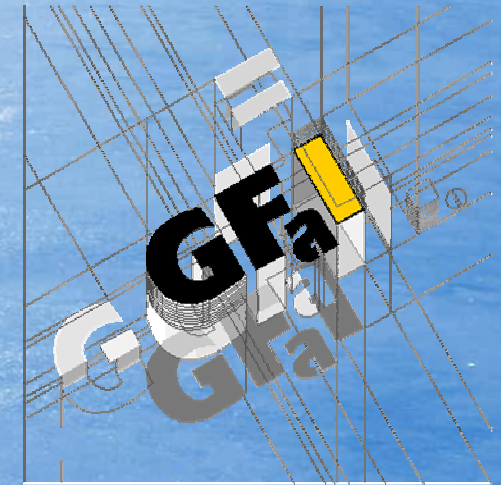


# User-Manual

## 6-Kanal Photo-Experimentierset

- # Verwendung und Merkmale
- # Zusammenschaltung der Baugruppen
- # Installation Kurzanleitung
- # USB-Installation
- # Betriebssystem ChampOS
- # Busschnittstellen
- # Berechnungen am Photoverstärker
- # Photostrom-Rechenprogramm
- # Grenzdaten Photoverstärker
- # Formelsammlung für Photodioden
- # Atmel-Programmierung
- # Schaltpläne und Unterlagen



Dr. G. Heinz, GFaI e.V.  
Rudower Chaussee 30  
12489 Berlin  
Tel. +49 (30) 6392 -1652  
Fax. -1602  
[www.gfai.de/~heinz](http://www.gfai.de/~heinz)  
[heinz@gfai.de](mailto:heinz@gfai.de)

**Champ6v10...v20...v21**

**champOSv10...v20...v21**

**BNC-Adapter v10, v11**

**USB2SERIALv2**

[www.gfai.de/~heinz/techdocs](http://www.gfai.de/~heinz/techdocs)



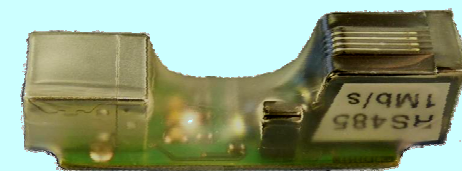
# Baugruppen Champ6v20

- 6-Kanal Photoverstärker Champ6 mit Aufnahme für Photodioden
- BNC-Adapter zum Anschluß an Oszilloskop, mit Netzteilanschluß, RS485-Anschluß
- USB-Adapter isoliert USB2SERIAL Wandlung USB <-> RS485
- Wechselspannungs-Netzteil 7,5V~ oder 9V=



# Baugruppen Champ6v21

- 6-Kanal Photoverstärker Champ6 mit Aufnahme für Photodioden
- BNC-Adapter zum Anschluß an Oszilloskop, mit Netzteilanschluß, RS485-Anschluß
- USB-Adapter isoliert USB2SERIAL Wandlung USB <-> RS485
- Stabilisiertes Schaltnetzteil 5V



# Zusammenschaltung

- Kabel im Lieferumfang enthalten
- Kabel evtl. nicht im Lieferumfang enthalten
- ... Isolation

Netzteil

BNC-AdapterV10: 7.5V~

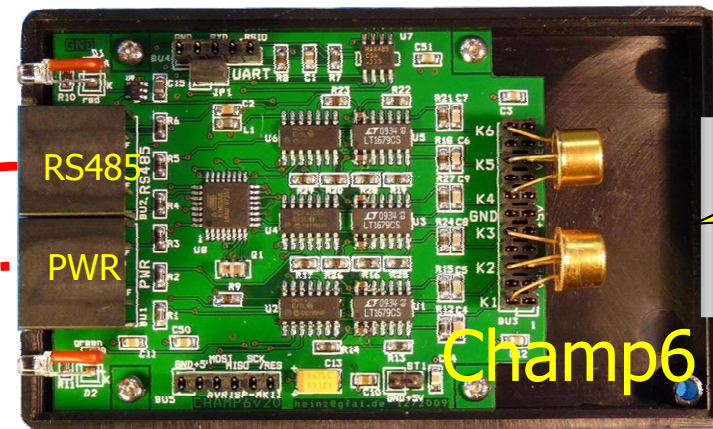
BNC-AdapterV11: 5V=

mit Hohlstecker  
5,5mm / 2,1 mm

Anschlüsse für  
Mehrkanal-Oszilloskop



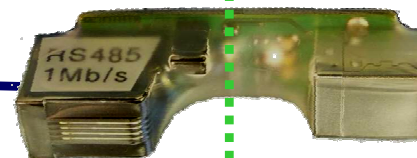
Kabel RS485  
RJ10-4P4C gekreuzt,  
Telefon Spiralkabel 2m



Licht

Kabel 2x RJ45-8P8C  
nicht gekreuzt,  
Standard-Ethernet  
max. 10 m

USB/RS485 Adapter



Kabel USB A-B





Test-UART

Microcontroller  
ATmega8-16

12 OPV

K4-K6  
RS485

K1-K3  
PWR

6 Photodioden

Programmier-  
schnittstelle

6 digitale  
Potentiometer

champ6v20



<http://www.champ6v20.de>



# Verwendung

- Das Experimentierset ist zur parallelen Aufzeichnung von sechs Zeitfunktionen handelsüblicher spektral-selektiver Photodioden bei Pulsschweißprozessen im Bereich von Abtastraten zwischen DC und 100 kHz geeignet.
- Der Photosensor champ6 wird etwa im Abstand von 50 cm vom Lichtbogen platziert. Das Licht sollte einen direkten Weg durch das Fenster auf die Photodioden haben.
- Spektral selektive Photodioden sind z.B. bei den Firmen EPIGAP oder Hamamatsu zu erwerben (nicht Bestandteil des Experimentiersets)
- Die Anleitung ist für folgende Module gedacht:
  - Photoverstärker champ6v20...v21
  - Betriebssystem champOSv20...v21
  - BNC-Adapter v10 und v11
  - USB-Adapter USB2SERIALv2
  - Galvanisch isoliertes Netzteil
- Einer Verschmutzung des Fensters kann durch Abkleben mit Tesa-Film vorgebeugt werden



# Merkmale

- digital einstellbarer Verstärker für 6 spektral differente Photodiodenkanäle
- Steuerung durch ein Terminalprogramm (WindowsXP Hyperterminal, Putty)
- Analogausgabe der Zeitfunktionen auf 6 BNC-Buchsen
- Bandbreite analog 0 ... 100 kHz (DC Gleichspannungskopplung)
- Verstärkungsbereich optimiert für marktübliche Photodioden

## Details

- DC-Verstärker, galvanisch gekoppelt
- Verstärkung in 256 Schritten einstellbar im Verstärkungsbereich von etwa 0,5 bis 2200 ( $0...255 \sim 00...ff$ )
- Eingangsstrombereich 270nA ... 120μA
- Ausgangshub typ. 1...4 Vpp
- Offset kleiner +/- 100 mV bei maximaler Verstärkung ( $v_{\max} \sim 2780$ )
- Referenzpotential  $V_{REF} = 2.5V$ , Hub +/- 2,5 V (0...5 V)
- Operating System "champOS"

# Download Software und Dokumentation

- Dokumentation, Software und Hardware  
Download unter

<http://www.gfai.de/spspba/index.html>

user: **SPS**

pwd: **DAsTg4-j3**

- anklicken: Photodioden-Experimentierset (ZIP), zip-File speichern
- zip-File entpacken, dabei Hierarchie beibehalten
- Powerpoint-Bedienungsanleitung (\*.pps) doppelklicken.

- Freeware zum Entpacken: 7-zip

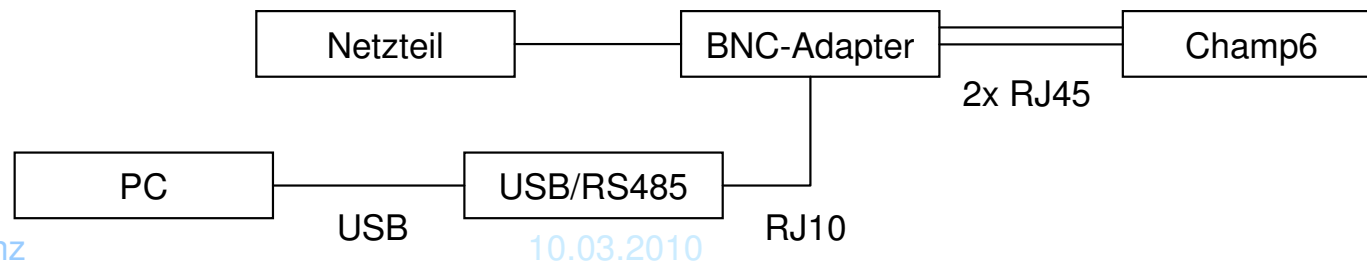
<http://www.7-zip.de/download.html>





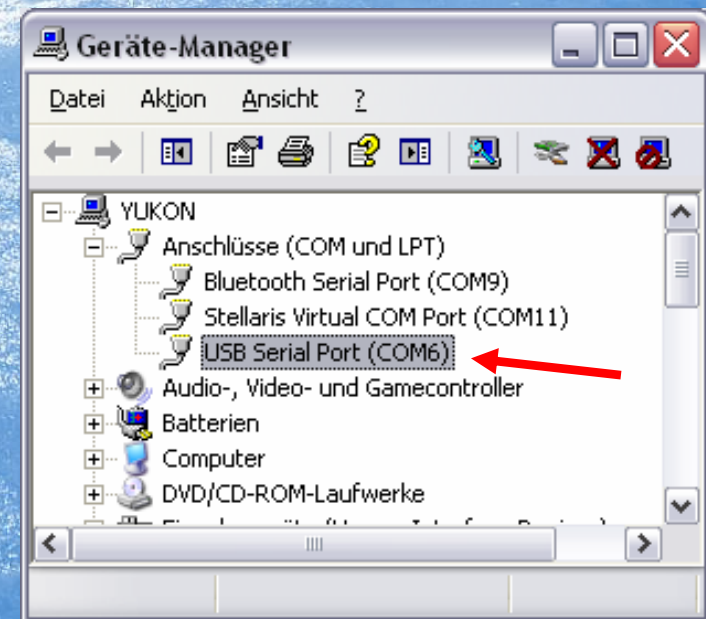
# Kurzanleitung zur Installation

1. Download aller Unterlagen und Software: [www.gfai.de/spspba/index.htm](http://www.gfai.de/spspba/index.htm) (User: *SPS*, Passwort *DAStg4-j3*).
2. Installieren Sie den FTDI-USB-Treiber für den USB/RS485-Konverter *winXP\_setup\_VCP\_CDM\_driver\_2.04.06.exe*
3. Setzen Sie Photodioden in den Champ6 ein. Diodengehäuse an der VREF Seite (i.a. Kathode) anschließen.
4. Verbinden Sie Champ6 und BNC-Adapter mit zwei 8-polig (ungekreuzten) Standard-RJ45 8P8C Kabeln. Die Kabel dürfen maximal 10 Meter lang sein. Beachten Sie die Kennzeichnung der Buchsen. Die Anschlüsse dürfen nicht vertauscht werden: Zerstörungsgefahr!
5. Verbinden Sie USB/RS485-Konverter und BNC-Adapter mit beiliegendem RJ10-4P4C Telefon-Spiralkabel. Achtung: dieses Kabel ist gekreuzt (Pins 1-4, 2-3, 3-2, 4-1). Bitte nicht durch ein ungekreuztes Kabel ersetzen, Zerstörung der Geräte wäre sicher!
6. Verbinden Sie USB/RS485-Konverter und PC mit einem Standard USB-Kabel der Bauart A-B. Der PC sollte die neue Hardware sofort erkennen. Im USB/RS485-Konverter geht nach kurzer Zeit eine grüne LED an.
7. Verbinden Sie BNC-Adapter und (eigenes) Oszilloskop/Datenrecorder mit geeigneten BNC-Kabeln (nicht im Lieferumfang).
8. Verbinden Sie zuletzt beiliegendes Steckernetzteil mit dem BNC-Adapter. Achtung: nur beiliegendes Netzteil benutzen, sonst Zerstörungsgefahr. Die LED am BNC-Adapter sollte leuchten. Gleichzeitig geht die rote LED am Champ an, dieser schaltet nach drei Sekunden um auf grün.
9. Wenn alles leuchtet, suchen Sie im Gerätemanager des PC nach dem USB Serial Port (COMx) des USB-Adapters
10. Öffnen Sie ein Terminalprogramm (Hyperterminal, Putty etc.) und stellen Sie es auf 115200 Baud, 8 Bit, keine Parität, 1 Stopbit, kein Handshake ein. Drücken Sie dann die Taste 'm' Ihrer Tastatur. Champ6 meldet sich. Die Champ-LED sollte auf rot umschalten. Drücken sie die Taste 'h' der PC-Tastatur, um den Hilfe-Text zu lesen.
11. Achtung: Beim Experimentierset handelt es sich um Versuchsschaltungen. Nur ausreichend qualifiziertes Personal mit der Installation beauftragen! Im Falle von Unsicherheiten bitte Schaltungsunterlagen studieren oder rückfragen!



# Installation des USB/RS485-Adapter im Detail

- Software download
- Installation des VCP-Treibers
- COM-Port finden - Gerätemanager
- Verbindung zum Champ herstellen
- Putty einstellen
- Hyperterminal einstellen





# Installation des VCP-Treibers

Virtual-Com-Port installieren:

- Der für den USB-Adapter erforderliche Treiber ist bislang nicht unter WindowsXP/ Windows7 vorhanden
- Er muß manuell installiert werden, dazu Doppelklick auf [winXP\\_setup\\_VCP\\_CDM 2.04.06.exe](#)

Wenn erfolgreich:

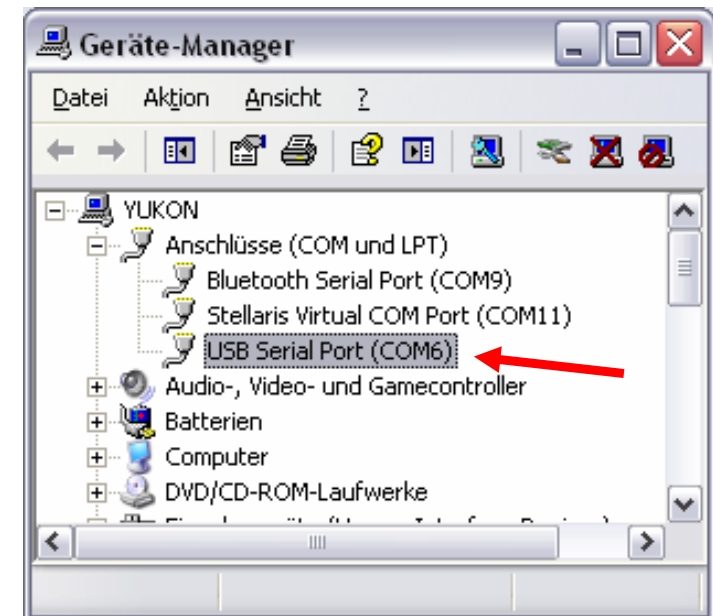
- USB2SERIAL mit USB verbinden
- Champ anschließen (Vorsicht! Die Kanäle nicht vertauschen!)
- Netzteil an BNC-Adapter anschließen
- USB2SERIAL meldet sich bei Windows an (FTDI-Chip ist programmiert)

■ Siehe auch

<http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>

# COM-Port finden - Gerätemanager

- Port suchen im WindowsXP- **Gerätemanager**:
- Dazu "Start/Ausführen [devmgmt.msc](http://devmgmt.msc)" oder
  - WindowsXP:  
Systemsteuerung/System/Hardware/ Geräte-Manager
  - Windows7:  
Geräte und Drucker/Datei/Geräte-Manager
- "Anschlüsse (COM und LPT)"
- Nummer notieren  
(im Beispielsbild COM**6**)





# Verbindung zum Champ herstellen

- Zur Verbindung mit dem Champ benötigen wir nur eine serielle Schnittstelle (COM-Port) und ein Terminal-Programm.
- Unter WindowsXP gibt es noch das Hyperterminal, siehe folgende Seiten
- Unter Windows7 gibt es Hyperterminal nicht mehr. Hier Putty nutzen (liegt im zip-File bei), Quelle ist <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>

# Putty einstellen

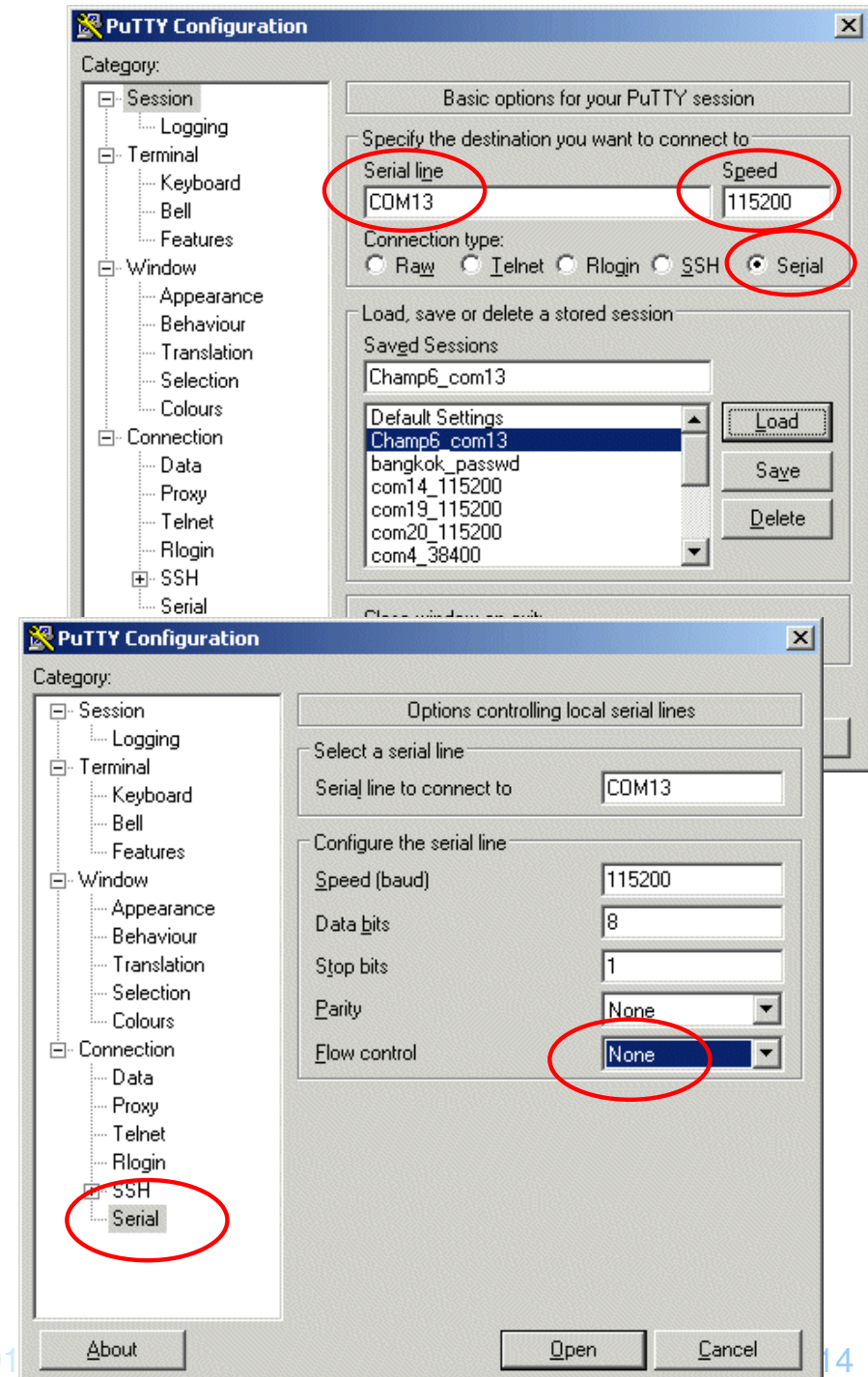
## ■ Putty öffnen

- Connection type **Serial**
- Serial Line hier **COM13**
- Speed
  - champ6v10, v11 **9600**
  - champ6v20, v21 **115200**

## ■ Wechseln zum Menue „Serial“

- Flow-Control **None**

## ■ Sitzung speichern



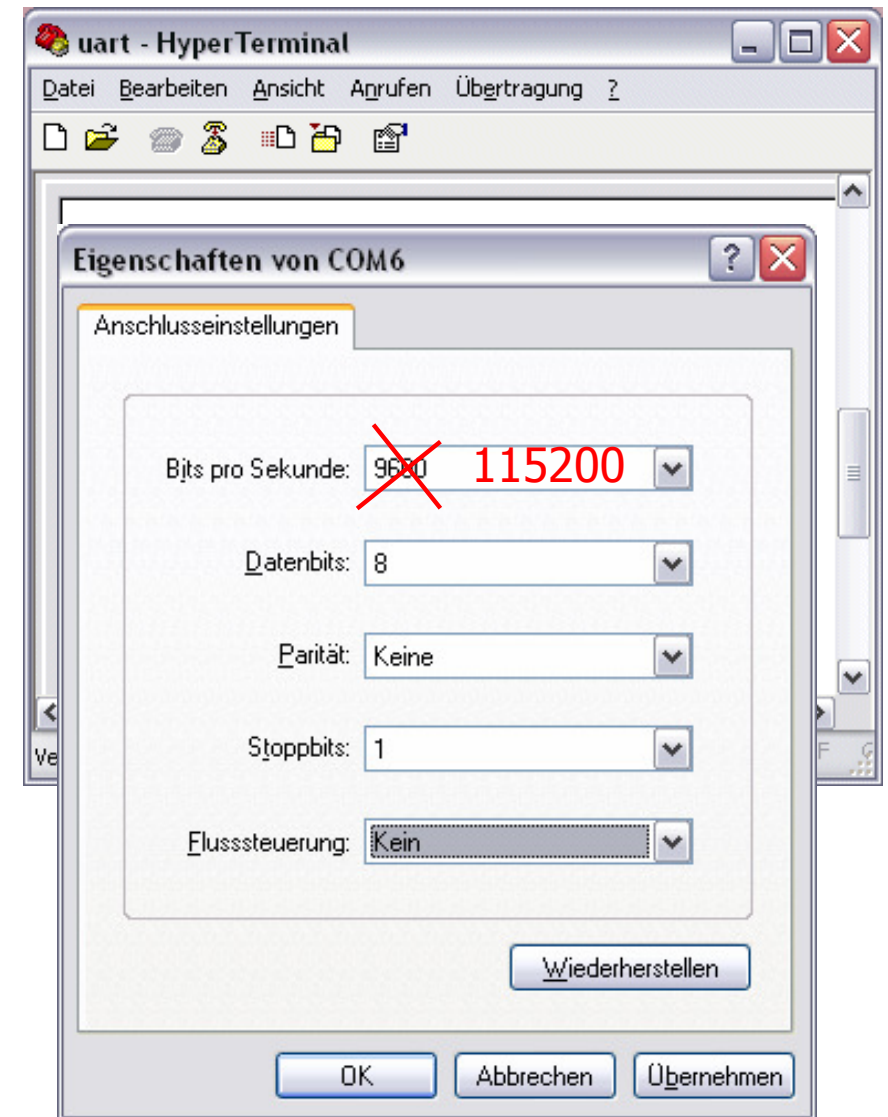
# Hyperterminal einstellen

## WindowsXP

- "Start/Programme/Zubehör  
Kommunikation/**Hyperterminal**"
- "Neue Verbindung"
- Verbinden mit (z.B.) COM6

## Konfigurieren:

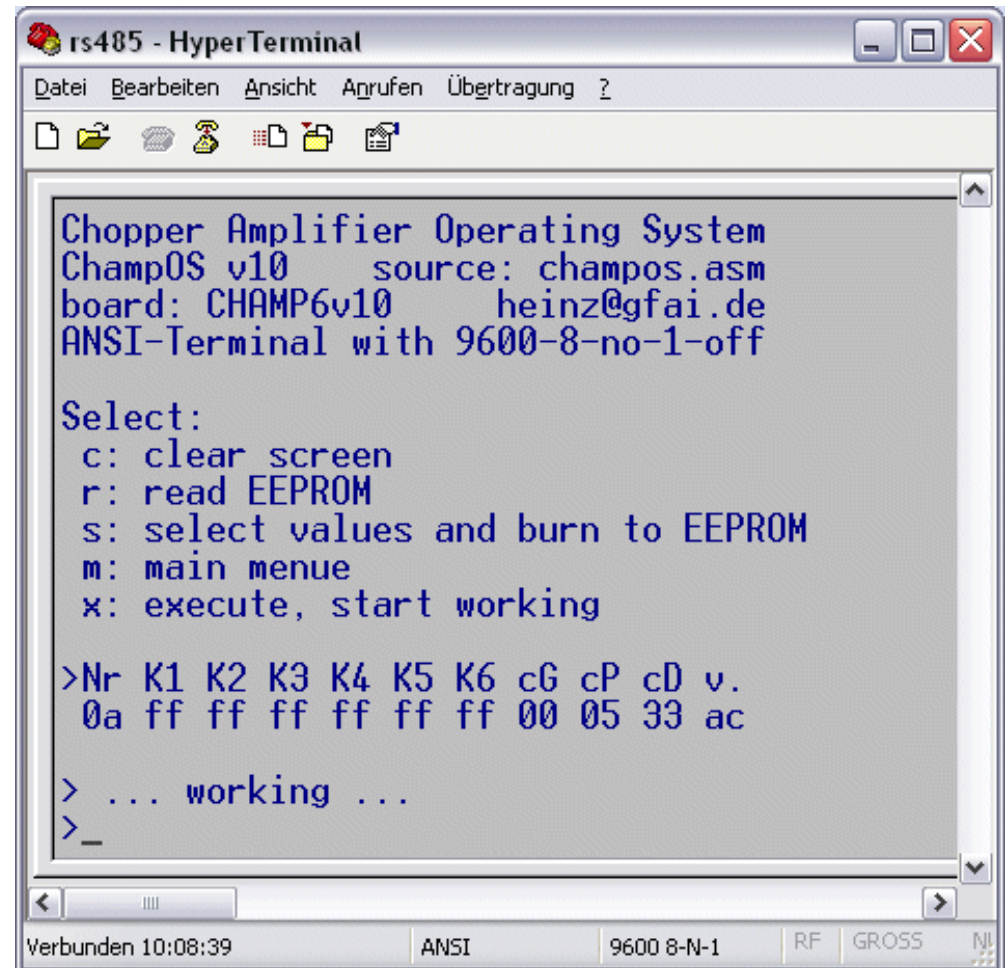
- Anschlußeinstellungen
  - champ6v10, v11     **9600**
  - champ6v20, v21     **115200**
  - **8** Bit
  - Parität: **keine**
  - **1** Stopbit
  - Flußsteuerung: **kein(e)**
- Datei/ Speichern z.B. unter **champ6.ht**
- Ausdrucken: Datei/ Drucken...





# Verbindung zum Champ aktivieren

- Power für Champ aus- und wieder einschalten
- Champ meldet sich etwa so:
- Taste "m" drücken oder
- Taste "h" drücken
- Dialog mit RETURN-Taste beenden



```
rs485 - HyperTerminal
Datei Bearbeiten Ansicht Anrufen Übertragung ?
Chopper Amplifier Operating System
ChampOS v10      source: champos.asm
board: CHAMP6v10  heinz@gfai.de
ANSI-Terminal with 9600-8-no-1-off

Select:
c: clear screen
r: read EEPROM
s: select values and burn to EEPROM
m: main menu
x: execute, start working

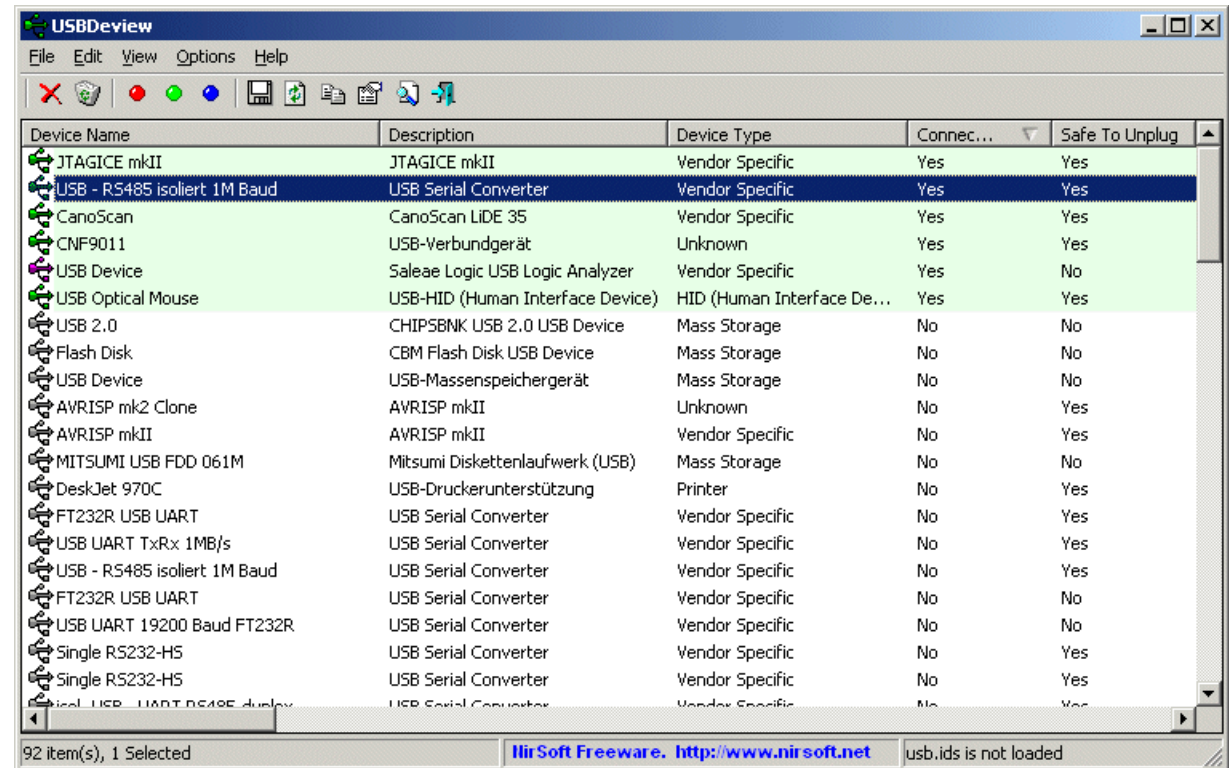
>Nr K1 K2 K3 K4 K5 K6 cG cP cD v.
  0a ff ff ff ff ff ff 00 05 33 ac

> ... working ...
>_

Verbunden 10:08:39 ANSI 9600 8-N-1 RF GROSS NL
```

# USB-Inspektion

- USB-Probleme?
- [USBDevview](#) öffnen (liegt bei)
- `Connected` (yes) anklicken
- Doppelklicken auf interessierenden Eintrag



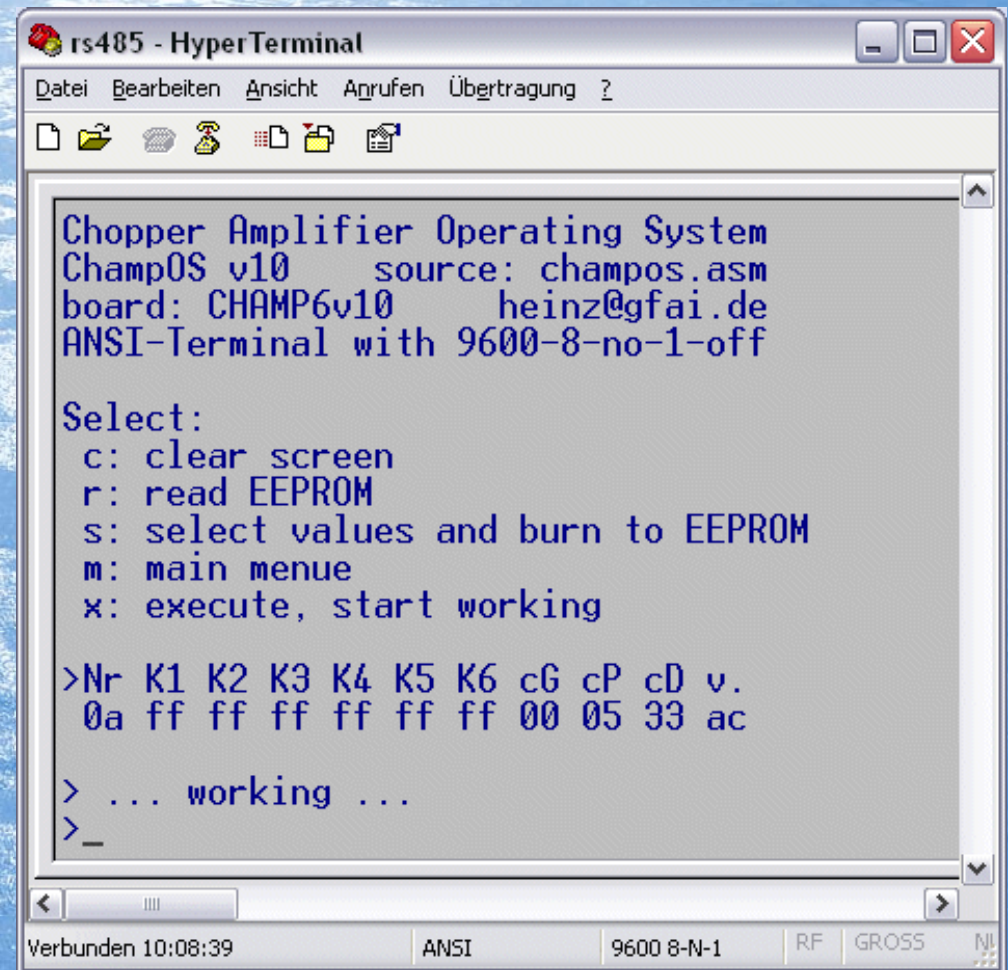
The screenshot shows the USBDevview application window. It has a menu bar (File, Edit, View, Options, Help) and a toolbar. The main area is a table with the following columns: Device Name, Description, Device Type, Connec..., and Safe To Unplug. The table lists various USB devices, including JTAGICE mkII, USB - RS485 isoliert 1M Baud, CanoScan, CNF9011, USB Device, USB Optical Mouse, USB 2.0, Flash Disk, USB Device, AVRISP mk2 Clone, AVRISP mkII, MITSUMI USB FDD 061M, DeskJet 970C, FT232R USB UART, USB UART TxRx 1MB/s, USB - RS485 isoliert 1M Baud, FT232R USB UART, USB UART 19200 Baud FT232R, Single RS232-HS, and Single RS232-HS. The status bar at the bottom indicates '92 item(s), 1 Selected' and provides a link to the NirSoft Freeware website.

Device Name	Description	Device Type	Connec...	Safe To Unplug
JTAGICE mkII	JTAGICE mkII	Vendor Specific	Yes	Yes
USB - RS485 isoliert 1M Baud	USB Serial Converter	Vendor Specific	Yes	Yes
CanoScan	CanoScan LiDE 35	Vendor Specific	Yes	Yes
CNF9011	USB-Verbundgerät	Unknown	Yes	Yes
USB Device	Saleae Logic USB Logic Analyzer	Vendor Specific	Yes	No
USB Optical Mouse	USB-HID (Human Interface Device)	HID (Human Interface De...	Yes	Yes
USB 2.0	CHIPSBNK USB 2.0 USB Device	Mass Storage	No	No
Flash Disk	CBM Flash Disk USB Device	Mass Storage	No	No
USB Device	USB-Massenspeichergerät	Mass Storage	No	No
AVRISP mk2 Clone	AVRISP mkII	Unknown	No	Yes
AVRISP mkII	AVRISP mkII	Vendor Specific	No	Yes
MITSUMI USB FDD 061M	Mitsumi Diskettenlaufwerk (USB)	Mass Storage	No	No
DeskJet 970C	USB-Druckerunterstützung	Printer	No	Yes
FT232R USB UART	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	Yes
USB UART TxRx 1MB/s	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	Yes
USB - RS485 isoliert 1M Baud	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	Yes
FT232R USB UART	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	No
USB UART 19200 Baud FT232R	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	No
Single RS232-HS	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	Yes
Single RS232-HS	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	Yes
Single USB UART RS485 duplex	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	Yes

- Alternative: Testlibusb-Download unter <http://sourceforge.net/projects/libusb-win32/files/>

# Betriebssystem champOS

- Überblick
- Funktionen
- Dialog Verstärkungseinstellung
- Datenformate
- Atmel-Programmierung



```
rs485 - HyperTerminal
Datei Bearbeiten Ansicht Anrufen Übertragung ?

Chopper Amplifier Operating System
ChampOS v10      source: champos.asm
board: CHAMP6v10  heinz@gfai.de
ANSI-Terminal with 9600-8-no-1-off

Select:
c: clear screen
r: read EEPROM
s: select values and burn to EEPROM
m: main menu
x: execute, start working

>Nr K1 K2 K3 K4 K5 K6 cG cP cD v.
  0a ff ff ff ff ff ff 00 05 33 ac

> ... working ...
>_

Verbunden 10:08:39  ANSI  9600 8-N-1  RF  GROSS  NI
```

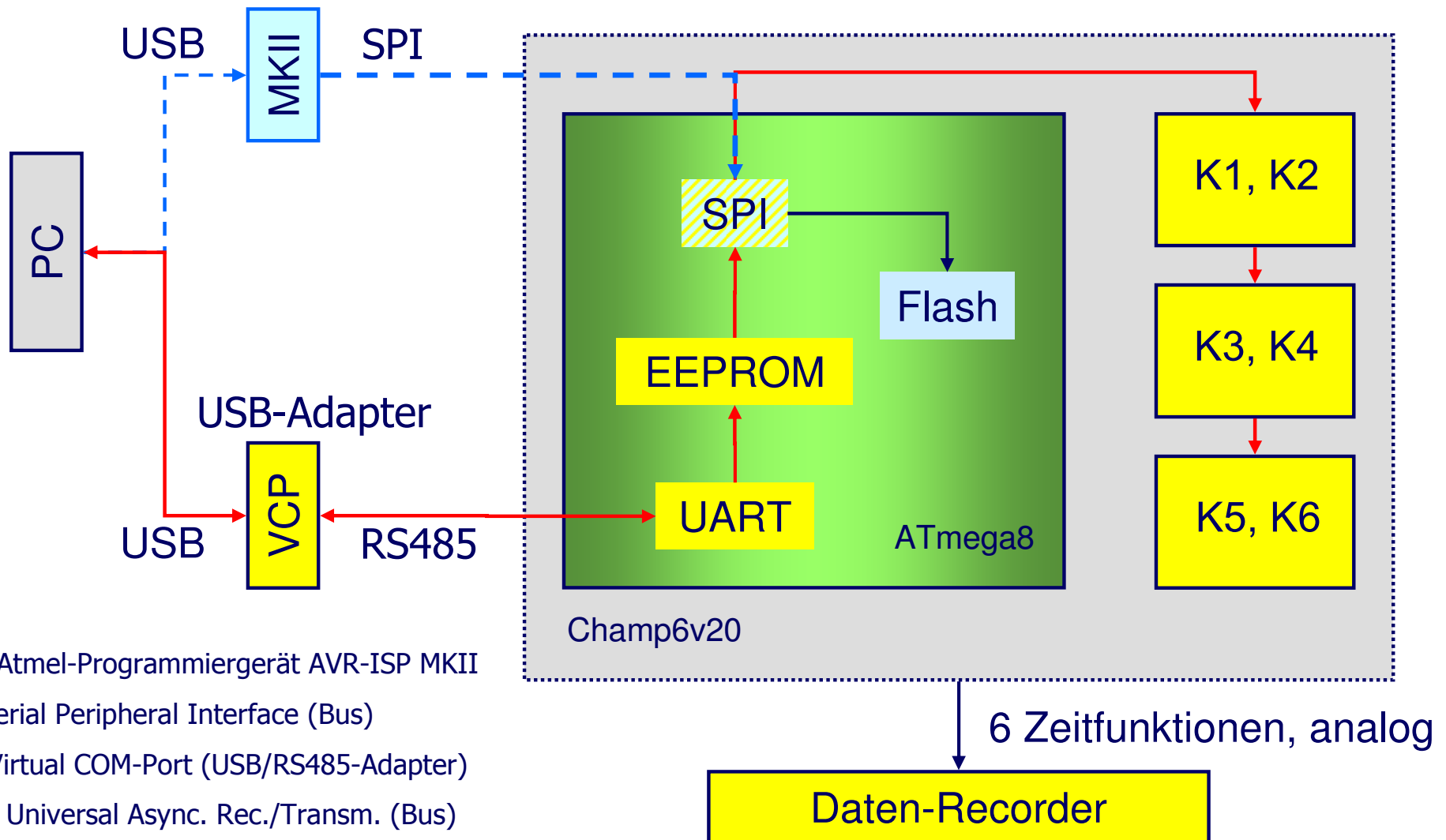


# Funktionen champOS

- Kommunikation mit Windows Hyperterminal über UART 115200 Bit/s, 8-n-1-n, ANSI-Mode
- ANSI-Terminalemulation
- Dialog/Menueführung
- Datenaustausch (hex) über ASCII (z.B. '0' ~ 0x30 ~ 0b0011\_0000)
- Steuersignalgenerierung für RS485
- ISP-Programmierung als SPI-Slave (AVR-ISP MKII)
- Potentiometereinstellung als SPI-Master (Poti MCP42xxx)
- Poti- Daten aus EEPROM lesen
- Poti- Daten in EEPROM schreiben
- Reload der Einstellungen nach Reset oder Power down
- Unterschied der champOS-Versionen
  - v1x: Chopperverstärker mit automatischem Offsetabgleich
  - v2x: Chopper entfällt, Timer-Routinen sind auskommentiert

# Überblick champOS

Programmierschnittstelle



Kürzel:

- MKII: Atmel-Programmiergerät AVR-ISP MKII
- SPI: Serial Peripheral Interface (Bus)
- VCP: Virtual COM-Port (USB/RS485-Adapter)
- UART: Universal Async. Rec./Transm. (Bus)
- Flash: Programmspeicher
- EEPROM: Datenspeicher



# Dialogführung Verstärkungseinstellung (champOSv20)

- Hyperterminal öffnen, „m“ drücken, „r“ drücken

com5\_115200 - HyperTerminal

```
Datei Bearbeiten Ansicht Anrufen Übertragung ?
6-Channel Photo Amplifier Operating System
ChampOS v20 01/2010 src:champosv20.asm
for board CHAMP6v20 heinz@gfai.de
for ANSI-Terminal 115200 Baud 8-N-1-N

Select:
h: help about setup and use
i: init default values
m: main menu
r: read and write parameters
s: show more about parameters
x or return-key: execute, start working

Select:
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a
Nr K1 K2 K3 K4 K5 K6 xx xx xx Vn
11 ff ff ff ff ff ff ff ab cd ef 20

>
```

com5\_115200 - HyperTerminal

```
Datei Bearbeiten Ansicht Anrufen Übertragung ?
for ANSI-Terminal 115200 Baud 8-N-1-N

Select:
h: help about setup and use
i: init default values
m: main menu
r: read and write parameters
s: show more about parameters
x or return-key: execute, start working

Select:
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a
Nr K1 K2 K3 K4 K5 K6 xx xx xx Vn
11 ff ff ff ff ff ff ff ab cd ef 20

>0:11
(hex 00...ff, return-key to burn): 00

Select:
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a
Nr K1 K2 K3 K4 K5 K6 xx xx xx Vn
00 ff ff ff ff ff ff ab cd ef 20

>_
```

Verbunden 00:01:59 ANSIW 115200 8-N-1 RF GROSS NUM: Verbunden 00:02:53 ANSIW 115200 8-N-1 RF GROSS NUM:

**Dialog:**



# Software "champOS"

Champos.asm

Champos.hex

- Funktionen siehe vorn
- Codesegment [.cseg]  
ATmega8:  
used 1702 of 8192 = 20.8%
- Strukturiertes  
Assemblerprogramm
- nur mit **rcall/ret** bzw. **rcall/reti**
- um Stapelfehler zu vermeiden,  
keine **rjmp**
- (champOSv10 abgerüstet)

## Features

- Assembler
- ~40 Unterprogramme
- ~300 Zeilen Code
- Interrupt-gesteuert
- Timer-Interrupt
- USART-Interrupts
- Stack-orientiert, kein  
UP ohne Return
- Power-On-Autostart
- User-Dialog

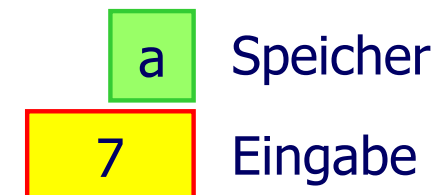
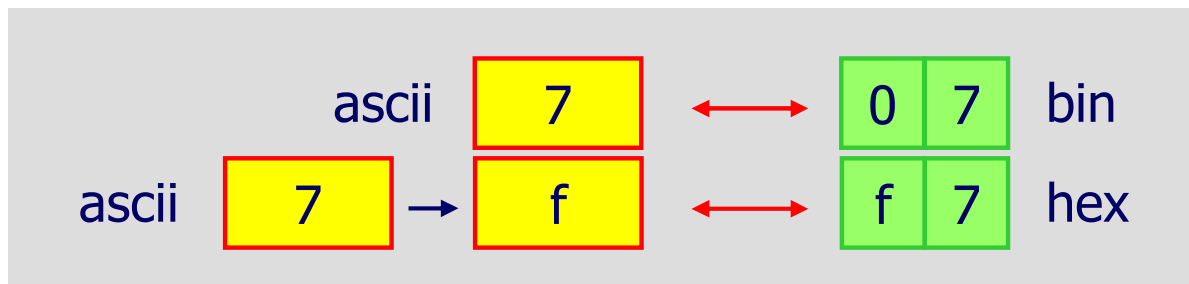
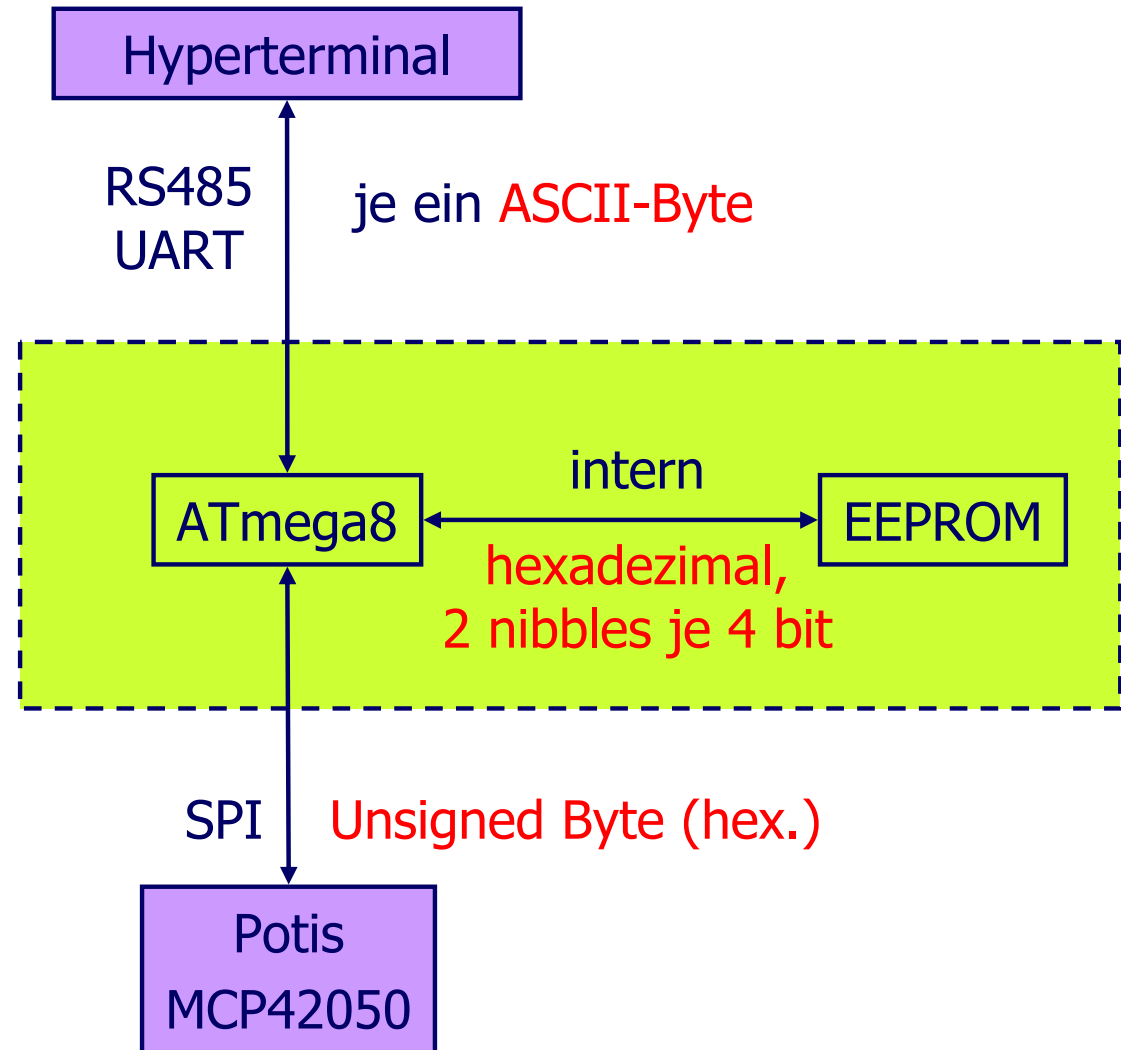
# Datenformate

Konverter:

- ASCII2HEX
- HEX2ASCII
- BIN2ASCII
- ASCII2BIN

z.B.

- ASCII "f" = 0110 0110
- ASCII "7" = 0011 0111
- Bin "7" = 0000 0111
- hex "f7" =  $\underbrace{1111}_f \underbrace{0111}_7$



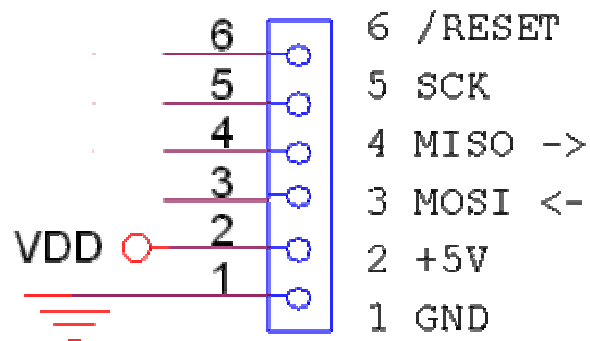


# Atmel-Programmierung "AVR-ISP MKII"

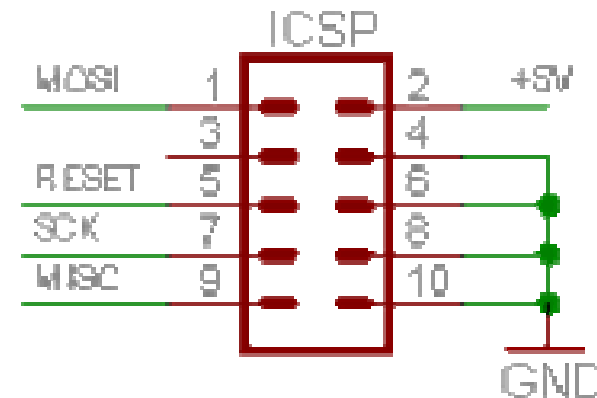
- SPI: Serial Peripheral Interface (Motorola)
- Atmel-Name für SPI-Programmer: ISP
- Prinzip: Schieberegisterring wird durchtrennt: DI, DO, CLK, /Reset
- Assembler: AVR-Studio4 (Freeware) mit Simulator
- C-Compiler: WINAVR (GNU)
- Beide laufen im AVR-Studio
- Programmiergeräte ab 39 € zB.

<http://www.watterott.com/de/Atmel-AVR-ISP-MKII-USB>  
(wird excellent von AVR-Studio unterstützt)

ISP Buchse Bu5 Champ (100 mil Raster):



Atmel AVR-ISP 10-polig:



# Inbetriebnahme Messungen

champ6v21

**Minimale** Verstärkung messen:

- mit Hyperterminal Menue "n" alle Kanäle auf **0x00** setzen
- Spannungsteiler aufsetzen in Stellung
- hex "**0**" (Teiler 1/1)
- Generator: Pulsgeber analog,
- Amplitude: 4,4 Vpp

erwartbare Ergebnisse:

- Eingangsamplitude: 4,4 V
- Ausgabe um 125 mV
- Verstärkung  $125 \text{ mV} / 4,4 \text{ V} = 0,28$
- Offset der Kanäle  $< \pm 5 \text{ mV}$

**Maximale** Verstärkung messen:

- mit Hyperterminal Menue "i" alle Kanäle auf **0xff** setzen
- Spannungsteiler aufsetzen in Stellung
- hex "**8**" (Teiler 1/10001)
- Generator: Pulsgeber analog,
- Amplitude: 4,4 Vpp

erwartbare Ergebnisse:

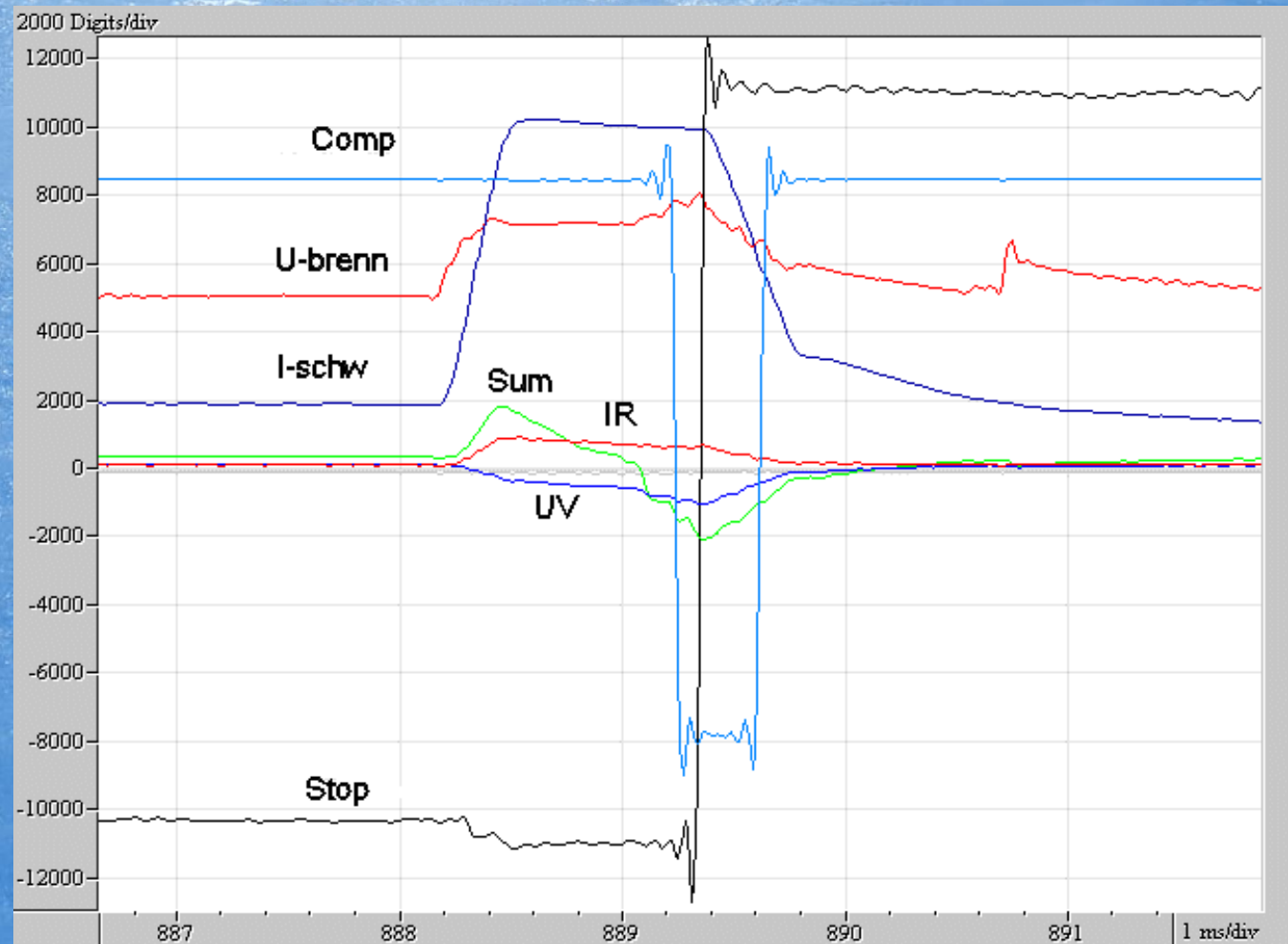
- Eingangsamplitude:
- $\pm 2,2 \text{ V} / 10001 = 0,44 \text{ mVpp}$  aus  $< 10 \text{ Ohm}$
- Ausgabe um 1 Vpp
- Verstärkung  $1 \text{ V} / 0,44 \text{ mV} = 2252$
- Offset der Kanäle  $< \pm 100 \text{ mV}$

Zusammengefasst:

- Verstärkungsbereich 0,28 bis 2200
- Offset der Kanäle  $< \pm 100 \text{ mV}$  (vmax)

# Berechnungen am Photoverstärker

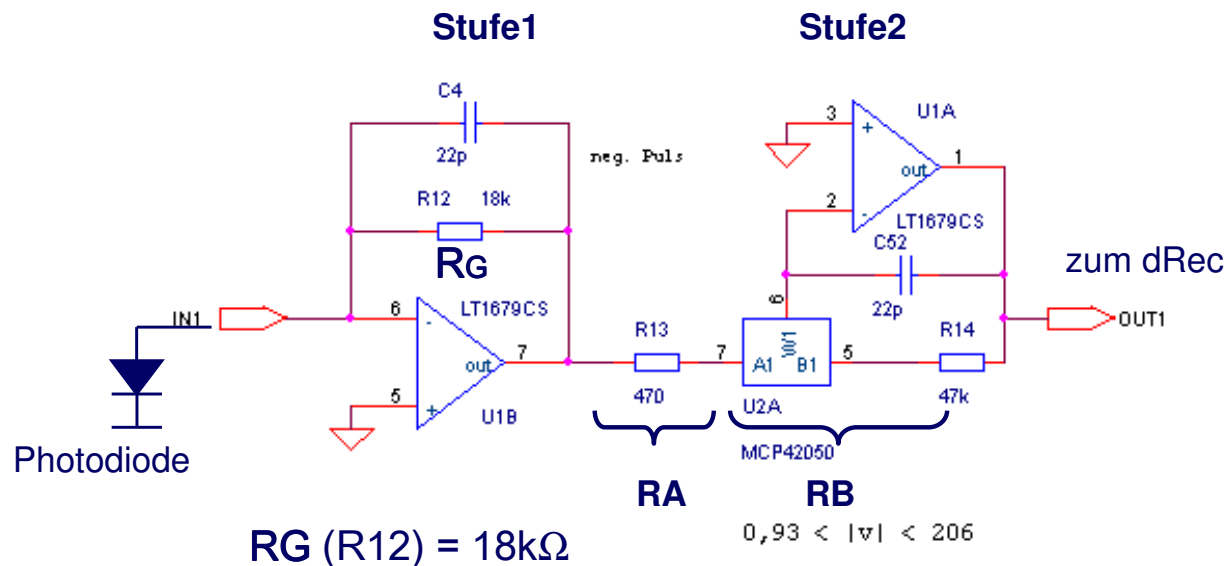
- Herleitung der Übertragungsfunktion
- Grenzwerte
- Nachrechnung des Photostroms
- Formelsammlung





# Schaltung

- Besonderheiten
  - OPV mit geringem Offset: LT1679 bzw. AD8608
  - Stufe 1: Strom-Spannungswandler (U/I)
  - Stufe 2: einstellbarer Verstärker (U/U)



# Verstärkung der Stufen

## ■ Stufe1:

Verstärkung (I/U-Wandler) abhängig von Paarung  $R_G$  zu  $i_e$  der Photodiode

**Impedanz:**  $u_a / i_e = R_G$  ( $R_G = 18k\Omega$ )

Beispiel:  $i_e = 0,55 \mu A$ ,  $R_G = 18k\Omega$  -->  $u_a = 10 mV$

## ■ Stufe2: $R = 50 k\Omega$ (Poti W), $R_{19} = 470\Omega$ , $R_{20} = 47k\Omega$

Potis sind hexadezimal einstellbar von  $g = 0x00$  (0) bis  $g = 0xff$  (255)

$g = 0x80 = 128$ ,  $g = 0xff = 255$ ,  $g = 0xad = 173$  (dez.  $a*16 + d$ )

$0x00$  bedeutet  $R_{WB} = \min.$ ,  $R_{WA} = \max.$ , (minimale Verstärkung)

Normierung  $x = g/0xff = g/255$ ;

$R_{WB} = xR$ ,  $R_{WA} = (1-x)R$ ,  $R_{19} = cR$ ,  $R_{20} = kR$

**Verstärkung**

$|v| = u_a / u_e = R_B / R_A$ ;  $R_A = R_{19} + R_{WA}$ ,  $R_B = R_{20} + R_{WB}$

$|v| = (kR + xR) / (cR + (1-x)R)$

$|v| = u_a / u_e = (k+x) / (c+1-x)$  mit  $x = g/0xff$  (Poti-Einstellwert hex)

# Übertragungsfunktion gesamt

Eingangsdiodenstrom  $i_e$ , Ausgangsspannung  $u_a$ :

-> Übertragungsfunktion ist eine **Transferimpedanz**  $|A| = u_a / i_e$

## ■ Stufe 1:

$$u_{a1} / i_e = R_G, \text{ mit } u_{a1} = u_{e2} \quad (R_G = 18k)$$

## ■ Stufe 2:

$$v = u_{a2} / u_{e2} = u_{a2} / u_{a1} = (k+x)/(c+1-x) \quad \text{mit } x = g/0xff$$

## ■ Stufen 1 + 2 zusammen: $A = u_a / i_e$

$$A = (u_{a1} / i_e) * (u_a / u_{a1}) = u_a / i_e = R_G * v$$

$|A| = u_a / i_e = R_G * v = R_G (k+x) / (c+1-x)$

Normierungen:

$$x = g/0xff = g/255 \text{ (g: eingestellter hex-Wert)}$$

$$c = R_{20}/R = R_{19}/R, R_{19} = 470\Omega, R_{20} = 47k\Omega, \text{ Poti: } R = 50 k\Omega$$



# Grenzwerte der Übertragungsfunktion

Maximaler Eingangsstrom bei  $u_a = 2 \text{ Vpp}$ ,  $g = 0x00$

$$i_e = u_{a \text{ max}} / (R_G * v) = 2\text{V} / 18 \text{ k}\Omega * 0.93 = 119 \mu\text{A} \quad (g = 0x00)$$

Verstärkungen  $v_{\text{max}}$  und  $v_{\text{min}}$  (2.Stufe)

$$v = R_B / R_A, R_{20} = 47\text{k}\Omega, R_{19} = 470\Omega, R = 50\text{k}\Omega \rightarrow c \sim 0,01, k \sim 1$$

$$- |v_{\text{min}}| = 47 \text{ k}\Omega / (0.47 + 50) \text{ k}\Omega = 0.93 \quad (g = 0x00)$$

$$- |v_{\text{max}}| = (50 + 47) \text{ k}\Omega / 0.47 \text{ k}\Omega = 206 \quad (g = 0xff)$$

Transferimpedanz

$$- |A_{\text{min}}| = u_a / i_e = R_G * v_{\text{min}} = 16,6 \text{ k}\Omega$$

$$- |A_{\text{max}}| = u_a / i_e = R_G * v_{\text{max}} = 3,7 \text{ M}\Omega$$

Kurzschlußverstärkung (für  $r_e = 9 \text{ Ohm}$ )

$$v_{\text{max\_k}} = u_a / u_e = 1\text{V} / 0,36 \text{ mV} = 2778$$

gemessen bei LT1679 und AD8608

# Berechnung real fließender Photoströme

NB:  $u_a = 2V$ ,  $R_{19} = R_{20} = 470\Omega$ ,  $R = 50k\Omega$ ,  
Abstand von der Elektrode ca. 50 cm,  
 $c = R_{19}/R = 470\Omega/50k\Omega = 0.009312$ ,  $x = g/0xff$   
 $|A| = u_a / i_e = R_G (c+x) / (c-x+1)$  in Ohm  
->  $i_e = u_a (c + 1 - g/255) / R_G (c + g/255)$

Eingangsstrombereich für  $u_a = +/-1V_{pp}$

$$A = u_a / i_e = R_G * v \quad \rightarrow \quad i_e = u_a / (R_G * v)$$

$$- \quad i_{e \min} = 1V / 18 \text{ kOhm} * 206 = 0,269 \mu A \sim 270 \text{ nA} \quad (g = 0xff)$$

$$- \quad i_{e \max} = 1V / 18 \text{ kOhm} * 0.93 = 59,7 \mu A \sim 60 \mu A \quad (g = 0x00)$$

Beispiel:

■ K6:  $g = 0xbf$ , G8376-03,  $R_G = 18k\Omega$ ,  $i_e = 50\mu A$

Siehe auch Scilab 3.1.1- Programm: photostrom.sce

# Photostrom-Rechenprogramm

```
// Photostrom.sce
// Programm für Scilab 3.1.1
clc(); version=20091209;
printf('\n\n Photostrom Berechnung fuer Champ6v10\n');
printf(' G. Heinz GFaI heinz@gfai.de %i\n',version);
printf(' Programm kann in Scilab-Directory stehen \n');
printf(' Normiertes System: \n U in Volt, R in kOhm, I in mA
      eingeben! \n\n\n');

// Kanalmatrix (string, transponiert)
K = ['K1' 'K2' 'K3' 'K4' 'K5' 'K6'];

// Photodioden hier eintragen:
PD = ['EPD280' 'EPD440' 'G8423' 'G8422' 'EPD740' 'G8376'];

// Spektrales Maximum in nm hier eintragen:
lambda = [280 440 2300 1950 740 1550];

// UI-Wandler-Widerstände RG hier eintragen (in Kiloohm):
RG = [82 82 39 39 18 18]; // in kOhm (!)

// Verstärkungsmatrix Gain g in hex (Großbuchstaben) hier
    eingeben:
hex = ['FF' '38' '64' '78' 'B4' 'C8'];
g = hex2dec(hex);
// Faktor x
x = g/255;
```

```
// gemessene Ausgangsspannung hier eintragen (Null bis Spitze)
    ua = [2 2 2 2 2 2]; // Volt Spitze

// Konstanten
R19 = 0.470; // kOhm
R20 = 0.470; // kOhm
R = 50; // kOhm Wiper MCP42050
c = R19/R; // Konstante für Formel

// Verstärkung zweite Stufe
v2 = (c + x) ./ (c - x + 1);

// Uebertragungsfaktor (Impedanz in kOhm)
A = RG .* v2; // A = ua/ip = RG*v2
ip = ua ./ A; // ip = ua/A

// Rechnung
printf('Photostrom Ip in mA, Uebertragungsfaktor A in V/mA \n\n');
printf('Kanal\t nm\t Diode\t RG(k)\t Hex\t Gain-v2\t Ip(mA)\t\t
      A(V/mA)\n\n');
printf('%s\t %g\t %s\t %g\t %s\t %g\t %g\t
      %g\n',K,lambda,PD,RG,hex,v2,ip,A);
printf('\n\n');
return;
```



# Ergebnis von photostrom.sce

## Ausgabe:

```
Photostrom Berechnung fuer Champ6v10  
G. Heinz GFaI  heinz@gfai.de 20091209
```

```
Programm kann in Scilab-Directory stehen  
Normiertes System:  
U in Volt, R in kOhm, I in mA eingeben!
```

```
Photostrom Ip in mA, Uebertragungsfaktor A in V/mA
```

Kanal	nm	Diode	RG(k)	Hex	Gain-v2	Ip(mA)	A(V/mA)
K1	280	EPD280	82	FF	107.383	0.000227133	8805.4
K2	440	EPD440	82	38	0.28996	0.084116	23.7767
K3	2300	G8423	39	64	0.650565	0.0788269	25.372
K4	1950	G8422	39	78	0.890827	0.0575668	34.7423
K5	740	EPD740	18	B4	2.35664	0.0471481	42.4196
K6	1550	G8376	18	C8	3.52626	0.0315096	63.4728

# Formelsammlung für Photodioden

$$S = \frac{I \text{ [A]}}{P \text{ [W]}} \quad (\text{Sensitivität in A/W = Ampere/Watt} = A / VA = 1/\text{Volt})$$

$$F = \frac{P \text{ [W]}}{A \text{ [cm}^2\text{]}} = P/A \quad (\text{Flußdichte})$$

Sonnenschein:  $F \sim 1\text{ kW/m}^2 = 100 \text{ mW/cm}^2 = 1 \text{ mW/mm}^2$  (!)

es folgt

$$P = F A' = P/A A' \quad (A': \text{Chipfläche meist in mm}^2)$$

$$S = F(I):$$

$$S \text{ [A/W]} = \frac{I \text{ [A]}}{P/A \text{ [mW/mm}^2\text{]} A' \text{ [mm}^2\text{]}} \quad (\text{Sensitivität})$$

$$I = f(S):$$

$$I \text{ [A]} = S \text{ [A/W]} P/A \text{ [mW/mm}^2\text{]} A' \text{ [mm}^2\text{]} \quad (\text{Kurzschlußstrom})$$

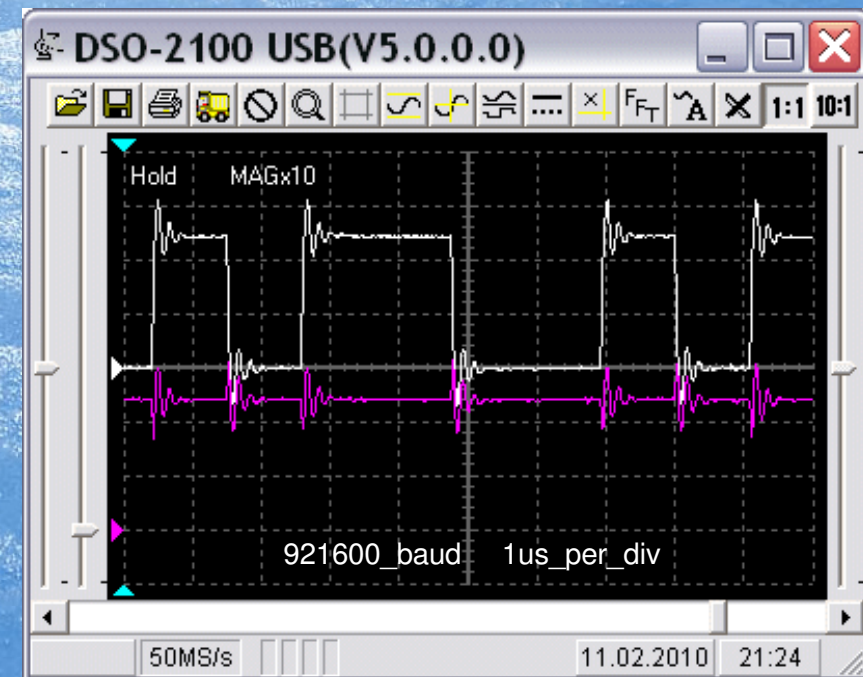
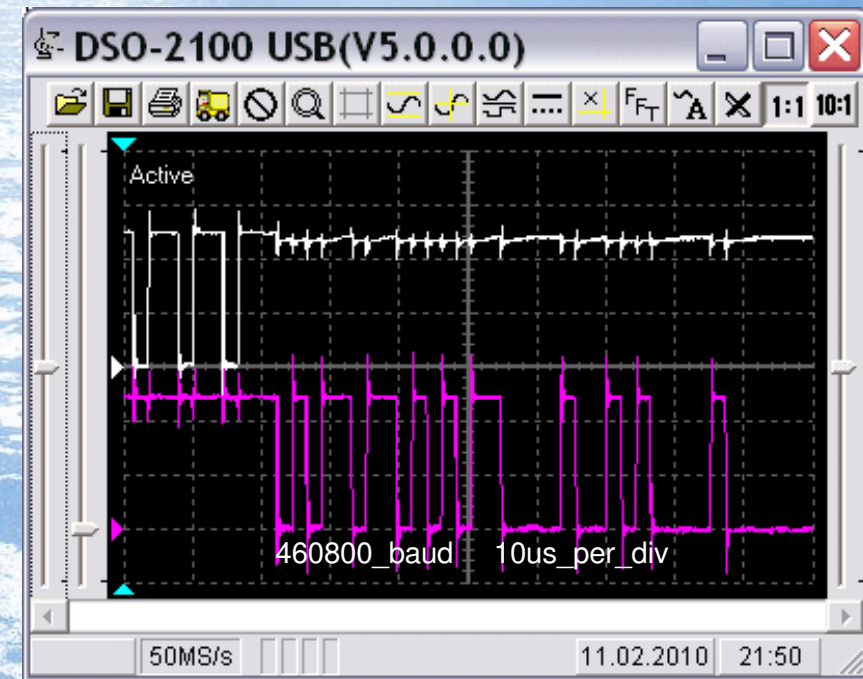
Für  $100 \text{ mW/cm}^2 = 1 \text{ mW/mm}^2$  ist  $P/A = 1 \text{ [mW/mm}^2\text{]}$

Größengleichung für Numerik:

$$S \text{ [A/W]} \leftarrow P/A \text{ [mW/mm}^2\text{]}, A' \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow I \text{ [mA]}$$

# Bus-Schnittstellen

- UART
- RS485
- SPI





# UART

Beispiel:

- 9600 Baud  $\sim 104 \mu\text{s}$  pro Bit
- 115200 Baud  $\sim 8,68 \mu\text{s}$  pro Bit
- Startbit: 0
- LSB zuerst
- Stopbit: 1

- ASCII "m" 0110 1101

8765 4321

MSB

LSB

MSB zuletzt

LSB zuerst

$2^0$

$2^7$

1 2 3 4 5 6 7 8

1

1

1

1

1

S

0

0

0

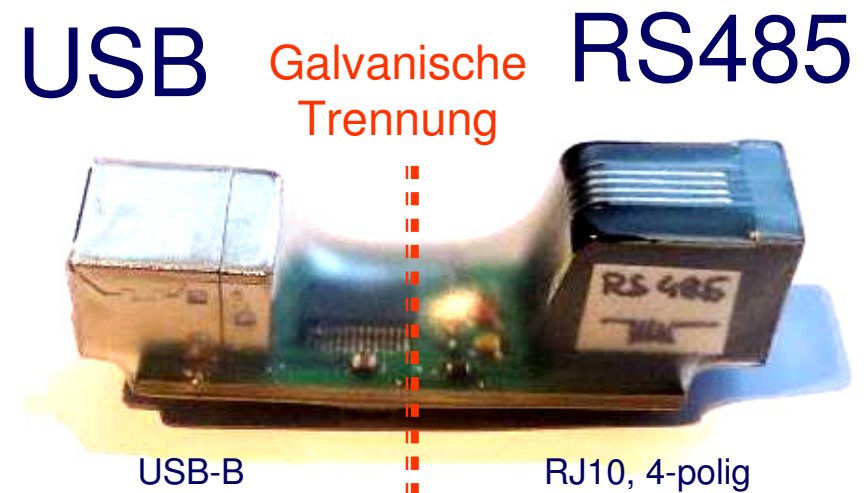
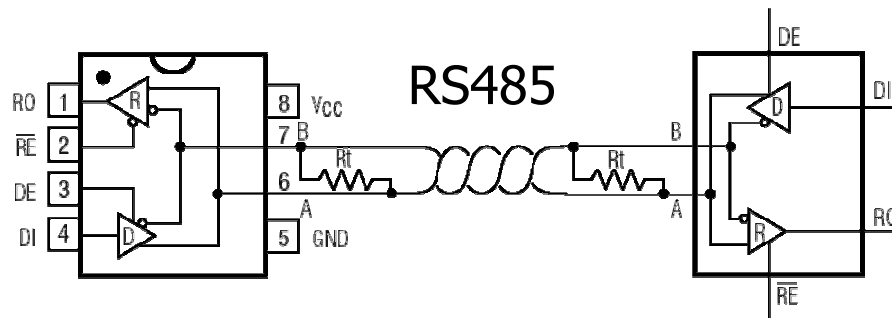
1V/div. 200 $\mu\text{s}$ /div.

t

NR:  $1/(9600 \text{ Hz}) = 0,104 \text{ ms}$

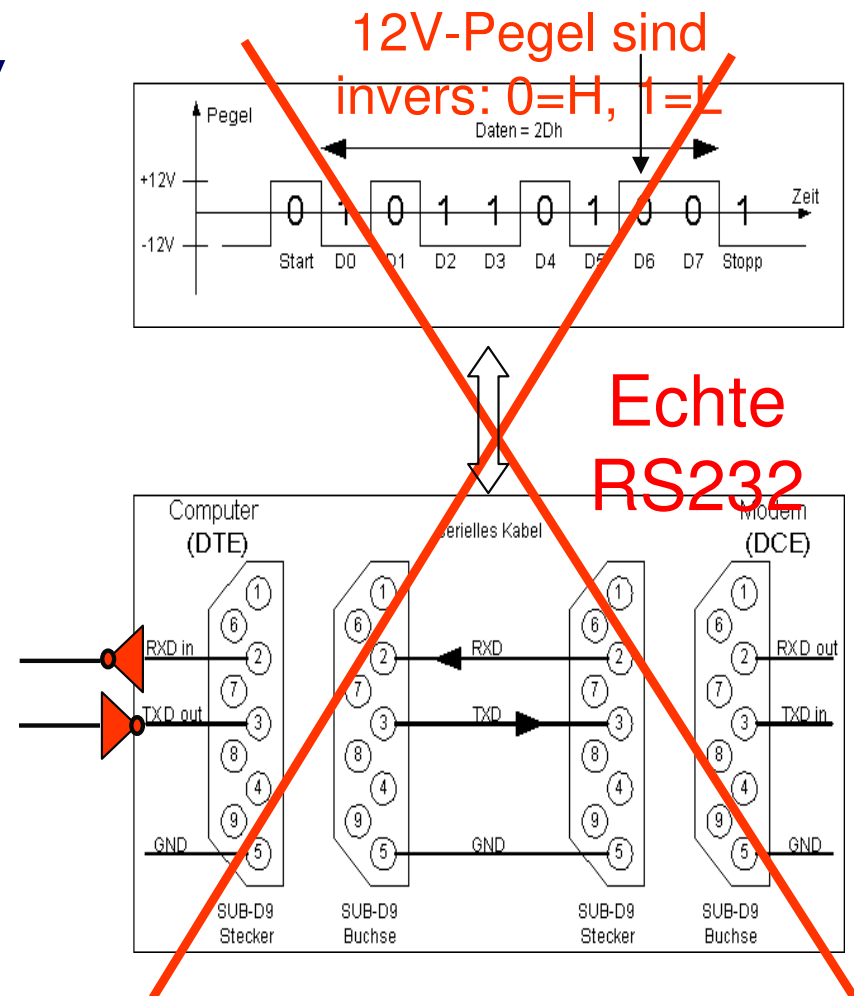
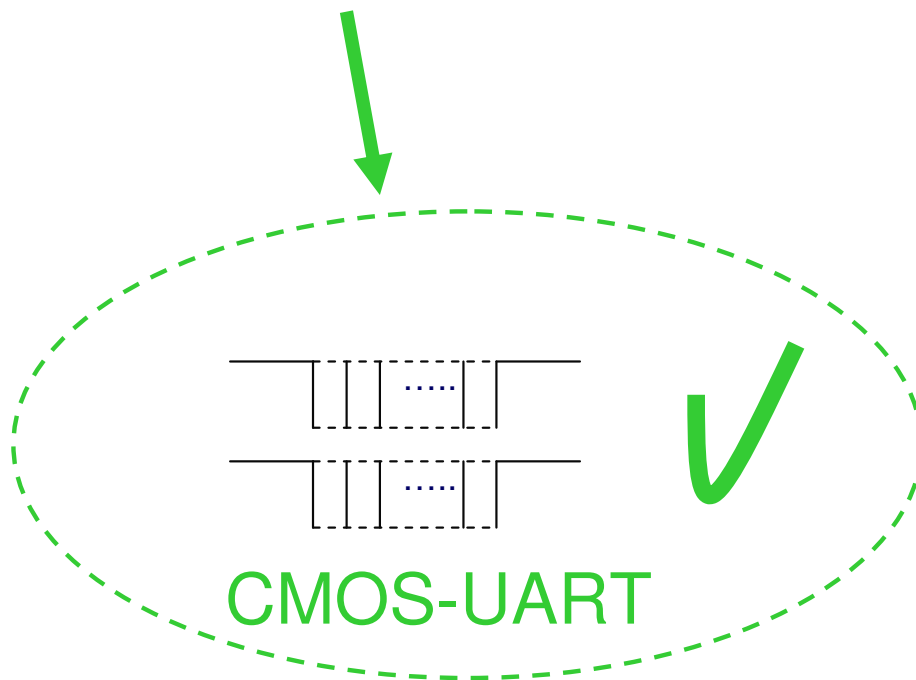
# USB2 zu RS485-Wandlung (VCP, Stick USB2SERIAL)

- galvanische Trennung USB zu RS485 mit Optokopplern
- Beide Seiten werden einzeln gespeist (->USB und RS485<-)
- Virtueller COM-Port über FT232RL, max. 920 kb/s
- USB-VCP-Treiber unter WindowsXP
- CMOS-UART wird mit LTC485 auf differentielle RS485 umgesetzt
- Dynamische Last ohne Ruhestrom, siehe Schaltplan
- Leitungsterminierung mit Jumper (default: gesetzt)



# Signale CMOS-UART <-> RS232

- UART: Reduktion auf TXD und RXD
- Übertragung in nicht invertierter Form, d.h. bei uns:  
0=Low, 1=High



Bilder: Sprut

# RS485/USART-Kommunikation, ANSI-Terminal

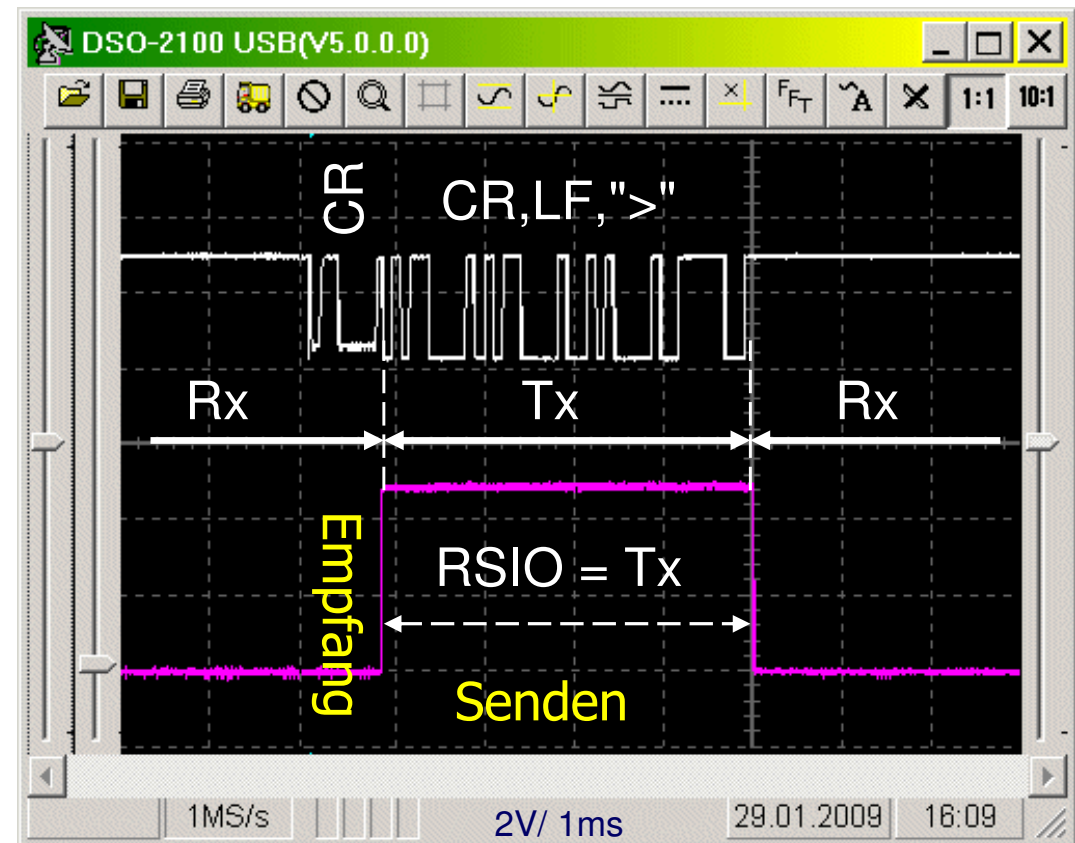
Beispiel:

- Empfang eines CR bewirkt Rücksendung einer Kombination aus

- CR (Return)
- LF (Linefeed)
- ">"

RX+TX

RSIO





# Potentiometer stellen mit SPI\*

Reihengeschaltete Schieberegisterketten

SPI-Busmaster: ATmega8

- MOSI: Master out, Slave in
- MISO: Master in, Slave out
- /SS ~ /CS: Chip Select
- SCK: Clock

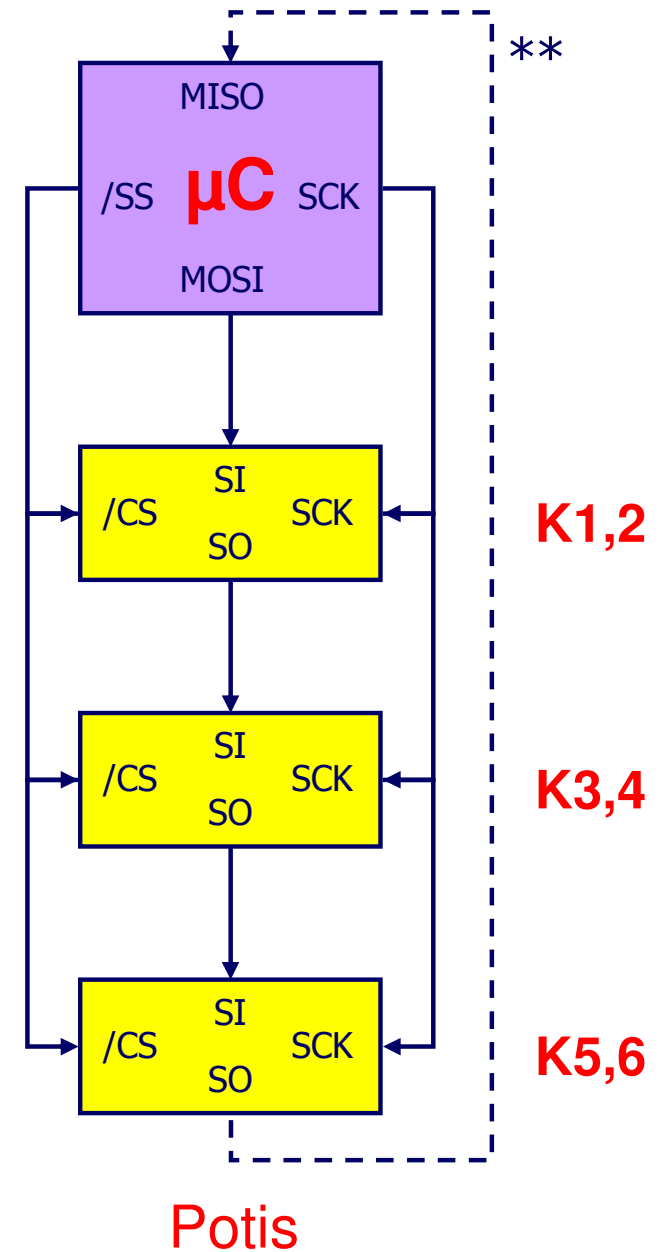
SPI-Slaves: Doppelpotentiometer  
MCP42050, 2 x 50 kOhm

Ablauf:

- Laden der Potis K5, K3, K1 -> 3x16 Takte
- Laden der Potis K6, K4, K2 -> 3x16 Takte

\*SPI - Serial Peripheral Interface (Motorola) ~ Microwire (National Sem.)

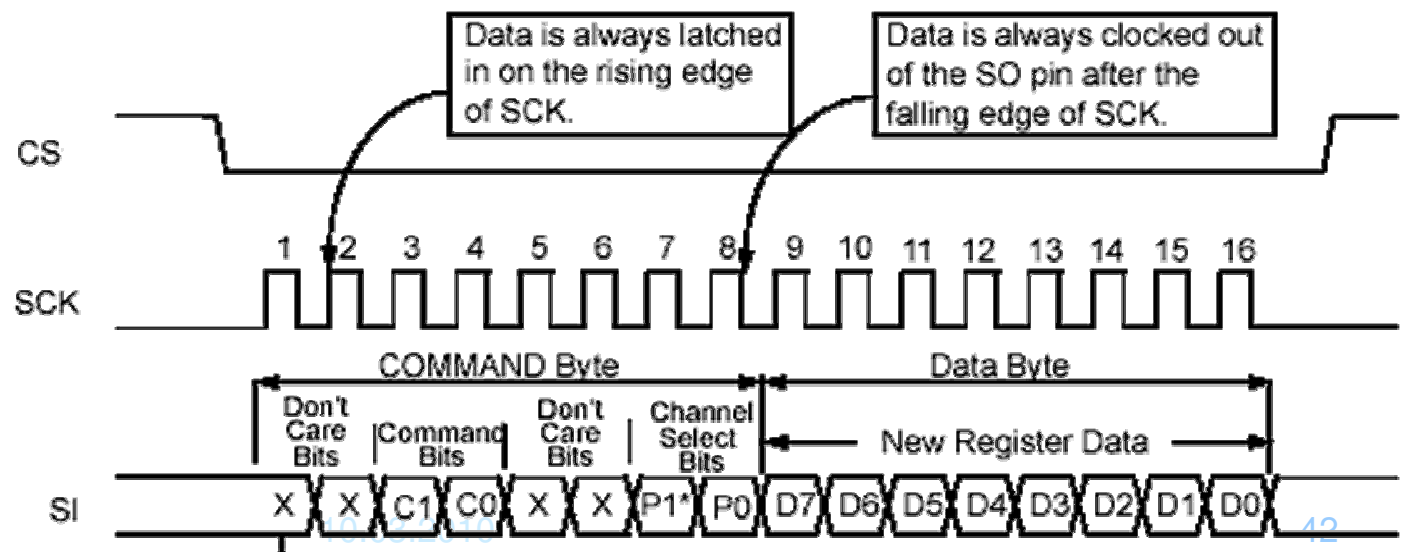
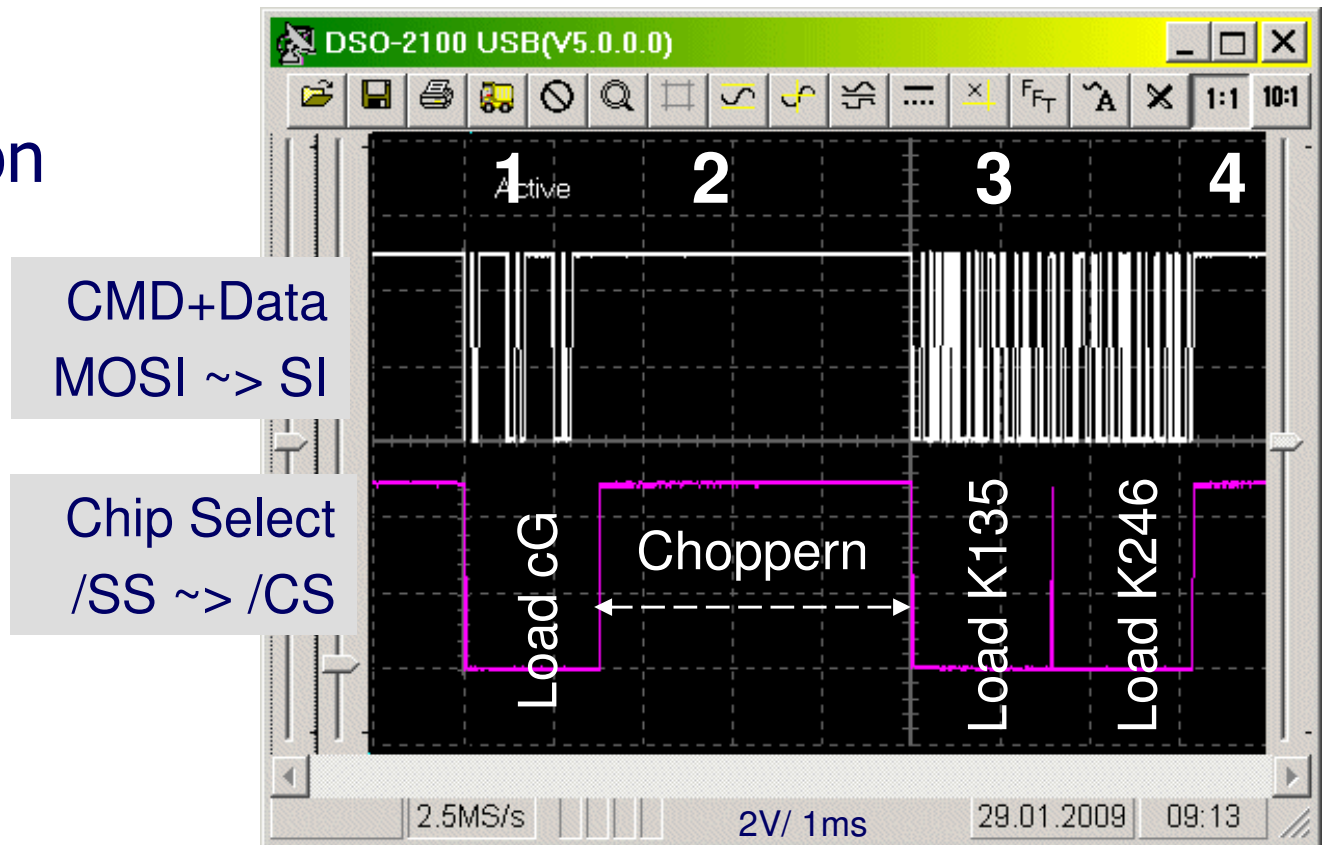
\*\* bei Champ6v20 entfallen



# Chopperrn: SPI-Kommunikation

- Phase 1\*:  
Load chopper gain (cG) from EEPROM
- Phase 2\*:  
Get chopper duration from EEPROM
- Phase 3:  
Reload gains from EEPROM
- Phase 4:  
Get chopper period from EEPROM

\*: nicht bei Champ6v20



# Potentiometer SPI Commands and Data

SPI\_SetChopperGain (entfällt)

Beide Kanäle des Doppelpotis werden zusammen eingestellt

- Idi cmd, 0x13 ; write to both potis (1: write, 3: both)
- 3 Befehle a 16 Bit

SPI\_SetAllChls

- Jedes Poti wird einzeln (rück-)gesetzt
- 6 Befehle a 16 Bit

Command Byte MCP 42050

0	0	0	1	0	0	P	P
---	---	---	---	---	---	---	---

MCP42 command byte (register cmd):

0b_xxxx_xx10	für Poti0 mit Pins 5,6,7	K1,3,5
0b_xxxx_xx01	für Poti1 mit Pins 8,9,10	K2,4,6
0b_xxxx_xx11	both potis (for chopper)	
0b_xx01_xxxx	write data	

# Versionsinformationen PCB Champ6

## Mit Chopper:

### champ6v10

PCBpool Abgabe 12 Nov 2008

2x gefertigt, 1x TUB + 1x INP

Bugs/Fehler PCB CHAMP6v10:

- BU5/3 MOSI an Pin15 (statt an Pin14) von U16 #
- Footprint U15 für CSTCExx #
- R19 Pin2 nicht angeschlossen an U4 Pin7 #
- ATmega8 an separate VCC mit Regler ?!
- R56 nicht an BU1-Pin7 #
- BU3 Pins nicht im Raster #
- U14 Pin2 (/RE) fest auf GND legen (hochohmig bei RSIO=1) #  
R101 kann dann entfallen #
- U16 Pin18 nicht an VDD #
- Testpoints an Ausgängen der AD8544 fehlen
- AD8544 -> AD8608 bestücken

### champ6v11

PCBpool Abgabe 16 Mar 2009

1x gefertigt für eigene Verwendung

- Hauptbugs beseitigt:
- zwei fehlende Leitungen
- UART mit JP1 versehen
- Chopper blieb DG403

### champ6v12

- nicht gefertigt
- Preamp mit MAX4066 statt DG403

## Ohne Chopper:

### champ6v20

- Leiton Abgabe 15 Dec 2009

- ohne Chopper-Switches (vereinfachtes Design)
- soft-kompatibel mit champOSv1x

### champ6v21

- Leiton Abgabe 22 Feb 2012

- Elektrik identisch zu v20
- Ecke für Gehäuseschraube entfernt
- Buchsen ausgerichtet
- Leiterbahnen geschönt
- Layer:

TOP: GND copper pour

BOT: VDD copper pour

GND: GND plane

POW: VREF plane

- Befestigungsschrauben auf VREF-Inseln
- Gegenkopplungs-C für 2.Stufe eingebaut auf der Unterseite

### champ6v50

- nicht gefertigt
- 6 zusätzliche Potis zur Offsetkompensation der Kanäle
- software-inkompatibel



# Schaltungsunterlagen und Programme

## Schaltungen Champ6

- [Champ6v10/ v11](#)
- [Champ6v20](#)
- [Champ6v21](#)

## Quellen champOS\*

- v10 [Hexcode](#), [Sourcecode](#)
- v20 [Hexcode](#), [Sourcecode](#)
- v21 [Hexcode](#), [Sourcecode](#)

## Schaltungen BNC-Adapter

- [BNC-AdapterV10](#) (9600 Baud)
- [BNC-AdapterV11](#) (115200 Baud)

## USB Installation

- [winXP\\_setup\\_VCP\\_CDM\\_driver](#)
- [Gerätemanager Link](#)
- [Gerätemanager Batchfile](#)

## Schaltungen USB-Adapter

- [USB2SERIALv1](#) (9600 Baud)
- [USB2SERIALv2](#) (115200 Baud)

## [Datenblätter](#) der Bauelemente

\*Kompatibilität:  
prinzipiell laufen alle Softwareversionen auf allen Champs,  
v10 mit Chopper, v20 ohne Chopper.

ende

Dr. G. Heinz, GFaI  
Volmerstr.3  
Tel. (030) 814563-490  
[heinz@gfai.de](mailto:heinz@gfai.de)

Vorsicht! Experimentalgeräte!  
Keine Haftung für Fehlbedienung  
oder mißbräuchliche Nutzung.

