

# Vorgaben für die Softwareentwicklung

## Student Group

| First Name | Surname | Matrikel Nr. |
|------------|---------|--------------|
|            |         |              |
|            |         |              |
|            |         |              |

## Table of Contents

|  |    |
|--|----|
| <b>Vorgaben für die Softwareentwicklung</b> .....      | 2  |
| <b><i>Codierung und Programmierung</i></b> .....       | 2  |
| Generelles .....                                       | 2  |
| Kommentare .....                                       | 2  |
| Makros .....   | 4  |
| Konstanten .....                                       | 4  |
| Variablen - leserlich, initialisiert und separat ..... | 5  |
| Anweisungsblöcke und Funktionen .....                  | 6  |
| Programmoptimierung - kurz und übersichtlich .....     | 7  |
| <b>Bewertung</b> .....                                 | 14 |

# Vorgaben für die Softwareentwicklung

## Codierung und Programmierung

### Generelles

- Es empfiehlt sich für alle definierten und deklarierten Namen die Englische Sprache zu verwenden. Für Variablen, Funktionen und Kommentare darf die Deutsche Sprache genutzt werden.
- Eine detailliertere Liste ist im [Embedded System development Coding Reference Guide](#) zu finden.
- Neben der Struktur beim Programmieren zählt auch eine interessante und schöne Umsetzung für den Nutzer in die Bewertung.

### Kommentare

- Stellen Sie Ihrem Programm einen beschreibenden Kommentar voran.
- Dieser sollte in der Form sein, wie die Beschreibung in den Übungsprogrammen.
- Beschreiben Sie darin, ob
  - weitere c- oder h-files eingebunden müssen
  - Jumper gesetzt / geöffnet werden müssen
  - spezielle Hardware genutzt werden muss

### Beschreibung

```

/*
=====

mein Programm:      Programmbeispiel für mich
=====

Dateiname:         MEXLE_MeinProgramm.c

Autoren:           Max Integer (Hochschule Heilbronn)

Version:           0.5 vom 29.02.2019

Hardware:          z.B. MiniMEXLE Ver. 3.0 (oder angepasste Version 2.0) oder
MEXLE2020          AVR-USB-PROGI Ver. 2.0

Software:          Atmel Studio Ver. 7.0.1417

Funktion:          Diese Programm sol eine einfaches Beispiel der Ein- und
Ausgabe am MiniMEXLE sein.
                   Es wird ein einfacher Zähler hoch- oder heruntergezählt

Displayanzeige:   Start (fuer 2s):          Betrieb:
                   +-----+              +-----+
                   | Mein Programm |      | Counter 0          |

```

```

          | Zaehler |          | Up Down |
          +-----+          +-----+

Tastenfunktion:  S2:   Up   (zaehlt Counter aufwaerts. Überlauf bei 255)
                  S3:   Down (zaehlt Counter abwaerts. Unterlauf bei 0)

Jumperstellung: keine Auswirkung

Fuses im uC:    CKDIV8: Aus   (keine generelle Verteilung des Takts)

Header-Files:   lcd_lib_de.h (Library zur Ansteuerung LCD-Display Ver.
1.2)

Module:         1) get_switch_state: Schalter einlesen
                  2) set_display_values: Werte ausgeben

                1) get_switch_state:   ...
                3) set_display_values:   ...

=====
= */
    
```

- Es empfiehlt sich die Code-Kommentierung zeilenweise durchzuführen. Schreiben Sie dabei nicht, was im Code bereits steht, sondern was Sie mit dem Code bezwecken.

Beispiel für Code-Kommentierung

|          |   |
|----------|---|
| SCHLECHT | <code>if(i==0) output=0; // wenn i = 1, output=0</code>                                 |
| GUT      | <code>if(i==0) output=0; // nur für erstes Element wird der Output zurückgesetzt</code> |

- Während der Entwicklungsphase kann es sich anbieten Code testweise auszukommentieren. Für die finale Version sollten die Kommentare aber "sauber" sein.
- Falls es alternative Werte gibt, welche optional sinnvoll sind, können diese und deren Konsequenzen in ein Kommentar gepackt werden.

Beispiel für auskommentierten Code

|          |   |
|----------|---|
| SCHLECHT | <pre> ...     if (i==1) output("eins"); // ToBeChanged: noch an Zähler anpassen //    if (i==3) output("null"); //    if (i==4) montagA(); //    if (i==5) ??; ...                 </pre>     |
| GUT      | <pre> ...     if (i==STARTWERT) LCDoutput(startAusgabe); // nur bei i=1 erfolgt eine Ausgabe // bei den anderen Werten erübrigt sich die // Ausgabe, weil i &lt;=1 ...                 </pre> |

## Makros

- Nutzen Sie für die Manipulation von Bits die vorgegebenen Makros.
- Beim Erstellen von eigenen Makros sollte auf Querwirkungen geachtet werden, da ein Makro eine Codeersetzung vor dem Compiler durchführt.

### Beispiel für die vordefinierten Makros

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> #define TWICE(x) 2*x // Port-Bit Setzen  void main() {     ...     PORTD = PORTD &amp; 64;     alterWert = 4;     neuerWert = TWICE(alterWert+2); // durch das Makro wird der Code nur ersetzt     // es ergibt sich also neuerWert = 2*alterWert+2     // der Compiler wertet dieses über Punkt vor Strich aus     // es ergibt sich also 2*4+2=10 und nicht 2*(4+2)=12     ... } </pre> |
| <b>GUT</b>      | <pre> // Makros #define SET_BIT(PORT, BIT) ((PORT)  = (1 &lt;&lt;(BIT))) // Port-Bit Setzen #define CLR_BIT(PORT, BIT) ((PORT) &amp;= ~(1 &lt;&lt;(BIT))) // Port-Bit Loeschen #define TGL_BIT(PORT, BIT) ((PORT) ^= (1 &lt;&lt;(BIT))) // Port-Bit Toggeln  void main() {     ...     CLR_BIT(PORTD, ENABLE);     alterWert = 4;     neuerWert = 2*(alterWert+2);     ... } </pre>             |

## Konstanten

- Konstanten per `#define` sollten z.B. für die feste Größe von Arrays verwendet werden. Sie können (bzw. werden) auch für hardwarenahe Werte, wie Portnummern, genutzt werden.
- Auch Werte in enum sind Konstanten. Für Konstanten mit ähnlichem Hintergrund (z.B. Tage, s.u.) sollten enum genutzt werden. Damit können Variablen auch als enum-Typ definiert werden, was den Code leserlicher macht.
- Bei Defines wird keine Typisierung überwacht. Ist dies notwendig empfiehlt es sich `const` Variablen zu nutzen.
- Konstanten per `#define` oder enum sind komplett in **Großbuchstaben** zu schreiben, um diese von Variablen zu unterscheiden.
- Falls Sie aus mehreren Wörtern zusammengefügt sind, sollten Sie **mit Unterstrich** getrennt

werden.

```
enum tage {MONTAG, DIENSTAG, MITTWOCH, DONNERSTAG, FREITAG, SAMSTAG, SONNTAG};
```

```
for (enum tage aktuellerTag = MONTAG; aktuellerTag <= SONNTAG;
aktuellerTag++)
{...};
```

### Beispiel für Konstanten

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre>// Konstanten #define CONST1 1.414 // Korrekturwert #define PORT1 4 // Erster Port #define gameIntro 0 // Spiel Zustand: aktuell wird das Intro gezeigt #define gameStarted 1 // Spiel Zustand: aktuell ist das Spiel gestartet #define gamePaused 2 // Spiel Zustand: aktuell ist das Spiel pausiert #define gameEnded 3 // Spiel Zustand: aktuell ist das Spiel zu Ende. Highscore etc wird angezeigt ... int ZeichenAufLCD[2][16]=0; ...</pre> |
| <b>GUT</b>      | <pre>// Konstanten #define Sqrt_of_2 1.414 // Wurzel aus 2 #define FIRST_PORT 4 // Erster Port für die Eingabe #define XMAX_LCD 2 // Anzahl der Zeilen #define YMAX_LCD 16 // Anzahl der Spalten enum gameStates{     GAMESTATE_INTRO,     GAMESTATE_STARTED,     GAMESTATE_PAUSED,     GAMESTATE_ENDED}; ... int ZeichenAufLCD[XMAX_LCD][YMAX_LCD]=0; ...</pre>   |

### Variablen - leserlich, initialisiert und separat

- Wenn sich Werte im Programm zur Laufzeit ändern, so sollten diese als Variable angelegt werden.
- Nutzen Sie soweit es geht const Variablen für alle Werte im Programm, welche zur Laufzeit nicht mehr geändert werden. **Wichtig:** Das gilt z.B. für Grenzen von Schleifen ( for(int i=0; i<iMax;i=i+1)) oder für Sonderzeichen. Bei größeren Programmen biete es sich an die const

Variablen mit in einem separaten header zu pflegen.

- Variablen beginnen mit Kleinbuchstaben.
- Falls Sie aus mehreren Wörtern zusammengefügt sind, so werden die folgenden Wörter **ohne Unterstrich** direkt angefügt, aber groß geschrieben. Dies wird auch als "BinnenMajuskel" oder "camelCase" bezeichnet.
- Vermeiden Sie zu allgemeine Namen, wie anzahl, uebergabewert oder string. Sinnvoller sind Namen, wie anzahlBuchstaben, stunden, ausgabeString. Durch die Autovervollständigung (Vorschläge unter dem eingegebenen Text) sind auch längere Namen schnell einzugeben, bzw mit Cursortasten und TAB auswählbar.
- Nutzen sie auch bei Zählvariablen aussagekräftige Namen.
- Auch kann eine zu allgemeine Deklaration kann zu Problemen führen. Schlecht ist z.B. "int a;".
- Es bietet sich an bei der Definition bereits zu initialisieren. Gut ist also "bool a=1;".

### Beispiel für Variablen

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre>// Variablen int    spieler = 2;           // unklar, ob Konstante int    gem_Lae_1;           // unklar, ob es ein Vorzeichen besitzt;                                 // unklar, ob es nur 8bit sein sollten char   gem_Lae_2;           // unklar, welche Länge gemeint ist char   wasKopie2;           // unklar, ob es ein Vorzeichen besitzt;                                 // unklar, welche Länge gemeint ist                                 // unklar, Was was ist</pre> |
| <b>GUT</b>      | <pre>// Variablen const int    maxAnzSpieler = 2; // Maximale Anzahl der Spieler uint8_t      gemesseneLaenge = 0; // gemessene Länge in Meter unsigned char gemesseneBreite = 0; // gemessene Breite in Meter bool         zeichenAusgabe = 1; // Wahrheitswert zur Anzeige, ob                                 // ein Zeichen ausgegeben werden darf</pre>  |

### Anweisungsblöcke und Funktionen

- Teilen Sie Ihr Projekt in sinnvolle Unterstrukturen. Diese sind meist Funktionen. Die Unterstrukturen sollten nicht zu groß werden, um die Übersichtlichkeit zu bewahren.
- Bei größeren Programmen ist auch die Aufteilung in mehrere Dateien sinnvoll, also z.B. main.c, LED.c, motorDriver.c. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass globalen Variablen und Konstanten jeweils nur im Kontext der einzelnen Dateien genutzt werden und, dass header-Dateien angelegt werden. Das ermöglicht ein separates Testen der unterschiedlichen Dateien (z.B. mit einer Datei testLED.c, welche LED.h include't).
- Nutzen Sie den Zeileneinschub den AtmelStudio automatisch anbietet.
- Für die Benennung von Funktionen bietet sich - wie bei Variablen - camelCase an. Zum leichteren Verständnis sollten die Funktionsnamen aus Objekt(e) und Verb zusammengesetzt werden (z.B. bool isI2cMessageNotSent() oder void sentI2cMessage()). Damit wird der Code besser lesbar, Z.B. if (isI2cMessageNotSent()) sentI2cMessage()
- Vermeiden Sie zu viele Leerzeilen.
- Stellen Sie auch jeder Funktion eine kurze Beschreibung voran. Aus dieser sollte hervorgehen, was Sinn und Zweck der Funktion ist.

## Beispiel für Anweisungsblöcke

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre>uint8_t unter2_neu(uint8_t Was) {     int a;     for(a=10;a&lt;20;a++)     {         if(arr[a]==Was)         {             return a;         };     };     return 0; }</pre>  |
| <b>GUT</b>      | <pre>uint8_t schluesselPositionFinden(uint8_t schluessel) /*   Das Array schluesselArray wird nach dem übergebenen Schlüssel durchsucht.    Wird der Schlüssel gefunden, so wird die Position zurückgegeben.    Wird der Schlüssel nicht gefunden, so wird 0 zurückgegeben. */ {     int aktuelleSchluesselPosition=0;     for( a=ersteSchluesselPosition ; a&lt;=letzteSchluesselPosition ; aktuelleSchluesselPosition++)     {         // durchlaufe alle Schlüsselpositionen         if(schluesselArray[aktuelleSchluesselPosition]==schluessel) return aktuelleSchluesselPosition;         // falls Schlüssel gefunden,     };         // gib die erste Position zurück     return 0; } In diesem Beispiel wäre der Funktionsname schluesselPosition statt schluesselPositionFinden auch geeignet gewesen.</pre> |

## Programmoptimierung - kurz und übersichtlich

- Ziel ist ein leicht lesbarer und wartbarer Code. Halten Sie deswegen alle Funktionen schlank - auch void main(). Als Faustformel wären 100 Zeilen für eine Funktion zu groß, 20...50 Zeilen gut.
- Versuchen Sie sinnvolle Unterfunktionen zu programmieren. Trennen Sie Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe.
- Überlegen Sie sich immer wenn Sie im Code Copy-Paste nutzen, warum dies nicht als Unterfunktion lösbar ist.

## Beispiel für ähnliche Zeilen

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> ...     temp = hunderter;     lcd_goto(1,0);     lcd_putc(0x30 + temp%10);      temp = zehner;     lcd_goto(1,1);     lcd_putc(0x30 + temp%10);      temp = einser;     lcd_goto(1,2);     lcd_putc(0x30 + temp%10); ... </pre>  |
| <b>GUT</b>      | <pre> #define ASCII_ZERO 0x30 #define MOD_TEN 10  #define DISP_LINE1 1  #define DISP_POS0 0 #define DISP_POS1 1 #define DISP_POS2 2  ... void printDecimalDigit(int x, int y, int DigitToBePrint) {     lcd_goto(x,y);     lcd_putc(ASCII_ZERO + DigitToBePrint%MOD_TEN ); }; ...     printDecimalDigit(DISP_LINE1, DISP_POS0, hunderter);     printDecimalDigit(DISP_LINE1, DISP_POS1, zehner);     printDecimalDigit(DISP_LINE1, DISP_POS2, einer); ... </pre> |

- Prüfen Sie, ob aufeinanderfolgende, ähnliche if-Anweisungen sich nicht direkt über Arrays lösen lassen (Beispiel Verzweigungen 1). Wählen Sie bei Verzweigungen statt vielen if-Anweisungen mit ähnlichen Bedingungen Switch-Case-Anweisungen (Beispiel Verzweigungen 2). Falls diese nicht möglich sind, eine For-Schleife und Arrays (Beispiel Verzweigungen 3).
- Auch Switch case kann auch durch verschiedene Vereinfachungen noch verbessert werden.

### Beispiel für Verzweigungen 1 - Umwandlung in Array

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> ...     if (i==0) output("null");        // wenn 0 dann null     if (i==1) output("eins");       // wenn 1 dann eins     if (i==2) output("zwei");       // wenn 2 dann zwei     if (i==3) output("drei");       // wenn 3 dann drei     if (i==4) output("vier");       // wenn 4 dann vier     if (i==5) output("fünf");       // wenn 5 dann fünf ... </pre> |
|-----------------|---|

|            |  |
|------------|--|
| <b>GUT</b> | <pre> #define MAX_ANZ_AUSGABE 6 #define MAX_ZEICHEN_AUSGABE 4 ... char AusgabeZahl[MAX_ANZ_AUSGABE][MAX_ZEICHEN_AUSGABE] = {     "null",     "eins",     "zwei",     "drei",     "vier",     "fünf" }; ... outputToLCD(AusgabeZahl[i]); ... </pre> |
|------------|--|

### Beispiel für Verzweigungen 2 - Umwandlung in Switch-Case

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> ... if (i==0) doZero;    // wenn 0 dann null if (i==1) doOne;    // wenn 1 dann eins if (i==2) doTwo;    // wenn 2 dann zwei if (i==3) doThree;  // wenn 3 dann drei if (i==4) doFour;   // wenn 4 dann vier if (i==5) doFive;   // wenn 5 dann fünf ... </pre>                              |
| <b>GUT</b>      | <pre> ... switch(i) {     case 1: doOne; break;    // könnte alternativ auch     case 2: doTwo; break;    // über Pointer auf Funktionen     case 3: doThree; break;  // wie Beispiel 3 gelöst     case 4: doFour; break;   // werden     case 5: doFive; break;     default: break; }; ... </pre> |

### Beispiel für Verzweigungen 3 - Optimierung von Switch-Case

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>OPTIMIERBAR</b> | <pre> ...     switch(i) {         case 1: doOne; break; // - die ersten beiden Cases         case 2: doOne; break; // haben die gleichen Konsequenzen         case 3: doThree;doFour;doFive; break; // - hier werden - je nach Zahl -         case 4: doFour;doFive; break; // nach und nach aufeinanderfolgende         case 5: doFive; break; // Funktionen aufgerufen         case 6: doOne; break; // - hier haben mehrere Cases         case 7: doOne; break; // haben die gleichen Konsequenzen         case 8: doOne; break; //         case 9: doOne; break; //         default: break;     }; ... </pre> |
| <b>BESSER</b>      | <pre> ...     switch(i) {         case 1, 2, 6...9 : doOne; break; // Einzelne Zahlen können mit Komma getrennt und Gruppen mit '...' kombiniert werden         case 3: doThree; // ohne Break werden alle folgenden Befehle bis zum nächsten Break ausgeführt         case 4: doFour;         case 5: doFive;         default: break;     }; ... </pre>  |

### Beispiel für Verzweigungen 4 - Umwandlung in For-Next

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> ...     if (( 0&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;= 7)) j=j+2;     if (( 7&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=12)) j=j+5;     if ((12&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=20)) j=j+3;     if ((20&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=22)) j=j+10;     if ((22&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=60)) j=j+7;     if ((60&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=85)) j=j+1; ... </pre> |
| <b>GUT</b>      | <pre> ...     int maxSteps = 6;     int Grenze[maxSteps+1] = { 0, 7,12,20,22,60,85};     int jSummand[maxSteps] = { 2, 5, 3,10, 7, 1};      for(int steps; steps&lt;maxSteps+1; steps++) {         if( (Grenze[steps] &lt; i) &amp;&amp; (i &lt;= Grenze[steps+1]) ) j = j + jSummand[steps];     }; ... </pre>       |

- Falls Sie if-Ausdrücke nutzen, für welche vorherige Fälle nicht gelten, so überprüfen Sie

folgende Punkte. Wenn die if-Ausdrücke ausschließlich gegenseitig ausschließende Bedingungen beinhalten, so nutzen Sie "else if" (Beispiel Verzweigungen 4). Falls unabhängig von den Bedingungen Anfangs- oder Endanweisungen immer ausgeführt werden, so sollten diese nicht im if-Ausdruck stehen (Beispiel Verzweigungen 5).

#### Beispiel für Verzweigungen 4 - Verwenden von Else if

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> ...     if (( 0&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;= 7)) j=j+2;     if (( 7&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=12)) {         j=j+5;         DoOne;     }     if ((12&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=20)) j=j+3; ... </pre>                          |
| <b>GUT</b>      | <pre> ...     if (( 0&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;= 7)) { j = j + 2;}     else if (( 7&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=12)) {         j=j+5;         DoOne;     }     else if ((12&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=20)) { j = j + 3;}; ... </pre> |

#### Beispiel für Verzweigungen 5 - Reduzieren der Anweisungen

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> ...     if (i&lt;=7) {         j=j+2;         DoOne;     }     else if (( 7&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=12)) {         j=j+5;         DoZero;         DoOne;     }     else if (12&lt;i){         j=j+3;         DoZero;         DoOne;     }; ... </pre> |
|-----------------|---|

|            |   |
|------------|---|
| <b>GUT</b> | <pre> noch leserlich: ...     if      (i&lt;=7) {         j=j+2;     }     else if (( 7&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=12)) {         j=j+5;         DoZero;     }     else if (12&lt;i){         j=j+3;         DoZero;     };     DoOne; ... auch möglich, aber etwas schwerer leserlich: ...     if      (i&lt;=7)          j=j+2;     else{if      (( 7&lt;i) &amp;&amp; (i&lt;=12))  j=j+5;         else if      (12&lt;i)          j=j+3;         DoZero;     };     DoOne; ... </pre> |
|------------|---|

- Nutzen Sie im main() immer eine Endlosschleife, um an den Anfang zurückzukehren. Bitte verwenden Sie dazu nicht den Aufruf von main() in main(!) Der Mikrocontroller legt dabei jedesmal neu Rücksprungadresse und Variablenzustände im Speicher ab und füllt diesen so auf. Korrekt wäre die Verwendung einer Endlosschleife.
- Verwenden Sie nie den Goto-Befehl. Wird durch diesen eine Schleifenende u.ä. übersprungen, so werden die Speicherbereiche für die nur dort verwendeten Variable nicht freigegeben.
- Wenn Sie aus verschachtelten Schleifen zurückkehren wollen, sollten Sie break und ein Flag nutzen.

### Beispiel für Schleifen 1 - main()

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> void main() {     initAll;     while(1){          // es wäre auch for(;;){} möglich         Eingabe;         Verarbeitung;         if (CancelButton==1) main;         Ausgabe;     } } </pre> |
|-----------------|---|

|            |   |
|------------|---|
| <b>GUT</b> | <pre> void main() {     initOneTimeFunctions;      while(1){ // äußere Endlos-Schleife         initOtherFunctions;         CancelButton = 0;         while(!CancelButton){ // innere Schleife mit Abbruchbedingung             Eingabe;             Verarbeitung;             if (!CancelButton) Ausgabe;         };     } } </pre> |
|------------|---|

### Beispiel für Schleifen 2 - Abbrechen von verschachtelten Schleifen

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre> for(int xpos=0;xpos&lt;10;xpos++){     initYPos;     for(int ypos=0;ypos&lt;20;ypos++){         Eingabe;         Verarbeitung;         if (CancelButton) goto Abbruch;     }; } Abbruch: ... </pre>   |
| <b>GUT</b>      | <pre> int xposMax=10, yposMax=20;  for(int xpos=0 ; xpos&lt;xposMax ; xpos++){     initYPos;     for(int ypos=0 ; ypos&lt;yposMax ; ypos++){         Eingabe;         Verarbeitung;         if (CancelButton) break; // bricht nur die ypos- Schleife ab!     };     if (CancelButton) break; // bricht die xpos-Schleife ab // CancelButton ist hier ein Flag } ... </pre> <p><b>Beachten Sie, dass in diesem Fall CancelButton eine Variable sein muss und sich zwischen den beiden if-Bedingungen nicht ändern darf (z.B. durch Interrupts).</b></p> |

- `_delay_ms()` und `_delay_us()` sind zu 99% nicht notwendig. Verwenden Sie stattdessen Interrupts, bzw. Timer. Es können z.B. durch Interrupts Takte angelegt werden: `takt10ms`, `takt100ms`, `takt1s`. Diese können dann im `main()` Verzweigungen in einer Zustandsmaschine auslösen.
- Wenn Sie Zahlen in Variablen speichern und diese auch mathematisch weiterverwenden, so wandeln Sie diese Variable erst bei der Ausgabe in das ASCII-Format um.

## Beispiel für Variablen mit Ausgabe

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>SCHLECHT</b> | <pre>... Zahlenwert = (ADC_Wert/10)%10 + 0x30; Zahlenwerte[i] = Zahlenwert; Flaeche = (Zahlenwert - 0x30 ) * Breite; LCD_putc(Zahlenwerte[i]); ...</pre>                                       |
| <b>GUT</b>      | <pre>#define ASCII_ZERO 0x30 #define MOD_TEN 10 ... Laenge      = (ADC_Wert/MOD_TEN)%MOD_TEN; Laengen[i]  = Laenge; Flaeche     = Laenge * Breite; LCD_putc(Laengen[i]+ ASCII_ZERO); ...</pre> |

## Bewertung

Zur Bewertung lege ich [diese Checkliste \(xls-File\)](#) als Maßstab an.

From:  
<https://mexle.te.hs-heilbronn.de/> - MEXLE Wiki

Permanent link:  
[https://mexle.te.hs-heilbronn.de/microcontrollertechnik/vorgaben\\_fuer\\_die\\_softwareentwicklung?rev=1610344952](https://mexle.te.hs-heilbronn.de/microcontrollertechnik/vorgaben_fuer_die_softwareentwicklung?rev=1610344952)

Last update: **2021/05/09 10:07**

