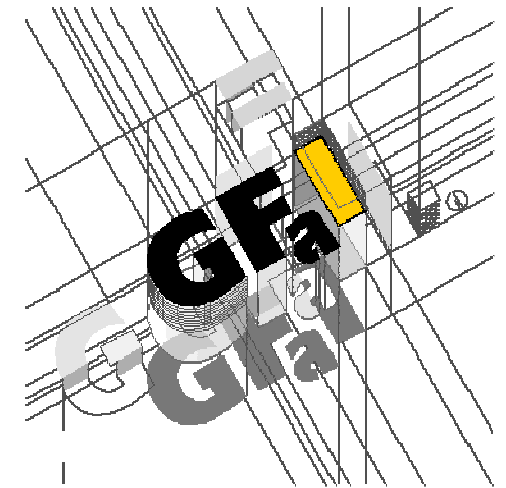


User-Manual

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
heinz@gfai.de

Champ6v10...v20...v21

champOSv10...v20...v21

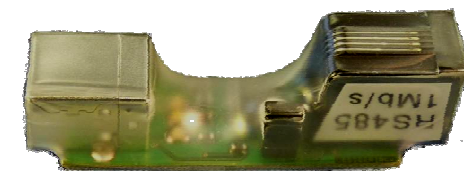
BNC-Adapter v10, v11

USB2SERIALv2

www.gfai.de/~heinz/techdocs

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=, 1A



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=



Zusammenschaltung

Netzteil für:
BNC-AdapterV10: 7.5V~
BNC-AdapterV11: 5V=

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

mit Hohlstecker
5,5mm / 2,1 mm

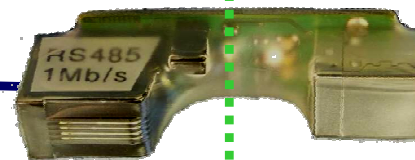
Anschlüsse für
Mehrkanal-Oszilloskop



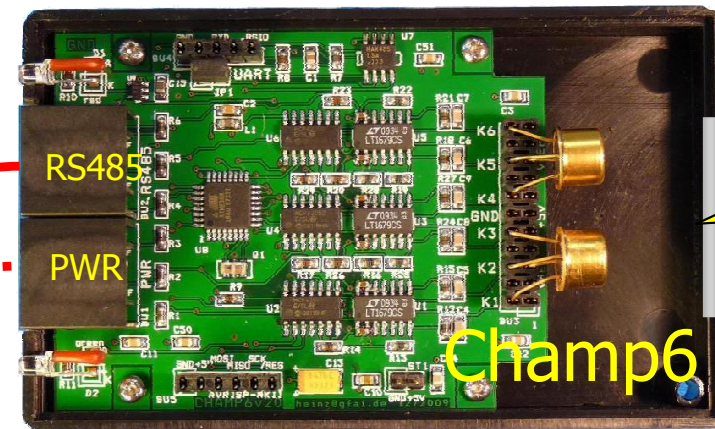
Kabel RS485
RJ10-4P4C gekreuzt,
Telefon Spiralkabel 2m

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

USB/RS485 Adapter



Kabel USB A-B



Licht

Champ6



Test-UART

Microcontroller
ATmega8-16

12 OPV

K4-K6
RS485

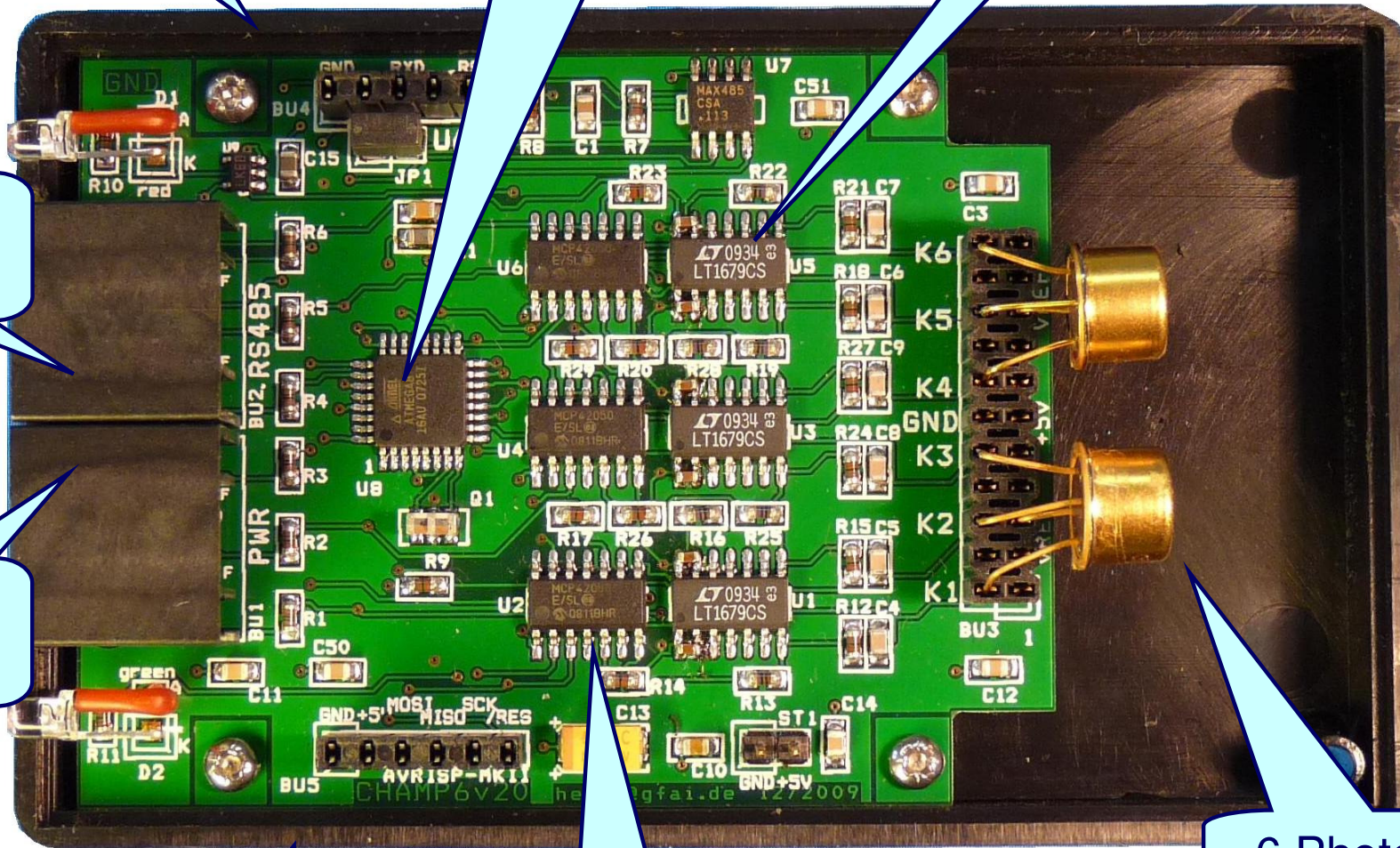
K1-K3
PWR

6 Photodioden

Programmier-
schnittstelle

6 digitale
Potentiometer

champ6v20₅



Merkmale

- digital einstellbarer Verstärker für 6 spektral differente Photodiodenkanäle
- Steuerung durch ein Terminalprogramm (über Hyperterminal, PuTTY o.ä.)
- Analogausgabe der Zeitfunktionen auf 6 BNC-Buchsen
- Bandbreite analog 0 Hz ... 100 kHz (Gleichspannungsverstärker)
- Verstärkungsbereich optimiert für marktübliche Photodioden

Details

- UI-Wandler und Gleichspannungsverstärker 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)
- Betriebssystem "champOS"

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 Champ6 wird etwa im Abstand von 30...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 erhalten (sie sind nicht Bestandteil des Experimentiersets)
- Die Anleitung berücksichtigt folgende Module:
 - Photoverstärker champ6v20...v21
 - Betriebssystem champOSv20...v21
 - BNC-Adapter v10 und v11
 - USB-Adapter USB2SERIALv2
 - Galvanisch isoliertes Netzteil entsprechend BNC-Adapter
- Einer Verschmutzung des Lichtfensters sollte durch Abkleben mit transparentem Tesa-Film vorgebeugt werden

Download Software und Dokumentation

- Dokumentation, Software und Hardware
Download unter

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

user: **SPS**

pwd: **DAsTg4-j3**

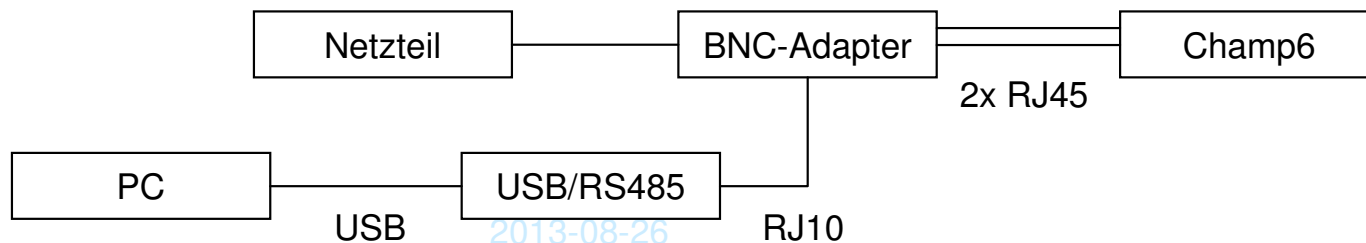
- Aktuellen ZIP-File Photodioden-Experimentierset anklicken und speichern
- zip-File entpacken, Hierarchie kann beibehalten werden
- Powerpoint-Bedienungsanleitung öffnen
- Freeware zum Entpacken: z.B. 7-zip

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



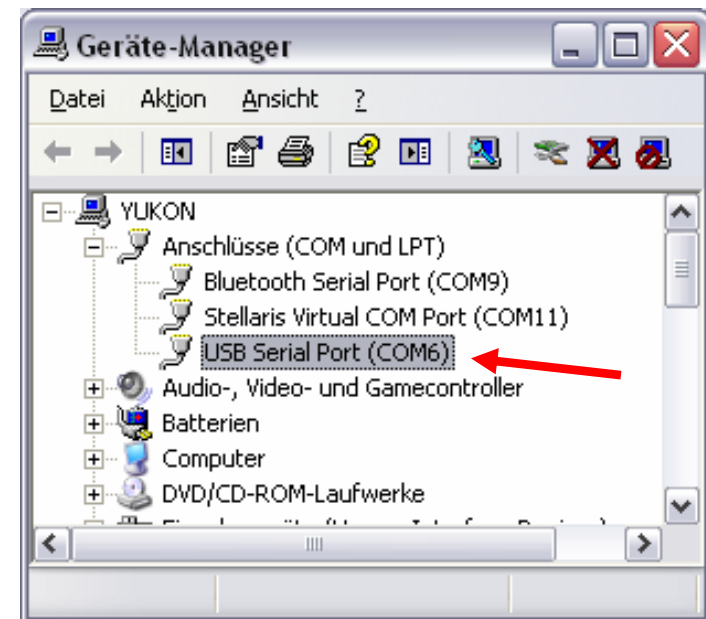
Kurzanleitung zur Installation

1. Download aller Unterlagen und Software: www.gfai.de/spspba/index.htm (User: *SPS*, Passwort *DAStg4-j3*).
2. FTDI-USB-Treiber für USB/RS485-Konverter **winXP_setup_VCP_CDM_driver_2.04.06.exe** installieren
3. Photodioden in Champ6 einsetzen. Diodengehäuse ist an der VREF Seite anzuschließen
4. Champ6 und BNC-Adapter mit zwei 8-polig (ungekreuzten) Standard-RJ45 8P8C Kabeln verbinden. Die Kabel dürfen maximal 10 Meter lang sein. Dabei Kennzeichnung der Buchsen beachten: Die Anschlüsse dürfen nicht vertauscht sein: 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, eine Zerstörung aller 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-Adapters

- 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:

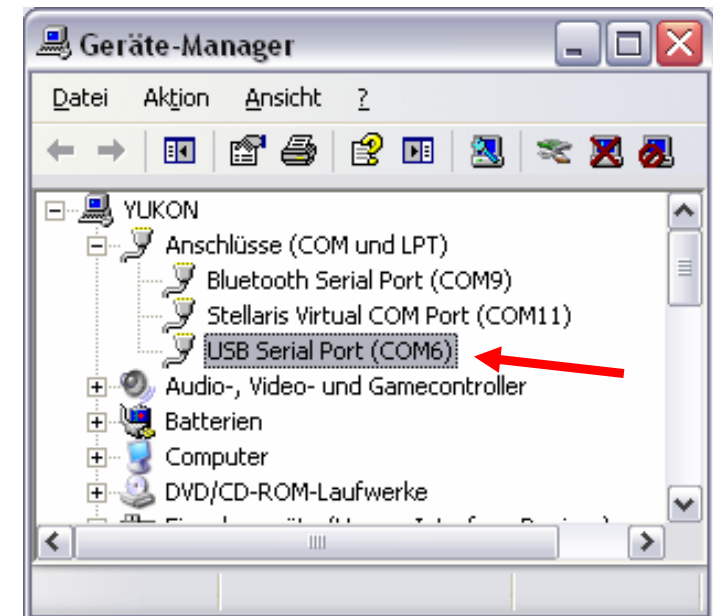
- Der für den USB-Adapter erforderliche Treiber ist u.U. nicht unter WindowsXP/ Windows7 vorhanden
- Zur Installation Doppelklick auf USB-VCP_setup/
[winXP_setup_VCP_CDM 2.04.06.exe](#)

Wenn erfolgreich:

- USB2SERIAL mit USB verbinden
- champ6 anschließen (Vorsicht! Kabel nicht vertauschen!)
- Netzteil an BNC-Adapter anschließen
- USB2SERIAL meldet sich bei Windows an
(FTDI-Chip ist bereits passend programmiert)
- Siehe auch <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>

COM-Port finden - Gerätemanager

- COM-Port suchen im WindowsXP- **Gerätemanager**:
- Dazu "Start/Ausführen [devmgmt.msc](#)" oder [devmgr.bat](#) oder [Link](#) benutzen
 - WindowsXP: Systemsteuerung/System/Hardware/ Geräte-Manager
 - Windows7: Geräte und Drucker/Datei/Geräte-Manager
- Im Gerätemanager:
- "Anschlüsse (COM und LPT)"
- "USB Serial Port (...)" - Nummer notieren (im Beispielbild 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", Unter Windows7 gibt es Hyperterminal nicht mehr. Hier "PuTTY" nutzen (Freeware, liegt im zip-File bei)
- PuTTY-Quelle ist
<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>

PuTTY einstellen

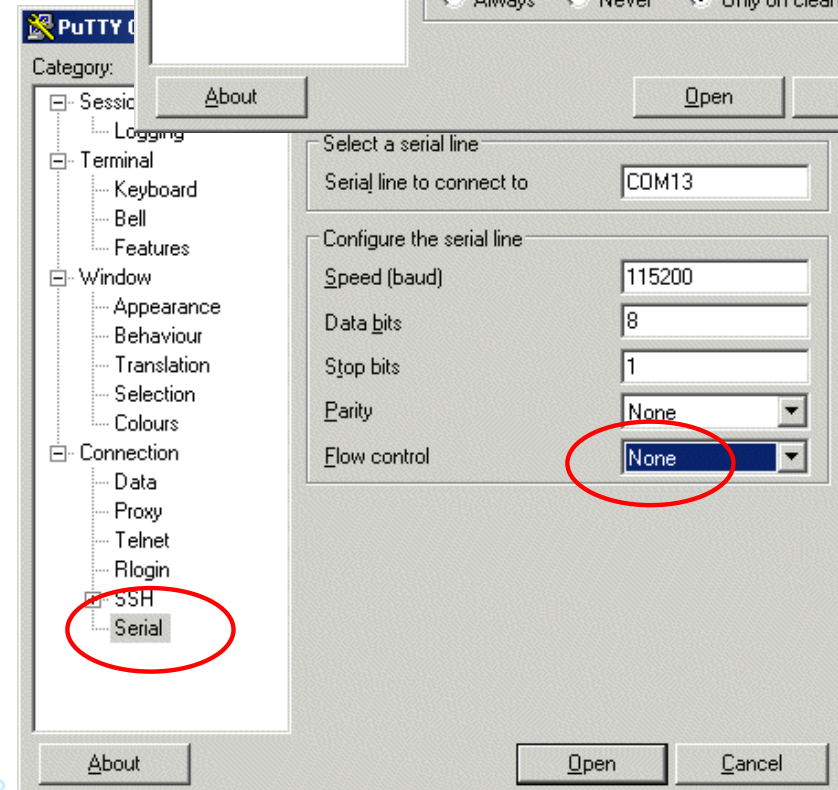
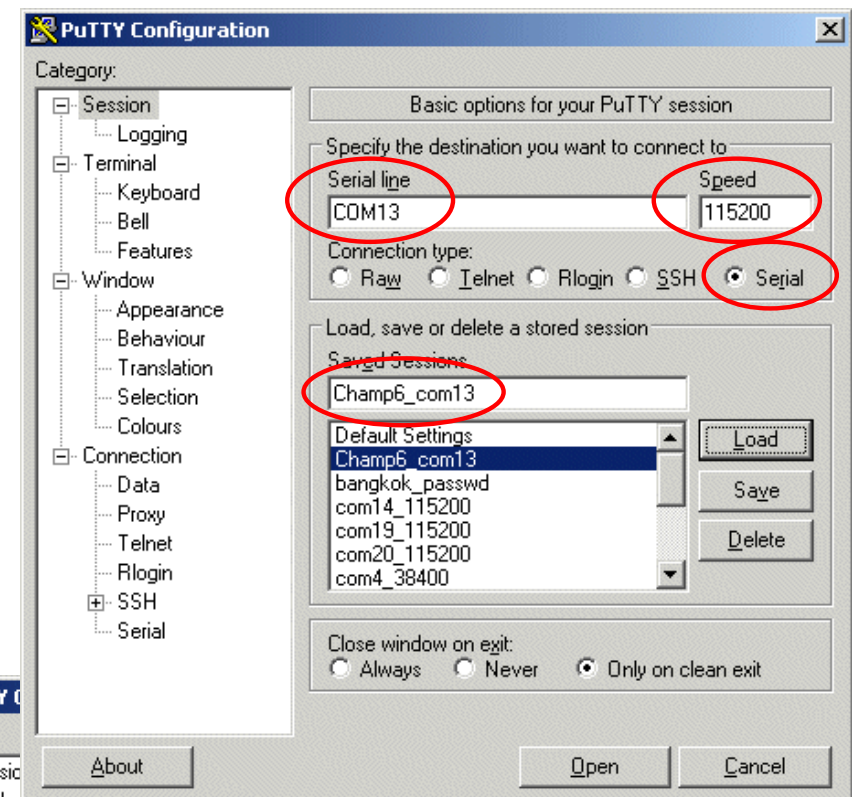
■ PuTTY öffnen

- Connection type **Serial**
- Serial Line z.B. **COM13**
- Speed
 - champ6v10, v11 **9600**
 - champ6v20, v21 **115200**

■ Wechseln zum Menue „Serial“

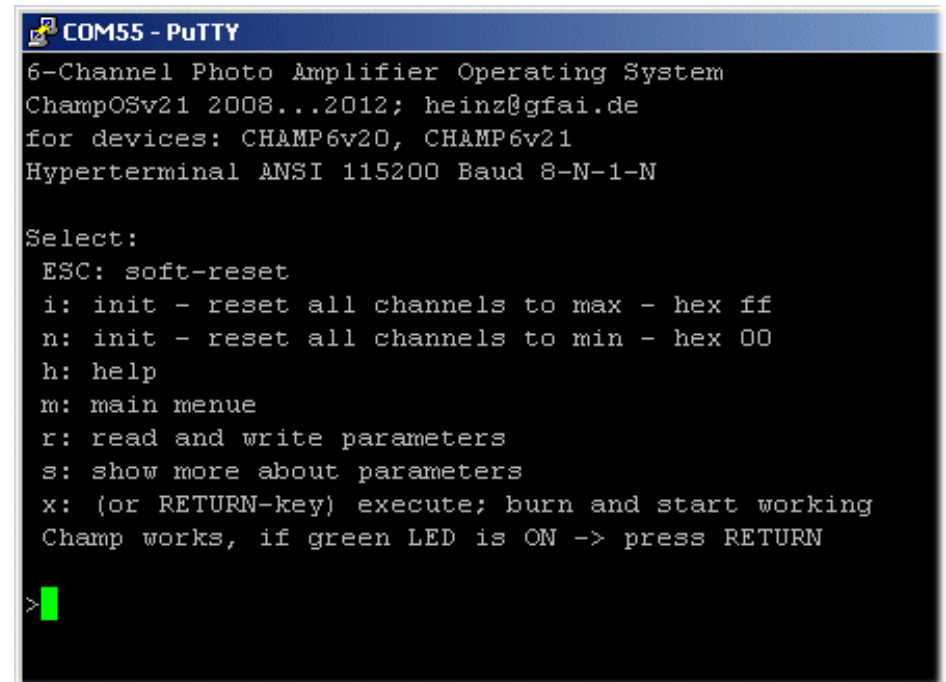
- Flow-Control **None**

■ Sitzung bitte abspeichern, im Beispiel unter **Champ6_com13**



PuTTY einstellen

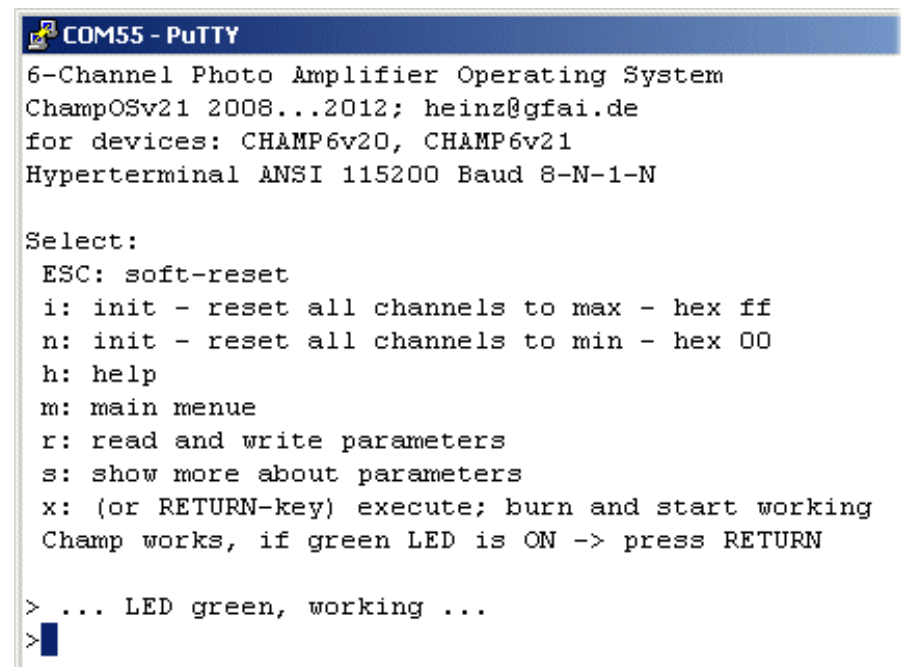
- Auf der Tastatur Buchstaben "m" drücken, der Champ wird rot
- champOS meldet sich, siehe Bild
- PuTTY-Bildfarbe kann eingestellt werden, dazu
- Mauscursor auf die Kopfleiste schieben
- Rechte Maustaste drücken:
 - "Change settings"
 - "Window"
 - "Colours"
 - "Use system colours"
- Dialog beenden mit RETURN <-'
Taste, es muß erscheinen
... LED green, working ...



```
COM55 - PuTTY
6-Channel Photo Amplifier Operating System
ChampOSv21 2008...2012; heinz@gfai.de
for devices: CHAMP6v20, CHAMP6v21
Hyperterminal ANSI 115200 Baud 8-N-1-N

Select:
ESC: soft-reset
i: init - reset all channels to max - hex ff
n: init - reset all channels to min - hex 00
h: help
m: main menu
r: read and write parameters
s: show more about parameters
x: (or RETURN-key) execute; burn and start working
Champ works, if green LED is ON -> press RETURN

>
```



```
COM55 - PuTTY
6-Channel Photo Amplifier Operating System
ChampOSv21 2008...2012; heinz@gfai.de
for devices: CHAMP6v20, CHAMP6v21
Hyperterminal ANSI 115200 Baud 8-N-1-N

Select:
ESC: soft-reset
i: init - reset all channels to max - hex ff
n: init - reset all channels to min - hex 00
h: help
m: main menu
r: read and write parameters
s: show more about parameters
x: (or RETURN-key) execute; burn and start working
Champ works, if green LED is ON -> press RETURN

> ... LED green, working ...
>
```

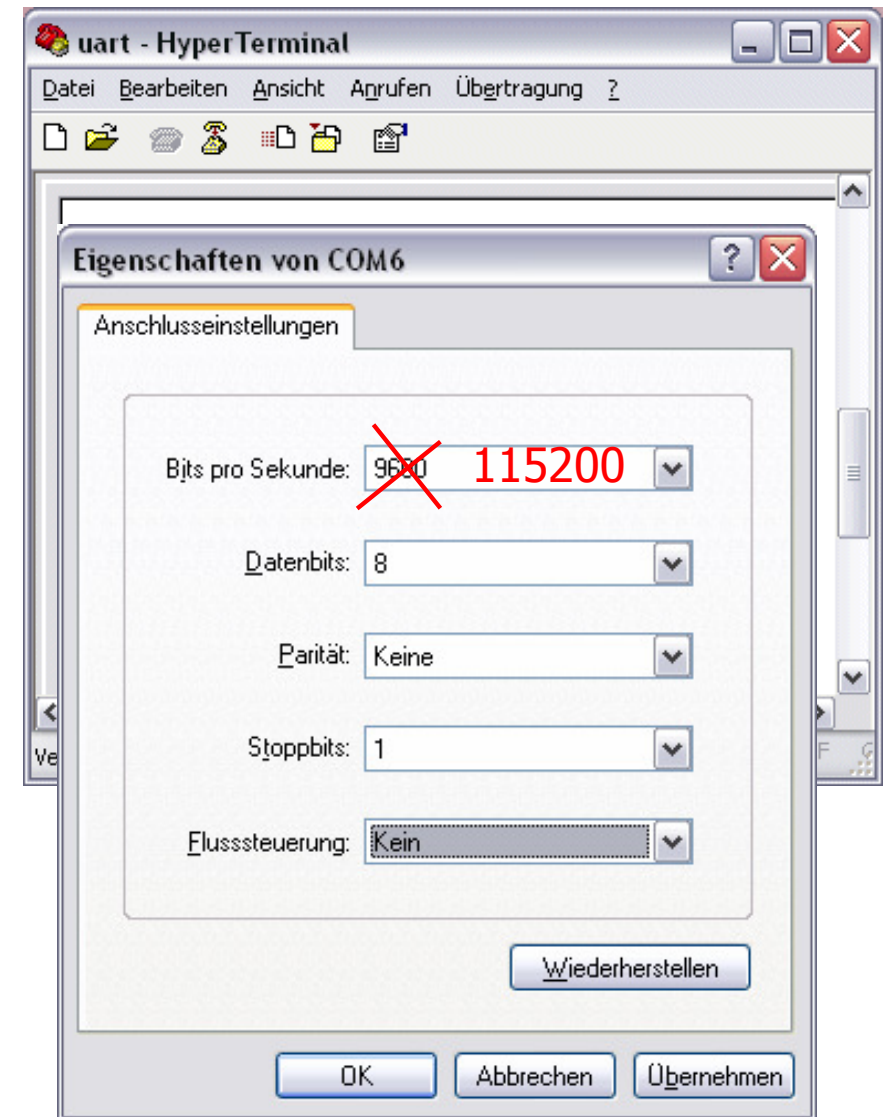
Hyperterminal einstellen

(nur unter WindowsXP verfügbar)

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

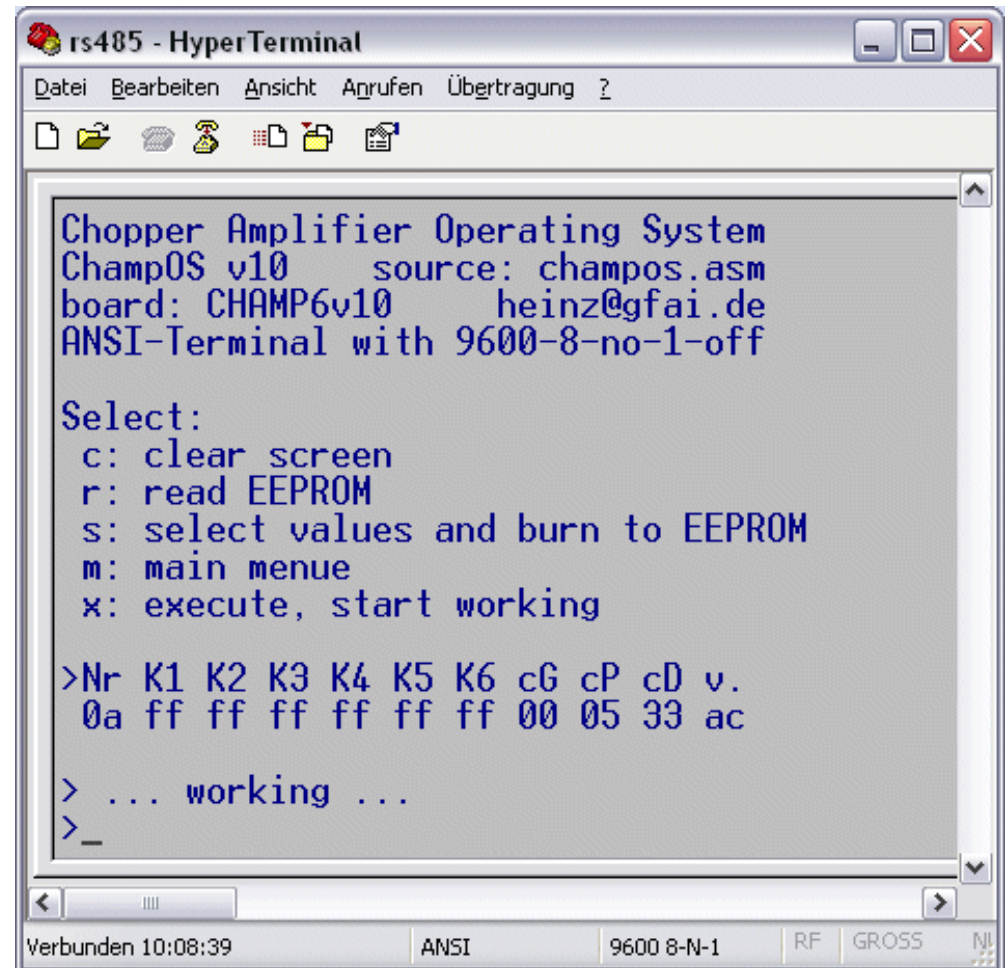
Konfigurieren:

- 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...



Hyperterminal - 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: es muß erscheinen
... LED green, working ...



```
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

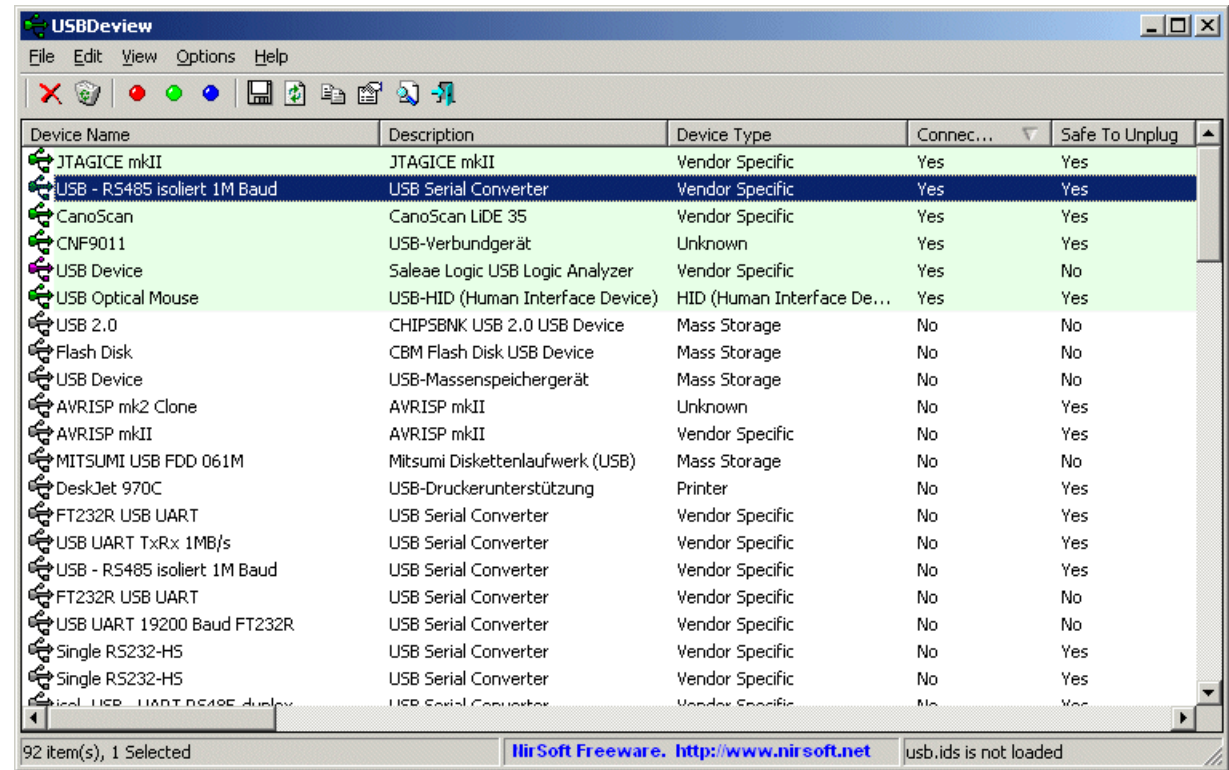
>Nr K1 K2 K3 K4 K5 K6 cG cP cD v.
   0a ff ff ff ff ff ff 00 05 33 ac

> ... working ...
>_
```

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

USB-Inspektion

- Sollte es mit der USB-Verbindung Probleme geben:
- [USBDeview](#) öffnen (liegt bei)
- 'Connected' (yes) anklicken
- Doppelklicken auf interessierenden Eintrag



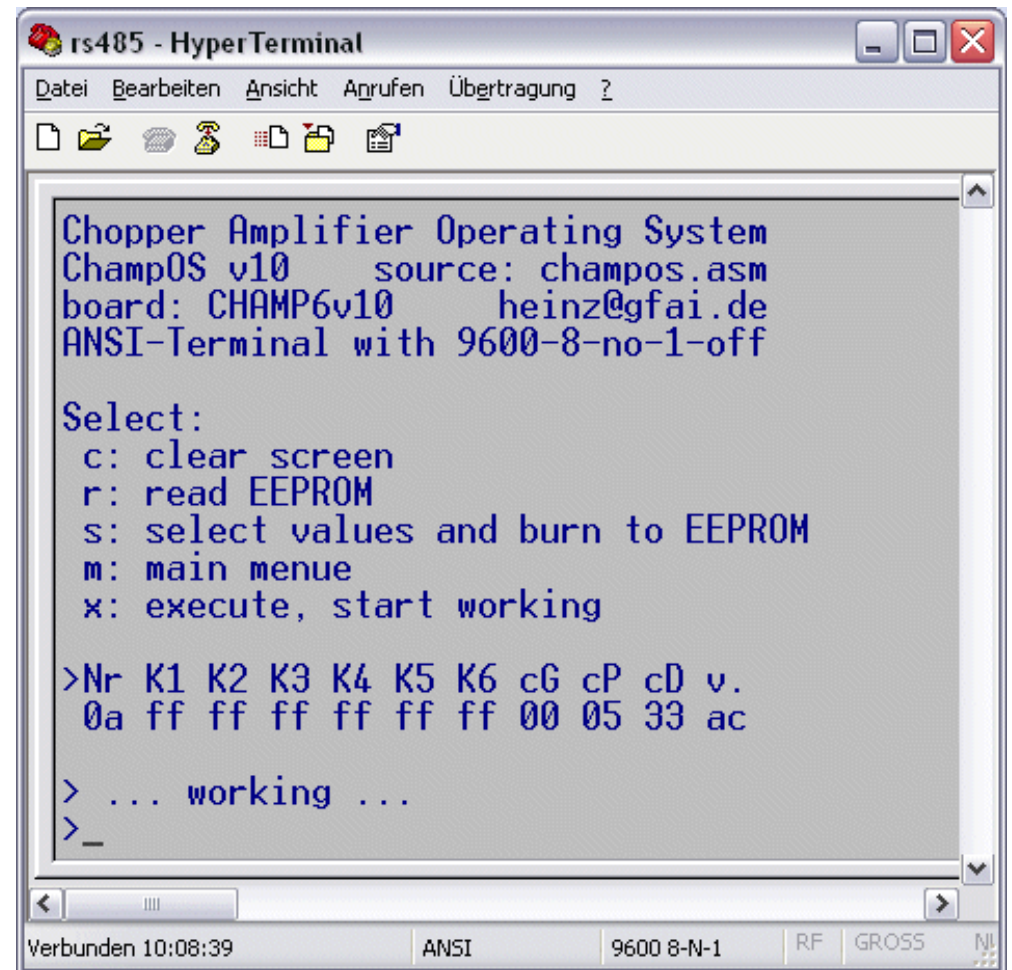
The screenshot shows the USBDeview application window. It has a menu bar (File, Edit, View, Options, Help) and a toolbar. Below is a table listing USB devices. The table has five columns: Device Name, Description, Device Type, Connected (Connec...), and Safe To Unplug. The 'Connected' column has a dropdown arrow. 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	CHIP5BNK 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
Optical USB - UART RS485 duplex	USB Serial Converter	Vendor Specific	No	Yes

- Alternativ: "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

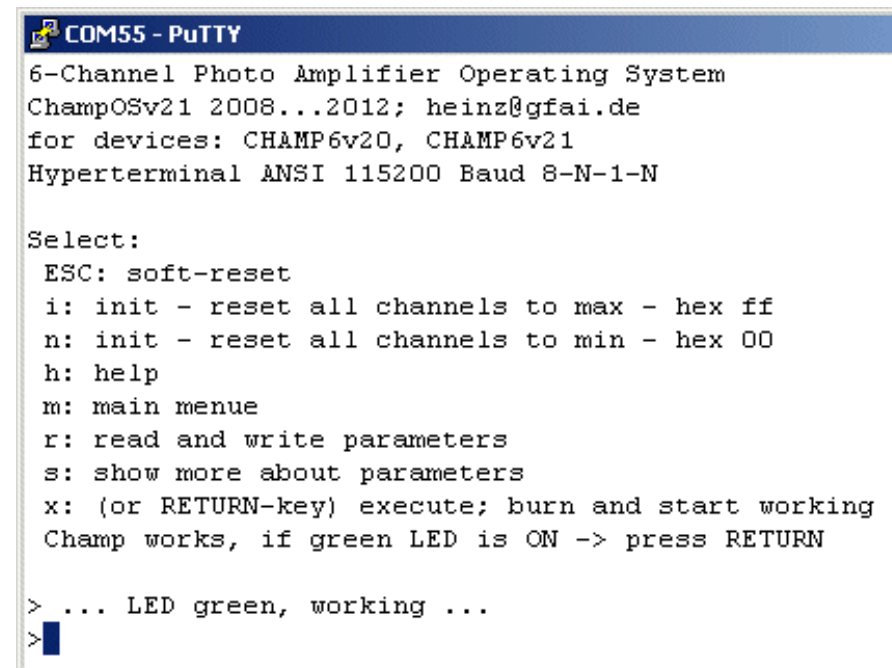
>Nr K1 K2 K3 K4 K5 K6 cG cP cD v.
   0a ff ff ff ff ff ff 00 05 33 ac

> ... working ...
>_

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

Champ6 einstellen

- Der Champ bootet immer mit den letzten Einstellungen – RS485/USB-Anschluß ist nur zur Veränderung von Potiwerten erforderlich
- Liegt Mausfokus auf PuTTY (Hyperterminal), wird Champ **rot** beim Druck irgendeiner Taste, auch wenn der Buchstabe nicht belegt ist
- Jeden Dialog beenden mit RETURN-Taste, Champ wird **grün**
- Menue-Aufruf mit "**m**"
- Potentiometer-Einstellung abfragen mit "**r**", danach kann sofort ein neuer Wert eingegeben werden
- z.B. setzt die Zeichenfolge "**r 1 22 CR**" Kanal 1 auf Wert 22 (CR steht für RETURN-Taste)
- Eingaben beenden mit nochmals RETURN:
... LED green, working ...
damit werden die neuen Werte ins EEPROM gebrannt



```
COM55 - PuTTY
6-Channel Photo Amplifier Operating System
ChampOSv21 2008...2012; heinz@gfai.de
for devices: CHAMP6v20, CHAMP6v21
Hyperterminal ANSI 115200 Baud 8-N-1-N

Select:
ESC: soft-reset
i: init - reset all channels to max - hex ff
n: init - reset all channels to min - hex 00
h: help
m: main menu
r: read and write parameters
s: show more about parameters
x: (or RETURN-key) execute; burn and start working
Champ works, if green LED is ON -> press RETURN

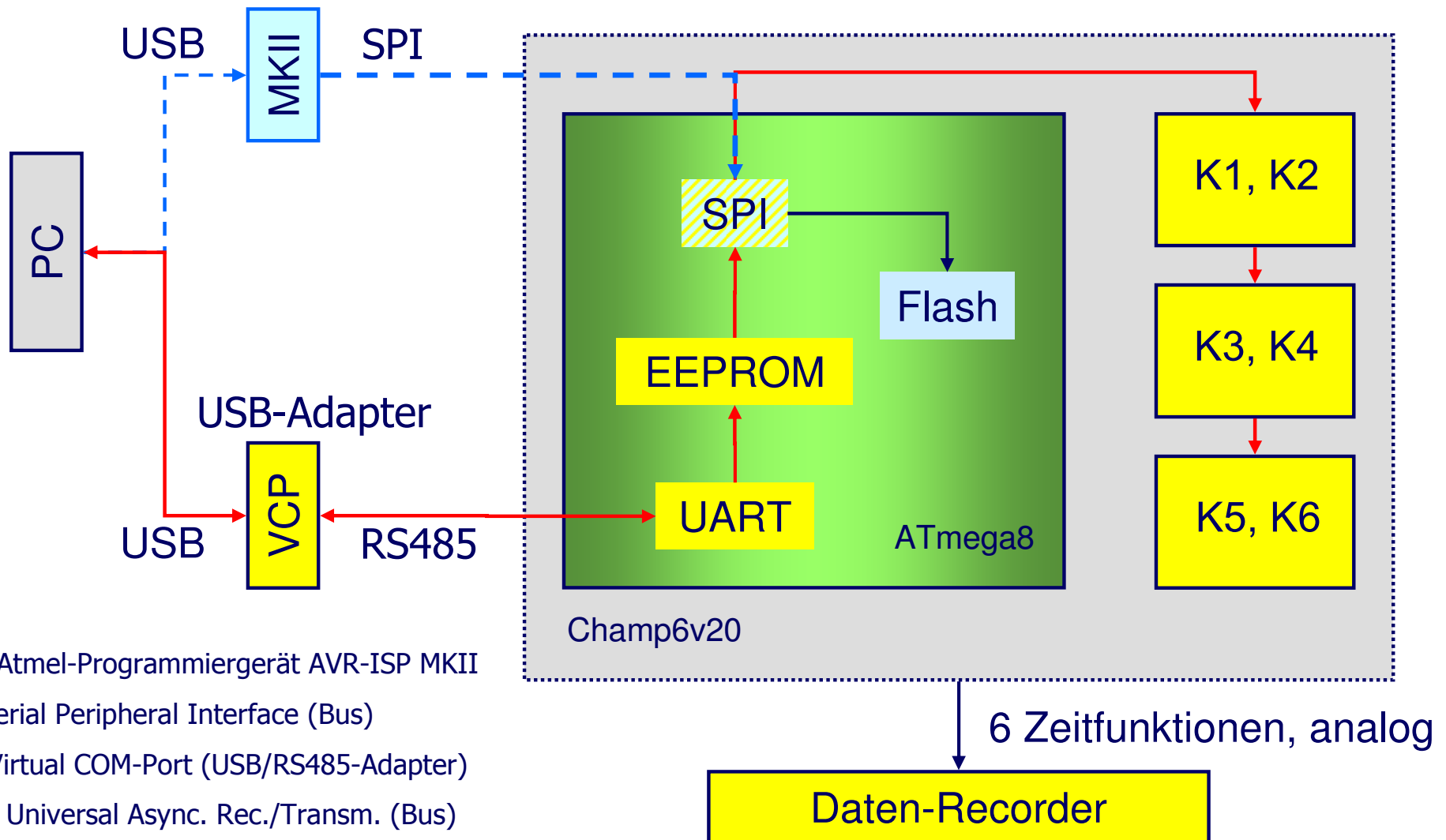
> ... LED green, working ...
>
```


Funktionen des 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

>

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

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 ff ab cd ef 20

>_

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

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

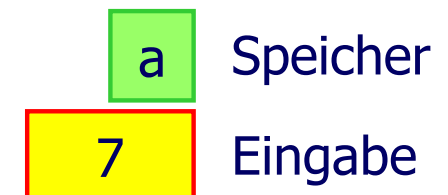
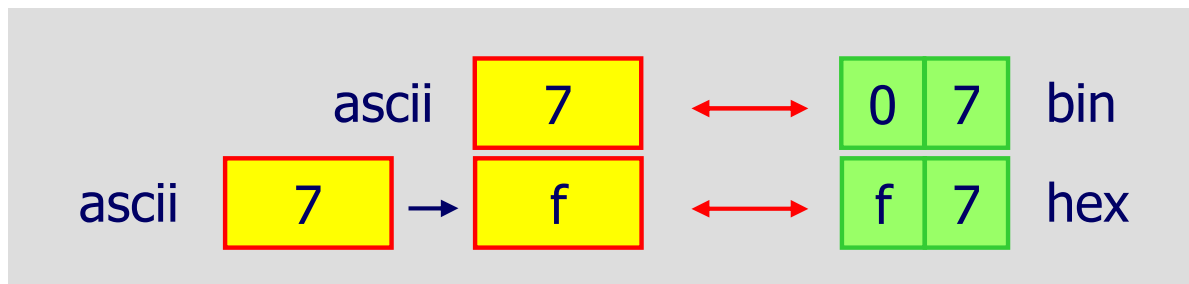
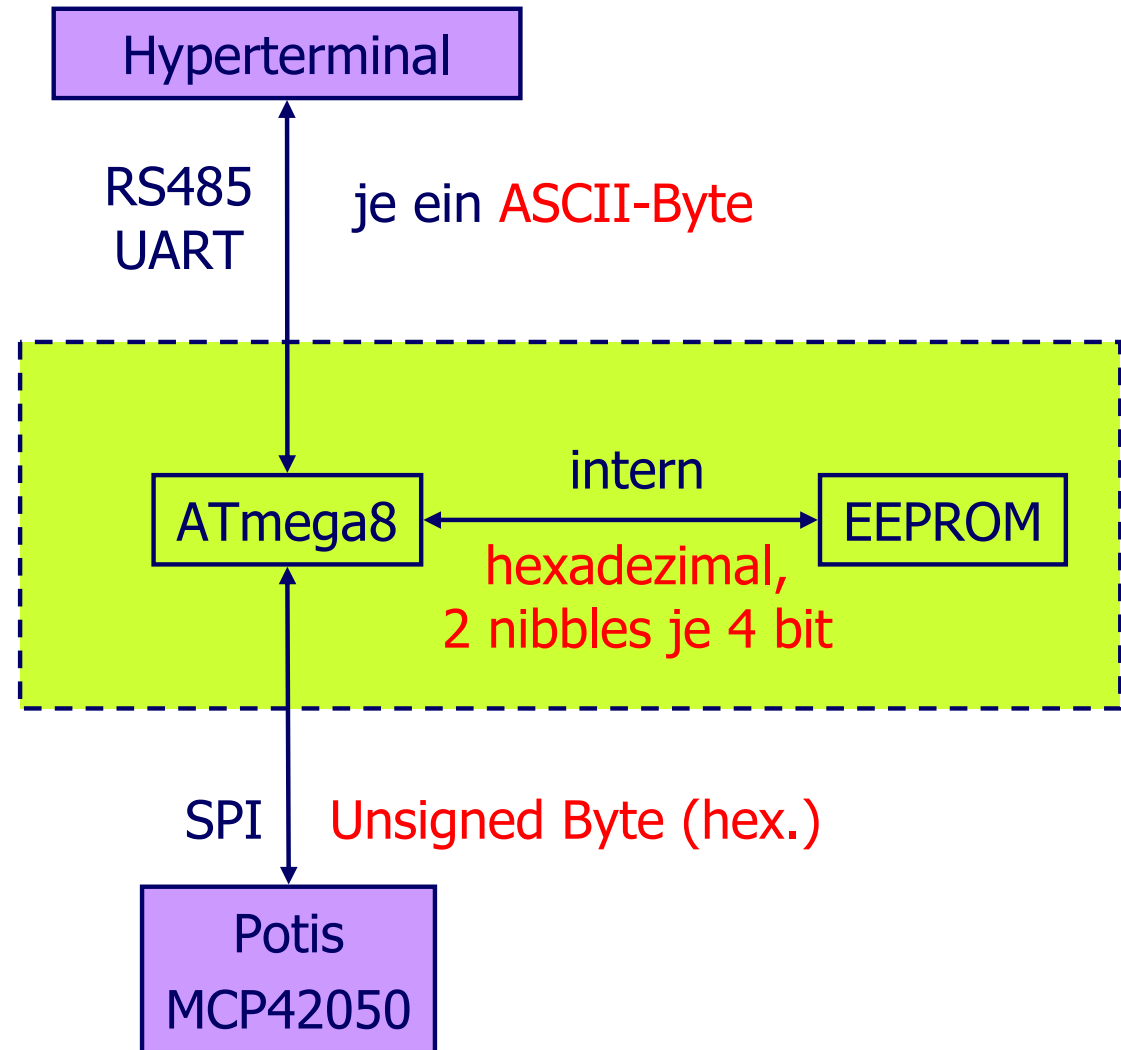
Datenformate

Konverter:

- ASCII2HEX
- HEX2ASCII
- BIN2ASCII
- ASCII2BIN

z.B.

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

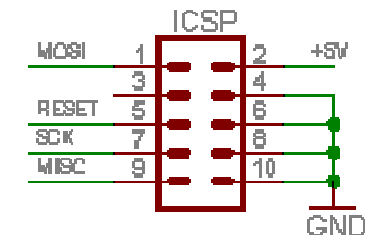
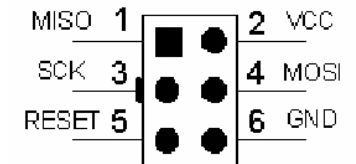


Atmel-Programmierung "AVR-ISP MKII"

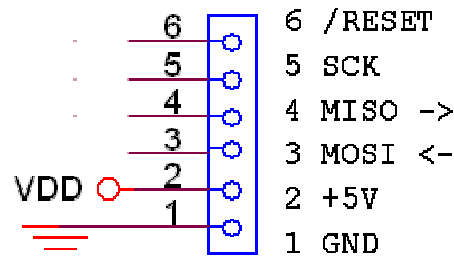
Atmel AVR-ISP 6-/10-polig:

- SPI: Serial Peripheral Interface (Motorola)
- Atmel-Name für SPI-Programmer: ISP
- Prinzip: Schieberegisterring mit: DI, DO, CLK, /Reset
- Assembler: AVR-Studio4 (Freeware) mit Simulator
- C-Compiler: WINAVR (GNU)
- Beide laufen im AVR-Studio
- Programmiergeräte ab 37,50 € zB.

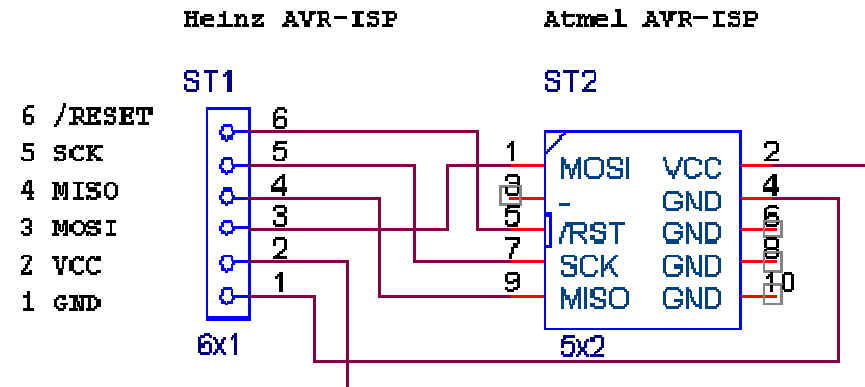
<http://www.watterott.com/de/Atmel-AVR-ISP-MKII-USB>
(wird exzellent von AVR-Studio unterstützt)



ISP Buchse Champ (100 mil Raster, Bu5):



AVR ISP (MKII) Adapter



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:

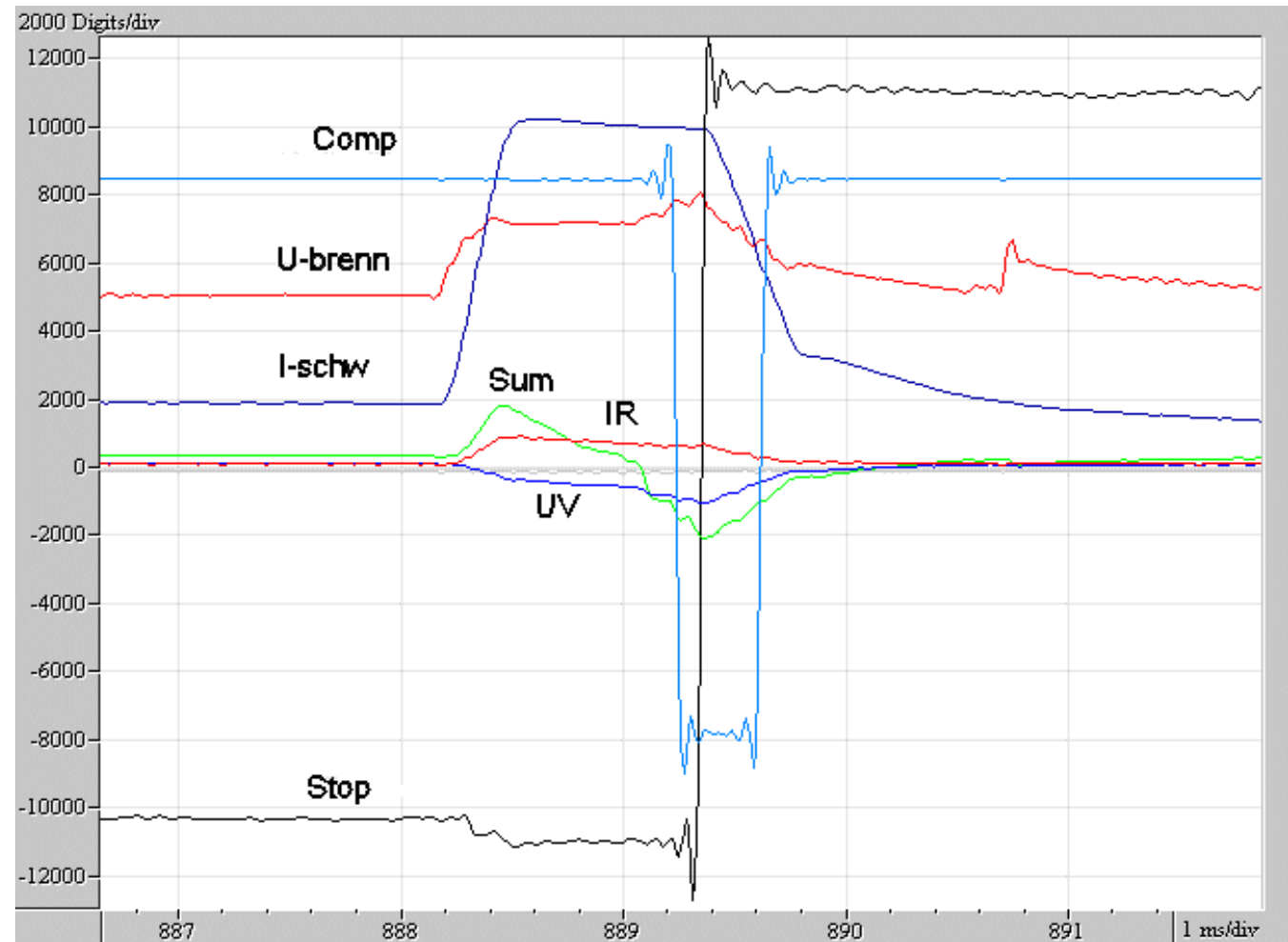
- Eingangsamplitude:
- $\pm 2,2 \text{ V} / 10001 = 0,44 \text{ mVpp}$ aus $< 10 \text{ Ohm}$
- Ausgabe um 1 Vpp
- Verstärkung $1 \text{ V} / 0,44 \text{ mV} = 2252$
- Offset der Kanäle $< \pm 100 \text{ mV}$

Zusammengefasst:

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

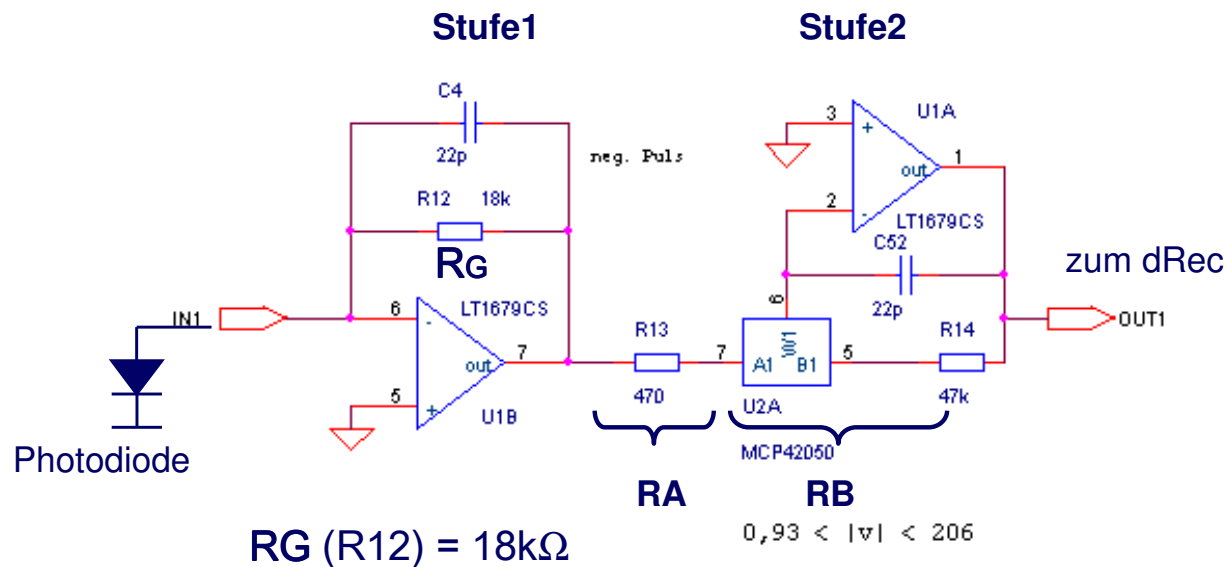
Berechnungen am Photoverstärker

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

■ Stufe2: $R = 50 \text{ k}\Omega$ (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 $R_{WB} = \text{min.}$, $R_{WA} = \text{max.}$, (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:

$x = g/0xff = g/255$ (g: eingestellter hex-Wert)

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

Grenzwerte der Übertragungsfunktion

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

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

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

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

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

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

Transferimpedanz

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

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

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

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

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\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

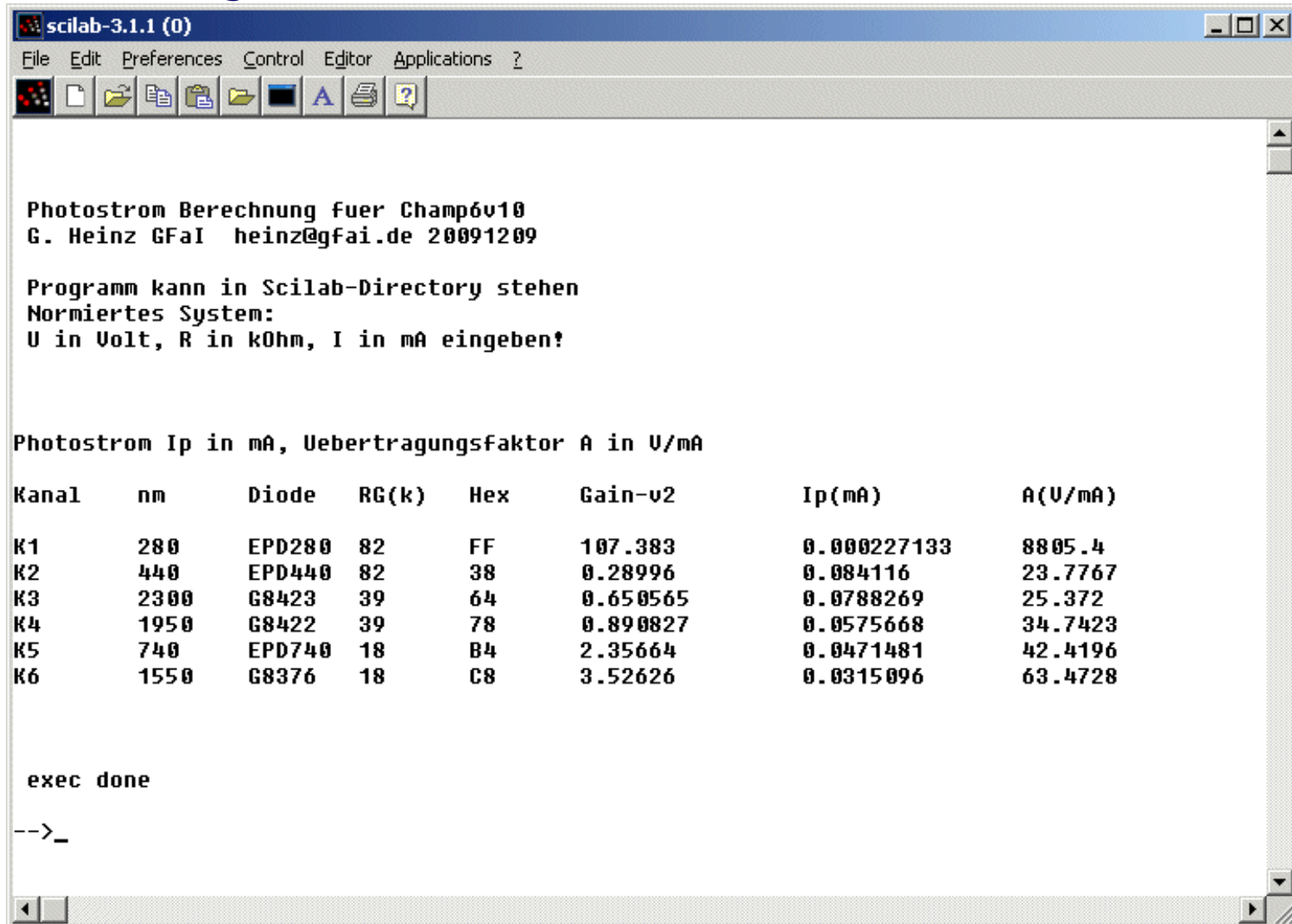
// Verstärkung zweite Stufe
v2 = (c + x) ./ (c - x + 1);

// 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

Scilab-Ausgabe:



```
scilab-3.1.1 (0)
File Edit Preferences Control Editor Applications ?

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 U/mA

Kanal    nm      Diode  RG(k)  Hex    Gain-v2      Ip(mA)      A(U/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

exec done

-->_
```


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
 $P = F A' = P/A A'$ (A' : Chipfläche meist in mm^2)

$$S = F(I):$$

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

$$I = f(S):$$

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

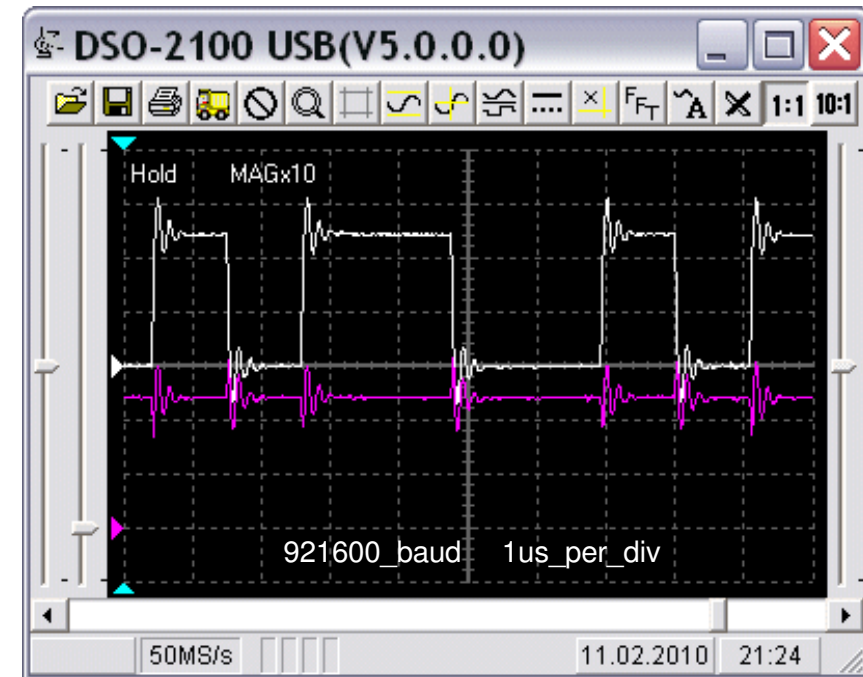
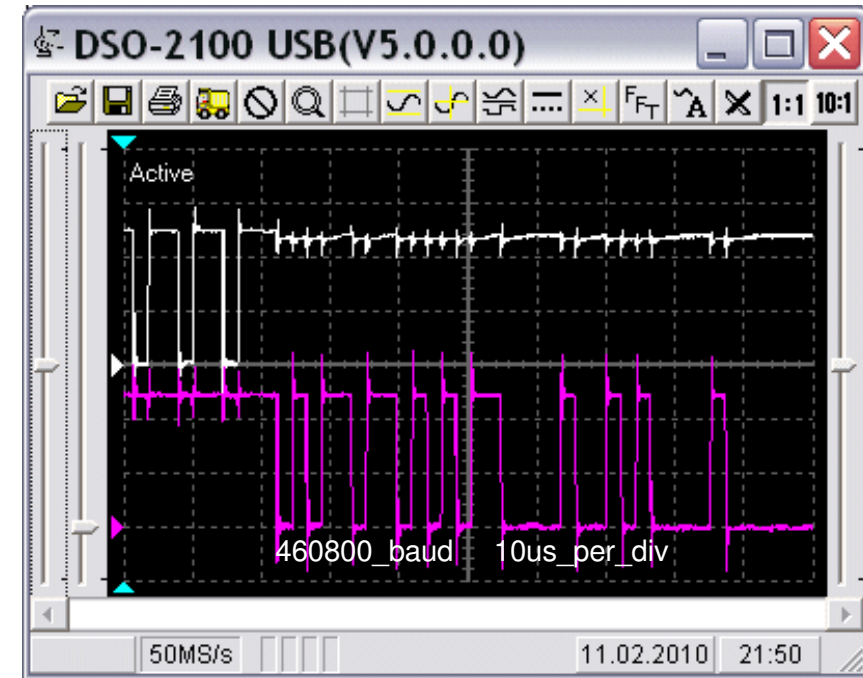
Für $100 \text{ mW/cm}^2 = 1 \text{ mW/mm}^2$ ist $P/A = 1 \text{ [mW/mm}^2\text{]}$

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

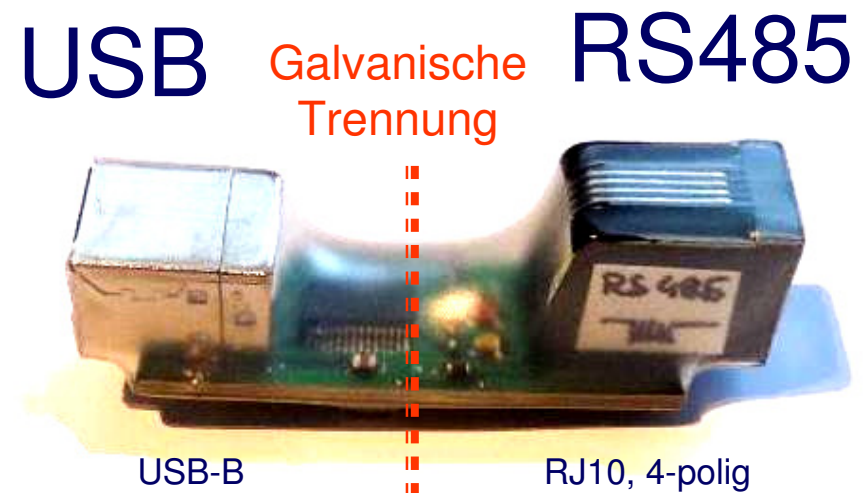
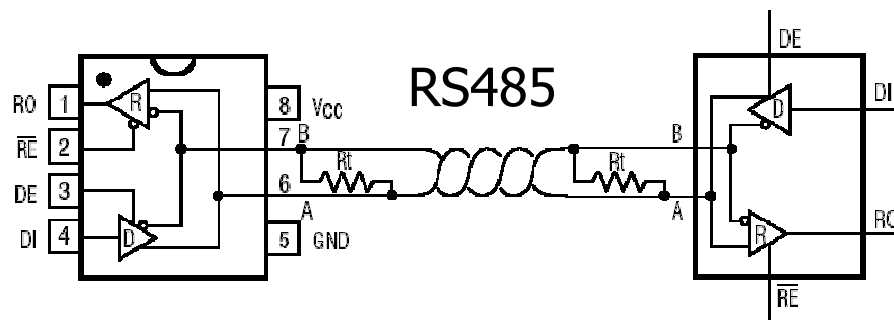
1V/div. 200 μs /div.

t

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

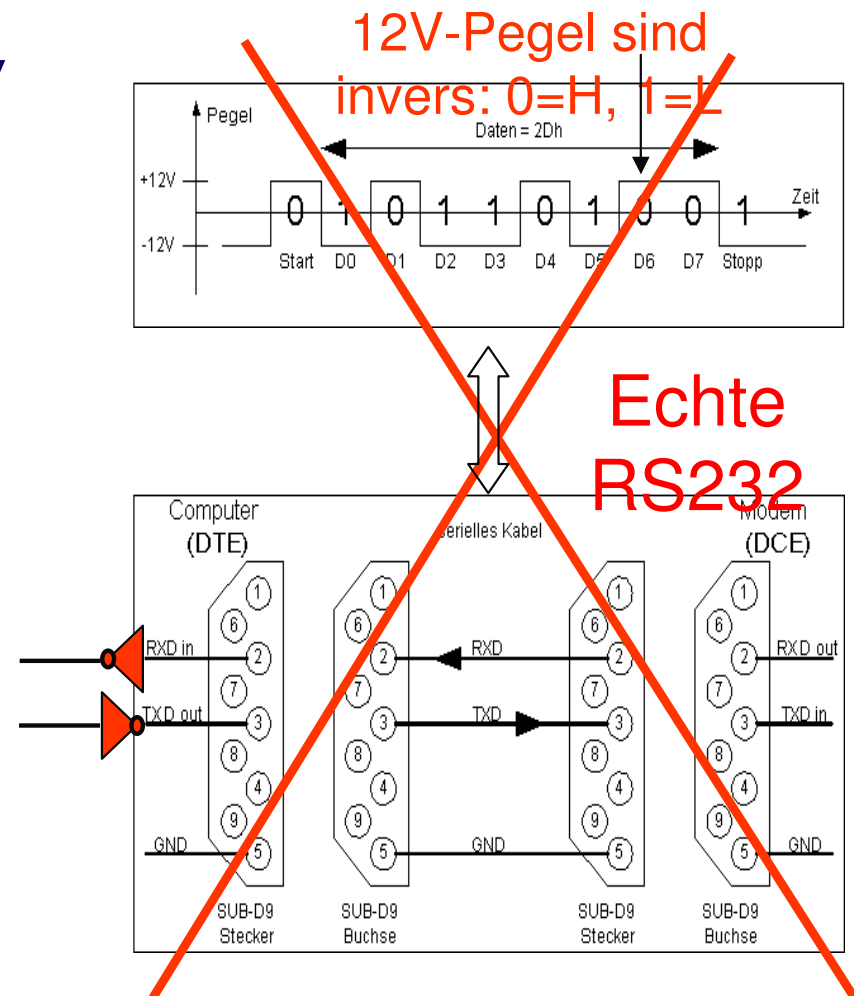
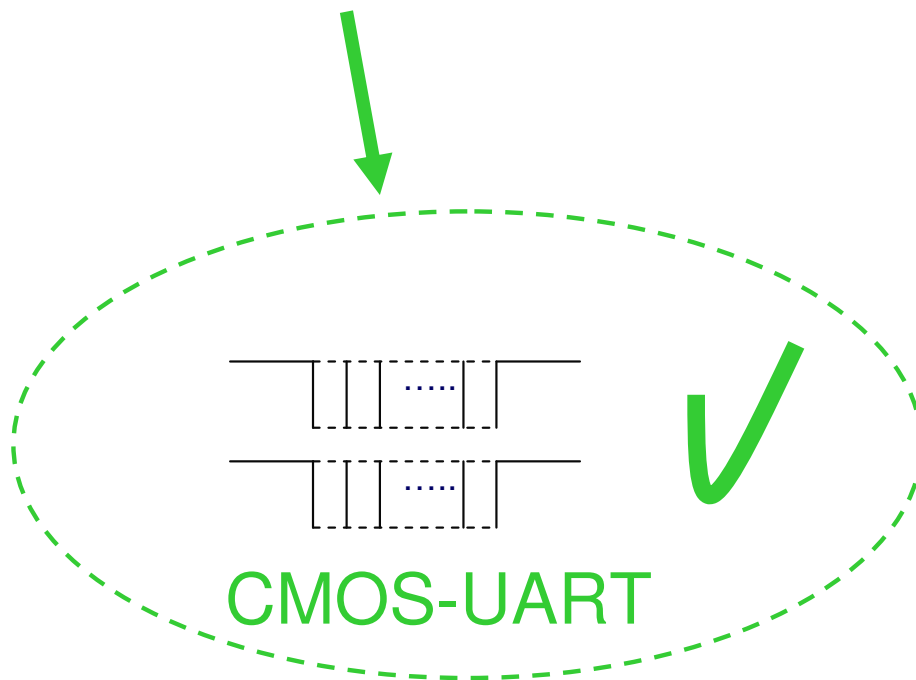
USB2 zu RS485-Wandlung (VCP, Stick USB2SERIAL)

- 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

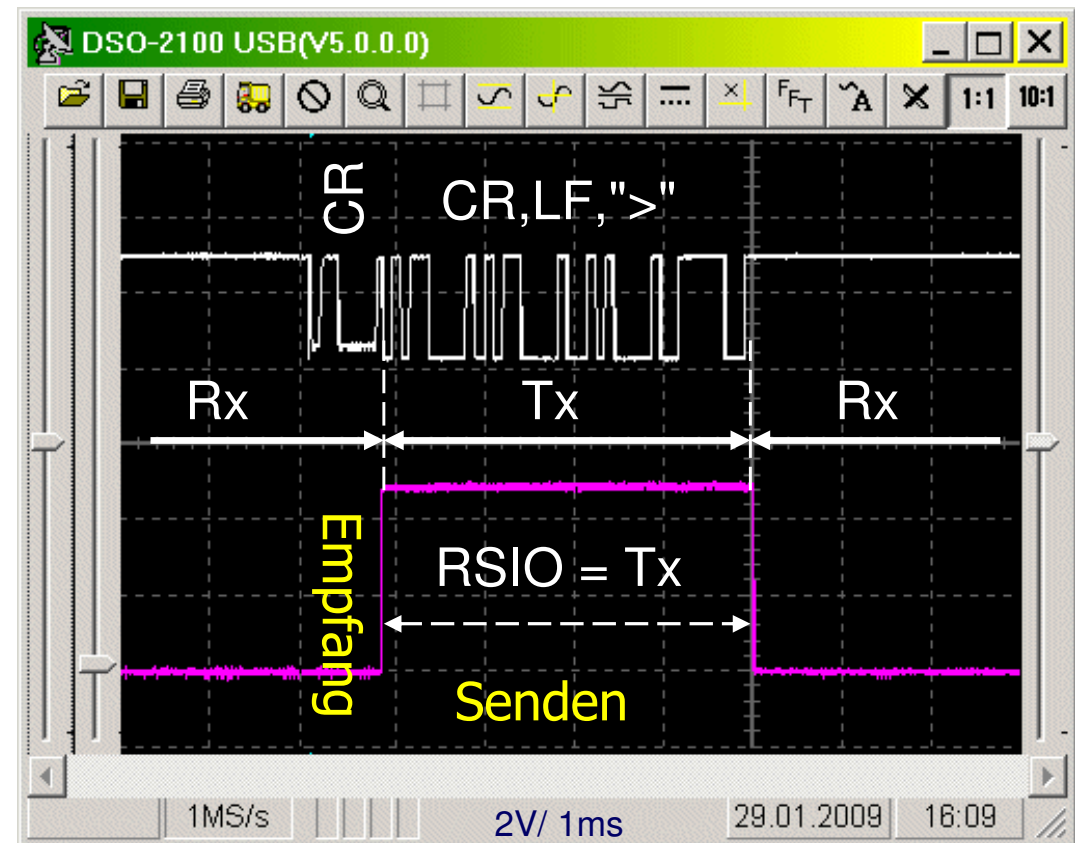
Beispiel:

- 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

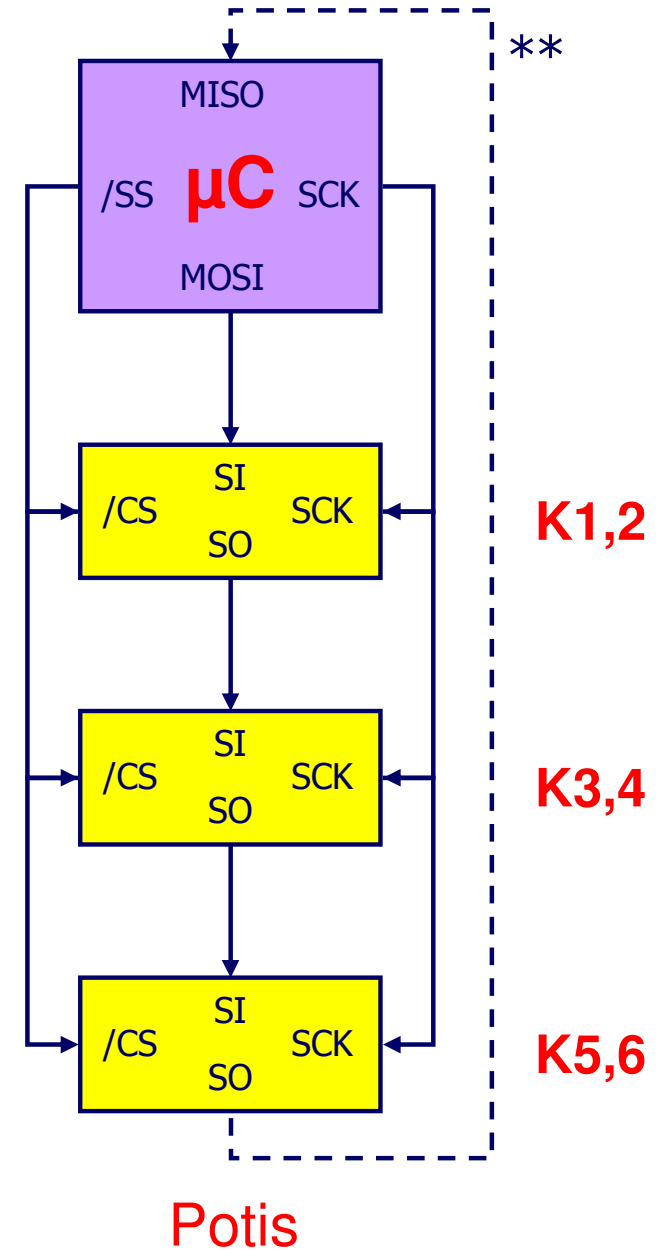
SPI-Slaves: Doppelpotentiometer
MCP42050, 2 x 50 kOhm

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.)

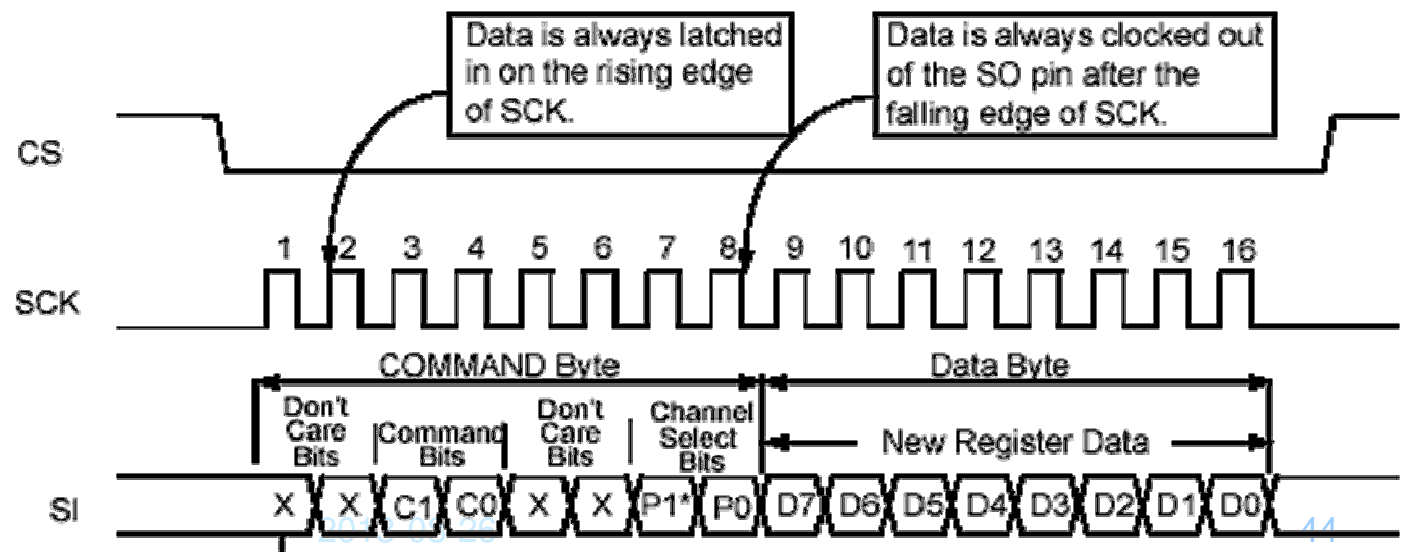
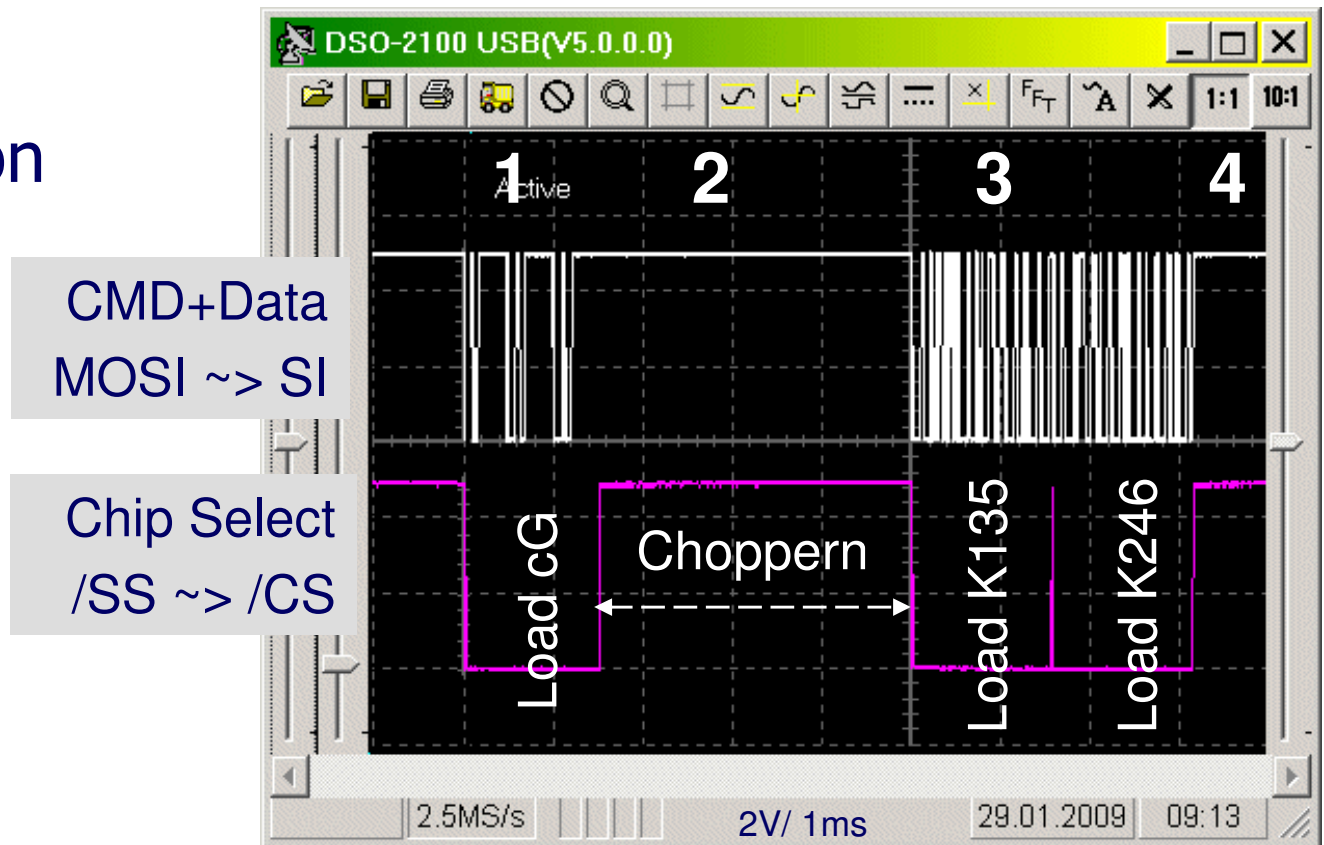
** bei Champ6v20 entfallen



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

[Photostrom](#) Rechenprogramm

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



Ende

heinz@gfai.de

Vorsicht!
Wissenschaftliche
Experimentalgeräte!

Keine Haftung für Fehlbedienung
oder mißbräuchliche Nutzung.

Gewerbliche Nutzung
ausgeschlossen.

