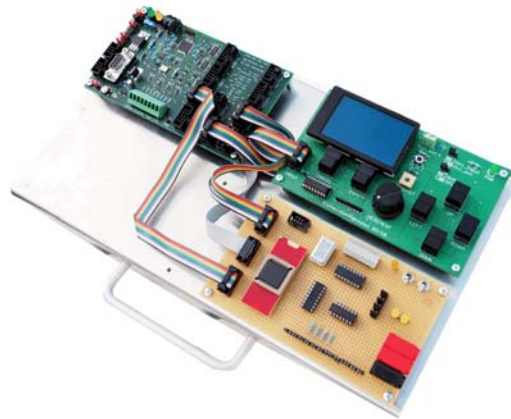


## Der Zufallsapparat 15a

### Kurzbeschreibung

30. 11. 2015



#### **Zweck:**

Vorerprobung zur Nutzung von Komparatoren als Entropiequelle. Das Verfahren beruht darauf, daß Komparatoren ins Schwingen geraten können, wenn die Differenzspannung zwischen beiden Eingängen in der Größenordnung der Eingangsoffsetspannung liegt. Dieser Betriebszustand wird zeitweise zyklisch herbeigeführt. Dabei wird das Schwingungsverhalten ausgewertet. Es gibt Schwingungsverläufe, die zur Gewinnung von Zufallszahlen geeignet sind und solche, die dazu nicht geeignet sind. Die ersten Versuche betreffen das Zählen der Impulse und das Auszählen der Impulsbreiten.

Der Zufallsapparat 15a ist eine Experimentierplattform unter Verwendung vorhandener Funktionseinheiten.

**Betriebsspannung:** + 5 V.

#### **Testsignalerzeugung, Ergebnisauswertung, Testablaufsteuerung und Kommunikation:**

Wichtig sind folgende Ausstattungsmerkmale: Digital-Analog-Wandler, Schnittstellen mit 5-V-Digitalsignalen und eine Kommunikationsschnittstelle zum Anschließen eines Personalcomputers. Hier wird ein Xmega-Trainer Typ 2 a.A. eingesetzt, der diese Merkmale aufweist. Der Atmel-Xmega-Mikrocontroller enthält einen Digital-Analog-Wandler. Hiermit werden die analogen Testsignale erzeugt. Zur Kommunikation steht eine serielle Schnittstelle zur Verfügung (wahlweise RS-232 oder 5 V). Der Xmega-Trainer Typ 2 a.A. hat zudem eine 5-V-Busschnittstelle und einen Sonderanschluß für die Einheitsbedientafel 02/10.

#### **Lokale Anzeige:**

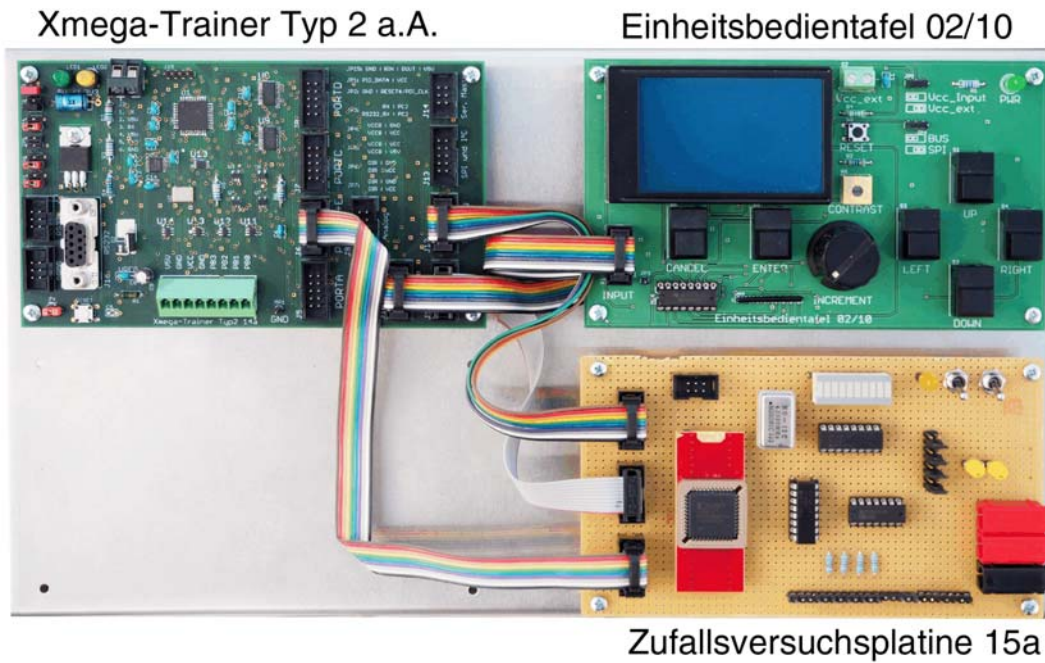
Einheitsbedientafel 02/10 mit LCD-Dotmatrixanzeige 4 • 20 Zeichen. 6 Taster und 1 Inkrementalgeber.

#### **Versuchsaufbau:**

Auf Zufallsversuchsplatine 15a. Sie enthält einen Komparatorschaltkreis LM339, ein CPLD Xilinx 9572 PLCC44, die Referenzspannungserzeugung, einen Taktgenerator, LED-Anzeigen und Meßpunkte. Die digitalen Versuchsschaltungen befinden sich im CPLD.

**Hinweis:**

Die Versuchsplatine ist in Wire-Wrap-Verdrahtung ausgeführt. Sie ist deshalb nur zu grundsätzlichen Durchführbarkeitsuntersuchungen und zu Demonstrationszwecken brauchbar. Sie erfüllt nicht die Anforderungen an einen Analogschaltungsaufbau, der für exakte quantitative Untersuchungen geeignet ist.



**Die Mikrocontrollerschnittstellen:**

Seitens des Xmega-Trainers werden 4 Steckverbinder genutzt:

- der Sonderanschluß der Einheitsbedientafel 02/10,
- der 8-Bit-Bus (5 V),
- 4 Steuersignale (5 V),
- die Ports B und E (3,3 V).

**Die Anschlüsse der Zufallsversuchsplatine 15a:**

Die Steuersignale:

7	6	5	4	3	2	1	0
ENABLE	SEL2	SEL1	SEL0	– Steuersignale Einheitsbedientafel 02/10 –			
Port D7	Port D6	Port D5	Port D4	Port D3	Port D2	Port D1	Port D0

Der 8-Bit-Bus:

7	6	5	4	3	2	1	0
XBUS7	XBUS6	XBUS5	XBUS4	XBUS3	XBUS2	XBUS1	XBUS0
Port A7	Port A6	Port A5	Port A4	Port A3	Port A2	Port A1	Port A0

Die Analog- und Sync-Signale:

7	6	5	4	3	2	1	0
Master TX	Master RX	SYNC2 / SSW2	SYNC1	ANALOG REF	ANALOG IN	LED_B / SSW1	LED_A
Port E3	Port E2	Port E1	Port E0	Port B3 DAC1	Port B2 DAC0	Port B1	Port B0

SYNC dient lediglich zu Meßzwecken, z. B. zum Synchronisieren eines Oszilloskops.

### Komparatoren und Referenzspannungen

Alle 4 Komparatoren im Komparatorschaltkreis LM339 können ausgenutzt werden. Das analoge Eingangssignal (ANLOG\_IN) liegt an allen 4 Komparatoren an. Die Referenzspannung kann über Jumper JP1 für jeden Komparator einzeln ausgewählt werden:

1. Eine eigene feste Referenzspannung (VREF0...3) von einem Spannungsteiler.
2. Eine gemeinsame variable Referenzspannung (ANALOG\_REF) vom D-A-Wandler des Mikrocontrollers.

*Hinweis:*

Da es sich um eine Einfachlösung für erste Versuche handelt, sind die Komparatoreingänge nicht voneinander entkoppelt.

### Die CPLD

Typ: Xilinx 9572 PLCC44 auf Steckfassung. Programmieranschluß auf Versuchsplatine. Betriebs- und Programmierspannung 5 V. Je nach Versuchsaufgabe können verschiedene Erfassungs- und Auswerteschaltungen einprogrammiert werden. Wechsel durch Umprogrammieren oder Schaltkreistausch.

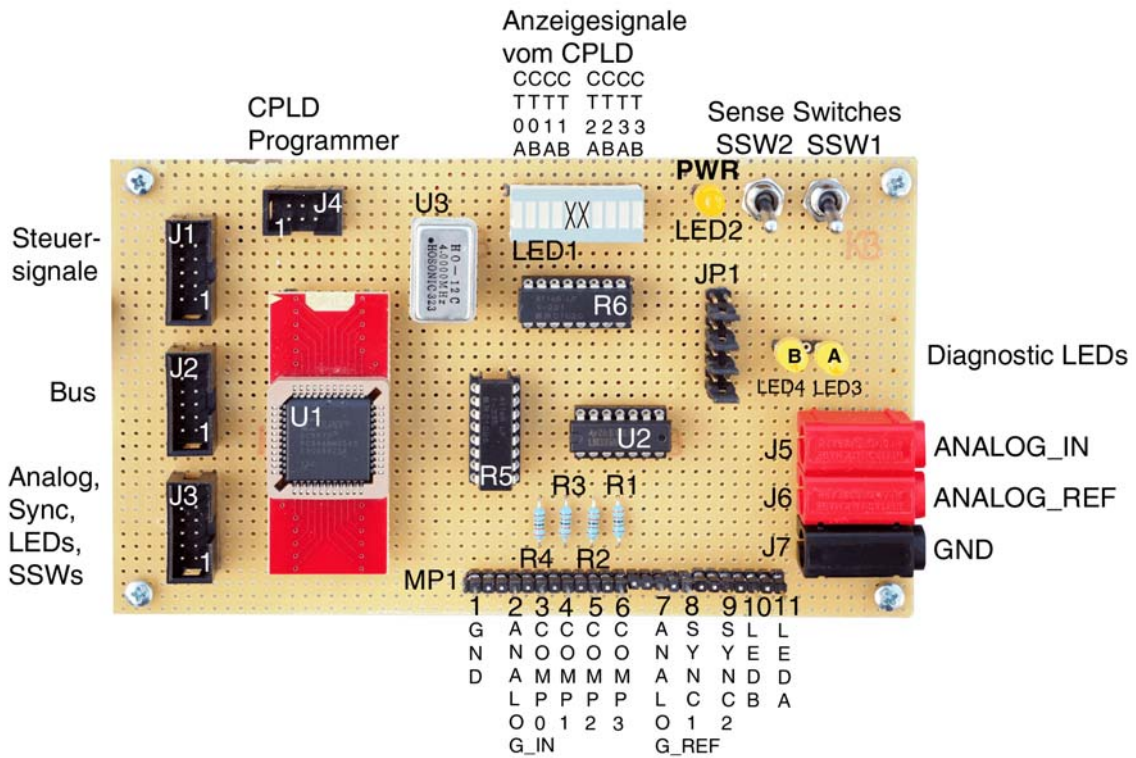
### Die CPLD-Schnittstelle

Sie umfaßt:

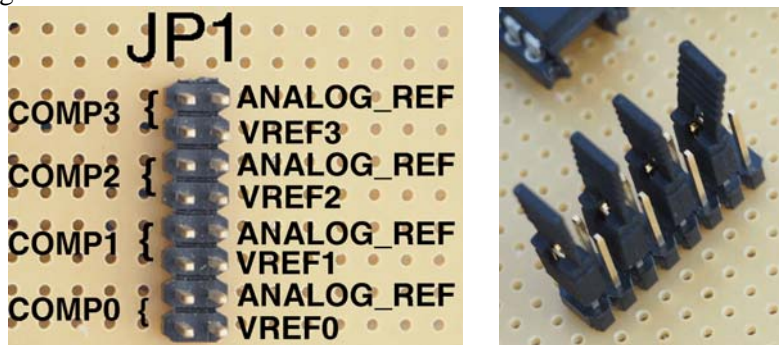
- 12 Signale zum Mikrocontroller,
- einen Signalweg zur Tristate- bzw. Richtungsteuerung (GTS\_OUT – GTS\_IN),
- ein Taktsignal (auswechselbarer Taktgenerator auf der Versuchsplatine),
- 8 Anzeigesignale (CT0A# bis CT3B#), die auf eine LED-Balkenanzeige geführt sind,
- die Ausgänge der 4 Komparatoren (COMP0...3).

Die CPLD kann mit einem im Grunde beliebigen Schaltungsinhalt gefüllt werden. Aktueller Schaltungsinhalt je nach Versuchsabsicht. Siehe die betreffenden Beschreibungen und Schaltpläne.

Die 12 Mikrocontrollersignale umfassen einen bidirektionalen 8-Bit-Bus, dessen Richtung vom CPLD aus umsteuerbar ist (Signalweg GTS\_OUT → GTS\_IN) und 4 Eingänge in die CPLD (ENABLE, SEL0, 1, 2). Unter Beachtung der Signalflußrichtungen können – bei entsprechender Programmierung der Mikrocontrollers – die Signalwege freizügig belegt werden. Die Vorzugsnutzung ist jedoch ein Businterface mit Motorola-Signalisierung, ähnlich vielen typischen LCD-Anzeigen. ENABLE ist das Zugriffserlaubnissignal (vgl. das Signale E der LCD-Anzeigen). Das Bitmuster der Auswahlsignale (SEL0, 1, 2) bestimmt sowohl die Zugriffsauswahl (Registeradresse) als auch die Datenflußrichtung (Lesen oder Schreiben).



Referenzspannungswahl:



Je Komparator 2 Steckpositionen: oben gemeinsame Referenzspannung vom D-A-Wandler, unten einzelne Referenzspannung vom Spannungsteiler.

Die einzelnen Referenzspannungen:

Referenzspannung	Pin	Spannungsabfall über Widerstandswert	Rechnerischer Wert bei VCC = 5,0 V	Meßbeispiele
VREF0	11	66 Ohm	1,25 V	1,173 V
VREF1	12	99 Ohm	1,87 V	1,759 V
VREF2	13	132 Ohm	2,49 V	2,346 V
VREF3	14	165 Ohm	3,12 V	2,932 V

Gesamtwiderstand 264 Ohm. Bei 5,0 V Querstrom 18,9 mA. Die Meßbeispiele ergeben sich bei etwa 4,7...4,8 V (Spannungsabfall über dem Verpolschutztransistor des Xmega-Trainers) und üblichen Widerstandstoleranzen.

Der Spannungshub der Analogsignale vom D-A-Wandler: 0 bis 3,3 V. Anforderungen an die Referenzspannungen:

- Abstand untereinander wenigstens 0,5 V, so daß sich die linearen Bereiche der Komparatoren mit Sicherheit nicht überlappen,
- Abstand von Masse- und Betriebsspannungspegel ( $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ) wenigstens jeweils 0,7 V (Aussteuerbereich).

Die Absolutwerte der Referenzspannungen sind demgegenüber bedeutungslos,

### **Elementare Bedienung und Anzeige:**

- Zwei LEDs LED A, LED B.
- Zwei Kippschalter (Sense Switches) SSW 1, SSW 2.

LEDs und Schalter sind aktiv Low.

- LED A = Port B, Bit 0. Ausgabe.
- LED B = Port B, Bit 1. Ausgabe.
- SSW1 = Port B, Bit 1. Eingabe mit aktivem Pull-up-Widerstand.
- SSW2 = Port D, Bit 1 (wie SYNC2). Eingabe mit aktivem Pull-up-Widerstand.

Mehrfachnutzung:

- SSW 1 teilt sich den Mikrocontrolleranschluß mit LED B.
- SSW 1 teilt sich den Mikrocontrolleranschluß mit SYNC2.
- SSW 1 muß auf AUS stehen, wenn LED B genutzt werden soll. In Stellung EIN wird LED B ständig leuchten.
- SSW 2 muß auf AUS stehen, wenn SYNC2 genutzt werden soll.

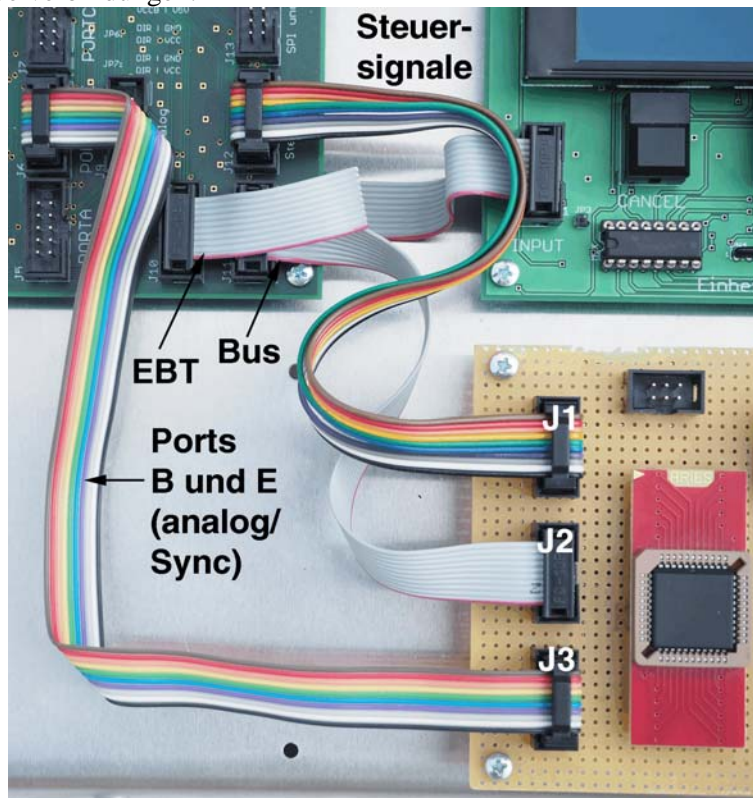
Anwendung der Schalter bei Mehrfachnutzung:

Z. B. zur anfänglichen Verzweigung nach dem Einschalten oder Rücksetzen. Erst die Schalter abfragen, dann warten, bis sie in Stellung AUS gebracht wurden.

Prpgrammierhinweis:

Zum Abfragen der Schalter den jeweiligen Pull-up-Widerstand im Mikrocontroller aktivieren. Bis zum ersten Abfragen einige ms Zeit lassen.

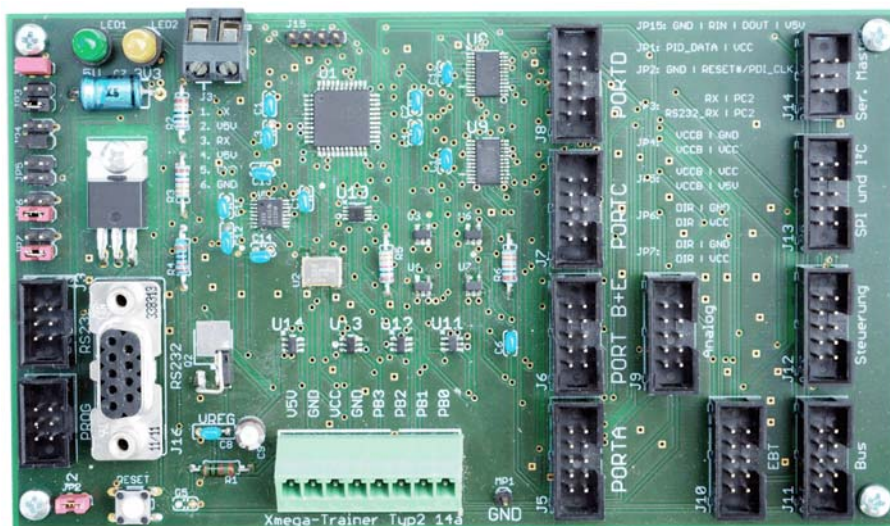
Die Flachbandkabelverbindungen:



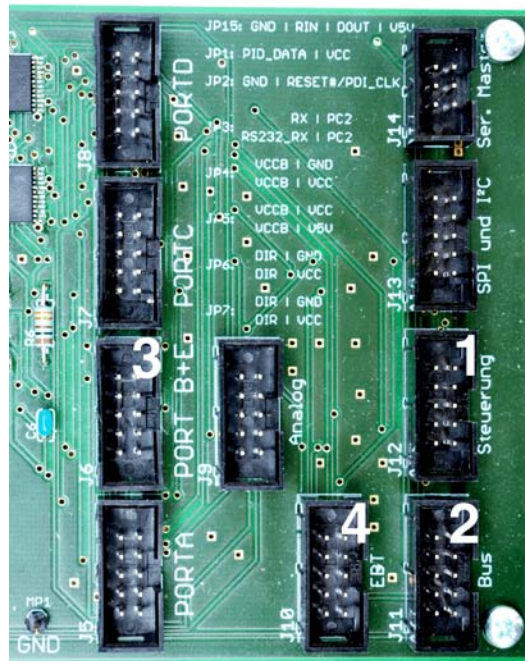
Betriebsspannungseinspeisung (VCC): am Xmega-Trainer.

**Der Xmega-Trainer Typ 2 a.A.**

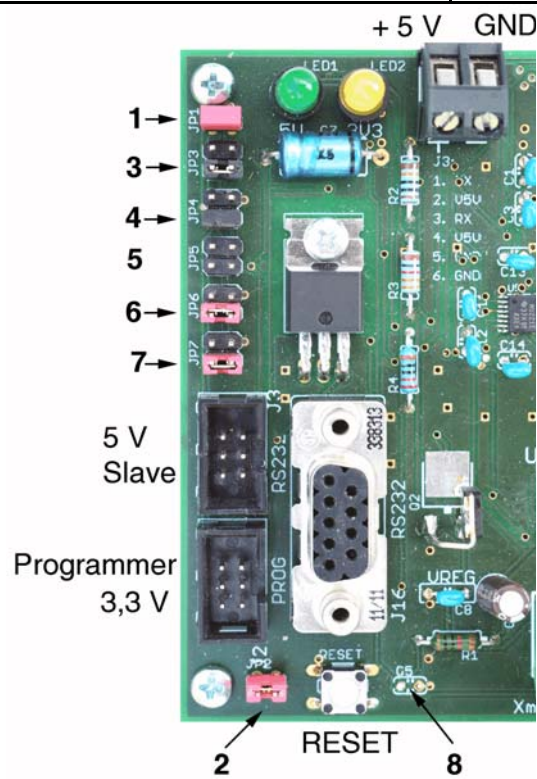
Übersicht:



Mikrocontroller: Atmel Xmega32A4U TQFP44. Programmspeicher (Flash) 32 kBytes, Datenspeicher (SRAM) 4 kBytes, EEPROM 1kBytes.



Bezugszeichen	Signale	Anschluß an Versuchsplatine 15a
1	Steuersignale 5 V	J1
2	Bus 5 V	J2
3	Analogsignale und Sync-Signal 3,3 V	J3
4	4-Bit-Bus und Steuersignale 5 V für EBT 02/10	Einheitsbedientafel 02/10



Bezugszeichen	Jumper	Funktion	Steckbrücke
1	JP1	Betriebsspannung für Programmierschnittstelle (PDI)	Ja
2	JP2	Programmierung und Rücksetzen	Ja
3	JP3	RS-232 RX. Oben: frei, unten: verbunden	Unten, wenn RS232 verwendet wird
4	JP4	Datenbustreiber (Port A). Oben: inktiv, unten:aktiv	Unten
5	JP5	Pegel SPI und Zusatzsignale; Betriebsspannung am Steckverbinder J13 (VOUT). Oben: 3,3 V, unten: 5 V.	Beliebig. Kann entfallen. J13 wird nicht genutzt
6	JP6	Richtungssteuerung des Zusatzsignals AUX2 = PD4. Oben: Eingabe, unten: Ausgabe	Unten
7	JP7	Richtungssteuerung des Zusatzsignals AUX3_SS = PC4. Oben: Eingabe, unten: Ausgabe	Unten
8	–	Änderung: Kondensator an Rücksetzsignal nicht bestückt	–

### Die Belegung der E-A-Ports

#### Port A:

7	6	5	4	3	2	1	0
PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0
BUS7	BUS6	BUS5	BUS4	BUS3	BUS2	BUS1	BUS0
LCD_D7	LCD_D6	LCD_D5	LCD_D4	– Datenbus Einheitsbedientafel 02/10 –			

Der Bustreiber kann außer Betrieb gesetzt werden (Jumper JP4). Dann Port A freizügig verwendbar (auch für Analogsignale). LCD\_D7...4 = BUS7...4 (nur auf den zusätzlichen Steckverbinder geführt).

#### Ports B und E:

3	2	1	0	3	2	1	0
PE3	PE2	PE1	PE0	PB3	PB2	PB1	PB0
TX Master	RX Master	SCL	SDA	DAC1 ADC11	DAC0 ADC10	ADC9	ADC8
	<b>IN*</b>			– Analogsignale –			

\*: Muß Eingang sein (nicht umkonfigurierbar), nicht anderweitig nutzbar.

#### Port C:

7	6	5	4	3	2	1	0
PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0
SCK (OUT)	<b>MISO (IN)</b>	MOSI (OUT)	SS/AUX3 (IN/OUT)*	TX Slave RS232	RX Slave* RS232	AUX1 (OUT)	DIR**

\*: Kann konfiguriert werden (Jumper JP3).

\*\* : Richtungssteuerung Bus. Muß dazu Ausgang sein. 0 = Bus auf Eingabe, 1 = Bus auf Ausgabe. Frei nutzbar, wenn Bus außer Betrieb gesetzt ist (JP4).



**Port D:**

7	6	5	4	3	2	1	0
PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0
CTL7	CTL6	CTL5	CTL4	CTL3	CTL2	CTL1	CTL0
–	–	–	AUX2* (IN/OUT)	–	–	–	–
– Steuersignale Einheitsbedientafel 02/10** –				E	RW#	R/S#/SEL	MUXEN#

Frei verwendbar, wenn die betreffenden Steuersignale (CTL, 5 V) nicht genutzt werden.

\*: Als Eingang oder Ausgang konfigurierbar (Jumper JP6).

\*\* : E = CTL3, RW# = CTL2, R/S##/SEL = CTL1, MUXEN# = CTL0.

Alle E-A-Signale des Mikrocontrollers sind direkt zugänglich. Signale, denen Ausgangsstufen nachgeschaltet sind, können frei genutzt werden, wenn an die jeweiligen Ausgangsstufen nichts angeschlossen wird. Der Datenbus kann frei genutzt werden, wenn der Treiberschaltkreis außer Betrieb gesetzt wird (Jumper).

**Grundsätzlich auf Eingang programmieren:**

- Port C, Bit 2 = RX Slaveschnittstelle.
- Port C, Bit 6 = SPI MISO.
- Port E, Bit 2 = RX Masterschnittstelle.

**Dann auf Eingang programmieren, wenn so konfiguriert (Jumper JP6 oder JP7):**

- Port D, Bit 4 = AUX2, wenn über Jumper JP6 als Eingang konfiguriert.
- Port C, Bit 4 = AUX3\_SS, wenn über Jumper JP7 als Eingang konfiguriert.

**Auf Ausgang programmieren, wenn entsprechend konfiguriert (Jumper JP4):**

Port C, Bit 0 = Richtungssteuerung für Datenbus, wenn der Datenbus aktiv ist (Jumper JP4).

**Datenbusumsteuerung**

Die Richtungssteuerung erfolgt über Port C, Bit 0 und über das Richtungssteuerregister des Ports A.

Wirkung von Port C, Bit 0 (PC0):

- PC0 = 0: Ausgabe. Port A treibt.
- PC0 = 1: Eingabe. Der Bustreiberschaltkreis treibt.

Buskonflikte ergeben sich, wenn beide Treiberstufen gleichzeitig auf den Signalweg vom Mikrocontroller zum Treiberschaltkreis aktiv sind. Das ist zu vermeiden. Deshalb so umschalten:

**a) Umschalten auf Ausgabe:**

1. Bustreiber auf Ausgabe, also PC0 auf 0.
2. Port A auf Ausgabe.

**b) Umschalten auf Eingabe:**

1. Port A auf Eingabe
2. Bustreiber auf Eingabe, also PC0 auf 1.

**c) Den Bus außen hochohmig machen:**

Auf Eingabe schalten.

**Die Belegung der Steckverbinder**

Steckverbinder J5 = Port A:

7	6	5	4	3	2	1	0
PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0

Steckverbinder J6 = Ports B und E:

7	6	5	4	3	2	1	0
PE3	PE2	PE1	PE04	PB3	PB2	PB1	PB0

Steckverbinder J7 = Port C:

7	6	5	4	3	2	1	0
PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0

Steckverbinder J8 = Port D:

7	6	5	4	3	2	1	0
PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0

Steckverbinder J9 = Port B (Analogsignale):

7	6	5	4	3	2	1	0
GND	PB3	GND	PB2	GND	PB1	GND	PB0

Steckverbinder J4 (Schraubklemmen) = Port B (Analogsignale):

7	6	5	4	3	2	1	0
5 V	GND	3,3 V	GND	PB3	PB2	PB1	PB0

Steckverbinder J11 = Bus 5 V (Port A):

7	6	5	4	3	2	1	0
BUS7	BUS6	BUS5	BUS4	BUS3	BUS2	BUS1	BUS0

Steckverbinder J12 = Steuersignale 5 V (Port D):

7	6	5	4	3	2	1	0
CTL7	CTL6	CTL5	CTL4	CTL3	CTL2	CTL1	CTL0

Steckverbinder J10 = Einheitsbedientafel 02/10 (5 V):

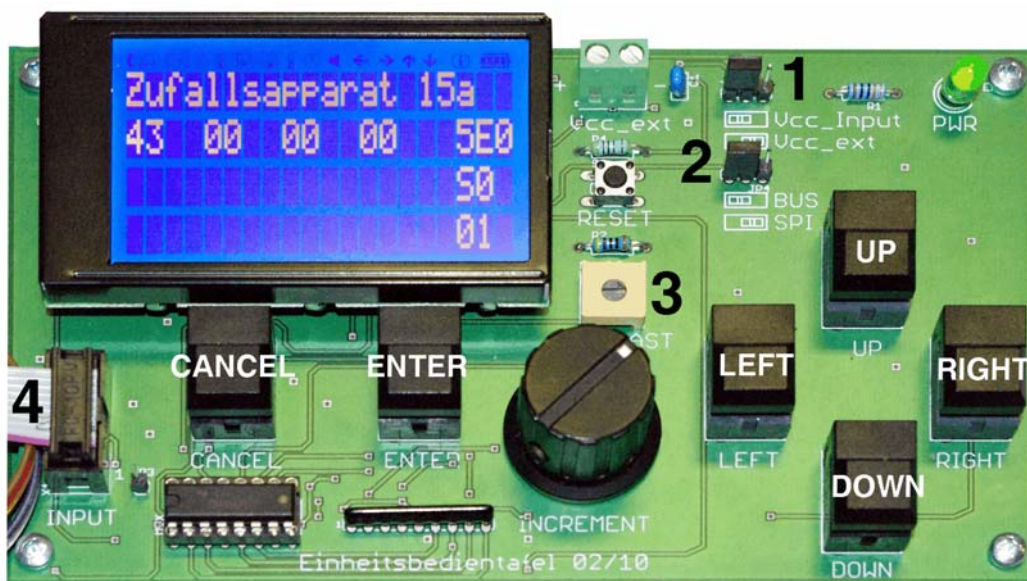
7	6	5	4	3	2	1	0
CTL3	CTL2	CTL1	CTL0	BUS7	BUS6	BUS5	BUS4
PD3	PD2	PD1	PD0	PA7	PA6	PA5	PA4

Steckverbinder J13 = SPI + I2C:

7	6	5	4	3	2	1	0
SCK	MISO	MOSI	AUX3_SS	AUX2	AUX1	SCL	SDA
PC7	PC6	PC5	PC4	PD4	PC1	PE1	PE0
OUT	IN	OUT	IN/OUT*	IN/OUT*	OUT	-	-

\*: Jumper.

### Die Einheitsbedientafel 02/10



- 1 - Betriebsspannung (5 V) auf Vcc\_Input. Versorgung über Interfaceanschluß vom Xmega-Trainer.
- 2 - LCD-Betriebsart auf BUS.
- 3 - Kontrasteinstellung.
- 4 - zum EBT-Anschluß des Xmega-Trainers (J10).

Nutzung: Anwendungsspezifisch (je nach Versuchsprogramm).

Ansteuerung: über Standardprogramme der LCD-Dotmatrix-Unterstützung.