.eeprom)

```
make.exe[1]: Leaving directory `C:/Users/XY/Desktop/DIY TFT  
Mega328/trunk_20160712/mega328_color_kit(20160716)+mod'  
avrdude -c usbasp -B 20 -p m328p -P usb -U flash:w:./TransistorTester.hex:a \  
-U eeprom:w:./TransistorTester.eep:a
```

avrdude: set SCK frequency to 32000 Hz  
avrdude: AVR device initialized and ready to accept instructions

Reading | ##### | 100% 0.02s

avrdude: Device signature = 0x1e950f (probably m328p)  
avrdude: NOTE: "flash" memory has been specified, an erase cycle will be performed  
To disable this feature, specify the -D option.  
avrdude: erasing chip  
avrdude: set SCK frequency to 32000 Hz  
avrdude: reading input file ".\TransistorTester.hex"  
avrdude: input file .\TransistorTester.hex auto detected as Intel Hex  
avrdude: writing flash (32224 bytes):

Writing | ##### | 100% 43.96s

avrdude: 32224 bytes of flash written  
avrdude: verifying flash memory against .\TransistorTester.hex:  
avrdude: load data flash data from input file .\TransistorTester.hex:  
avrdude: input file .\TransistorTester.hex auto detected as Intel Hex  
avrdude: input file .\TransistorTester.hex contains 32224 bytes  
avrdude: reading on-chip flash data:

Reading | ##### | 100% 38.33s

avrdude: verifying ...  
avrdude: 32224 bytes of flash verified  
avrdude: reading input file ".\TransistorTester.eep"  
avrdude: input file .\TransistorTester.eep auto detected as Intel Hex  
avrdude: writing eeprom (906 bytes):

Writing | ##### | 100% 11.60s

avrdude: 906 bytes of eeprom written  
avrdude: verifying eeprom memory against .\TransistorTester.eep:  
avrdude: load data eeprom data from input file .\TransistorTester.eep:  
avrdude: input file .\TransistorTester.eep auto detected as Intel Hex  
avrdude: input file .\TransistorTester.eep contains 906 bytes  
avrdude: reading on-chip eeprom data:

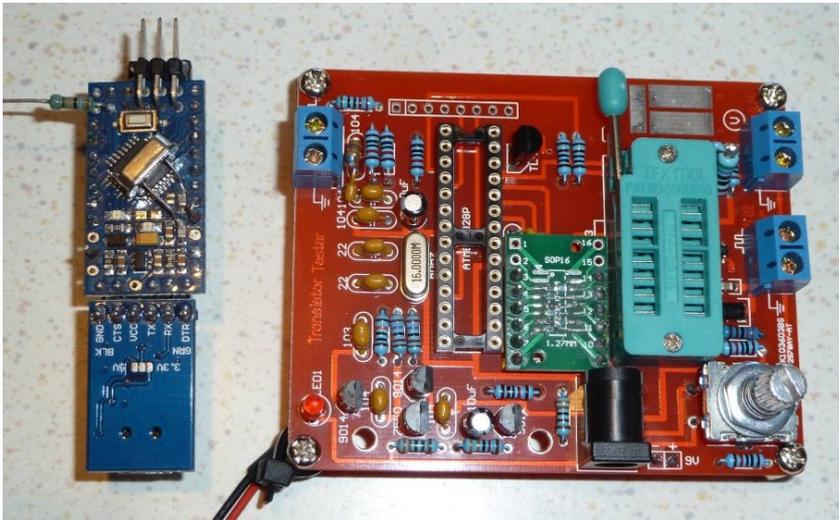
Reading | ##### | 100% 2.96s

avrdude: verifying ...  
avrdude: 906 bytes of eeprom verified

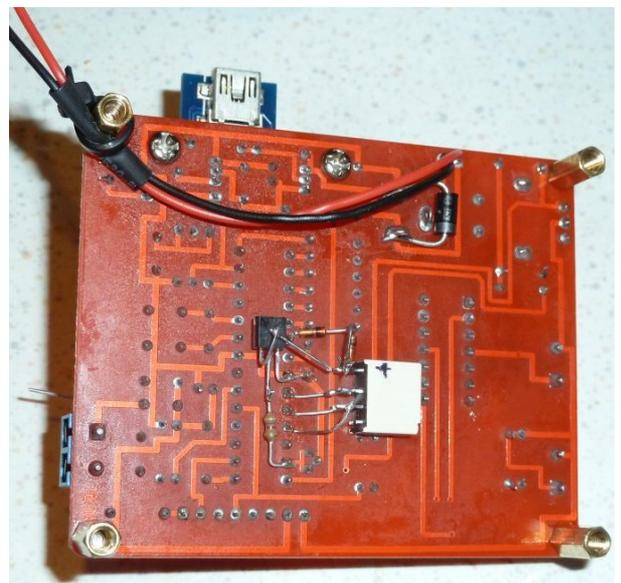
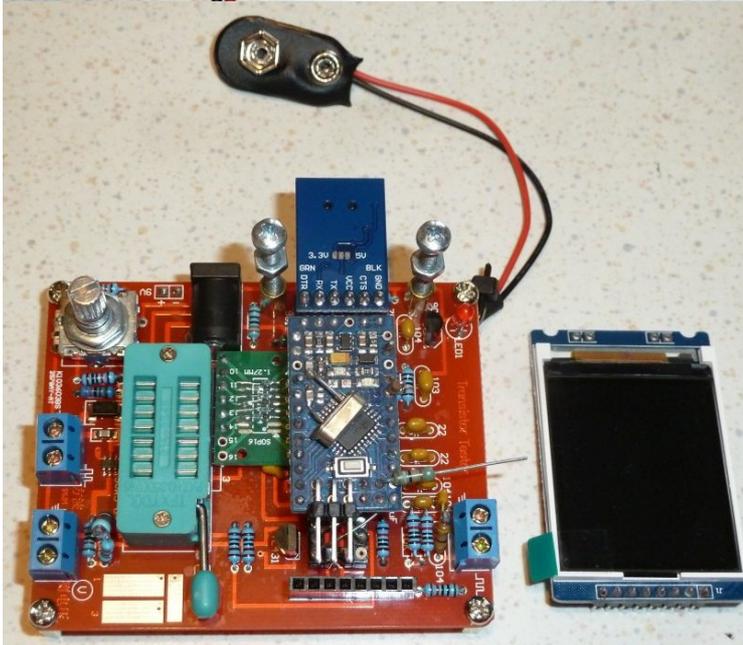
avrdude done. Thank you.

**Fuses:** Mit xTreme-Burner die Fuses einlesen und folgendermaßen setzen und schreiben:

Low Fuse = 0xFF  
High Fuse = 0xD9  
Extended Fuse = 0xFC  
Lock Fuse = 0xFF  
Calibration = 0xFFFFF8D -> diesen Wert nicht verändern!



Hier ist die Referenzquelle TL431 noch auf der Hauptplatine und die Kondensatoren an den ADC-Eingängen fehlen noch.



Vref = 2.490V vermessen

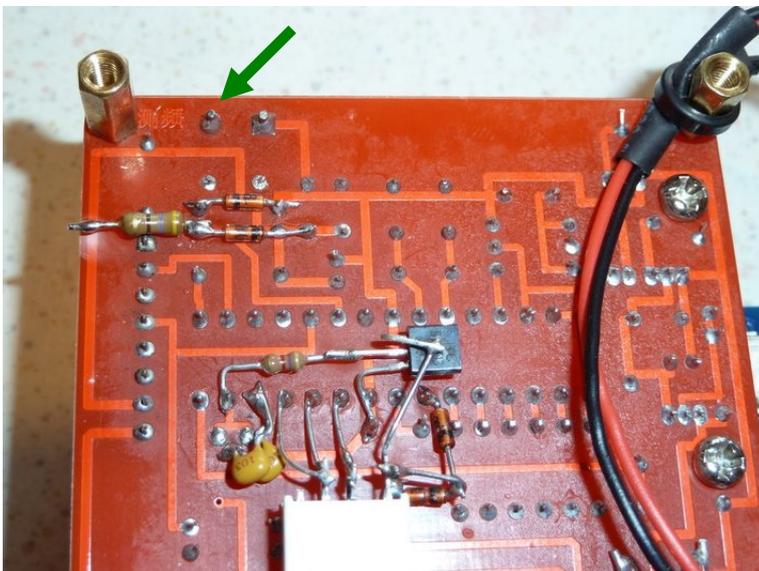
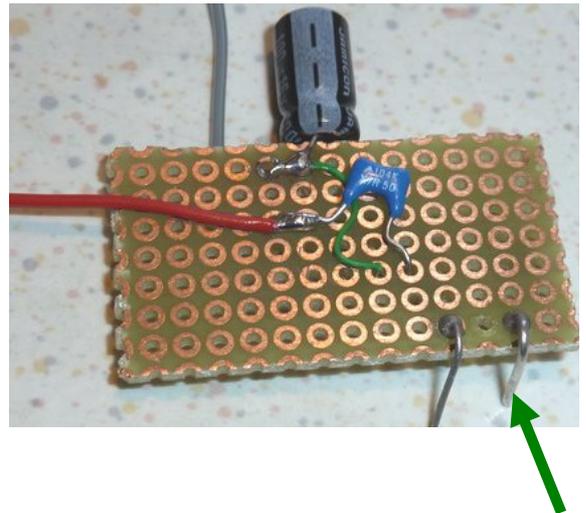
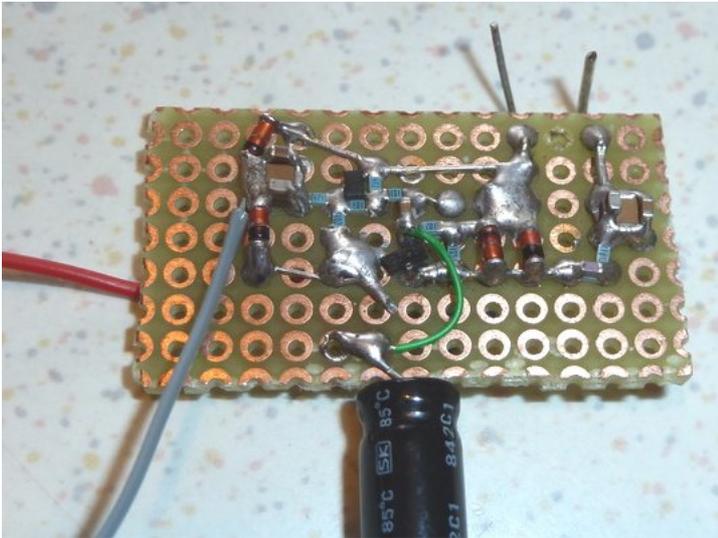
Messwiderstände 680R selektiert:

SMD	Messw.1 [Ohm]	Kontakt [Ohm]	Ref_effektiv [Ohm]	Abweich. [%]	Abweich. [Ohm]
	680,1	0,04	680,06	0,009	-0,06
	680	0,04	679,96	-0,006	0,04
	680,3	0,04	680,26	0,038	-0,26

Messwiderstände 470k: Selektiert und mit Serienwiderstand entsprechend auf 470k gebracht.

SMD	Messw.2 [kOhm]	Kontakt [Ohm]	Ref_effektiv [kOhm]	Abweich. [%]	Abweich. [kOhm]
	470,12	0,04	470,12	0,026	-0,12
	470,08	0,04	470,08	0,017	-0,08
	470,34	0,04	470,34	0,072	-0,34

Messung	1	2	3
0.6801k	0.6801k	0.6801k	0.6800k
470.11k	470.13k	470.12k	470.12k
0.6800k	0.6800k	0.6801k	0.6801k
470.08k	470.07k	470.09k	470.09k
0.6803k	0.6830k	0.6830k	0.6830k
470.36k	470.38k	470.30k	470.30k



**Anhang:** Zusatzplatine Eingangsverstärker für Frequenzmessung:

Eingang ist ein JFET als Sourcefolger, danach ein NPN in Emitterschaltung. Das verstärkte Signal wird via Serienkondensator  $10\mu\text{F}$  und Serienwiderstand  $470\text{R}$  plus Spannungsbegrenzerdioden (da AC-gekoppelt!) auf den  $470\text{R}$  Serienwiderstand der Hauptplatine geführt, R14, R15, R17, D5, D6 dieser Schaltung sind Bauelemente auf der Hauptplatine.

Die Lochrasterplatine mit der Verstärkerstufe wird auf der Unterseite der Hauptplatine auf die Lötstellen der Schraubklemme gelötet, auf der Oberseite wird C12 entfernt und entsprechend umverdrahtet um die Schraubklemme weiterhin als Eingang verwenden zu können.

Signal für 1Hz-60MHz: 50mV - 5V (Vamp=Vpp/2)  
 Hochpasspol 10kHz, Tiefpasspol 10MHz (1k), 30MHz (10R)  
 Quellimpedanz für 1Hz-60MHz: DR-1k  
 Stromaufnahme ca. 3.6mA bei 5V

