

---

## CU-SENSORHEAD

Sensorradar und Sensorkopf zur Umgebungsauswertung mobiler Roboter.  
*Software Dokumentation*



**Autor:** Christian Ulrich

**Datum:** 02.09.2006

**Version:** 1.00

## Inhalt

<b>Historie</b>	<b>3</b>
<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>Allgemeines</b>	<b>5</b>
<b>Mechanik</b>	<b>6</b>
<b>Elektronik</b>	<b>7</b>
Weitere Elektronik	7
Sensoren	7
<b>Software</b>	<b>8</b>
Softwaredefinition	8
Im Detail	8
Steuer-Protokoll	9
Verbindungseinstellungen	10
I2C Verbindungseinstellungen	10
<b>Funktionsbeschreibung</b>	<b>11</b>
Befehle der Dokumentation interpretieren	11
Konfigurations-Funktionen	12
128:PrintSettings(NR)	12
Steuer-Funktionen	13
Stell-Funktionen	13
Task-Funktionen	13
Web-Funktionen	13
<b>Funktionsübersicht/Kurzreferenz</b>	<b>13</b>
Steuerfunktionen	13
Grundfunktionen	15
Konfigurationsfunktionen	16
<b>Mikrocontroller-Kommunikation</b>	<b>17</b>
Datentypen	17
Daten Senden	18
Daten empfangen	18
<b>Sonstiges</b>	<b>19</b>
ASCII-Tabelle	19
UART- Kurzreferenz	20

## Historie

Erweitert: am 15.03.2008 von Christian Ulrich  
+Bereich Steuerung und Software

Erstellt: am 02.09.2006 von Christian Ulrich

## Einleitung

Diese Dokumentation zum Sensorkopf, enthält technische Detailinformationen zur Software.

## **Allgemeines**

CU-SENSORHEAD wurde als Vorrichtung zur sensorischen Umgebungsauswertung entwickelt

Angeschlossen an einen Mikrokontroller, oder auch PC, können Sensoren positioniert und ausgewertet werden. Die Umgebungsauswertung beschreibt einen Radius von 360° rundum.

## **Mechanik**

Die mechanischen Konstruktionszeichnungen zu CU-SENSORHEAD sind bei <http://www.ulrichc.de/> veröffentlicht.

Zu finden bei den Projektaufzeichnungen zu CU-SENSORHEAD.

## Elektronik

Die Steuerungselektronik des Sensorkopfs ist zu einem direkt im Sensorkopf montiert und zum andern im Fuß des Auslegers angebracht.

Basierend auf der Mikrokontroller-Steuerung CU-R-CONTROL<sup>2</sup> dienen diese Steuerung zur Auswertung der Sensoren sowie zur positionieren der Motoren via RS232.

Die Hardware der Steuerungen, wurden aus Platinen des CU-R-CONTROL<sup>2</sup> (Projekt bei <http://www.ulrichc.de/>) konfektioniert.

Verwendete Platinen:

- 2x Control (=Hauptsteuerung)
- 1x AddOn Dualmotor-2A (=Motorsteuerung)
- 4x AddOn SRF-Adapter (=Adapterplatine für Ultraschallsensoren)
- 4x AddOn PIR-Adapter (=Adapterplatine für PIR-Sensoren)

## Weitere Elektronik

Im Sensorkopf sind weitere Elektroniken untergebracht. Im einzelnen handelt es sich hierbei um..

- 1x 4 Port USB-HUB
- 1x GPS
- 1x Kompass mit Neigungssensor
- 1x Kamera mit Infrarotscheinwerfer

## Sensoren

Zur Sensorauswertung werden in den insgesamt acht Displays verschiedene Sensoren ausgewertet.

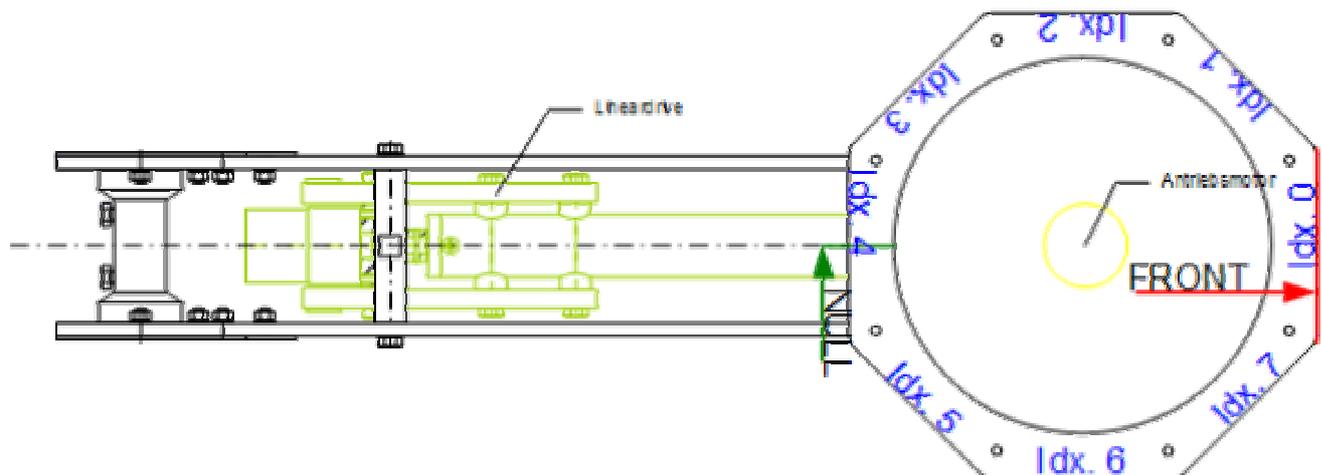
- 4x Ultraschall
- 4x PIR Personen-Infrarot
- 2x Infrarotsensor
- 2x Mikrofon

## Software

Die Softwarebeschreibung des CU-SENSORHEAD beschränkt sich auf die Beschreibung der Mikrokontroller-Schaltungen zur Ansteuerung des Sensorkopfs. Weitere Beschreibungen zum Thema sind auch im Projekt CU-LINEAR-DRIVE zu finden.

### Softwaredefinition

Die Softwaredefinition beschreibt Eigenschaften am Sensorkopf, die von der Software ausgewertet oder ggf. gesteuert werden können.



Die Definitionen beziehen sich direkt auf die Elektronik bzw. auch auf die Sensoren und den Antriebsmotor selbst.

### Im Detail

#### FRONT

Mittelposition durch Position (NULL) des Referenzschalters

#### Idx. 0 - 7

Index des Displays zur Benennung/Berechnung der Sensorposition

#### NULL

Referenz-Nullpunkt bzw. Start- und Endpunkt der Sensorauswertung.

## **Steuer-Protokoll**

Das Steuer-Protokoll beschreibt das Protokoll zum ansteuern des Kamerastativs mittels RS232-Schnittstelle.

Die RS232-Kommunikation basiert auf einer einfachen Protokollkommunikation nach DIN 66258 und wird via. Kabelverbindung hergestellt. Je nach Hardware kann diese Ansteuerung auch über eine drahtlose Funkübertragung arbeiten.

## **Verbindungseinstellungen**

Folgende Einstellungen zur RS232-Verbindung wurden Softwaretechnisch eingestellt. PC-Steuerung sowie Stativ-Steuerung müssen gleichermaßen eingestellt sein. Bedingt durch die Gegebenheiten der Hardware bzw. der Steuerelektronik, wurden folgende Parameter eingestellt.

**Übertragungsrate:** 19200 Baud (Bit/Sekunde)

**Datenbits:** 8

**Parität:** keine

**Stopbit:** 1

Die Befehle werden wie üblich als Byte als **HEXadecimal** oder auch **DECimal** (=Byte) übermittelt. Alle Befehle werden in dieser Beschreibung, der einfacheren Verständnisses halber, als **DECimal**-Werte behandelt.

## **I2C Verbindungseinstellungen**

Alternativ zur seriellen Schnittstelle, kann zur Ansteuerung auch der I2C-Bus verwendet werden. Die Befehle werden analog zur seriellen Schnittstelle behandelt.

**I2C-Adresse:** 126 (bzw. &H7E)

*(Die Adresse kann mit den Einstellungen unter Kapitel „Konfigurations-Funktionen“ geändert werden.)*

## Funktionsbeschreibung

Die Beschreibung der Funktionen, umschreibt Funktionen der Steuerung im Detail. Lediglich parametrisierbare bzw. auch Befehle mit gesteuerter Ausgabe sind in diesem Kapitel beschrieben. Weitere Befehle der Steuerung sind ergänzend im Kapitel „Kurzreferenz“ beschrieben.

Ausgenommen besonderer Protokoll- und Debug-Funktionen, können alle Funktionen, wahlweise über Rs232 oder auch I2C verwendet werden. Folglich ist die Beschreibung der Funktionen in beiden Fällen gleich.

Hinweis: Grundlegendes zur Interpretation und Ansteuerung der Steuerung befindet sich im Kapitel „Mikrokontroller-Kommunikation“.

### ***Befehle der Dokumentation interpretieren***

Die Funktionen werden nach dem jeweiligen ersten Byte identifiziert und mit den darauf folgenden Bytes Parametrisiert.

#### **Beispiel:**

Befehlsbeschreibung: Zeige Kontrollereinstellungen.

Befehl in Kurzreferenz der Dokumentation: 128 PrintSettings(NR)

Gesendeter Befehl (RS232 oder I2C): 128 1

Erstes Byte = Name der Funktion (Bsp. 128 = PrintSettings)

Zweites Byte = Erster Parameter (Bsp. 1 Nummer der Einstellung).

Beispielhafte Rückgabe gemäß Funktionsbeschreibung

1 Byte *Nummer des Befehls*

2 Byte *Detaillierung des Befehls (Erster Parameter)*

3 Byte *Kontroller Id*

4 Byte *Sekunden Wartezeit bis zum umschalten in den StandBy-Modus*

5 Byte *Die I2C Adresse des Kontrollers*

Wahlweise empfangen über RS232: Zeichenkette „128,1,222,255,128“

Wahlweise empfangen über I2C: *Byte1=128, Byte2=1, Byte3=222, Byte4=255, Byte5=128*

## Konfigurations-Funktionen

Die Konfigurationsfunktionen, umschreiben alle Voreinstellungen zur Steuerung.

Die Voreinstellungen, sollten nur nach einem Reset der Steuerung bzw. frisch bei in Betriebnahme getroffen werden. Nach der Konfiguration, sollte wieder ein Reset erfolgen. Anstatt des Hardware-Resets (Taster auf Steuerung), kann auch die Direktfunktion der Software für General-Reset ausgeführt werden.

Hinweis: Alle Konfigurationseinstellungen, bleiben auch nach einem Reset oder nach Abschalten der Steuerung erhalten.

*Getätigte Einstellungen werden erst nach einem Reload der Einstellungen oder auch (Software-)Reset wirksam! (Ein)*

### 128:PrintSettings(NR)

Sendet die aktuellen Steuerungseinstellungen zurück.

#### Parameter

Byte(Nr)	Typ	Wertebereich	Beschreibung
1	Byte = 128	Festwert	
2	Byte	0-N	Definiert die Art der Steuerungseinstellungen 0=Alle Einstellungen 1=Controller-Einstellungen 2=Motor-Einstellungen
3			
4			
5			

#### Rückgabe(n)

Byte(Nr)	Typ	Wertebereich	Beschreibung
1	Byte = 128	Festwert	(Identisch mit Befehlsnummer)
2	Byte	0-N	Art der Steuerungseinstellungen (Siehe Parameter)

#### Byte2=0 Alle Einstellung

Alle Einstellungen unterhalb in Reihenfolge 1-N.

#### Byte2=1 Controller-Einstellung

Byte(Nr)	Typ	Wertebereich	Beschreibung
3	Byte	1-254	ID der Steuerung
4	Byte	1-254 (255=aus)	Maximale Wartezeit bis zum StandBy-Modus.
5	Byte	2-254	I2C-Adresse

## Steuer-Funktionen

Die Steuerfunktionen umschreiben die eigentlichen Funktionen zur Robotersteuerung. Diese elementaren Befehle führen umgehend zu einer Reaktion der Steuerung.

## Stell-Funktionen

Die Stellfunktionen, umschreiben alle Einstellungen während dem Betrieb der Steuerung.

Die Einstellungen, wirken sich je nach Betriebszustand der Steuerung, ähnlich wie die Steuerfunktionen (oberhalb), direkt auf die Steuerung aus. Können aber auch zur Voreinstellung genutzt werden.

Hinweis:

Die Einstellungen, bleiben nach einem Reset oder nach Abschalten der Steuerung *nicht* erhalten.

## Task-Funktionen

Die Task-Funktionen beschreiben übergeordnete Steuer-Funktion. Es handelt sich hierbei um komplexe Befehle, die in Form von Aufgaben formuliert werden.

*Die Funktionen, setzen Encoder und eine vollständige Konfiguration voraus.*

## Web-Funktionen

Die Web-Funktionen beschreiben einfache Sonder-Steuerfunktion zur Ansteuerung via Websteuerung.

In diesen Befehlen wurden so genannte Befehlsfolgen (mehrere Befehle), für ein einfaches Ansteuern, mit jeweils einem erforderlichen Befehlsaufruf implementiert.

## Funktionsübersicht/Kurzreferenz

Die Funktionsübersicht zu den Funktionen der Steuerung beschreibt alle Befehle in Kürze.

### Steuerfunktionen

COMMAND	Name	Beschreibung
41	PrintControllerInfo()	Sendet Informationen zur Steuerung und Software.
42	PrintControllerStats(NR)	Sendet aktuelle Statis zur Steuerung und Software.
43		
44	Reboot()	Neustart, NotStop, NotHalt
48	ShootDown()	Schaltet den Kameramodus
49		
50	WakeUp()	
51	StandBy()	

---

80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		



### Konfigurationsfunktionen

<b>CMD</b>	<b>Funktion (Parameter)</b>	<b>Format</b>	<b>Beschreibung</b>
100	SetControllerId(ID)	1-255	Legt die ID des Controllers fest
101	SetStandByOrAliveTimer(SEC)	1-254 (255=aus)	Setzt die Zeit bis zum automatischen StandBy.
102			
103			
105			
106			
109			
120			
121			
81			
125	SetI2CAdress(ADRESS)	0-254 (255=aus)	Setzt die I2C-Adresse der Steuerung
126	ReLoadSettings()		Lädt (aktuell) geänderte Einstellungen
127	ResetSettings()		Stellt die Werkseinstellungen wieder her.
128	PrintSettings(NR)	1-n (0=alle)	Gibt alle aktuellen Einstellungen nach NR aus.

## Mikrokontroller-Kommunikation

Das Ansteuern der Steuerung, geschieht ob über RS232 oder auch I2C nach einem Kommunikationsprotokoll.

Unterhalb wurden die grundlegendsten und zugleich wichtigsten Punkte zur Kommunikation via. Datenprotokoll beschrieben.

Vorweg, die Datenkommunikation verbirgt keine Besonderheit und folgt den allgemeinen Grundregeln zur Datenkommunikation für Mikrokontroller. Fortgeschrittene Nutzer, können folglich getrost manches überfliegen.

## Datentypen

Die Datenkommunikation vom und zum Kontroller geschieht in Byte(s).

Dieser Datentyp ist Standard für die RS232- und I2C-Kommunikation der Steuerung.

Grundlegend hat ein Byte insgesamt acht Datenbits (0 oder 1) und einen Wertebereich von 0 bis 255.

Je nach Anwendungsfall wird dieser Datentyp verschieden verwendet. Unterhalb wurden die jeweiligen Anwendungsfälle beschrieben.

### Byte als Zahlenwert

Das Grundlegende Byte wird als Zahlenwert verwendet. Dann als „Byte“ bezeichnet, werden damit Werte von 0 bis 255 versendet oder auch empfangen.

### Byte als ASCII / Zeichenketten interpretieren

Zeichenketten (wie „Hallo Welt!“) können in einzelnen Bytes in Standard ASCII interpretiert werden.

Folglich besteht eine Zeichenkette aus mehreren Bytes, die seriell (nacheinander) zur Zeichenkette zusammengesetzt werden können. Siehe auch Kapitel „ASCII-Tabelle“ im Anschluss an diesem Dokument.

### Byte als Word / 2 Byte Datentypen interpretieren

Datentypen die aus zwei Bytes bestehen, werden aus Low- und High-Byte interpretiert. Das HighByte entspricht dabei einem Multiplikator. Das LowByte enthält die Restsumme der Multiplikation.

Der Multiplikationswert des ersten Bytes (HighByte) ist 254.

Das zweite Byte (LowByte) wird addiert.

### Beispiel:

<Byte1>      <Byte2>

<001>        <002>

Formel:

$(\text{<001>} * 254) + \text{<002>}$

$(1 * 254) + 2$

Ergebnis:

$254 + 2 = 256$

---

Als Besonderheit, wird 255 als NULL interpretiert. Die eigentliche 0 wird nicht verwendet.

**Beispiel:**

<Byte1>	<Byte2>	
<255>	<012>	= 12
<001>	<255>	= 254

## Daten Senden

Daten bzw. auch Befehle, werden Byteweise versandt. Dem Protokoll entsprechend, werden jeweils Datenblöcke von 1 bis n Bytes versendet. Zwischen dem Versenden mehrerer Befehlsdatenblöcke, müssen 10 Millisekunden verstreichen. Andernfalls werden die Daten ggf. nicht als Einzelbefehl interpretiert.

## Daten empfangen

Nach jedem Senden von Daten, werden wiederum Daten empfangen. Je nach Einstellungen an der Steuerung, können auch fortwährend Daten von der Steuerung empfangen werden.

Der Datenempfang unterscheidet sich je nach Kommunikationsweg.

**Über RS232**, können alle Daten als ASCII-Zeichenketten empfangen werden.

Als Komma getrennte Zeichenkette, bestückt mit den jeweiligen Daten, können die empfangenen Daten zwischen den Kommas ausgelesen werden. Die einzelnen Bytes, werden dabei ebenfalls als ASCII-Zeichenkette übertragen.

**Über I2C**, können die Daten Byteweise empfangen werden. Die Daten folgen in der selben Reihenfolge wie in der Dokumentation beschrieben.

## Sonstiges

### ASCII-Tabelle

Die ASCII Tabelle enthält alle Zeichen entsprechend dem Bytewert bzw. auch Hex. Dem entsprechend, kann beispielsweise die ASCII-Zeichenkette „Hallo Welt“ in Bytes wie folgt verstanden werden.

72 97 108 108 111 32 87 101 108 116

Gemäß dem ASCII-Standard werden die Bytewerte unterhalb als *DECimal-Werte* gelistet.

Ctrl	Dec	Hex	Char	Code	Dec	Hex	Char																		
^@	0	00		NUL	32	20	sp	64	40	@	96	60	`	128	80	Ç	160	A0	á	192	C0	Ā	224	E0	α
^A	1	01	☐	SOH	33	21	!	65	41	A	97	61	a	129	81	ü	161	A1	í	193	C1	Ā	225	E1	β
^B	2	02	☐	SIX	34	22	"	66	42	B	98	62	b	130	82	é	162	A2	ó	194	C2	Ā	226	E2	Γ
^C	3	03	♥	EIX	35	23	#	67	43	C	99	63	c	131	83	â	163	A3	ú	195	C3	Ā	227	E3	Π
^D	4	04	♣	EOI	36	24	\$	68	44	D	100	64	d	132	84	à	164	A4	û	196	C4	Ā	228	E4	Σ
^E	5	05	♠	ENQ	37	25	%	69	45	E	101	65	e	133	85	â	165	A5	ñ	197	C5	Ā	229	E5	σ
^F	6	06	♣	ACK	38	26	&	70	46	F	102	66	f	134	86	ã	166	A6	ë	198	C6	Ā	230	E6	ρ
^G	7	07	•	BEL	39	27	'	71	47	G	103	67	g	135	87	ä	167	A7	ë	199	C7	Ā	231	E7	Υ
^H	8	08	BS		40	28	(	72	48	H	104	68	h	136	88	å	168	A8	ë	200	C8	Ā	232	E8	ϕ
^I	9	09	o	HI	41	29	)	73	49	I	105	69	i	137	89	æ	169	A9	ë	201	C9	Ā	233	E9	Θ
^J	10	0A	☐	LF	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j	138	8A	è	170	AA	ë	202	CA	Ā	234	EA	Ω
^K	11	0B	♀	VI	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k	139	8B	ï	171	AB	ë	203	CB	Ā	235	EB	ø
^L	12	0C	♀	FF	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l	140	8C	î	172	AC	ë	204	CC	Ā	236	EC	ε
^M	13	0D	♯	CR	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m	141	8D	ï	173	AD	ë	205	CD	Ā	237	ED	ϑ
^N	14	0E	♯	SO	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n	142	8E	â	174	AE	ë	206	CE	Ā	238	EE	€
^O	15	0F	♯	SI	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o	143	8F	ä	175	AF	ë	207	CF	Ā	239	EF	ϕ
^P	16	10	▶	SLE	48	30	0	80	50	P	112	70	p	144	90	å	176	B0	ë	208	D0	Ā	240	F0	∩
^Q	17	11	▶	CS1	49	31	1	81	51	Q	113	71	q	145	91	æ	177	B1	ë	209	D1	Ā	241	F1	∪
^R	18	12	‡	DC2	50	32	2	82	52	R	114	72	r	146	92	å	178	B2	ë	210	D2	Ā	242	F2	∩
^S	19	13	!!!	DC3	51	33	3	83	53	S	115	73	s	147	93	å	179	B3	ë	211	D3	Ā	243	F3	∪
^T	20	14	☐	DC4	52	34	4	84	54	T	116	74	t	148	94	å	180	B4	ë	212	D4	Ā	244	F4	∩
^U	21	15	☐	NAK	53	35	5	85	55	U	117	75	u	149	95	å	181	B5	ë	213	D5	Ā	245	F5	∪
^V	22	16	☐	SYN	54	36	6	86	56	V	118	76	v	150	96	å	182	B6	ë	214	D6	Ā	246	F6	∩
^W	23	17	☐	EIB	55	37	7	87	57	W	119	77	w	151	97	å	183	B7	ë	215	D7	Ā	247	F7	∪
^X	24	18	☐	CAN	56	38	8	88	58	X	120	78	x	152	98	å	184	B8	ë	216	D8	Ā	248	F8	∩
^Y	25	19	↓	EM	57	39	9	89	59	Y	121	79	y	153	99	å	185	B9	ë	217	D9	Ā	249	F9	∪
^Z	26	1A	→	SIB	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z	154	9A	å	186	BA	ë	218	DA	Ā	250	FA	∩
^[	27	1B	+	ESC	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{	155	9B	å	187	BB	ë	219	DB	Ā	251	FB	∪
^\	28	1C	⌊	FS	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	}	156	9C	å	188	BC	ë	220	DC	Ā	252	FC	∩
^]	29	1D	↕	GS	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	~	157	9D	å	189	BD	ë	221	DD	Ā	253	FD	∪
^^	30	1E	▲	RS	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~	158	9E	å	190	BE	ë	222	DE	Ā	254	FE	∩
^_	31	1F	▼	US	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	~	159	9F	å	191	BF	ë	223	DF	Ā	255	FF	∪

## UART- Kurzreferenz

Tabelle der gängigsten Steuerzeichen für UART-Kommunikation.

DEC	COMMAND		DEC	COMMAND
0	<NUL>		16	<DLE>
1	<SOH>		17	<DC1>
2	<STX>		18	<DC2>
3	<ETX>		19	<DC3>
4	<EOT>		20	<DC4>
5	<ENQ>		21	<NAK>
6	<ACK>		23	<ETB>
8	<BS>		27	<ESC>
9	<HT>		28	<FS>
10	<LF>		29	<GS>
11	<VT>		30	<RS>
12	<FF>			
13	<CR>			
14	<SO>			
15	<SI>			

Dieses Dokument gehört zum Projekt [CU-SENSORHEAD](#) von UlrichC.DE. Weitere Dokumente sowie Konstruktionsunterlagen und Bilder zum Projekt sind auf der Internetpräsenz <http://www.ulrichc.de/> zum Download bereitgestellt.