

Schnittstellen

P.J.D. Sorber

Inhaltsverzeichnis

1	Begriffe	4
2	Zahlensysteme	4
3	Schnittstellen	5
3.1	Wozu Schnittstellen?	5
3.2	Schnittstellentypen am PC.....	5
3.3	Aufgaben einer einer Schnittstelle.....	6
4	ISO/OSI 7 Layer Modell	6
5	TCP/IP	6
6	ISO/OSI 7 Layer Modell (Physical Media)	8
7	Kabel	8
7.1	Ideales Kabel	8
7.2	Reelles Kabel.....	9
7.3	Kabel allgemein.....	9
7.4	Kabel (Extremfälle).....	9
7.4.1	Frequenz = 0.....	9
7.4.2	Frequenz = ∞	10
7.5	Metallkabel.....	10
7.5.1	Rundkabel.....	10
7.5.2	Twisted Pair.....	10
7.5.3	Abgeschirmtes Kabel	10
7.5.4	Flachbandkabel.....	11
7.6	Lichtleiter	11
7.7	Stecker-Ansichten	11
7.8	BNC-Stecker	12
7.9	Stecker-Ansichten	13
7.9.1	DB25 (weiblich) für parallele Schnittstellen.....	13
7.9.2	DB9 (männlich) für serielle Schnittstellen	13
7.9.3	DB25 (männlich) für serielle Schnittstellen	14
7.9.4	Steckerbelegung	15
8	ISO/OSI 7 Layer Modell (Hardware)	16
9	übersicht Schnittstellen	16
10	Parallel	17
10.1	Parallele Schnittstelle	17
11	ISO/OSI 7 Layer Modell (Datalink)	17
11.1	Handshake	17
12	Serielle Schnittstellen	18
12.1	Serielle Schnittstelle (synchron).....	18
12.2	Serielle Schnittstelle (asynchron).....	18
12.3	RS 232 (Serielle Schnittstelle).....	19
12.4	Einfachste Signalübertragung (Null-Modem)	19
12.5	Steuerleitungen.....	20

12.5.1	Hardware-Handshake:	20
12.5.2	Software-Handshake	21
12.6	RS232C (Amerikanisch) oder V24 (Europäisch)	21
12.7	Optische Isolation	21
12.8	ASCII-Zeichen	22
13	RS 422	22
14	ISO/OSI 7 Layer Modell (Network)	24
15	Netzwerke	24
16	RS 485	25
16.1	Beispiel einer RS485	26
16.2	Kabellänge.....	26
17	USB (Universal Serial Bus)	26
17.1	Spezifikationen	26
17.2	Merkmale.....	27
17.3	Typische USB-HUB Konfiguration	27
18	CAN-BUS (Controller Area Network)	28
19	Token-Ring	28
19.1	Arcnet (Token Bus)	28
19.2	Beispiel mit Arcnet Token Bus	29
20	TM3000	30
20.1	TM3000 (Blokkschema).....	30
20.2	Beispiele mit TM3000 Befehlen	30
20.3	TM3000 Tastatur.....	31
20.4	Tastatur Emulation Codierung	31
20.5	Set Kompensator ON/OFF	31
20.6	Winkeleinheiten.....	32
20.7	Längsneigung/Querneigung	32
20.8	SET-MODE Commands.....	33
21	Leica: GSI (Geo Serial Interface)	34
22	Leica: Geocom	37
22.1	Beispielkommando.....	37
23	Glossar	38
24	Beispiel von ein Bussystem mit Messsensoren	39

1 Begriffe

- Bit kleinste Informationseinheit, mit 2 Zustände: 0 oder 1
- Nibble Einheit mit 4 Bits
- Byte Einheit mit 2 Nibbles (8 Bits)
- Word Einheit mit 2 Bytes (16 Bits)
- Double word Einheit mit 2 Words (32 Bits)

2 Zahlensysteme

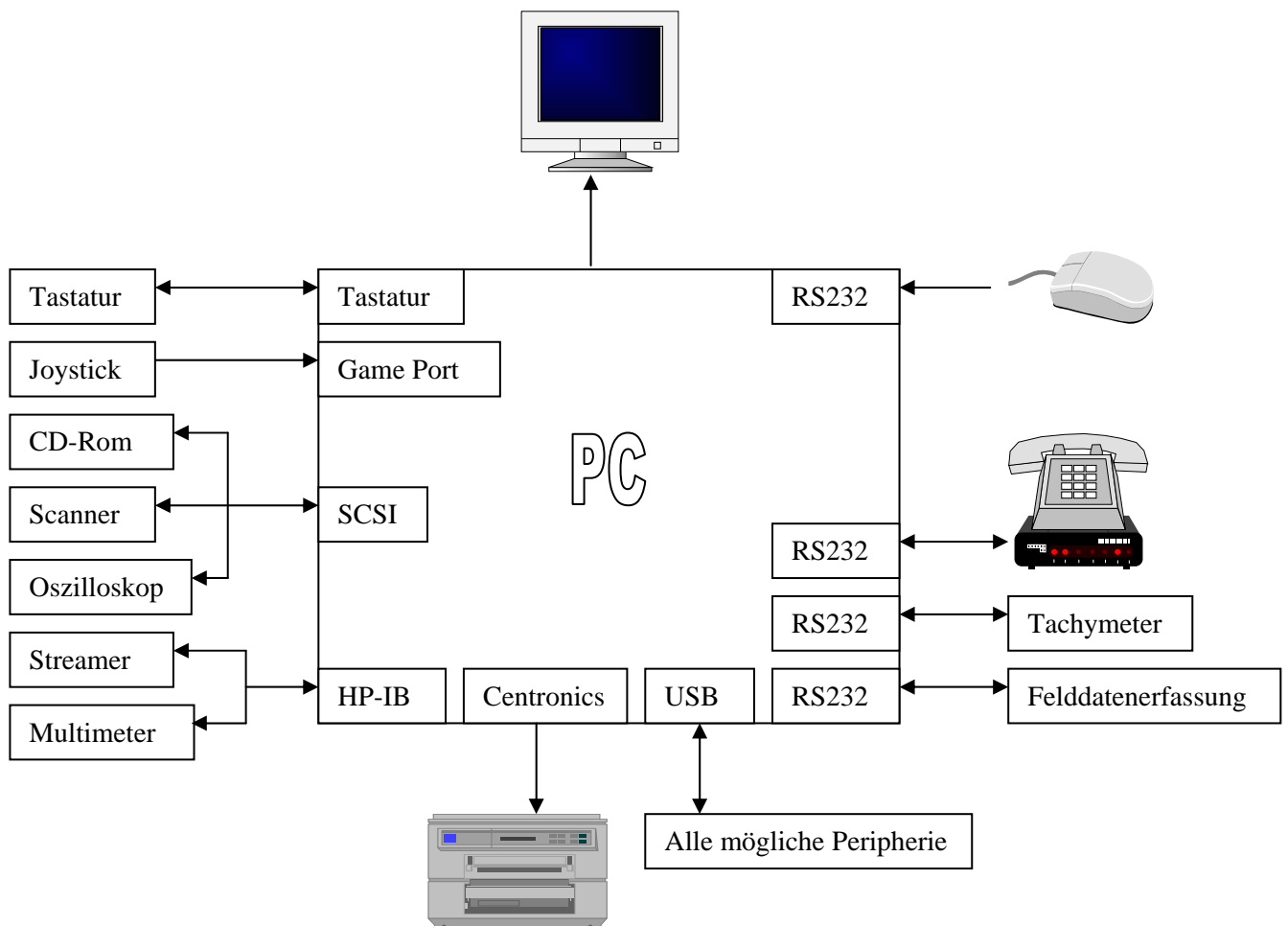
- Dezimal basiert auf den Grundzahl 10 (Koeffizient: 0 - 9)
(153 dezimal = $1*10^2+5*10^1+3*10^0$)
- Binär basiert auf den Grundzahl 2 (Koeffizient: 0 - 1)
(153 dezimal = 10011010 binär =
 $= 1*2^7+0*2^6+0*2^5+1*2^4+1*2^3+0*2^2+1*2^1+0*2^0$)
- Oktal basiert auf den Grundzahl 8 (Koeffizient: 0 - 7)
(153 dezimal = 231 oktal = $2*8^2+3*8^1+1*8^0$)
- Hexadezimal basiert auf den Grundzahl 16
(Koeffizient: 0 - 15 oder 0 - 9, A - F)
(153 dezimal = 99 hex = $9*16^1+9*16^0$)

<u>Dezimal</u>	<u>Binär</u>	<u>Oktal</u>	<u>Hexadezimal</u>
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

3 Schnittstellen

3.1 Wozu Schnittstellen?

Für die Kommunikation mit Peripheriegeräten



3.2 Schnittstellentypen am PC

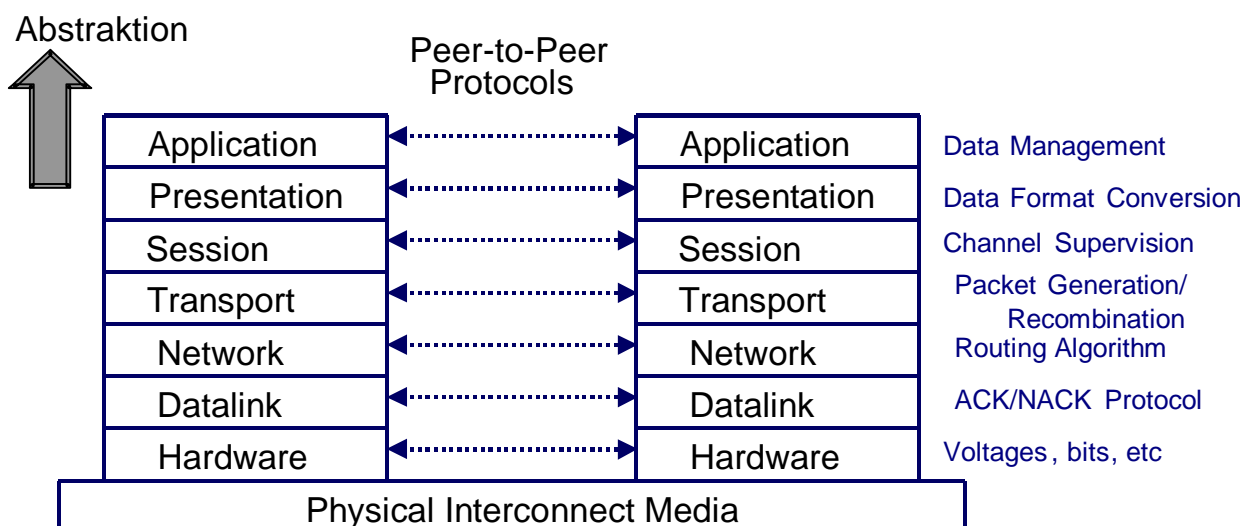
Schnittstelle	Ü-Art	Richtung	Ü-Rate	Ü-Strecke	Handshake
SCSI	Parallel	Bidirektional	bis 6 MBps	bis 6 m	Hard
Centronics	Parallel	Unidirektional	bis 100 kBps	bis 10 m	Hard
HP-IB	Parallel	Bidirektional	bis 1 MBps	bis 6 m	Hard
CardBus	Parallel	Bidirektional	bis 19,2 kBps	bis 100 m	Hard & Soft
RS232	Seriell	Bidirektional	bis 19,2 kBps	bis 100 m	Hard & Soft
RS422	Seriell	Bidirektional	bis 20 MBps	bis 1,2 km	Soft
RS485	Seriell	Bidirektional	bis 20 MBps	bis 1,2 km	Soft
USB	Seriell	Bidirektional	bis 10 MBps	bis 35 m	Soft

3.3 Aufgaben einer einer Schnittstelle

- Verbindung zwischen Computer und Peripheriegerät
- Austausch von Daten zwischen Endgerät und Zentraleinheit
- Aufbereitung der Daten des Computers in eine Form, die das Endgerät versteht
- Austausch
 - unidirektional (lokaler Drucker)
 - bidirektional (Modem, Tachymeter)

Alternativbegriff: **Interface**

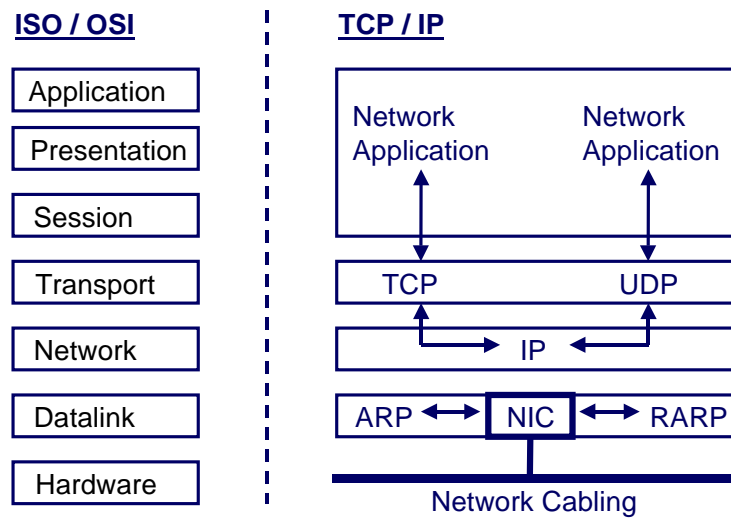
4 ISO/OSI 7 Layer Modell



5 TCP/IP

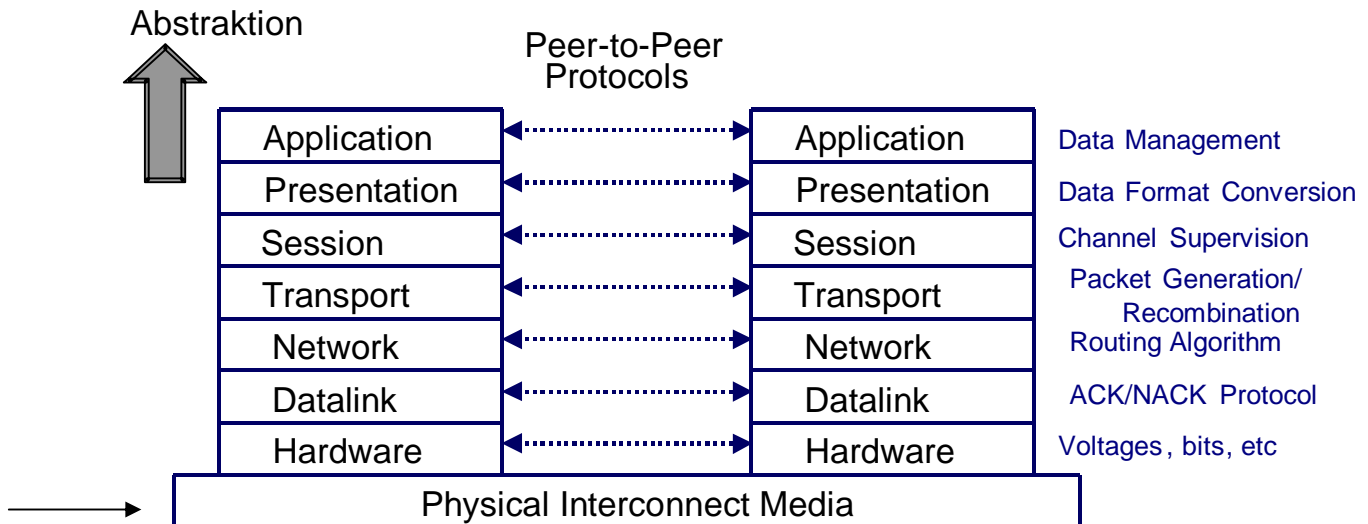
Was ist TCP/IP

- TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) ist eine Möglichkeit für vernetzte Computer um miteinander zu kommunizieren
- TCP/IP ist eine Sammlung von Protokollen, wovon TCP und IP die wichtigste sind
- Es ist nicht wichtig was für Art Computer das sind (Cray, MacIntosh, PC ...)
- TCP/IP ist „Platform-Independent“ und kann verschiedene Operating-Systeme und separate Netzwerke miteinander verknüpfen zu private „Intranets“, welche physisch mittels „Routers“ verknüpft sind
- Die Routers und die unterliegende Architektur sind aber unsichtbar und daher sieht das ganze aus wie ein einziges grosses Netzwerk



- **ARP** (*Address Resolution Protocol*)
setzt die 32-bit IP Adresse um in eine 48-bit Ethernet Adresse
- **IP** (*Internet Protocol*)
ein „low-level“ Protokoll dass Datenpakete über separate Netzwerke durch „Routers“ miteinander verbindet
- **NIC** (*Network Interface Card*)
- **RARP** (*Reverse Address Resolution Protocol*)
setzt die 48-bit Ethernet Adresse um in eine 32-bit IP Adresse
- **TCP** (*Transmission Control Protocol*)
ein Protokoll dass die Daten in Byte-streams übermittelt. Es ist ein sicheres Protokoll, weil die Prüfsummen und das „Handshaking“ dafür sorgen, dass die Daten korrekt empfangen werden
- **UDP** (*User Datagram Protocol*)
Datenpaketen werden in sogenannte UDP-Datagrammen gesendet. Kein sicheres Protokoll, weil der Sender keine Bestätigung bekommt, ob die Daten angekommen sind

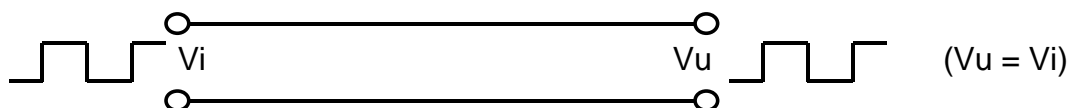
6 ISO/OSI 7 Layer Modell (Physical Media)



7 Kabel

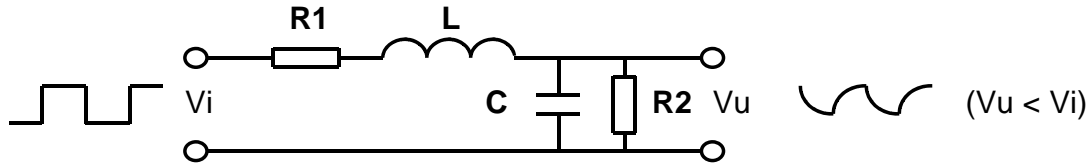
- Abhängig von den Anforderungen:
 - Distanz
 - Geschwindigkeit
 - Störanfälligkeit
- deswegen verschiedene Typen
 - Lichtleiter
 - Rundkabel
 - Flachbandkabel
 - Twisted Pair
 - abgeschirmte Kabel

7.1 Ideales Kabel



Keine Verluste
 Signal ist am Ausgang identisch mit dem Signal am Eingang

7.2 Reelles Kabel



R1 = Widerstand der Kupferkabel

R2 = Widerstand der Isolation

C = Kapazität zwischen die Kabelleitungen frequenzabhängig

L = Induktivität in die Kabelleitungen frequenzabhängig

7.3 Kabel allgemein

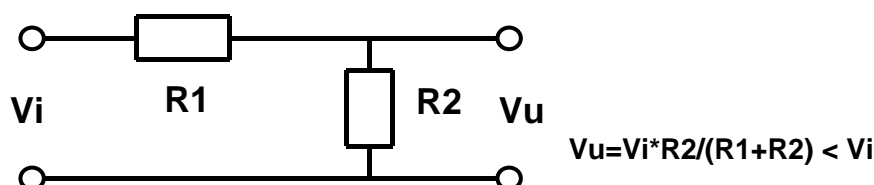
- Widerstand verursacht Verluste und Spannungsabfall
 $V=I \cdot R$ und $P=I^2 \cdot R$
 - Kapazität verursacht langsame Spannungsänderungen
 $I=C \cdot dV/dt \rightarrow$ Sprung in V gäbe $I = \infty$ (nicht möglich)
 - Induktivität verursacht langsame Stromänderungen
 $V=L \cdot dI/dt \rightarrow$ Sprung in I gäbe $V = \infty$ (nicht möglich)
 - Kapazität und Induktivität sind frequenzabhängig
 d.H. höhere Frequenz gibt grössere Abschwächung
 - Auf komplexe Weise: $I=j\omega C \cdot V$ und $V=j\omega L \cdot I$
 ($\omega =$ Kreis-Frequenz = $2\pi f$)
- Je länger das Kabel wird, um so niedriger wird der Frequenz, wo dieser Effekt nicht mehr vernachlässigt werden kann
- Kabellänge deshalb abhängig von der Frequenz wählen (d.H. die Baudrate)

jedes (Metall-)Kabel ist ein Tiefpaß
je länger das Kabel, um so niedriger die Frequenz: Achtung bei hohen Baudraten
evtl. Widerstand so gross dass Pegelabfall zu groß: Daten werden nicht mehr erkannt

7.4 Kabel (Extremfälle)

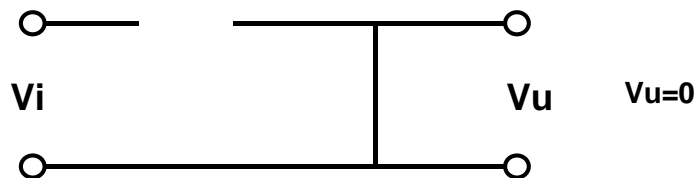
7.4.1 Frequenz = 0

Gleichspannung



Scheinbarer Widerstand der Induktivität = 0
Scheinbarer Widerstand der Kapazität = ∞
 \Rightarrow L und C spielen keine Rolle mehr

7.4.2 Frequenz = ∞

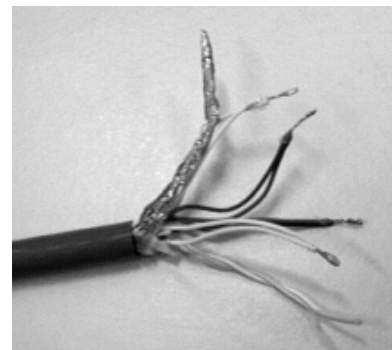


Scheinbarer Widerstand der Induktivität = ∞
Scheinbarer Widerstand der Kapazität = 0
 \Rightarrow R1 und R2 spielen keine Rolle mehr

7.5 Metallkabel

7.5.1 Rundkabel

- Parallel geführte Leitungen, Kunststoffmantel
- Nur für niedrige Übertragungsraten



7.5.2 Twisted Pair

- Zwei miteinander verdrehte Kabel
- Aufteilung des Signals in hin- und rücklaufende Komponente
- Entgegengesetzter Stromfluss, entgegengesetztes Magnetfeld, Elimination von Störungen
- Für Schnittstellen geeignet, die derartige Signale generieren

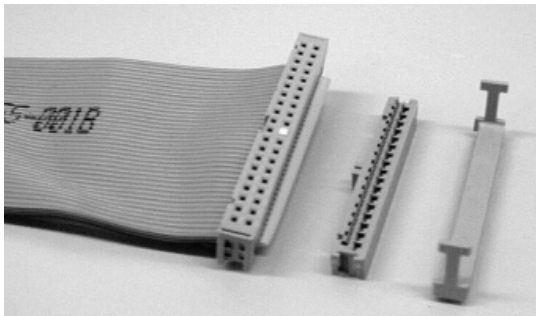
7.5.3 Abgeschirmtes Kabel

- Abschirmung aus Drahtgeflecht oder Alufolie, das auf Masse gelegt wird
- Für hohe Signalfrequenzen (z.B. Monitorsignale)



7.5.4 Flachbandkabel

- Elektrische Eigenschaften wie Rundkabel
- Einfache Montage an Flachsteckern
- Sonderausführung: Ferritkerne als Störungsschutz

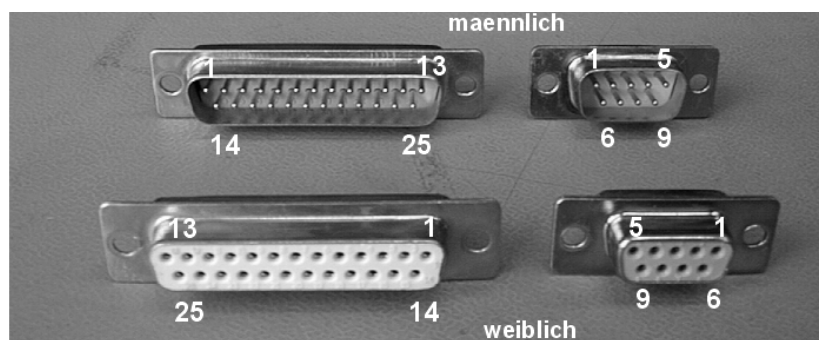


7.6 Lichtleiter

- unempfindlich gegen elektrische Störungen
 - insbesondere bei hohen Frequenzen verursachen Induktionen in benachbarten metallischen Leitern Störungen
- Typen
 - Einmodenfaser: achsparallele Wellenführung: gleicher Lichtweg für alle Signalanteile, deswegen unverändertes Ausgangssignal, Bandbreiten bis 50 GHz möglich
 - Mehrmodenfaser Reflexion, dadurch verbreitertes Ausgangssignal und Bandbreitenbegrenzung auf 10-100 MHz
- Material
 - Glas (relativ verlustarm, trotzdem Verstärker alle 2-3 km)
 - Kunststoff (verlustreicher, Verstärker nach ca. 20 m)

7.7 Stecker-Ansichten

Prinzipiell: für DEE männlich, für DÜE weiblich
Wichtig: Pin-Nummern auf beide Stecker-Arten



Lemo Stecker:

Grösse:



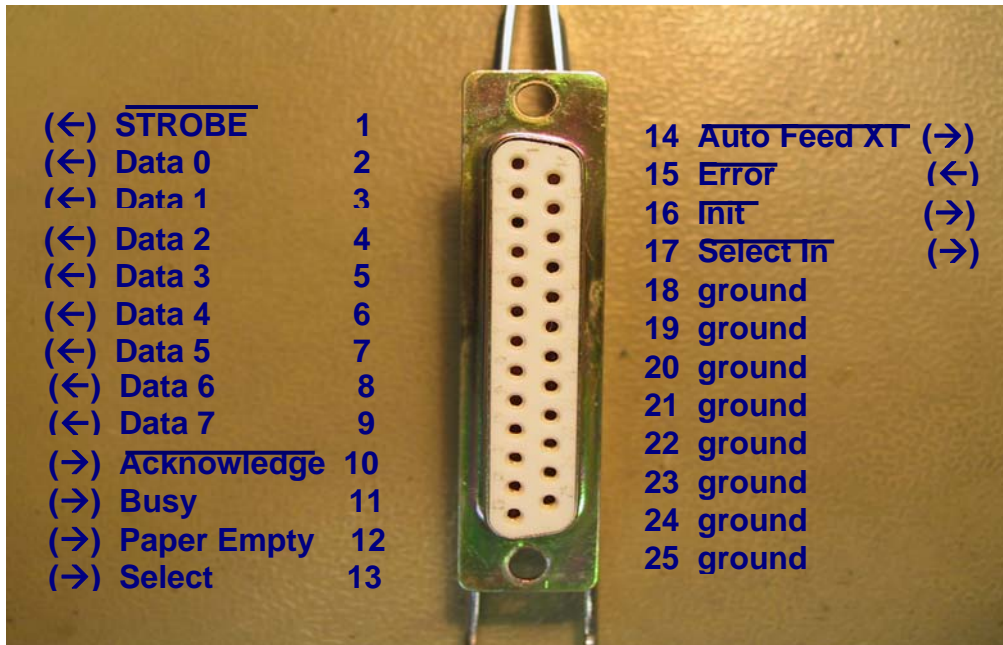
7.8 BNC-Stecker

- Für hochfrequente Signale benutzt man koaxiale Kabel
- Das sind runde Kabel mit einer zentralen Kupferleitung, welche das Signal überträgt, und ein umhüllendes Metallgeflecht, die gleichzeitig als Masse und als Abschirmung benutzt wird
- Die Abschirmung ist notwendig weil sonst der Kabel als Sende-Antenne funktioniert und andere Geräte stören würde
- Für koaxiale Kabel werden BNC-Stecker benutzt
- Beispiele: **GPS**
Ethernet

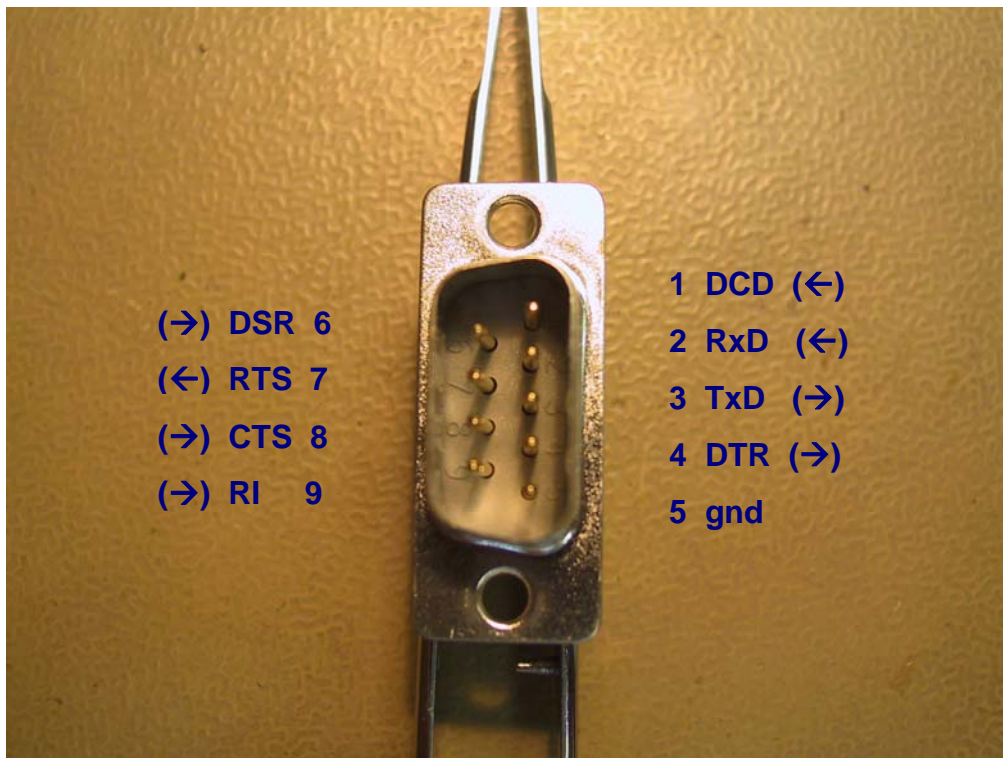


7.9 Stecker-Ansichten

7.9.1 DB25 (weiblich) für parallele Schnittstellen



7.9.2 DB9 (männlich) für serielle Schnittstellen



DCD Data Carrier Detect

RxD Receive Data

TxD Transmit Data

DTR Data Terminal Ready

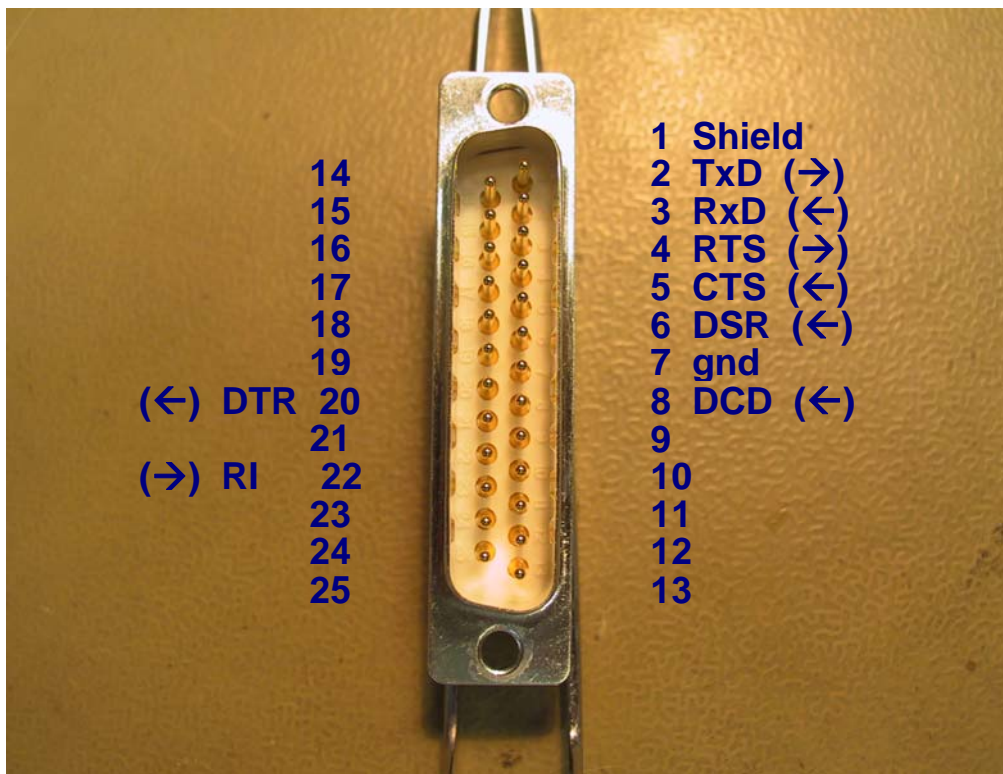
DSR Data Set Ready

RTS Request To Send

CTS Clear To Send

RI Ring Indicator

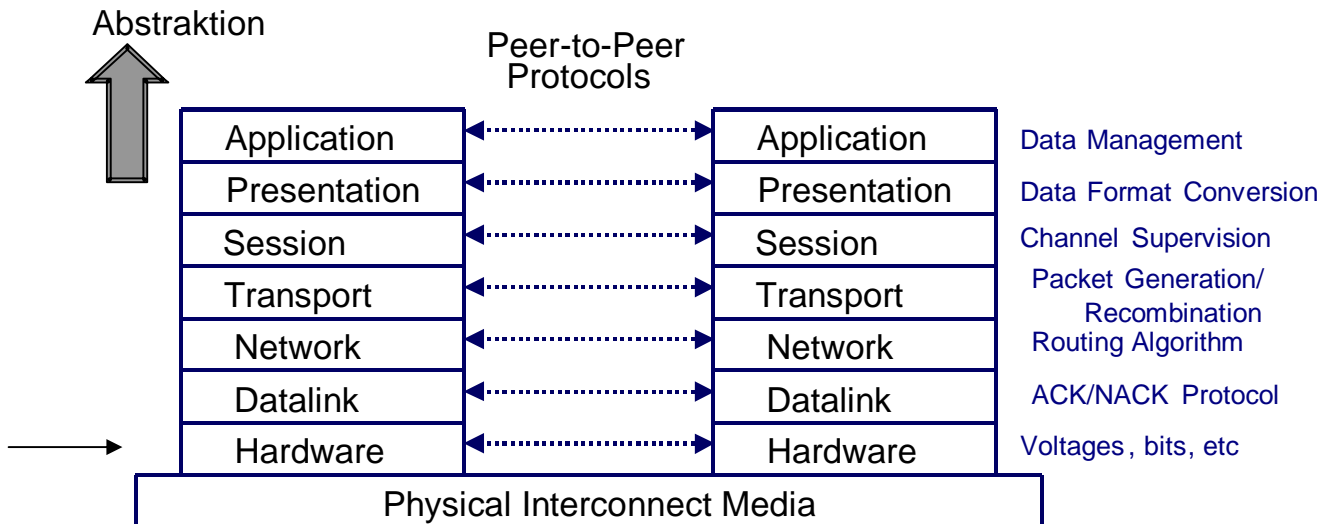
7.9.3 DB25 (männlich) für serielle Schnittstellen



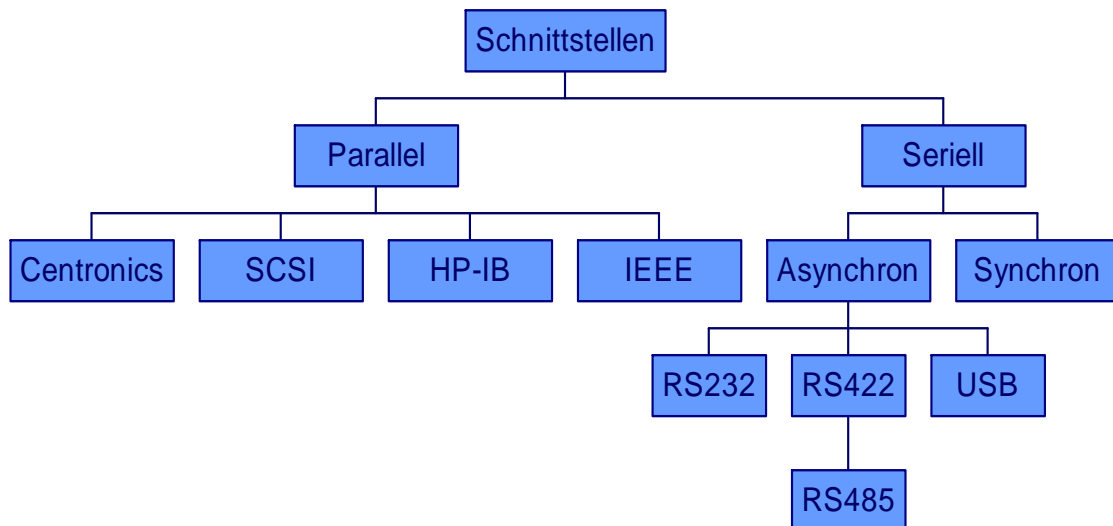
7.9.4 Steckerbelegung

Pinnummer		Signalbezeichnung		Funktion	Richtung DEE	
9pol.	25pol.	RS 232	DIN			
	1	8	DCD	M5	Träger erkannt	In
→	2	3	RXD	D2	Empfangsdaten	In
→	3	2	TXD	D1	Sendedaten	Out
	4	20	DTR	S1	DEE bereit	Out
→	5	7	GND	E2	Signalmasse	
	6	6	DSR	M1	Betriebsbereit	In
	7	4	RTS	S2	Sendeanforderung	Out
	8	5	CTS	M2	Sendebereitschaft	In
	9	22	RI	M3	Ankommender Ruf	In
		1	CG	E1	Schutzerdung	
		9	TV+		pos. Prüfspannung	Out
		10	TV-		neg. Prüfspannung	Out
		11	CK	S5	Hohe Sendefrequenz	In
		12	2.DCD	HM5	HK Träger erkannt	In
		13	2.CTS	HM2	HK Sendebereit.	In
		14	2.TXD	HD1	HK Sendedaten	Out
		15	TXC	T1	Sendetakt	Out
		16	2.RXD	HD2	HK Empfangsdaten	In
		17	RXC	T2	Empfangstakt	In
		18	nc		nicht belegt	
		19	2.RTS	HS2	HK Sendeanforderung	Out
		21	SQD	M6	Signalqualität	In
		23	CH	S4	Hohe Empfangsfreq.	Out
		24	nc		nicht belegt	
		25	nc		nicht belegt	

8 ISO/OSI 7 Layer Modell (Hardware)



9 übersicht Schnittstellen



- Centronics und SCSI für Computer
- HP-IB und IEEE für Messsysteme

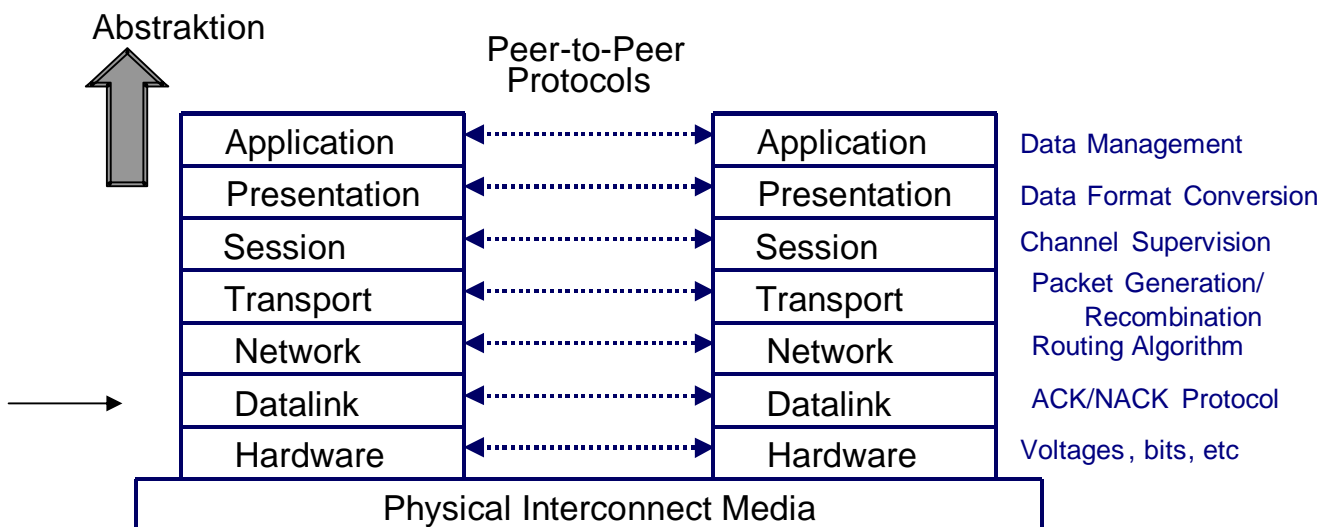
10 Parallel

10.1 Parallele Schnittstelle

- Informationseinheiten (Bits) werden gleichzeitig gesendet
- Entweder in eine Gruppe von 8 Bits (Printer, HP-IB, IEEE-Bus)
- Oder in eine Gruppe von 16 Bits (ISA-Bus im PC)
- Oder 32 Bits (PCI-Bus)

Eine parallele Schnittstelle dient zur **schnellen** Übertragung über **kurze** Distanzen.

11 ISO/OSI 7 Layer Modell (Datalink)



11.1 Handshake

Basisverfahren

Sender

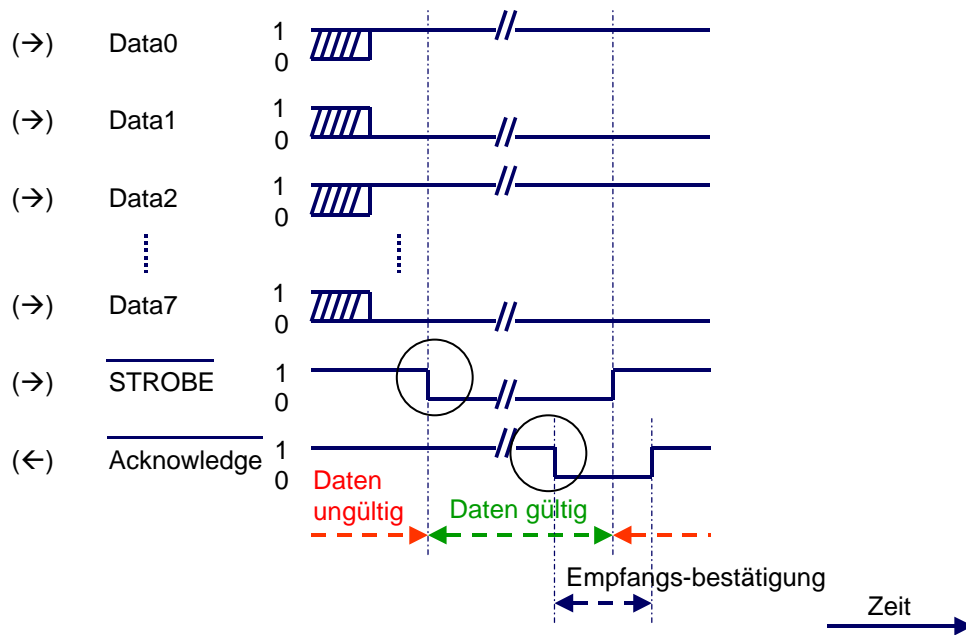
Bereitstellen von Daten
 Signalisiert Bereitstellung von Daten

Registrierung der Quittierung
 Bereitstellung neuer Daten usw.

Empfänger

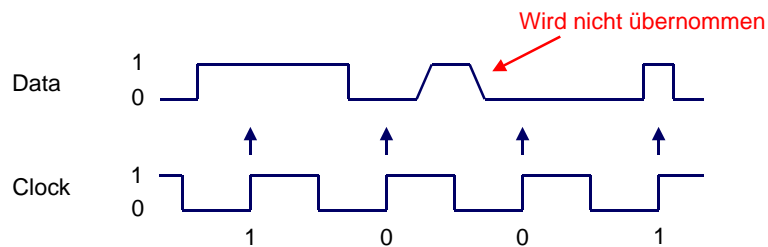
Registrierung dieser Information
 Übernahme der Daten
 Quittierung der Übernahme

Üblicherweise zusätzliche Signale, Art abhängig vom Schnittstellentyp



12 Serielle Schnittstellen

12.1 Serielle Schnittstelle (synchron)



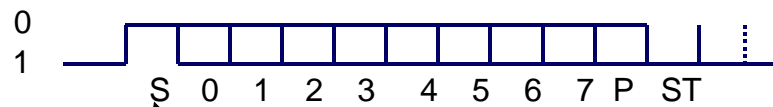
Reagiert auf Flanken (edge-triggered)
 hier sind es positive Flanken (positive edge-triggered)

Beispiel: Datenübertragung zwischen PC und Tastatur

12.2 Serielle Schnittstelle (asynchron)

Bezeichnung: RS232 oder V24
 Terminals (VT220)
 Mäuse

Einheit immer 1 Byte



Datentransfer startet mit 1 STARTBIT

Einfache Kontrolle pro Byte durch 1 PARITYBIT:

EVEN Parity - Ergänzung auf eine Anzahl gerader Einer

ODD Parity - Ergänzung auf eine Anzahl ungerade Einer

Transfer endet mit 1 oder 2 STOPBITS

- Kontrolle über mehrere Bytes ist möglich durch eine Checksumme
- 1A 37 4C 20 83 01 75 A6 9F 1D 6F 2C 77 FF 1D CA F0
((Summe von 16 Bytes + Checksumme F0) = 610H+F0H =
= 700H modulo 256 = 00)
- Baudrate = Anzahl Bits/Sekunde (= Geschwindigkeit)
z.B. 9600 baud = 9600 bits/sek
oder $t_b = 1/9600 = 104 \text{ us/bit}$
- Ein UART ist ein elektronischer Baustein, der die parallelen Daten von einem Gerät in einen seriellen Datenfluss umsetzt und umgekehrt

12.3 RS 232 (Serielle Schnittstelle)

Charakterisierung:

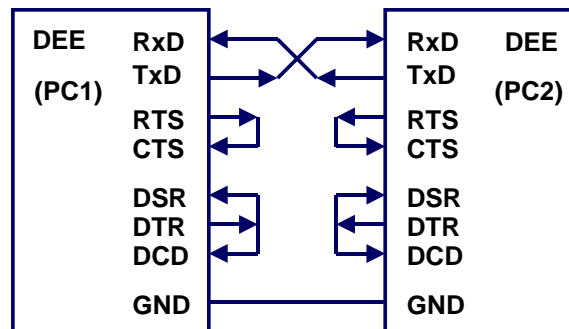
- deutsch: V 24
- für hohe Datenmengen, grosse Geschwindigkeit und grosse Entfernungen (parallel: i.d.R. zu teures Kabel)
- unter DOS: 4 ansprechbar, unter UNIX: bis zu 20
- ursprünglich für Modem konzipiert
- bidirektional
- bitseriell bis 19200 bit/s (Baud)
- bis 100 m (bei gut abgeschirmten Kabel und starkem Treiber)
- Vorteil: Paritätsprüfung (optional)
- zusätzlich: Steuer- und Meldeleitungen
- elektrische und mechanische Daten DIN 66020, 66021, 66259

12.4 Einfachste Signalübertragung (Null-Modem)

z.B. zwischen 2 PC's

Achtung: beide DEE, deswegen Kreuzverbindung

DSR (DataSetReady), **DTR** (DataTerminalReady) und **DCD** (DataCarrierDetect) kurzgeschlossen, also auf ok gesetzt, und **RTS** (ReadyToSend) und **CTS** (ClearToSend) kurzgeschlossen



12.5 Steuerleitungen

Zuverlässigkeitssteigerung durch Steuerleitungen: Hardware-Handshake:

Probleme:

- Verbindung nicht vorhanden
- keine Sende- oder Empfangsbereitschaft
- Daten können nicht schnell genug aus dem Schieberegister entleert werden
- bits des Datenbytes werden als Startbit interpretiert

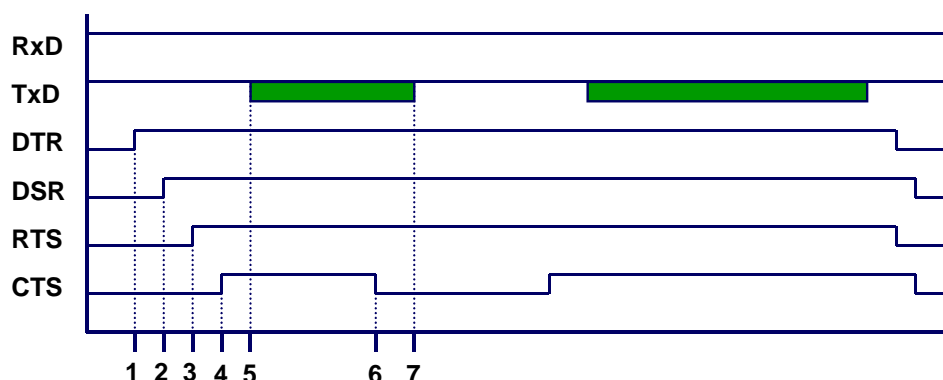
Abhilfe: Hardware-Handshake

- Betriebsbereit-Signale (DSR und DTR): zeigen an, ob Verbindung vorhanden ist
- Sende- bzw. empfangsbereit-Signale (RTS und CTS): zeigen an, ob Sende- bzw. Empfangsbereitschaft besteht

12.5.1 Hardware-Handshake:

Vollständige Kommunikation durch Hardware-Handshake

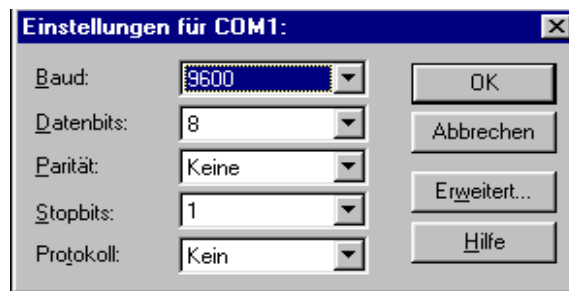
1. Sender meldet Antrag (DTR high)
2. Empfänger quittiert (DSR high)
3. Sender meldet, dass Daten gesendet werden können (RTS high)
4. Empfänger quittiert (CTS high)
5. Daten werden gesendet auf Tx/D-Leitung
6. Empfänger hat ein Problem (Puffer voll ?) und setzt CTS low
7. Sender stoppt die Übertragung



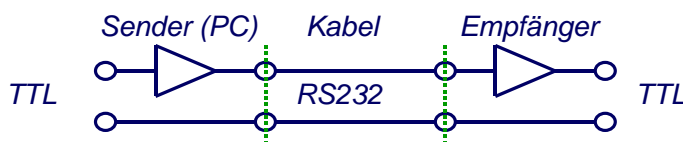
12.5.2 Software-Handshake

Anwendung: Falls Hardware-Handshake nicht unterstützt wird

Vorgehensweise: Softwareprotokoll XON-XOFF (für Pausensteuerung):
 Datenempfänger sendet XON (= 08H) zum Sender, um zu signalisieren, daß er empfangsbereit ist. Datenempfänger sendet XOFF (= 10H) an den Sender, wenn er eine Pause wünscht.



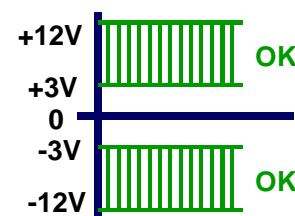
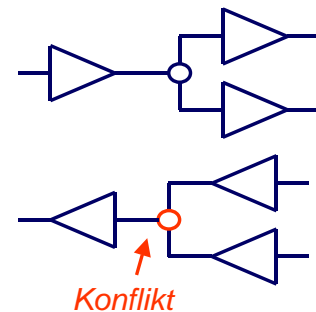
12.6 RS232C (Amerikanisch) oder V24 (Europäisch)



Spannungspegel: TTL (intern) 0 bis +5 Volt
 RS232 (Kabel) -12 bis +12 Volt

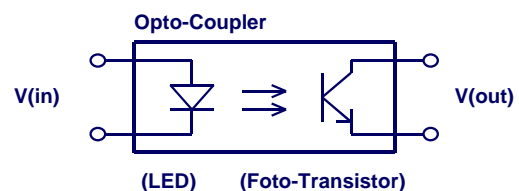
Nachteile:

- Begrenzte Länge
- Nicht busfähig
- Bei lange Kabeln können empfangene Bits falsch interpretiert werden, wenn die Pegel bestimmte Schwellen nicht mehr überschreiten (-3 Volt < Pegel < +3 Volt)



12.7 Optische Isolation

Wenn die Differenz der Spannungspegel beim Sender und Empfänger zu gross wird (durch ein ungleiches „gnd“-Niveau), können sogenannte Opto-Coupler eingesetzt werden, welche die Signale am



Ausgang bzw. am Eingang galvanisch voneinander trennen.

12.8 ASCII-Zeichen

ASCII steht für „American Standard Code for Information Interchange“

HEX	MSD				p = 1	8	9	A	B	C	D	E	F
					p = 0	0	1	2	3	4	5	6	7
LSD	BITS				b8	p	p	p	p	p	p	p	p
					b7	0	0	0	0	1	1	1	1
					b6	0	0	1	1	0	0	1	1
	b4	b3	b2	b5	b1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	€	p	
1	0	0	0	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	
2	0	0	1	0	STX	DC2	␣	2	B	R	b	r	
3	0	0	1	1	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	
4	0	1	0	0	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	
5	0	1	0	1	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	
6	0	1	1	0	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	
7	0	1	1	1	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w	
8	1	0	0	0	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1	0	0	1	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1	0	1	0	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	
B	1	0	1	1	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	1	1	0	0	FF	FS	,	<	L	\	l	|	
D	1	1	0	1	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	1	1	1	0	SO	RS	.	>	N	^	n	~	
F	1	1	1	1	SI	US	/	?	O	_	o	DEL	

CONTROL CHARACTERS					
NUL	Null	FF	Form Feed	CAN	Cancel
SOH	Start of Heading	CR	Carriage Return	EM	End of Medium
STX	Start of Text	SO	Shift Out	SUB	Substitute
ETX	End of Text	SI	Shift In	ESC	Escape
EOT	End of Transmission	DLE	Data Link Escape	FS	File Separator
ENQ	Enquiry	DC1	Device Control 1	GS	Group Separator
ACK	Acknowledge	DC2	Device Control 2	RS	Record Separator
BEL	Bell (audible or attention signal)	DC3	Device Control 3	US	Unit Separator
BS	Backspace	DC4	Device Control 4 (Stop)	DEL	Delete
HT	Horizontal Tabulation (punched card skip)	NAK	Negative Acknowledge		
LF	Line Feed	SYN	Synchronous Idle		
VT	Vertical Tabulation	ETB	End of Transmission Block		

Mit der Ctrl-Taste und den Spalten C und D können die Kontrollzeichen in die Spalten 8 und 9 eingegeben werden.

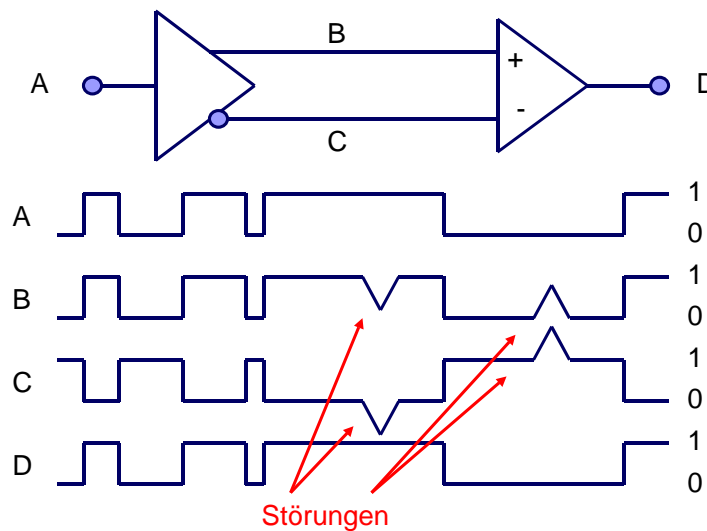
z.B. <ctrl><M> → CR
 <ctrl><[> → ESC

13 RS 422

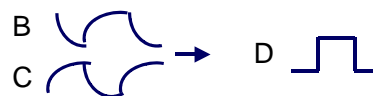
- Konzept wie RS 232 bidirektional, bitseriell
- hohe Übertragungsgeschwindigkeit (20 MBps)
- lange Distanzen (1200m)

- Modifikation gegenüber RS232
 - anderer Controller
 - twisted pair
 - Logische Pegel aus Differenzspannungen (kein GND mehr) mit TTL-Pegel

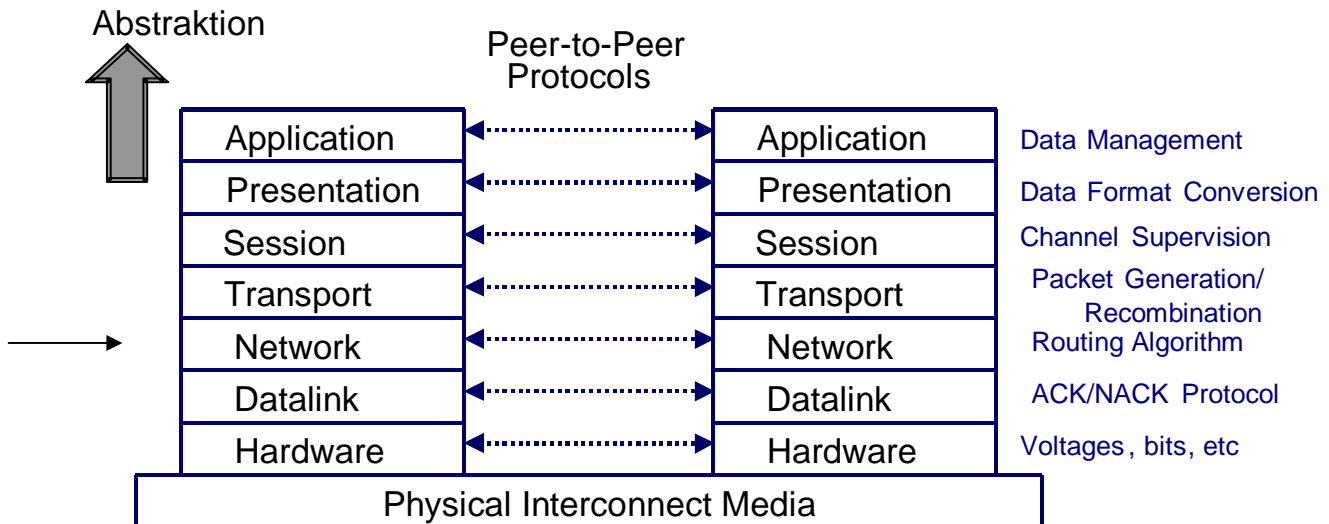
Datenwert	Leitung L+	Leitung L-
0	5V	0V
1	0V	5V
 - dadurch: erheblich höhere Störsicherheit
 - Steckverbindung
 - üblicherweise 4 Leitungen (TXD +, TXD -, RXD +, RXD -)
 - üblicherweise kein Hardware-Handshake
 - nicht genormt
- Anwendung: Bilddatenübertragung



- Durch die differentielle Signale werden Störungen eliminiert
 A generiert B und C (= -B)
 $D = B - C$
- Höhere Baudraten sind möglich, weil auch:
- Längere (verdrillte) Kabel können benutzt werden
- Nicht busfähig (weil nicht 2 Sender am Bus gehängt werden können)
- für Duplexverbindungen (Verbindungen in beide Richtungen) muss die Schaltung doppelt ausgeführt werden (d.h. 4 Kabel anstatt 2, wie bei RS232C)

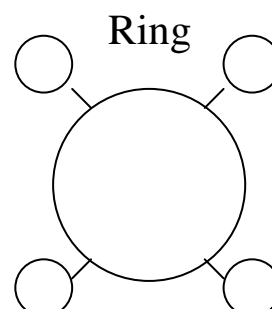
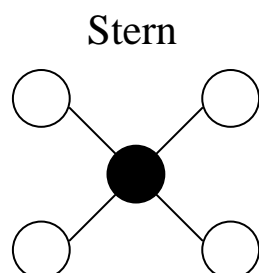


14 ISO/OSI 7 Layer Modell (Network)



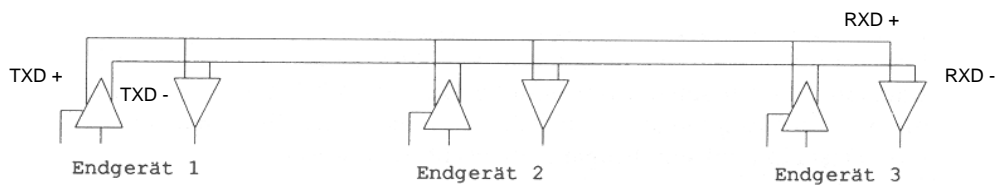
15 Netzwerke

- Bei Netzwerke werden mehrere Computer Und Peripheriegeräte miteinander verbunden über eine serielle Verbindung
- RS-232 und RS-422 sind dazu nicht geeignet weil nur 1 Sender anwesend sein darf
- RS-485 ist eine Weiterentwicklung von RS-422, wobei jedes angeschlossenes Gerät sein Sendeteil abschalten kann und damit das Netzwerk (auch „Bus“ genannt) freigibt an ein anderes Gerät
- Netzwerke können verschiedene Topologien haben
- Beispiele sind Stern- und Ringstrukturen
- Bei eine **Stern**struktur werden alle Teilnehmer nacheinander von eine zentrale Rechner abgefragt ob diese Nachrichte zu senden haben („Polling“)
- Bei eine **Ring**struktur kann jede Teilnehmer durch ein Protokoll kontrollieren ob der Bus frei ist und wenn ja, ein Bericht zu ein andere Teilnehmer senden Danach muss er den Bus wieder freigeben



16 RS 485

- Bitseriell
- Technische Daten wie RS422
- Aber busfähig, d.h. mehrere Endgeräte adressierbar
Übertragung gleichzeitig immer nur in eine Richtung (**ein** Bus)



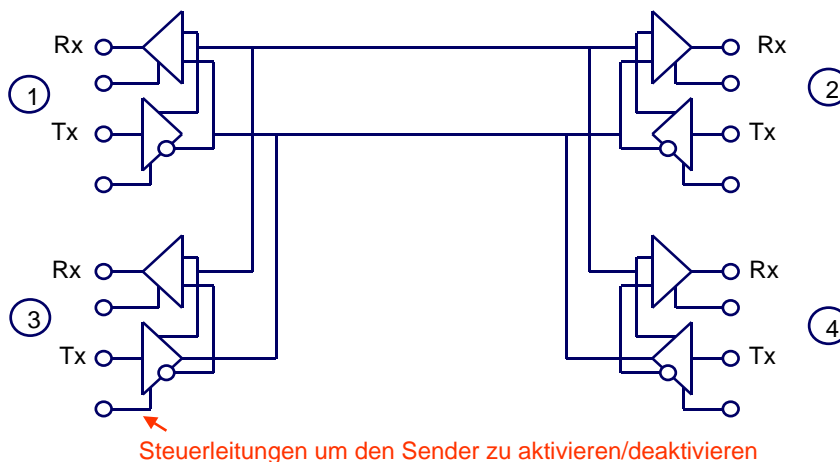
Bemerkung:

Mehrere Sender angeschlossen:

→ Kurzschlüsse möglich

→ Abhilfe: Trennung der nicht benötigten Sender vom Bus

→ jeweiliger Treiber muss den Sender abgeschaltet erscheinen lassen, indem er sich in einen hochohmigen Zustand versetzt (Tri-State-Mode)

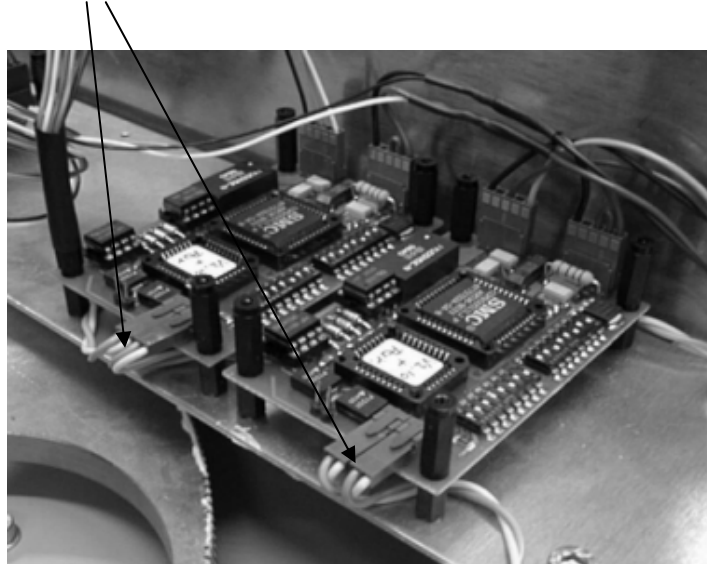


- Braucht ein Protokoll
- Meistens 1 „Master“, die anderen sind „Slaves“
- 1 Sender aktiv alle Teilnehmer hören mit, aber nur einer hat das Wort
- Es werden nur 2 (verdrillte) Kabel gebraucht

16.1 Beispiel einer RS485

2 Steuerboards in Radiometer

RS485-Prints durch grün-gelbe Kabel miteinander verbunden



16.2 Kabellänge

Empfohlene Kabellängen:

RS232C	15 Meter	20 Kbps (Kilobits/sek)
RS422/485	1.2 km	100 Kbps
	12 Meter	10 Mbps (Megabits/sek)

17 USB (Universal Serial Bus)

17.1 Spezifikationen

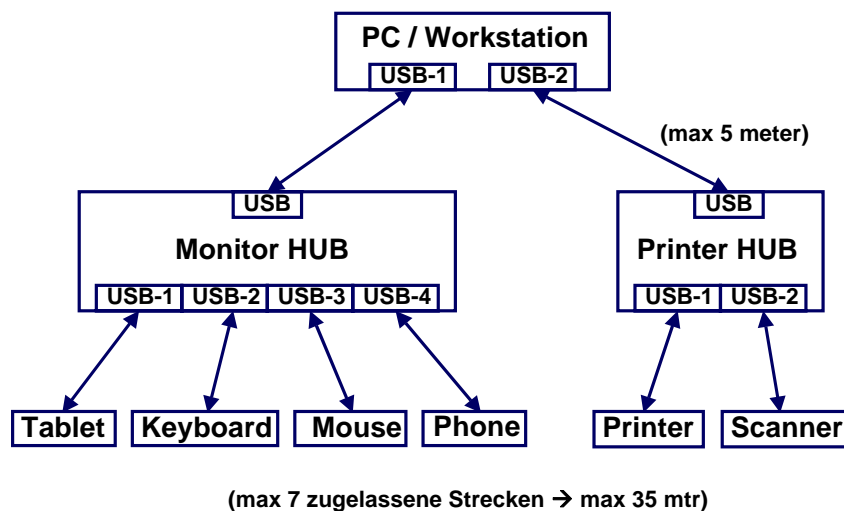
- Sternförmige Baumstruktur (nicht streng ein Bus), am Hauptknoten steht PC
- bis zu 127 Geräte
- Gerätewechsel im Betrieb und automatische Konfiguration
- Bürogeräte
- 12 (480) Mbit/s, also ausreichend für Transfer komprimierter MPEG-Dateien
- nur ein Steckverbinder für alle Peripheriegeräte
- kostengünstig



17.2 Merkmale

- „**Hot Plugging**“: USB-Geräte können unter normalem Betrieb ohne Zerstörung eingesteckt oder abgezogen werden. Eine automatische Konfiguration für alle Geräte am USB wird gewährleistet
- „**PnP**“: Plug-and-Play: Geräte werden nach dem Anschluss automatisch konfiguriert und in das System eingebunden
- **1 Steckverbindung** am Rechner-Gehäuse genügt für alle Peripherie-Geräte ausserhalb des PC's
- Die Möglichkeit einer isochronen Übertragung mit garantiert festen Bandbreiten zur Unterstützung von Telefon und Video ist gegeben

17.3 Typische USB-HUB Konfiguration



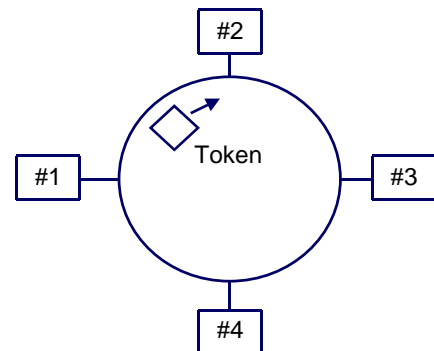
Geschwindigkeit	Applikation	Bemerkung
low speed 10 bis 100 kbit/sek	Joystick, Maus	sehr billig
medium speed 500 bis 10 Mbit/sek	ISDN, PBX, audio bandbegrenzt video „bulk transfer“	billig, grössere Bandbreite
----- Fire Wire (IEEE 1394) (Kein USB !) high speed	video, disk, LAN	grosse Bandbreite

18 CAN-BUS (Controller Area Network)

- Ein serielles Bussystem, das für den Einsatz in Automobilen entwickelt wurde
- Hat eingebaute Sicherheitsvorkehrungen und Fehlerdetektion, so dass es auch in medizinischen Apparaturen zum Einsatz kommt
- Wird jetzt ebenfalls benutzt in Industriellen Kontroll-Systeme, in Embedded Networks und in speziellen Applikationen

19 Token-Ring

- Token wird von einem Knoten an den nächsten weitergegeben
- Nur das Gerät, das den Token hat, darf den Bus ansteuern
- Alle anderen Teilnehmer hören nur mit
- N.B.: In Wirklichkeit kein Kreis, sondern eine Strecke, welche mit 2 Widerständen abgeschlossen wird



19.1 Arcnet (Token Bus)

Invitation to Transmit (**Token**)

Alert	04H	DID
-------	-----	-----

Free Buffer Enquiry

Alert	85H	DID
-------	-----	-----

Acknowledgement

Alert	86H
-------	-----

Negative Acknowledgement

Alert	15H
-------	-----

Data Packets

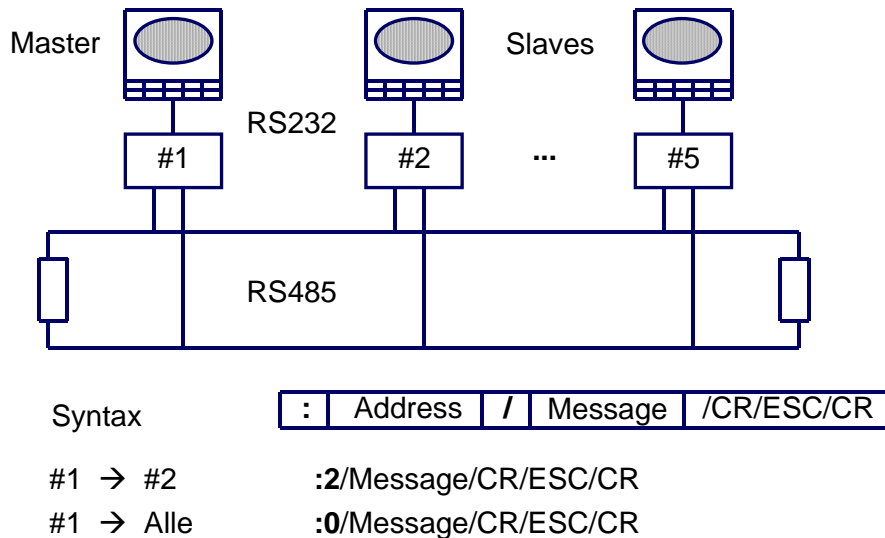
Alert	01H	SID	DID	COUNT	Data1	...	DataN	CRC
-------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-------	-----

SID = Source Identifier (Quell-Adresse)

DID = Destination Identifier (Ziel-Adresse)

CRC = Cyclic Redundancy Check (Prüfsumme)

19.2 Beispiel mit Arcnet Token Bus



Alle Prints gleichwertig (Identifiers auf alle Prints enabled)

- #1 VT220 9600 baud, 8 bits, no parity, 1 stopbit, no newline, display controls
 RS485 Switch-1: On, Off, On, Off, Off, On, Off, Off
 Switch-2: Off, On, Off, Off, Off, On, Off, Off
- #2 VT220 9600 baud, 8 bits, no parity, 1 stopbit, no newline, display controls
 RS485 Switch-1: On, Off, On, Off, Off, On, Off, Off
 Switch-2: Off, On, Off, Off, Off, On, Off, Off
- #5 VT220 4800 baud, 8 bits, no parity, 1 stopbit, no newline, display controls
 RS485 Switch-1: Off, Off, On, Off, Off, On, Off, Off
 Switch-2: On, Off, On, Off, Off, On, Off, Off

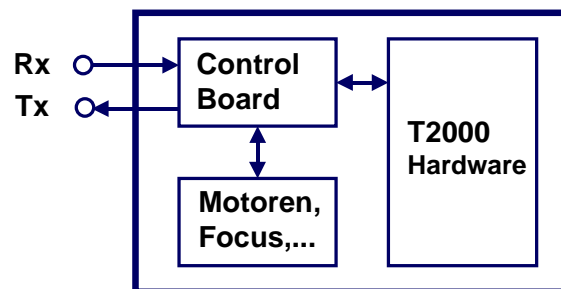
1 Master, Rest Slaves (nur beim Master ist Identifier enabled)

- #1 VT220 9600 baud, 8 bits, no parity, 1 stopbit, no newline, display controls
 RS485 Switch-1: On, Off, On, Off, Off, On, Off, Off
 Switch-2: On, Off, Off, Off, Off, On, Off, Off
- #2 VT220 9600 baud, 8 bits, no parity, 1 stopbit, no newline, display controls
 RS485 Switch-1: On, Off, On, Off, Off, On, Off, Off
 Switch-2: Off, On, Off, Off, Off, Off, Off, Off
- #5 VT220 4800 baud, 8 bits, no parity, 1 stopbit, no newline, display controls
 RS485 Switch-1: Off, Off, On, Off, Off, On, Off, Off
 Switch-2: On, Off, On, Off, Off, Off, Off, Off

20 TM3000



20.1 TM3000 (Blokkschema)



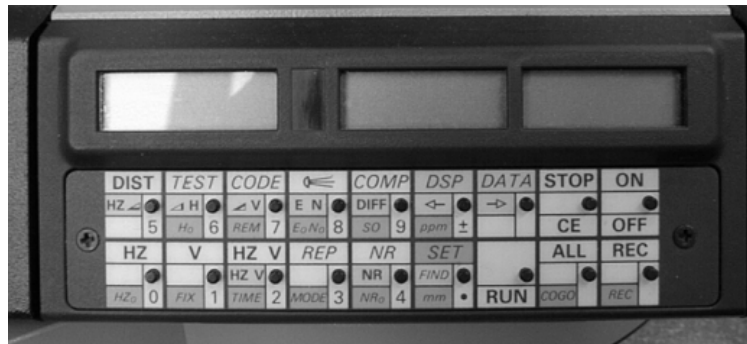
20.2 Beispiele mit TM3000 Befehlen

- **BEG** Begin of a Session
- **GE** Get exact Status ← **/OCCNNPPdOCWPNZ:**
- **GM** Get Measured Angles ← **/27.35167/99.83761:**
- **GF** Get Focus ← **/2.3358439:**
- **GS** Get Position Status ← **/P: oder /O:**
- **P/<Hz-angle>/<V-angle>/<Focus-distance>** Positioning Command
 - P/100/90/15* Hz=100, V=90, Focus=15
 - P/33//* Hz=33, V & Focus: keine änderung

P///25 Hz & V: keine änderung, Focus=25

- **LIR/0** Reference Light OFF
- **LIR/1** Reference Light ON
- **GI/<parameter>** Get Info
 - GI/0 Get Theodolithe type ← **/TM3000VRT2:**
 - GI/3 Get Units ← **/0/0: (Gon/Meter)**
- **END** End of a Session

20.3 TM3000 Tastatur



20.4 Tastatur Emulation Codierung

F		G		H		I		J		L		Q		N	
DIST	TEST	CODE	←	COMP	DSP	DATA	STOP	ON							
HZ ↙	↘ H	↘ V	E N	DIFF	←	→	CE	OFF							
5	H ₀ 6	REM 7	E ₀ N ₀ 8	SO 9	ppm ±										
HZ	V	HZ V	REP	NR	SET		ALL	REC							
		HZ V		NR	FIND										
HZ ₀ 0	FIX 1	TIME 2	MODE 3	NR ₀ 4	mm	RUN	COGO	REC							
A		B		C		D		E		K		M		O P	

20.5 Set Kompensator ON/OFF

Tastatur:	SET	MODE	17	RUN	DATA	RUN	(Toggle)
Emulation:	K	D	BH	M	Q	M	
Tastatur:	SET	MODE	17	RUN	DATA	RUN	(OFF)
Emulation:	K	D	BH	M	A	M	

Tastatur: SET MODE 17 RUN DATA RUN (ON)
 Emulation: K D BH M B M

- Befehle für den T2000-Print vorangehen lassen von „T/“ und abschliessen mit „:“

- Beispiel:

Tastatur: SET MODE 74 RUN 0 RUN (Theodolit Mode)
 SET MODE 17 RUN 1 RUN (Set Kompensator ON)
 SET MODE 74 RUN 1 RUN (TM3000 Mode)

T2000: KDBHMBM (SET MODE 17 RUN 1 RUN)

TM3000: T/KDHEMAM: (SET MODE 74 RUN 0 RUN)
 T/KDBHMBM: (SET MODE 17 RUN 1 RUN)
 T/KDHEMAM: (SET MODE 74 RUN 1 RUN)

- Weitere Beispiele: T/GG: (Test 6)
 T/LF: (DSP HZ)
 T/LH: (DSP V)

20.6 Winkleinheiten

TM3000: U/0/0 (Gon)
 U/1/0 (Deg)
 U/2/0 (Mil)

Tastatur: SET MODE 40 RUN DATA RUN (Toggle)
 Emulation: K D EA M Q M

Tastatur: SET MODE 40 RUN 2 RUN (Gon)
 Emulation: K D EA M C M

Tastatur: SET MODE 40 RUN 3 RUN (Deg)
 Emulation: K D EA M D M

Tastatur: SET MODE 40 RUN 5 RUN (Mil)
 Emulation: K D EA M F M

20.7 Längsneigung/Querneigung

TM3000	Tastatur	Emulation
TM3000 in Theodolit Mode setzen (nur manuell):	SET MODE 74 RUN 0 RUN	
Set Kompensator ON: X61/1/1	SET MODE 74 RUN 1 RUN	KDBHMCM
TM3000 in motorisierte Mode setzen (nur manuell):	SET MODE 74 RUN 0 RUN	

Lese Horizontalwinkel: GM	Hz	A
Index Fehler des Kompensators:	SET MODE 12 RUN	KDBCM
Delay, danach RUN:	RUN	M
Drehe Theodolit um 200 Gon: P/Hz+200//		
Delay, danach RUN:	RUN	M
Speichere Index:	RUN	M
Lösche existierendes Blockformat:	SET REC +-.RUN REC	KPLKMP
Setze Format für Längs- und Querneigungen:	SET REC 61 RUN 62 RUN REC	KPGBMGCMP
Registriere Horizontal und Vertikal Winkel:	REC	P

⇒ Antwort vom TM3000: 61.32+00002489 62.322+00000541

62 -Längsneigung
 3 -Längsneigung EIN
 2 -korrigiert
 2 -Neugrad (Gon)
 00002489 -Wert = 0.02489
 62 -Querneigung
 3 -Querneigung EIN
 2 -korrigiert
 2 -Neugrad (Gon)
 00000541 -Wert = 0.00541

TM3000	Tastatur	Emulation
Setze Standardformat:	SET REC.RUN REC	KPKMP

20.8 SET-MODE Commands

Set the Internal Reference Light ON:	SET MODE 29 RUN 1 RUN	LIR/1
Set the Internal Reference Light OFF:	SET MODE 29 RUN 0 RUN	LIR/0
Change THEOMAT into THEO:	SET MODE 74 RUN 0 RUN	
Change THEO into THEOMAT:	SET MODE 74 RUN 1 RUN	
Set the Intensity of the Target Illumination: (in Theo-mode)	SET MODE 28 RUN 0 RUN ... SET MODE 29 RUN 7 RUN	LTI/0 ... LTI/7
Set the Compensator ON: (in Theo-mode) OFF:	SET MODE 17 RUN 1 RUN SET MODE 17 RUN 0 RUN	X61/1/... X61/0/...

Set Correction Computations ON: SET MODE 89 RUN 1 RUN X61/.../1
 (in Theo-mode) OFF: SET MODE 89 RUN 0 RUN X61/.../0

Select the Angle Unit (in Theo-mode):

- SET MODE 40 RUN 2 RUN 400 Gon U/0/...
- SET MODE 40 RUN 3 RUN 360 Decimal U/1/...
- SET MODE 40 RUN 4 RUN 360 Sexagesimal
- SET MODE 40 RUN 5 RUN 6400 Mil U/2/...

Select the Length Unit (in Theo-mode):

- SET MODE 41 RUN 0 RUN 0.001 Meter U/.../0
- SET MODE 41 RUN 1 RUN 0.01 Feet U/.../1
- SET MODE 41 RUN 2 RUN 0.0001 Meter U/.../0
- SET MODE 41 RUN 3 RUN 0.001 Feet U/.../1

Test settings of the TM3000:

TEST 6	CALC On	SET MODE 89 RUN 1 RUN	(Theo-Mode)
	GrE	SET MODE 76 RUN 0 RUN	
	GSI	SET MODE 78 RUN StAndArd	(Theo-Mode)
	Hor dISt	SET MODE 22 RUN 0 RUN	
	Bd 4800	SET MODE 70 RUN 5 RUN	(Theo-Mode)
	Par E	SET MODE 71 RUN 2 RUN	(Theo-Mode)
	Cr	SET MODE 73 RUN 0 RUN	(Theo-Mode)
	tHEO Mot	SET MODE 74 RUN 1 RUN	
	dISt	SET MODE 69 RUN 0 RUN	
	rEF OFF	SET MODE 29 RUN 0 RUN	
	COMM	SET MODE 75 RUN 1 RUN	(Theo-Mode)
	Err Int	SET MODE 77 RUN 0 RUN	(Theo-Mode)
	Addr 0	SET MODE 79 RUN 0 RUN	
	tIME OFF	SET MODE 95 RUN 1 RUN	(Theo-Mode)
	bEEP OFF	SET MODE 30 RUN 0 RUN	
	rAnGE 0	SET MODE 20 RUN 0 RUN	

21 Leica: GSI (Geo Serial Interface)

- Für T, TC-Serie, DI-Serie, GIF, GRE etc.
- Definition der Schnittstelle und der Kommandos
- Schnittstelle
 - RS232
 - default 2400 bd, d.h. bei 10 bit/Zeichen: 4.17 ms/Zeichen und 0.17 s/40stelligem Polardatensatz!
 - Default: 1 Startbit

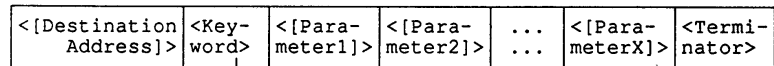
Parameter	Values	Command
Baud Rate	110,300,600,1200,2400,4800,9600	SET MODE 70
Parity	NONE,ODD,EVEN	SET MODE 71
Data Bits	7	NONE
Terminator	CR, CR/LF	SET MODE 73
Protocol	GSI	NONE
Communication Modes	DATA , COMM	SET MODE 75

7 Datenbits
 Parity even
 1 Stopbit

• Kommando (1):

Ein Command String besteht aus den folgenden Bestandteilen und ist maximal 255 Charakter Lang ([] = optional):

- Syntax
 - Command
 - Antwort
- Commando
 - Adresse: optional
 - Keyword
 - Parameter



DIST	
Keyword:	g
Parameter:	keine
Answer 1:	Wi31 Wi51 <Terminator> oder eine Meldung
Systemreaktion:	Das angesprochene Gerät misst eine Distanz und sendet die entsprechende Antwort zurück.
Bemerkung:	Die ppm/mm werden im Wi 51 gerundet übertragen. Siehe auch Kap. XX
Beispiel:	gCRLF Eine Distanzmessung wird ausgelöst. Nach einer gewissen Zeitdauer wird die folgende Antwort zurückgesandt: 31..00+01000000 51....-0050+000 CRLF

• Kommando (2):

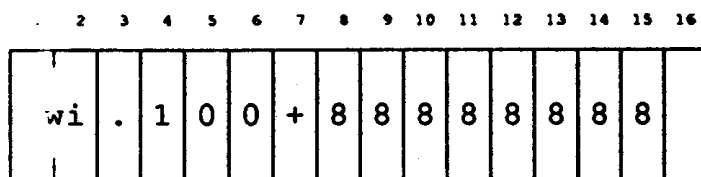
- Antwort: Wortidentifikator, Zusatzinformation, Daten, blank (insgesamt 16 Zeichen) usw. für alle zu übertragenden Werte
- Beispiel Koordinatensatz

Example:

```
110014+00014785 81.....+09900760 82.....-00500440 83.....+00408640
110015+00013102 81.....+08576290 82.....+00928290 83.....+00585060
110016+00011242 81.....-00458010 82.....+00891090 83.....+00691750
110017+00021459 81.....+00219440 82.....+00201000 83.....+00499070
```

• Kommando (3)

- Details um Inhalt des Datenwortes



Character	Bedeutung
1 - 3	Dreistelliger Wortidentifikator (wi). Definition gemäss Kap XX. "Liste der Wortidentifikatoren". Anstelle der 0 an der dritten Stelle wird ein Punkt ein gesetzt. Als Blockbeginn dürfen nur die Wi-Nummern 01., 11., 41. verwendet werden. Wi-Nummern die nicht in der Wi Liste des Kap. XX aufgeführt sind, dürfen nicht verwendet werden.
4	Zusatzinformation: 0 = Längsneigung off, Querneigung off 1 = Längsneigung on, Querneigung off 2 = Längsneigung off, Querneigung on 3 = Längsneigung on, Querneigung on 4 - 9 = Reserve . = nicht definiert
5	Zusatzinformation: 0 = Wert gemessen 1 = Keyboard Eingabe, Wert verrechnet 2 = Gemessener Wert speziell korrigiert. Die speziellen Korrekturen sind gerätespezifisch und müssen in der gerätespezifischen Beschreibung genau definiert werden. 3 = Gemessener Wert ohne jede Korrektur. Die Definition "ohne Korrektur" muss in der gerätespezifischen Beschreibung enthalten sein. 4 = Daten stammen von einer Spezialfunktion. Die Definition "Spezialfunktion" muss in der gerätespezifischen Beschreibung enthalten sein. 5 - 9 = Reserve . = nicht definiert

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
wi	.	1	0	0	+	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Character	Bedeutung
6	Einheiten: 0 = Meter (Letzte Stelle = 1mm) 1 = Fuss (Letzte Stelle = 1/1000 ft) 2 = Neugrad 3 = Altgrad dezimal 4 = Altgrad sexagesimal 5 = Promille (6400) 6 = Meter (Letzte Stelle = 1/10 mm) 7 = Fuss (Letzte Stelle = 1/10000 ft) 8 = Meter (Letzte Stelle = 1/100 mm) 9 = Reseve . = nicht definiert Siehe auch Kap. XX, Dezimalpunkt
7	Vorzeichen: + - Es sind keine anderen Zeichen zugelassen.
8 - 15	Daten: (können numerisch oder alphanumerisch sein; siehe Wi Tabelle)
16	Worttrennzeichen = Blank = b (Wird ein Punkt als Worttrennzeichen empfangen, so muss dieser wie ein Blank akzeptiert werden (Grund: Siehe Kap XX "Bekannte Fehler und Formatausnahmen"). Geräte mit GSI Version 8 dürfen jedoch nur ein Blank als Worttrennzeichen senden).

22 Leica: Geocom

- Für TPS-Serie
- Definition Schnittstelle →
- Kommandos

Signal paths	RxD	
	TxD	
	Signal Ground	
Voltage levels	Logical 0	+3V to +25V
	Logical 1	-3V to -25V
Baud rate	2400	
	4800	
	9600	Default
	19200	
Parity	None	Fixed
Data bits	8	Fixed
Stop bits	1	Fixed
Terminator	CR/LF	Default

22.1 Beispielkommando

15.3.3 TMC_GetAngle1 - Returns complete angle measurement

C-Declaration

```
TMC_GetAngle(TMC_ANGLE &Angle,
             TMC_INCLINE_PRG Mode)
```

VB-Declaration

```
VB_TMC_GetAngle1(Angle As TMC_ANGLE,
                 ByVal Mode As Integer)
```

ASCII-Request

```
%R1Q,2003:Mode[long]
```

ASCII-Response

```
%R1P,0,0:RC,Hz[double],V[double],AngleAccuracy[double],
AngleTime[long],CrossIncline[double],LengthIncline[double],
AccuracyIncline[double],InclineTime[long],FaceDef[long]
```

Remarks

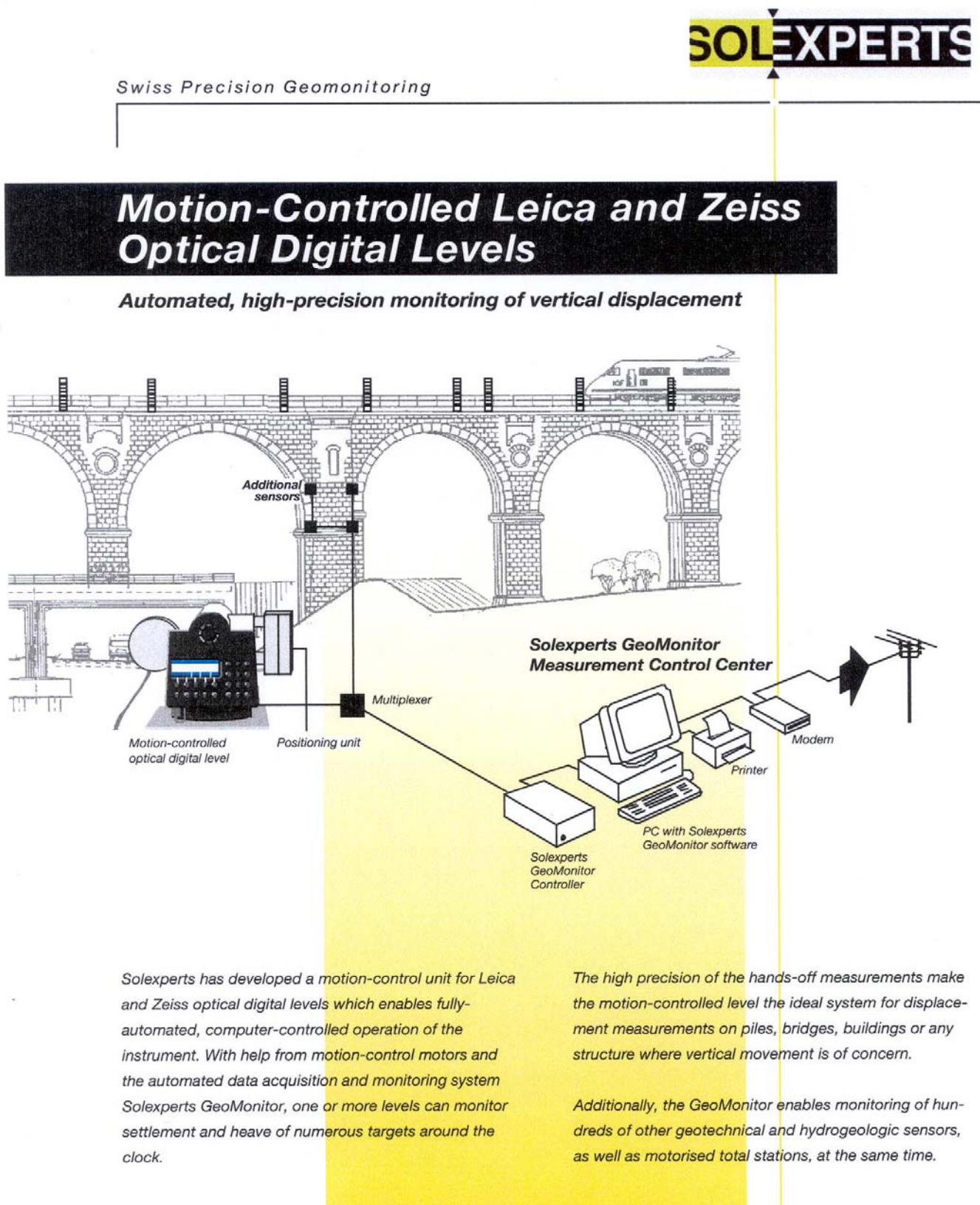
This function carries out an angle measurement and, in dependence of configuration, inclination measurement and returns the results. As shown the result is very comprehensive. For simple angle measurements use TMC_GetAngle5 or TMC_GetSimpleMea instead.

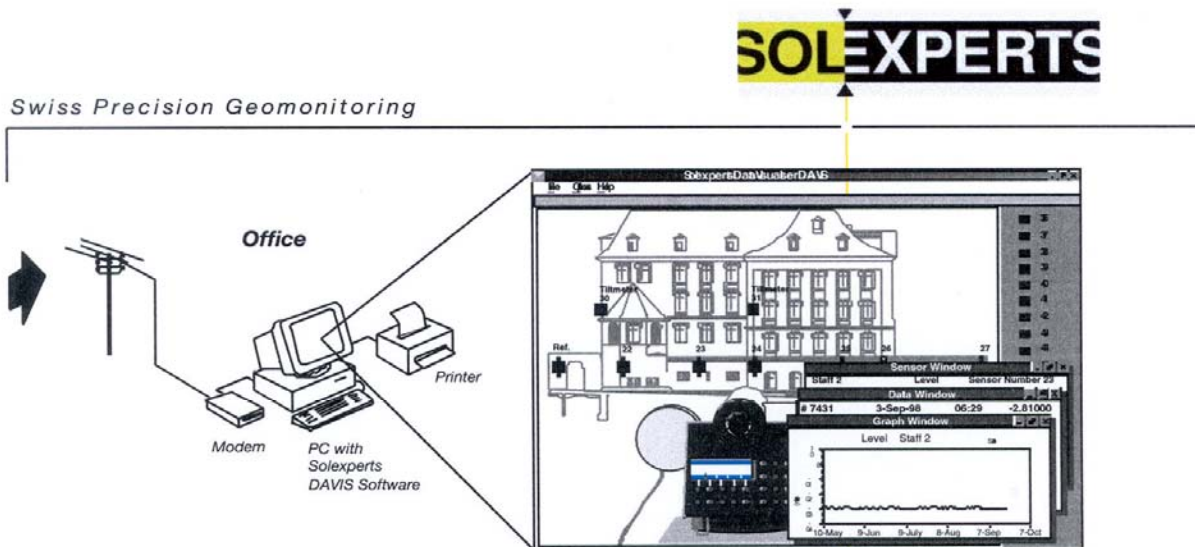
Information about measurement is returned in the return code.

23 Glossar

- **ASCII** American Standard Code for Information Interchange
- **Baudrate** Geschwindigkeitsangabe für serielle Verbindungen
- **EIA** Electronics Industries Association
- **GSI** Geo Serial Interface
- **IDEX** Independant Data Exchange Format
- **IEEE** Institute of Electrical and Electronic Engineers
- **ISA** Industrial Standard Adapter
- **ISO** International Standardization Organization
- **OSI** Open System Interconnection
- **PC** Personal Computer
- **PCI** Peripheral Component Interface
- **TCP/IP** Transmission Control Protocol/Internet Protocol
- **TTL** Transistor-Transistor Logic
- **UART** Universal Asynchronuous Receiver Transmitter

24 Beispiel von ein Bussystem mit Messsensoren





The Instrument

Digital levels work on an optical principle. In the framework of automatic operation, the GeoMonitor sends commands to the instrument to search out bar-code staffs, focus the optics, carry out multiple measurements, and send the measurement values back to the PC.

The bar-code staffs can be mounted at distances of 2 to 100 meters away from the instrument. The Optical measurements require that the staffs be artificially illuminated for night measurements. The light attached to the level is sufficient to illuminate staffs up to about 20 meters away. Separate lights are installed for the illumination of staffs at distances greater than 20 m.

Automatic Data Acquisition and Control with Solexperts GeoMonitor

GeoMonitor is a powerful data acquisition and monitoring program which can simultaneously monitor hundreds of sensors, control positioning units and record measurements from optical levels, and perform on-line calculations and compensations. The GeoMonitor can be set to trigger a variety of alarms, such as a pager, fax, warning light, etc., for alerting personnel to measurements exceeding a given tolerance. (For more information see separate documentation.)

Real-time Results

Displacements are automatically calculated on-line by taking the difference between measurements of a reference staff and the staffs mounted on the structure.

For more in-depth calculations of structural deformation, simultaneous temperature measurements are taken, and "real-time" temperature-compensated results are automatically produced. Typically, this procedure allows detection of displacement less than 0.3 mm.

Data Visualisation

For practical management and visualisation of data collected from complex monitoring installations, Solexperts developed the Windows-based program DAVIS. A graphical representation of the monitoring site shows the locations and types of sensors and measuring points. Clicking on a sensor symbol displays a data plot (with editing options) and scrollable lists of measurement values.

Ideal for Automated Vertical Displacement Measurements for:

- Tunnelling in urban areas
- Deep excavations and their effects on adjacent structures
- Grouting under structures where heave must be detected as early as possible
- Unstable slopes and potential landslides
- Pile load tests
- Construction and positioning of large machinery

Solexperts AG

Schulstrasse 5, Postfach 230
CH-8603 Schwerzenbach
(Switzerland)
Tel. ++41(0)1 806 29 29
Fax ++41(0)1 806 29 30
contact@solexperts.com
www.solexperts.com