

Register - kleiner schneller Speicherbereich in CPU  
**SRAM(static)**: Flip-Flop, 6 Transistoren -> schneller + teurer, CS=1:Din ändert Dout, CS=0:Din hat kein Einfluss auf Dout  
 Arbeitsspeicher speichert flüchtige Daten während LF Register, Stack  
**DRAM(dynamic)**: 1 Transistor -> langsam günstig  
**Flash**: Programmdateien/code (Firmware - Code wird ständig verändert)  
**EPPROM**: nichtflüchtige Konfiguration, Kalibrierungsdaten

ATMega2560(CM OS) Low <=1.5V, High >=3V

Niemals PINout mit Masse(GND) verbinden und auf 1 setzen!!!

PINS sind bidirekt

jeder PORT hat 8 PINS, werden über Register gesteuert (3Register pro Port)

DDRx(Data). PINx. PORTx

**Busy Waiting** (man wartet und blockiert bis ein Ergebnis eingetreten ist (while(DDRC & (1<<DDC3))

**Polling**(periodisch abfragen, ob Ergebnis eingetreten, zwischendrin weiterarbeiten)

Nachteile: -seltene Ereignisse(Verschwendung der CPU Time);

-häufige Ereignisse (an mehreren Codestellen aufgetreten) -Ereignis prüfen

**Interrupt**: vorübergehende Unterbrechung des laufenden Programms, um einen anderen, meist zeitkritischen und kurzen Vorgang zu bearbeiten. HW des mCs prüft

je-ol ob Ereignis eingetreten ist

Eigenschaften: async, nicht reproduzierbar

Quellen: -externe(Spannung an Eingang, z.B durch Tastendruck)

-interne(Tastatur, Maus, Drucker, Festplatte, Flash)

**Trap**: sync, reproduzierbar

Quellen: System Call, Unbekannter Befehl,

falsche Rechenoperation(1/0)

Takt erlaubt Sync von Schaltkreisen/FlopFlop

Kenngrößen:

-Frequenz, -DutyCycle:Dauer von 1high im Verhältnis zur Periode

-Clock/Stability:Abweichung von Nominalfrequenz

-ClockJitter:Zufällige Schwankungen in Frequenz

-ClockDrift:Systematische Freq Änderung über Zeit

Aufbau:mC Timer:

-Startwertregler(Reg zum Festlegen eines Startwertes für Zähler)

-Zähler(zählt meist Spannflanken)

-Zählerstandreg.Reg zum Auslesen des Zählerstandes)

-Steuerung Takt und Ausgang bestimmt Eingangssignal des Zählers/Reaktion auf Ereignis

-1:n(Prescaler/verringert Takt)

-externer Takt/Ereignisse(stiegende Flanke erhöht Zähler um 1)

-Freigabe:Zähler läuft nur bei Freigabe, de- und aktiviert den Zähler)

Input Capture(Messen eines Zeitstamps für Ereignisse)

Funktionsweise

o Timer getaktet mit Systemuhr des Mikrocontrollers

o Bei Eintreten eines auslösenden Ereignisses: -Kopieren des aktuellen Timer-Wertes in spezielles Register -Setzen eines Flags; optional: Auslösen eines Interrupts

clk = 16MHz und 16Bit timer CTC Mode mit max Wert

nach (2^16-1)/16MHz = 4 ms Überlauf

Clear Timer on Compare Match Mode

**Pulsweitenmodulation(PWM)** - Modulationsart bei der ein Signal mit konst Periode, aber variabler Pulsdauer, erzeugt wird. Pulsdauer(High-Anteil innerhalb einer Periode == Duty Cycle)

Anwendung: Info-Übertragung, Ansteuern von Gleichstrommotoren, allgemeine Steuerungstechnik (Dimmen von LEDs)

Bei Servomotor wird bestätigt die Position oder Geschwindigkeit kontrolliert

Betriebsmodi beim ATMega2560:

- Normal: Zähle hoch bis zum Overflow, dann beginne mit 0

- CTC: kontig TOP -> Zähler zählt bis TOP, dann wieder automatisch auf 0

- PWM: HW-Unterstützung um direkt PWM-Signale zu erzeugen

Erzeugung PWM-Signale: Timer + OutputCompare + INTs

CMP: OCNx (um zu verkleinen CMP muss auch)

setzt PWM-Signal auf LOW

TOP: Umkehrwert des Zählers, setzt PWM-Signal auf HIGH

ADMAX

o Wahl der Referenzspannung

o Wahl der analogen Eingangs pins für A/D Umsetzung

**ADC SRB**

o Wahl der analogen Eingangs pins für A/D Umsetzung

o Single-Ended oder Differential Conversion

o Free Running Mode oder manuelle Triggern

fängt mit 0.5, damit Wert zwischen 0 und Vref/8 nicht als 0 ausgelesen wurde

Welchen Wert von U soll man annehmen?

Wert zwischen 0 und Vref/8 nicht als 0 ausgelesen wurde

Umin = 0.5V

Vref/8 = 1lsb

Einfache Realisierung

Analog / Spannung Geschwindigkeit, lange Einstellungzeit

EINGABE(Spannung lesen)  
 pinMode(<pin>, INPUT) //konfiguriert DDR  
 digitalRead(<pin>) //PIN wird gelesen

AUSGABE(Spannung setzen)  
 pinMode(<pin>, OUTPUT) //konfiguriert DDR  
 digitalWrite(<pin>, value) //schreibt PORT Register

Bit auf 1 setzen: DDRB |= (1<<DBB2) //0000 0010

Bit löschen: DDRB &= ~(1<<DBB2) | (1<<DBB4))  
 0101 0010 -> 0100 0000

Prüfen ob 3tes Bit auf 1 gesetzt wurde:  
 if(DDRC & (1<<DC3))

XOR: DDRC=0xFF^DDRC

Interrupt Controller(IC): Priorisierung von Interrupts  
 IRQeingang: Unterbrechungsanforderung an CPU  
 BUS:Nummer des unterbrechenden Geräts bzw  
 Eingangspin  
 CPU:unterbricht das Prg und startet ISR an  
 bekannter Adresse

ISR A blau:  
 1)tritt ein Interrupt auf-> unterbricht der IC die Verarbeitung des HPRgs und verzweigt zu einer ISR

2)ISR wird auferufen  
 3)Hrg wird an Unterbrechungsstelle fortgesetzt

In der Regel während ISR-Ausführung sind weitere INTs gesetzt

Jeder INT hat eine Nummer und jeder INTNummer eine PrgAdresse zugeordnet

Mehrere INTereignisse:

-gleichzeitige INTs (gewinnt mit höherem Prio)  
 -verschachtelte(nested)INTs: laufende ISR wird von weiterem INT unterbrochen/weitere INTs werden automatisch deaktiviert

externe INTs:Controller tastet Eingangspin zu Beginn jedes Taktzyklus, falls INT aktiviert Aufruf der ISR

Probleme: Zeitverzögerung bis Ereignis erkannt wird

Impl einer Prescaler: mehrere T-FlipFlops werden in Reihe vor Timer geschaltet. T-FlipFlop wechselt mit jedem Taktimpuls seinen Zustand.

Timer ist mit bestimmten Bit Qn des Prescalers getaktet. n ist eine konfigurierbare Variable. Bsp Wenn bei Prescaler 11->00 erhöher Timer

-Bei 8-Bit Prescaler mit mögliche Frequenz 2^8=256 + großer Prescaler: Messen langer Zeiten, möglich, längere Dauer bis zu Overflow

Nachteil großer Prescaler: die Auflösung nimmt ab

Ziel: verwenden kleinste möglichen Prescaler

$f = 16\text{MHz}/(2^{16} \cdot 2^n)$  (n-Prescaler)

Ein mC arbeitet mit 1MHz + Timer 16Bit + Zeitintervall=[0:s]s]

Frage: 8, 64, 256, 1024 Prescaler

Ohne Prescaler:  $(2^{16}-1)/16\text{MHz} = 0.065\text{s}$

Prescaler 8:  $0.065 \cdot 8 = 0.52\text{s}$  zu wenig

Prescaler 64:  $0.065 \cdot 64 = 4.19\text{s}$  /passt

Prescaler 256:  $0.065 \cdot 256 = 16.77\text{s}$  zu viel

TCCRxA: set on Top  
 TCCRxB: set Prescaler  
 TCNTn: TimerCounter n  
 OCRA OC RB: Output Compare Register

n - konkrete Timerinstanz

ICRn hier wird bei Input CaptureZeitwert gespeichert

TM SKn: aktivieren und deaktivieren der Timer INTs

TIF Rn: Timer-bezogene INTflaps

Output Compare(Zu einem bestimmten Zeitpunkt einen Ausgang schalten)

Funktionsweise o Konfiguration des Timer Wertes, bei dem Ereignis ausgelöst werden soll

o Mögliche Reaktionen, wenn konfigurierter Wert des Timers erreicht wird:

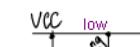
INTs: Automatisches Deaktivieren eines Ausgangs - Zustand eines Ausgangs ändern (Toggle) o Manchmal Reset Option: Bei Erreichen des Timer-Wertes erfolgt Zurücksetzen auf Starbwert.

```
void setup() {
    DDRB |= (1<<DBB4); //PA4 Pin2 auf Output (1)
    DDRB |= -(1<<DBB0); //PA0 Pin2 auf Input (0)
}
void loop() {
    //FULL-DOWN
    if (PIN0 & (1<<PIN0)) { //if Button gedrückt(digitalRead(22))
        PORTA |= (1<<PA4); //digitalWrite(26, HIGH)
        delay(3000);
        PORTA |= -(1<<PA4); //digitalWrite(26, LOW)
    }
}
```

$$R_V = \frac{U_{ges} - U_F}{I_F}$$

```
//NON-INVERTING
if (PIN0 & (1<<PIN0)) { //if Button gedrückt(digitalRead(22))
    PORTA |= (1<<PA4); //digitalWrite(26, HIGH)
    delay(3000);
    PORTA |= -(1<<PA4); //digitalWrite(26, LOW)
}
```

Beim offenem Taster Spannung am Eingang auf:



low



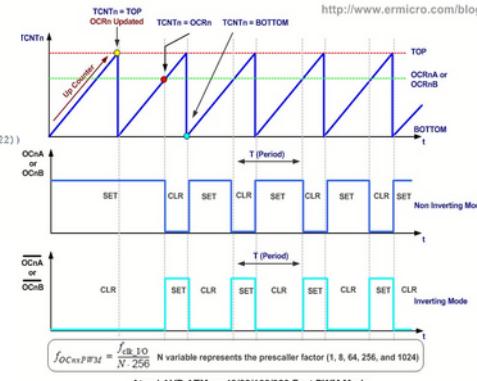
high

OCNA or OCNB

CLR

SET

OCRA or OCRB



Atmel AVR ATmega8/16/32 Fast PWM Mode

Non-Inverting Mode: OCnX wird bei BOTTOM auf HIGH und bei CMP auf LOW gesetzt  
 Inverting Mode umgekehrt.

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    EIMSK |= (1<<INT0); //erwartet INT0
    EICRA |= (1<<ISC01) | (1<<ISC00); //Steigende Flanke
    sei();
}
void loop() {
    Serial.println("Zählerstand: ");
    Serial.println(counter);
    delay(3000);
}
```

ISR(INT0\_vect) {

- LOW to trigger the interrupt whenever the pin is low,
- CHANGE to trigger the interrupt whenever the pin changes value
- RISING to trigger when the pin goes from low to high,
- FALLING for when the pin goes from high to low.

The Due, Zero and MKR1000 boards allows also:

```
void setup() {
    //Pin24 als Output
    DDRD |= (1<<DD24);
    //Timer4Init
    TCCR4A = 0x00;
    TCCR4B = 0x00;
    TCNT4 = 0x00;
    //CTC Mode
    TCCR4B |= (1<<WGM42);
    //Prescaler256
    TCCR4B |= (1<<CS42);
    //enable compare INT
    TIMSK4 |= (1<<TOIE4);
    sei();
```

```
ISR(TIMER4_OVF_vect) {
    //Toggle LED
    PINA |= (1<<PIN24);
}
ISR(TIMER4_OVF_vect) {
    //Toggle LED
    PINA |= (1<<PIN24);
}
```

```
ISR(TIMER4_COMPA_vect) {
    //prescaler 1024
    TCCR4B |= (1<<CS40);
    // prescaler
    TCCR4B |= (1<<CS41);
    // prescaler 8
    TCCR4B |= (1<<CS43);
    // no prescaler
    TCCR4B |= (1<<CS44);
```

```
// prescaler 2048
TCCR4B |= (1<<CS41) | (1<<CS40);
//middle position
myServo.write(90);
//right position
myServo.write(180);
delay(3000);
```

Betriebsmodi: WGMn3/2/1/0  
 OutputComparePins: OCnX  
 OutputCompareRegister: OCnX  
 (Vergleichswert muss gesetzt werden)  
 ICn-R-TOP

```
#include <Servo.h>
Servo myServo;
void setup() {
    myServo.attach(8);
}
void loop() {
    //leftmost position
    myServo.write(0);
    delay(3000);
    //middle position
    myServo.write(90);
    delay(3000);
    //right position
    myServo.write(180);
    delay(3000);
```

Modifiziertes Zählverfahren

- Ersetze Zähler gegen Successive Approximation Register (SAR)
- SAR implementiert binäre Suche (in Hardware) anstatt einfach hochzählen.

Sukzessive Approximation des Wertes der Eingangsspannung

• Vom MSB zum LSB (least significant Bit)

- Runde i: Setze Bitwert b<sub>i</sub> auf 1, erzeugte Spannung größer als zu messende Spannung?
- Ja: Behalte b<sub>i</sub>=1
- Nein: Setze b<sub>i</sub>=0

langsammer als O(i)

Verwende D/A-Wandler (DAC) für eine A/D Umsetzung!

Digitaler Zähler(Counter) speichert „Schätzung“ des digitalen Wertes

DAC wandelt Schätzwert in analoge Spannung um

Rückkopplung: Komparator vergleicht gegen Eingangsspannung und anschließendes Erhöhen bzw. Erdniedrigem Zugriff

Umsetzung schnell, da parallel.

Umsetzungzeit (2)

Umsetzung benötigt Zeit, manche treppenformig vom tatsächlichen stufenlosen Analogsignal.

Änderungen des Eingangs während der Umsetzung

Abhilfe: Abtast/Holdglieder halten analoge Spannung während der Umsetzung konstant.

Zählverfahren

AnalogaWrite(<pin>, <duty cycle>) erzeugt beliebiges PWM-Signal

ADMX: 1 muss U in dig. Wert B(br1,b0),>0 umsetzen. 2 Sicht desmCs - Eingaberafichtung

3 Impl-ng über D/A(Rückkopplung)

D/A-Wandler: 1 muss digit.Wert B(br1,b0),>0 in eine proportionale U umwandeln 2 Sicht desmCs - Ausgaberafichtung 3 Widerstandsnetzwerk r ist Länge des binären Codes(hier 3)

2<sup>n</sup>-1 Komparatoren, 1 Komparator für jede „Flanke“ bzw. Stufengrenze

Vergleicht gegen 2<sup>n</sup>-1 Referenzspannungen

Ergebnis der Vergleiche ist Input für Encoder.

Encoder gibt die Binärzahl (b<sub>n</sub>, ..., b<sub>1</sub>) aus.

Aufwendig, da 2<sup>n</sup>-1 Komparatoren notwendig.

Umsetzung schnell, da parallel.

A/DWandler: Aktivieren und Starten der A/D Umsetzung

Prescaler

Interrupts

ADC1 und ADCH

Aktivieren und Starten der A/D Umsetzung

Prescaler

Interrupts

Speichert Ergebnis der A/D Umsetzung

ADC1 und ADCH

Auslösen eines Interrupts oder -Neustart(=Reset) des gesamten Mikrocontrollers

Bei Reset(asyn) 1 Initialisieren aller Register und I/O Ports auf Default-Werte 2 Künstliches Delay → Spannungswerte sollen sich stabilisieren 3 Ausführen der ersten Instruktion an der Adresse 0x0000, wo üblicherweise ein JMP zur Reset-Routine abgelegt ist. 4 Reset Routine initialisiert Stack Pointer etc. und enthält die letzte Anweisung Sprung auf Main-Routine (Arduino Sketch: setup).

ATMega benötigt Vorspannstrom 2mA bei 5V und 16 MHz (Stromstärke) = 45V, Akku=825mAh, f= 16MHz-> Dauer=825mAh/18mA (weil 4.5V und 16MHz)

Aufmerksame Ereignisse o Externe Interrupts, Watchdog Interupt, Speicherzugriff beendet, Timer

Verlustleistung P<sub>c</sub> =  $V_{cc}^2 / f \cdot C$  C: Parasitäre Kapazität

WDTCSR: Konfiguration des Watchdog Moduls

MCUSR: Informationen über Ursache des Resets (nach Neustart abrufbar).

SMCR Aktivierung des Energiesparmodus: SE-Bits im

SMCR-Register muss gesetzt sein Wake-Up(INT7,D)

Serial vs. parallel: • Parallel: Gleichzeitiges Übertragen mehrerer Bits (benötigt mehrere Datenleitungen)

Synchron vs. asynchron: Asynchron: Empfänger muss Takt des Senders kennen. Konflikte der Takt bzw.

Baudrate + Empfänger tastet mit höherer Frequenz ab (Oversampling: mehr Samples pro Bit) > (Elimination vor Rauschen) • Start und Stop Bits um Anfang und Ende der Übertragung zu erkennen)

Bus vs. Point-to-Point • Bus: Mehr als 2 Geräte durch Kom-medium verbunden/Bus erfordert Adressierung)

Peer-to-Peer: Master-Slave → Master-Slave: Nur

Master darf die Kommunikation starten

Differential vs. Single-Ended • Single-ended (Gemeinsame GND Leitung, die alle "Datenleitungen" mitbauen + Alle Spannungspegel sind bezogen auf gemeinsame Masse + Problematisch bei großer Entfernung zwischen Empfänger und Sender → Noise)

• Differential (Spannungsunterschied zwischen 2 Leitungen trägt Information + Übertragung erfordert 1 Leitungspaar für jede Datenübertragung)

Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)

USART-Module: sync und async möglich(USART0, USART1, USART2,

Beispiel: 8E1 → 8 Datenbits, gerade Parität,

ADMUX: Wahl der Referenzspannung Wahl der analoger Eingangsspins für A/D Umsetzung

ADC SRB o Wahl der analogen Eingangsspins für A/D Umsetzung

o Single-Ended oder Differential Conversion

o FREE Running Mode oder manuelles Trigger

ADC SRA: Aktivieren und Starten der A/D Umsetzung + Prescaler + Interrupts

ADC L und ADC H

o Speicher Ergebnis der A/D Umsetzung

o Es ist CL, dann ADCH lesen (atomarer Zugriff)

  cli();

  wdt\_reset();

  // preparation for configuration:

  WDTCR |= (1 << WDE);

  // immediately afterwards

  // (within 4 clock cycles):

  // set timeout to 4 seconds and start WD

  // Hint: WDE bit must be cleared

  WDTCR |= (1 << WDF3) | (1 << WDE);

id setup(){  
    Serial.begin(9600);  
    delay(2000);  
    Serial.println("System restart");

// note: conversion is automatically triggered in free running mode

// read analog value, first LOW then HIGH register // activate interrupt on pin0 of

// PORT D (INT0) // configure pin 0 of PORT D as

'input' (PDI) DORD |= ~(1 << DD00); // pull up (manual p68)

PORTD |= (1 << PD0); // turn on INT0

EIMSK |= (1 << INT0); // set INT0 to trigger on falling edge

EICRA |= (1 << ISC01); // globally activate interrupts in SREG

//(alternative: SREG |= 128); sei(); // configure power-down mode

SMCR |= (1 << SM1);

void loop(){

  // enter sleep mode

  Serial.println("Going to sleep");

  delay(200);

  sleep\_mode();

  Serial.println("Waking up");

  delay(1000);

}

void setup(){  
    Serial.begin(9600);

  // data direction: set MOSI==DD03

  //to output, all other input

  DDRx |= (1 << DD03);

  // Slave Init: Enable SPI,

  //not setting MSTR means that it is a slave

  SPCR |= (1 << SPE);

  // send and receive data

  unsigned char spi\_transceive(unsigned char data){

  // set SS to low, activating slave, synchronization

  PORTS |= ~(1 << DD00);

  // start transmission by putting data into buffer

  SPDR = data;

  // wait until transmission completes

  while(SPDR & (1 << SPFR));

  // return received data

  char result = SPDR;

  // set SS to high, deactivate slave

  PORTS |= (1 << DD00);

  return result;

}

Startbedingung: Fallende Flanke

SDA + SCL=HIGH

Maximale Übertragungsrate: 400 kHz

Stopbedingung: Steigende Flanke SDA + SCL=HIGH

Datentransfer: Übertragung mehrere Bytes möglich. + Empfänger quittiert jedes einzelne Byte

Standard LCD-Displays bestehen aus • Steuereinheit / Controller • Eigentliches Display

Aufgabe der Steuereinheit: Definiert Aussehen und Form der verfügbaren Schriftzeichen CGRAM: Definiert das

Auflösung für jedes Schriftzeichen: 5 x 8 Pixel

Datenbus: 8- oder 4-Bit paralleler Datenbus Oder SPI, I2C

Pin 5: R/nichtW Schreiben oder lesen?

Mikrocontroller sende ASCII schreibe in Display RAM anzeigen Pin 5: R/nichtW Schreiben oder lesen?

DDRAM: Speichert welche Zeichen aktuell vom Display angezeigt werden. Jeder der 80 DRAM Positionen verweist auf eine CGRAM Adressse (spezifisch ASCII Code)

CGRAM besteht aus 2 Teilen ROM: Standardzeichen a-z, A-Z, ... + RAM: Hier kann Anwender eigene Zeichen definieren.

Sichtbarer Bereich Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt des DDRAM angezeigt. + Shift Operationen zum Verschieben des sichtbaren Ausschnitts

Wichtig: Es wird immer nur ein Ausschnitt