Addieren und Subtrahieren mit Mikrocontroller Atmega AT90162USB

Projekt:	Markus Sellner
Hardware:	AT90USB162 auf Entwicklerplatine AVR-USB-162 von Olimex erweitert um zwei 7-Segment-Anzeigen

Aufgabe:

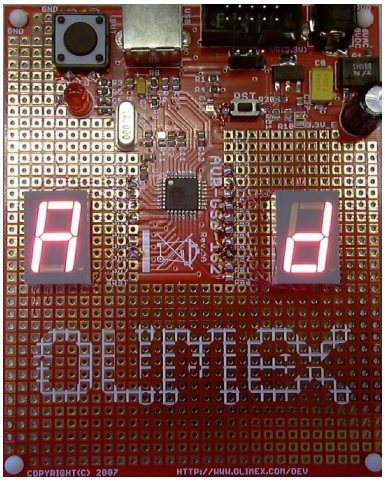
Mit dem Olimex-Testboard AVR-USB-162 wurde hier ein Addierer und Subtrahierer realisiert, der mit zwei 7-Segmentanzeigen und einem Taster bestückt ist.
Addiert und Subtrahiert werden je 2 Zahlen mittels Tastendruck.

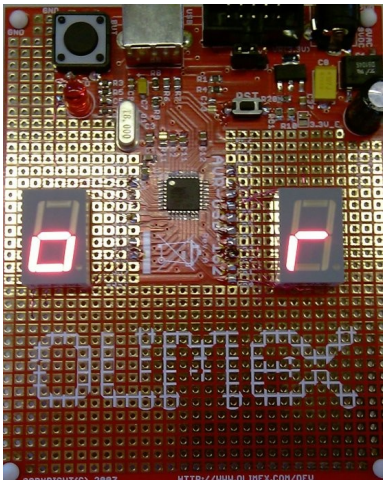
Realisierung allgemein:

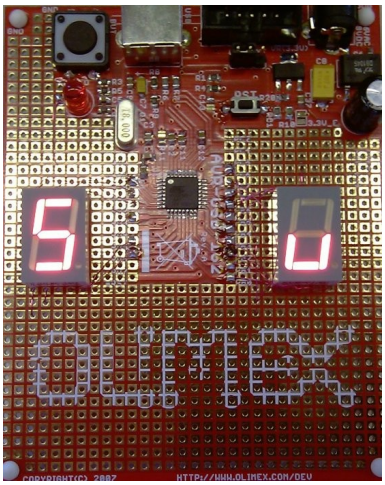
Damit man mit nur einem Taster eine Zahl auswählen kann, wurde ein Zähler eingesetzt der bei Tastendruck anhält und die Zahl in einer Variablen für die 1. Zahl speichert.
Ein weiterer Zähler läuft dann für die 2. Zahl die ebenfalls in einer Variablen gespeichert wird.
Das Ergebnis wird dann berechnet und danach ausgegeben.

Zur Unterscheidung zwischen Addition und Subtraktion wird am Anfang ein Menü angezeigt, das ebenfalls via Tastendruck ausgewählt werden kann.

Menüpunkt 1 ist die Addition mit der Anzeige „Ad“
Menüpunkt 2 ist die Subtraktion mit der Anzeige „Su“

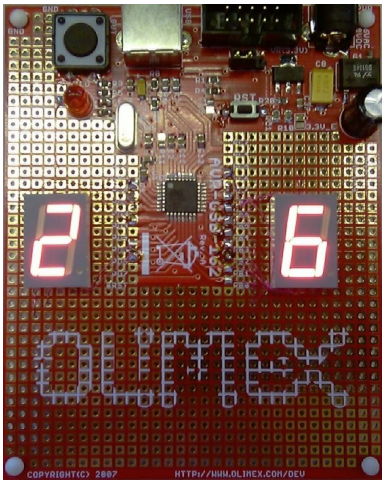


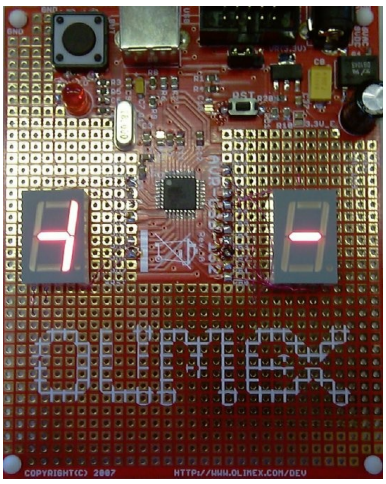


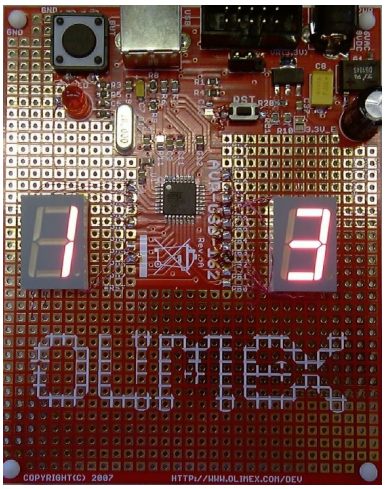


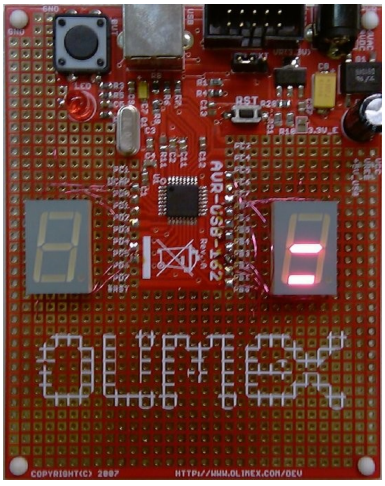
Realisierung Addition:

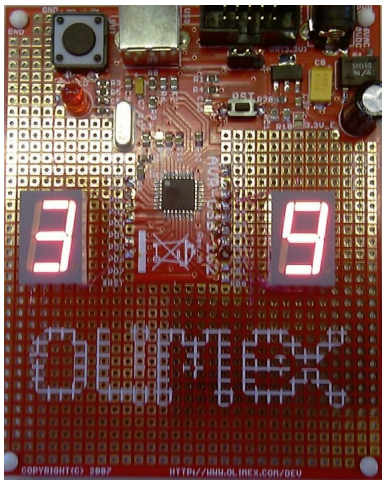
Bei der Addition läuft ein Zähler von 0 – 49. Sobald man den Taster drückt, wird die angezeigte Zahl mit den Variablen „i“ (Zehnerstelle) und „j“ (Einerstelle) an die Funktion „berechnung“ übergeben.
Dort werden Einer- und Zehnerstelle zusammengeführt und wieder der Funktion „addition“ zurückgegeben. Diese wird in der Variablen „zahl1“ gesichert.
Danach folgt ein weiterer Zähler von 0 – 49 (Dies ist erforderlich, damit bei der Addition nicht über die 99 hinaus gerechnet wird) mit gleicher Bearbeitung mit der Variablen „zahl2“.
Die Addition von „zahl1“ und „zahl2“ ergibt dann das Ergebnis (gesichert in „ergebnis“).
Um das Ergebnis wieder anzuzeigen, muss sie wieder in Einer- und Zehnerstelle zerlegt werden.





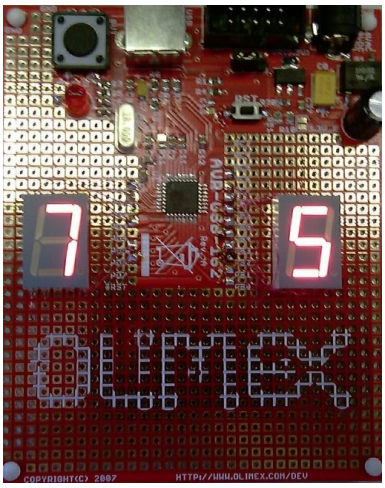


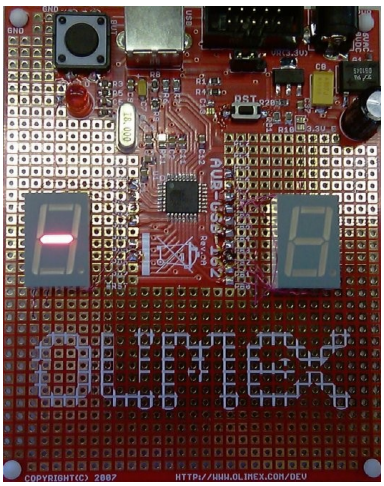


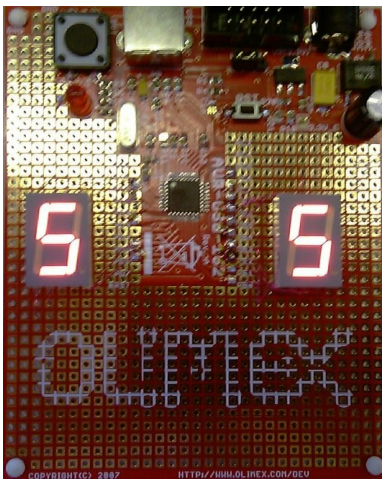


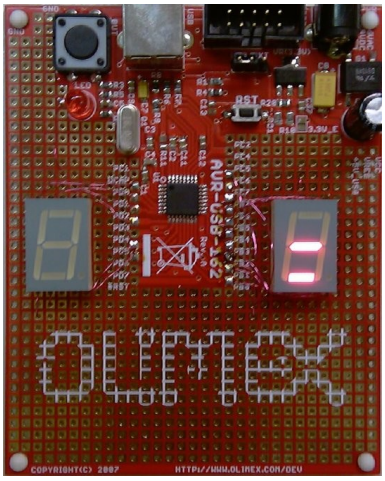
Realisierung Subtraktion:

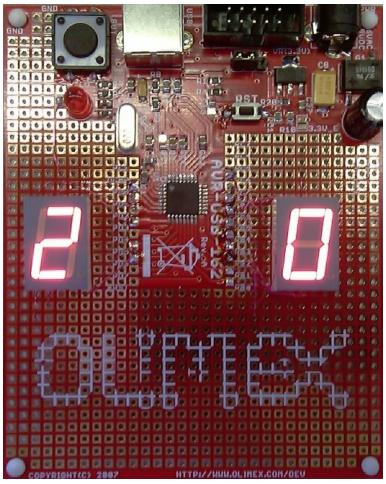
Bei der Subtraktion läuft zuerst ein Zähler von 99 – 0. Sobald man den Taster drückt, wird die angezeigte Zahl mit den Variablen „i“ (Zehnerstelle) und „j“ (Einerstelle) an die Funktion „berechnung“ übergeben. Dort werden Einer- und Zehnerstelle zusammengeführt und wieder der Funktion „subtraktion“ zurückgegeben. Diese wird in der Variablen „zahl1“ gesichert.
Danach folgt ein weiterer Zähler von 0 – 1. Zahl (Dies ist erforderlich, damit bei der Subtraktion kein negativer Wert herauskommt) mit gleicher Bearbeitung mit der Variablen „zahl2“.
Die Subtraktion von „zahl1“ und „zahl2“ ergibt dann das Ergebnis (gesichert in „ergebnis“).
Um das Ergebnis wieder anzuzeigen, muss sie wieder in Einer- und Zehnerstelle zerlegt werden.







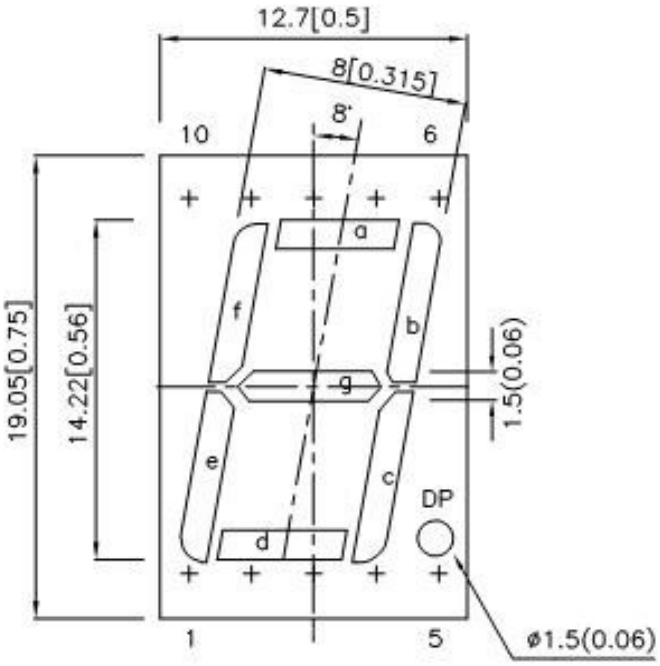




Hardware:

Der Mikrocontroller AT90USB162 von Atmel bietet 16kB Flash, 512B RAM und 512B EEPROM. Der Chip hat zusätzlich ein USB-Interface für Programmierung und USART-Kommunikation integriert. Die Entwicklerplatine AVR-USB-162 von Olimex übernimmt die Spannungsversorgung des Controllers, zusätzlich sind ein Reset-Button, ein Taster, eine LED und ein externer Quarz mit 8MHz im Lieferzustand enthalten. Die I/O-Pins sind auf Lötpunkten herausgeführt und die Platine hat einen Lochrasterbereich, so kann sie leicht mit Bauteilen erweitert werden. Für dieses Projekt wurden zwei 7-Segmentanzeigen von Kingbright (Abb.1) per Fädeldraht auf Port B, Port C und Port D angelötet, die genaue Belegung der Ports zeigt folgende Tabelle.

Die 7-Segmentanzeigen sind an Port B und Port C – D angeschlossen.



Die Belegung für PORT B (rechte 7-Segmentanzeige):

a = PORT B5 Hex 20
b = PORT B4 Hex 10
c = PORT B2 Hex 04
d = PORT B1 Hex 02
e = PORT B0 Hex 01
f = PORT B6 Hex 40
g = PORT B7 Hex 80

Die Belegung für PORT C – D (linke 7-Segmentanzeige):

a = PORT B5 Hex 20
b = PORT B4 Hex 10
c = PORT B2 Hex 04
d = PORT B1 Hex 02
e = PORT B0 Hex 01
f = PORT B6 Hex 40
g = PORT B7 Hex 80

Durch Addition der einzelnen Hex-Werte kann eine Zahl angezeigt werden.
Die Zahl 0 wird z. B. durch Hex 77 an Port B aufgerufen.
Die LED a,b,c,d,e,f wird mit Hex 20,10,04,02,01,40 zu Hex 77

Quellcode:

Das Programm für den Mikrocontroller wurde mit AVR Studio in C realisiert und mit Atmel Flip per USB übertragen. Nachfolgend der Quellcode des Programms.

Quellcode:

```
#include<avr\io.h>
#include<avr\wdt.h>

#ifndef F_CPU
#warning F_CPU wird nun mit 1000000 1MHz definiert
#define F_CPU 1000000
#endif
#include<util\delay.h>
#define ANZAHL_STABIL 1000                    //Anzahl der Entprell-Abfragen, bis PIN als "stabil" eingestuft wird

void entprellen(int);
int check_button();
void addition();
void subtraktion();
int berechnung(int, int);
                                                                    //Arrays mit Zahlen 0 - 9
static unsigned int arr_B[10] = {0x77,0x14,0xB3,0xB6,0xD4,0xE6,0xE7,0x34,0xF7,0xF6};      //Array für rechte Anzeige
static unsigned int arr_C[10] = {0xC0,0x00,0xC0,0x80,0x00,0x80,0xC0,0x00,0xC0,0x80};      //Array für linke Anzeige
static unsigned int arr_D[10] = {0x4E,0x48,0x0D,0x4D,0x4B,0x47,0x47,0x4C,0x4F,0x4F};      //Array für linke Anzeige

void entprellen(int pin)
{
        int i = 0;
```

```
	int CURRENT_STATE,LAST_STATE = 0;
	while(i<ANZAHL_STABIL)
	{
		i++;                                                    //Wenn der Pin nicht im last_state ist,
                                                                //den Counter zurücksetzen und den
                                                                //last_state anpassen. Es wurde ein
		CURRENT_STATE = (PIND & (1 << pin));                    //prellen erkannt.
		if(CURRENT_STATE != LAST_STATE)
		{
			i = 0;
			LAST_STATE = CURRENT_STATE;
		}
	}
}

int check_button()
{
	if(PIND & (1 << 7))
	{
		return 0;
	}
	entprellen(7);
	while((PIND & (1 << 7)) == 0);
	entprellen(7);
	return 1;                                                   //Rückgabe 1 wenn Taster gedrückt.
}

void addition()
{
	int i,j,push = 0;
	int zahl1 = 0, zahl2 = 0, ergebnis = 0;
	while(push != 1)                                            // Ausführen, solange kein Tastendruck
	{
		for(i=0;i<5;i++)                                        //Zähler für die 1. Zahl von 0 - 49
		{
			PORTC = arr_C[i];
			PORTD = arr_D[i];
			for(j=0;j<10;j++)                                   //Zähler für die 1. Zahl von 0 - 49
			{
				PORTB = arr_B[j];
				_delay_ms(400);
				push = check_button();                          //Abfrage ob Taste gedrückt wurde
				if(push == 1)                                   //Wenn Taste gedrückt wurde ->
				{
					zahl1 = berechnung(i,j);   //Berechnung aus Einer- und Zehner-Zahl
					i = 10;
					j = 10;
					break;                                      //Ende des Zählers für 1. Zahl
				}
			}

		}
	}

	push = 0;
	PORTB = 0x00;                                               //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
	PORTC = 0x00;
	PORTD = 0x00;
	_delay_ms(1500);                                            //Ausgabe eines + Zeichens über
	PORTB = 0x80;                                               //PORTB
	PORTD = 0x49;                                               //PORTC - D
	_delay_ms(3500);
	PORTB = 0x00;                                               //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
	PORTC = 0x00;
	PORTD = 0x00;
```

```
	while(push != 1)                                        // Ausführen, solange kein Tastendruck
	{
		for(i=0;i<5;i++)                                    //Zähler für die 2. Zahl von 0 - 49
		{
			PORTC = arr_C[i];
			PORTD = arr_D[i];
			for(j=0;j<10;j++)                               //Zähler für die 2. Zahl von 0 - 49
			{
				PORTB = arr_B[j];
				_delay_ms(400);
				push = check_button();                      //Abfrage ob Taste gedrückt wurde
				if(push == 1)                               //Wenn Taste gedrückt wurde ->
				{
					zahl2 = berechnung(i,j);   //Berechnung aus Einer- und Zehner-Zahl
					i = 10;
					j = 10;
					break;                                  //Ende des Zählers für 2. Zahl
				}
			}

		}
	}

	push = 0;
	PORTB = 0x00;                                           //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
	PORTC = 0x00;
	PORTD = 0x00;
	_delay_ms(1500);                                        //Ausgabe eines = Zeichens über
	PORTB = 0x82;                                           //PORTB
	_delay_ms(3500);
	PORTB = 0x00;                                           //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
	PORTC = 0x00;
	PORTD = 0x00;

	ergebnis = zahl1 + zahl2;                               //1. Zahl addiert mit 2. Zahl ergibt Ergebnis
	i = ergebnis / 10;                                      //Zehner-Zahl berechnen vom Ergebnis
	j = ergebnis % 10;                                      //Einer-zahl berechnen vom Ergebnis

	PORTB = arr_B[j];                                       //Ausgabe Zehner-Zahl vom Ergebnis
	PORTC = arr_C[i];                                       //Ausgabe Einer-Zahl vom Ergebnis
	PORTD = arr_D[i];                                       //Ausgabe Einer-Zahl vom Ergebnis
	_delay_ms(10000);
}

void subtraktion()
{
	int i,j,max_i = 0,max_j = 0,push = 0;
	int zahl1 = 0, zahl2 = 0, ergebnis = 0;
	while(push != 1)                                        // Ausführen, solange kein Tastendruck
	{
		for(i=9;i>=0;i--)                                   //Zähler für die 1. Zahl von 99 - 0
		{
			PORTC = arr_C[i];
			PORTD = arr_D[i];
			for(j=9;j>=0;j--)
			{
				PORTB = arr_B[j];
				_delay_ms(400);
				push = check_button();                      //Abfrage ob Taste gedrückt wurde
				if(push == 1)                               //Wenn Taste gedrückt wurde ->
				{
					zahl1 = berechnung(i,j);               //Berechnung aus Einer- und Zehner-Zahl
					max_i = i;
					max_j = j;
```

```
                                        i = 0;
                                        j = 0;
                                        break;                          //Ende des Zählers für 1. Zahl
                                }
                        }

                }
        }

push = 0;
PORTB = 0x00;                                                           //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
PORTC = 0x00;
PORTD = 0x00;
_delay_ms(1500);                                                        //Ausgabe eines - Zeichens über
PORTB = 0x00;                                                           //PORTB
PORTD = 0x01;                                                           //PORTC - D
_delay_ms(3500);
PORTB = 0x00;                                                           //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
PORTC = 0x00;
PORTD = 0x00;

while(push != 1)                                                        // Ausführen, solange kein Tastendruck
{
        for(i=0;i<=max_i;i++)                                           //Zähler für die 2. Zahl von 0 - 1. Zahl
        {
                PORTC = arr_C[i];
                PORTD = arr_D[i];
                if(i != max_i)
                {
                        for(j=0;j<10;j++)
                        {
                                PORTB = arr_B[j];
                                _delay_ms(400);
                                push = check_button();                  //Abfrage ob Taste gedrückt wurde
                                if(push == 1)                           //Wenn Taste gedrückt wurde ->
                                {
                                        zahl2 = berechnung(i,j);        //Berechnung aus Einer- und Zehner-Zahl
                                        i = 10;
                                        j = 10;
                                        break;                          //Ende des Zählers für 2. Zahl
                                }
                        }
                }
                else
                {
                        for(j=0;j<max_j;j++)
                        {
                                PORTB = arr_B[j];
                                _delay_ms(400);
                                push = check_button();                  //Abfrage ob Taste gedrückt wurde
                                if(push == 1)                           //Wenn Taste gedrückt wurde ->
                                {
                                        zahl2 = berechnung(i,j);        //Berechnung aus Einer- und Zehner-Zahl
                                        i = 10;
                                        j = 10;
                                        break;                          //Ende des Zählers für 2. Zahl
                                }
                        }
                }
        }
}

push = 0;
PORTB = 0x00;                                                           //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
PORTC = 0x00;
```

```
	PORTD = 0x00;
	_delay_ms(1500);                                    //Ausgabe eines = Zeichens über
	PORTB = 0x82;                                       //PORTB
	_delay_ms(3500);
	PORTB = 0x00;                                       //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
	PORTC = 0x00;
	PORTD = 0x00;

	ergebnis = zahl1 - zahl2;                           //1. Zahl subtrahiert mit 2. Zahl ergibt Ergebnis
	i = ergebnis / 10;                                  //Zehner-Zahl berechnen vom Ergebnis
	j = ergebnis % 10;                                  //Einer-zahl berechnen vom Ergebnis

	PORTB = arr_B[j];                                   //Ausgabe Zehner-Zahl vom Ergebnis
	PORTC = arr_C[i];                                   //Ausgabe Einer-Zahl vom Ergebnis
	PORTD = arr_D[i];                                   //Ausgabe Einer-Zahl vom Ergebnis
	_delay_ms(10000);
}

int berechnung(int i, int j)
{
	int ergebnis;                                       //Da die Einer- und Zehnerstelle der Zahl
	i = i * 10;                                         // getrennt sind, werden sie hier zusammen-
	j = j * 1;                                          // gefügt
	ergebnis = i + j;                                   //Einer- und Zehner-Zahl miteinander addieren
	return ergebnis;                                    //Rückgabe Ergebnis an die jeweilige Funktion
}

int main(void)
{
	int push = 0;
	DDRB = 0xff;                                        //PORTB 0-7 als Ausgang
	DDRC = 0xC0;                                        //PORTC 6-7 als Ausgang
	DDRD = 0xCF;                                        //PORTD 0-3,6 als Ausgang
	PORTB = 0x00;                                       //PORTB keine Ausgabe
	PORTC = 0x00;                                       //PORTC keine Ausgabe
	PORTD = 0x00;                                       //PORTD keine Ausgabe
	DDRD &= ~(1 << 7);
	_delay_ms(2500);

	while(1)
	{                                                   //Ausgabe von Menüpunkt 1 „Ad“
		PORTB = 0x97;                                   //PORTB
		PORTC = 0x40;                                   //PORTC
		PORTD = 0x4F;                                   //PORTD
		_delay_ms(2500);
		push = check_button();                          //Abfrage ob Taste gedrückt wurde
			if(push == 1)                           //Wenn Taste gedrückt wurde ->
				{
					addition();             //Führe Additionsprogramm aus
				}
		PORTB = 0x00;                                   //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
		PORTC = 0x00;
		PORTD = 0x00;
		_delay_ms(1000);                                //Ausgabe von „or“ für oder(english)
		PORTB = 0x81;                                   //PORTB
		PORTC = 0xC0;                                   //PORTC
		PORTD = 0x41;                                   //PORTD
		_delay_ms(2500);
		PORTB = 0x00;                                   //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
		PORTC = 0x00;
		PORTD = 0x00;
		_delay_ms(1000);                                //Ausgabe von Menüpunkt 1 „Su“
		PORTB = 0x07;                                   //PORTB
		PORTC = 0x80;                                   //PORTC
		PORTD = 0x47;                                   //PORTD
```

```
                _delay_ms(2500);
                push = check_button();                          //Abfrage ob Taste gedrückt wurde
                        if(push == 1)                           //Wenn Taste gedrückt wurde ->
                                {
                                        subtraktion();          //Führe Subtraktionsprogramm aus
                                }
                PORTB = 0x00;                                   //Keine Ausgabe auf 7-Segmentanzeige
                PORTC = 0x00;
                PORTD = 0x00;
        }
        return 0;
}
```