Sortiermaschine

Erzeugt von Doxygen 1.9.5

Kapitel 1

Sortiermaschine

Hallo, dies ist die Dokumentation für den Code der Sortiermaschine von Johannes und Arne
Online Dokumentation (empfohlen)

1.1 Zur Dokumentation

Ein guter Ort um zu starten ist die sketch.ino Datei. Dort wird wird die Logik des gesamten Programms zusammengeführt. Für eine Liste aller Dateien bitte im Menü unter Dateien nachschauen. Für die loop() Funktion ist auch ein Programmablaufplan vorhanden

1.1.1 Klassen

Für Liste aller Klassen bitte im Menü unter Klassen nachschauen. Ein paar wichtige Klassen in diesem Projekt sind:

- AnimatableLcd - ermöglicht es Animationen auf dem Lcd-Display anzuzeigen
- CallHandler - lässt Calls nacheinander laufen
- CustomServo - Servo, bei dem die Geschwindigkeit gesteuert werden kann

1.1.2 Code

Der Code ist interaktiv, man kann Variablen, Funktionen Methoden und Klassen anklicken um zu Ihrer Beschreibung zu gelangen.

1.2 Begründungen

Zu beachten

Ich empfehle sich vor diesem Abschnitt ein wenig die Dokumentation zu erforschen

1.2.1 Warum werden Calls im Heap gespeichert?

Calls (CallHandler::callPtrs) werden mithilfe des `new` Keywords im `Heap` gespeichert um sie weiter benutzen zu können nachdem die Funktion in der sie instanziert wurden abgeschlossen ist. Sie müssen deshalb aber auch manuell mit CallHandler::deleteCalls gelöscht werden.

1.2.2 Warum verschiedene Callable Klassen?

Es wäre möglich gewesen statt mehrerer Callable Klassen einfach eine zu benutzen und dann die Art des Calls in einer Variable zu speichern. Der Nachteil dieser Methode wäre, dass bei jeder Funktion die etwas mit der Klasse zu tun hat (Callable::run, Callable::isDone, etc.) überprüft werden müsste, was die Art des Calls ist. Das würde zu einer schlechteren Lesbarkeit des Codes führen. Das war in einer älteren Version der Fall.

Code

```
class LcdHandler {
  public:
    enum AnimType {
      DOT,
      LOADING,
      NO_ANIMATION
    };
    struct LcdString {
      long duration;
      AnimType animType;
      String text;
      LcdString(String text, long duration, AnimType animType = NO_ANIMATION): text(text),
       duration(duration), animType(animType) {}
      operator String() const {
        return text;
      }
    };
    bool running = false;
  private:
    LcdString * currString;
    long t;
    LcdString * lastString;
    LcdString * lcdStrings;
    long stepDuration;
    long lastRefresh;
    void( * callback)(); //function pointer
  public:
    ~LcdHandler() {
      delete[] lcdStrings;
    }
    void init() {
      lcd.init();
      lcd.backlight();
      lcd.createChar(0, loading_empty_c);
      lcd.createChar(1, loading_full_c);
    }
    void setStrings(LcdString newLcdStrings[], size_t numStrings, void( * newCallback)() = NULL, int
       newStepDuration = 1000) {
      delete[] lcdStrings; //Speicherplatz frei machen
      lcdStrings = newLcdStrings;
      currString = newLcdStrings;
      lastString = newLcdStrings + numStrings - 1;
      t = millis();
      stepDuration = newStepDuration;
      lastRefresh = millis();
      running = true;
      callback = newCallback;
      prepareAnimation(currString);
    }
    void prepareAnimation(LcdString* currString) {
      switch (currString->animType) {
        case LOADING:
          stepDuration = currString->duration / 9;
          if (currString->text.length() > 16) {
            Serial.print("text given for loading animation is to long, text: ");
            Serial.println(*currString);
          }
          printCentered(*currString);
          lcd.setCursor(LOADING_BAR_OFFSET, 1);
          for (int i = 0; i < 8; i++) {
            lcd.write(0);
```

```
        }
        lcd.print("0% ");
        break;
      case DOT:
        printPretty(currString->text + String("   "));
        break;
      default:
        printPretty(*currString);
    }
  }
  void printCentered(String text, int length = -1, int row = 0) { //length<=16
    if (length == -1) {
      length = text.length();
    }
    int offset = (16 - length) / 2; //rundet immer ab, da int
    lcd.setCursor(offset, row);
    lcd.print(text);
  }
  void printPretty(String text) { //handelt zeilenumbrüche und schreibt zentriert
    lcd.clear();
    int length = text.length();
    if (length <= 16) {
      printCentered(text, length);
      return 0;
    }
    int spacePos = -1;
    for (int i = 15; i >= 0; i--) {
      if (text[i] == ' ') {
        spacePos = i;
        break;
      }
    }
    String row1, row2;
    if (spacePos != -1) {
      row1 = text.substring(0, spacePos);
      row2 = text.substring(spacePos + 1);
    } else {
      row1 = text.substring(0, 16);
      row2 = text.substring(16);
    }
    printCentered(row1, row1.length(), 0);
    printCentered(row2, row2.length(), 1);
  }
  void printAnimated() {
    long time = millis();
    AnimType type = currString->animType;
    if (type == DOT) {
      if ((time - lastRefresh) < stepDuration) {
        return;
      }
      lastRefresh = time;
      int numDots = ((time - t) / stepDuration) % 4;
      char dots[4];
      for (int i = 0; i < 3; i++) {
        if (i < numDots) {
          dots[i] = '.';
        } else {
          dots[i] = ' ';
        }
      }
      dots[3] = '\0';
      printPretty(currString->text + dots);
    } else if (type == LOADING) {
      short percent = (time - t) * 100 / currString->duration;
      if (time - lastRefresh > stepDuration) {
        short nToFill = percent * 8 / 100;
        if (nToFill == 0) {
          return;
        }
        lcd.setCursor(nToFill + LOADING_BAR_OFFSET - 1, 1);
        lcd.write(1);
        lastRefresh = time;
      }
      lcd.setCursor(8 + LOADING_BAR_OFFSET, 1);
      lcd.print(percent);
      lcd.print("%");
    } else {
      Serial.println("unknown animation type");
    }
  }
  void animate() {
    if (!running) {
      return;
    }
    int timePassed = millis() - t;
    if (timePassed > currString -> duration) {
      if (currString + 1 > lastString) {
```

```
          running = false;
          if (callback != NULL) {
            callback();
          }
          return;
        }
        currString++;
        t = millis();
        prepareAnimation(currString);
        return;
      }
      if (currString->animType == NO_ANIMATION) {
        return;
      }
      printAnimated();
    }
};
```

1.3 Optimierungsideen

Beim Ausführen des Programms mangelte es manchmal an Speicherplatz. Um dieses Problem zu umgehen hätte man statt der `Arduino String Klasse` auch C-Strings also char [] benutzen können. Das hätte den Code leider aber auch an ein Paar stellen komplizierter gemacht. Ein anderer Fehler der sehr häufig auftrat war, dass mit Speicheradressen falsch umgegangen wurde und dadurch das Programm ohne jegliche Fehlermeldung abstürzte, oft sogar an völlig anderen Stellen. Eine mögliche Lösung wäre es hier eine Programmiersprache zu benutzen, die Speicherplatzfehler beim kompilieren, das heißt beim umwandeln des Programmcodes in Maschinencode aufdeckt. Eine Möglichkeit dafür wäre diese `Arduino Bibliothek` für Rust (`Beispiel`). Solche Bibliotheken sind aber auch weniger Dokumentiert und haben weniger Features als die Standard C++ Arduino Bibliothek und deshalb alles in allem für ein kleines Schulprojekt keine gute Option.

1.3.1 Reflexion

Nächstes Mal immer mehrmals den Code lesen den man geschrieben hat, wenn es um Pointer geht. Heap bestmöglich vermeiden.

Kapitel 2

Hierarchie-Verzeichnis

2.1 Klassenhierarchie

Die Liste der Ableitungen ist -mit Einschränkungen- alphabetisch sortiert:

Kapitel 3

Klassen-Verzeichnis

3.1 Auflistung der Klassen

Hier folgt die Aufzählung aller Klassen, Strukturen, Varianten und Schnittstellen mit einer Kurzbeschreibung:

Kapitel 4

Datei-Verzeichnis

4.1 Auflistung der Dateien

Hier folgt die Aufzählung aller Dateien mit einer Kurzbeschreibung:

Kapitel 5

Klassen-Dokumentation

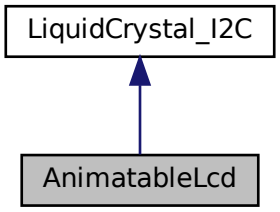
5.1 AnimatableLcd Klassenreferenz

5.1.1 Ausführliche Beschreibung

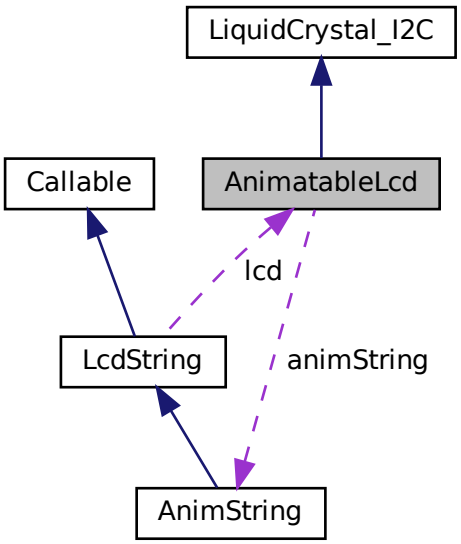
Eigener Lcd, ermöglicht es Animationen auf dem Lcd Display anzuzeigen.

Definiert in Zeile 17 der Datei animLcd.h.

Klassendiagramm für AnimatableLcd:



Zusammengehörigkeiten von AnimatableLcd:



Öffentliche Methoden

- void setAnimation (AnimString *_animString)

  Setzt die aktuelle Animation.
- void printCentered (String text, int length=-1, int row=0)

  Gibt einen String zentriert auf dem Lcd-Display aus.
- void printPretty (String text)

  gibt den Text "schön" aus, das heißt zentriert und mit automatischen Zeilenumbrüchen
- void update ()

  wird immer wieder von loop() aufgerufen um die Animationen zu updaten
- void init ()

  Überschreibt die normale lcd init function.
- void print (const String &text)

  Eigene Lcd-print funktion, die die Möglichkeit bietet eigene Characters in den Text einzufügen.
- void print (const String &&text)

  Überschreibt die standard print Funktion für String&&, das heißt der Text wird direkt als Argument gegeben, z.B.:

Öffentliche Attribute

- bool doAnimation = false

  Gibt an, ob der Monitor animiert werden soll.

Private Attribute

- AnimString * animString

  Die zurzeit laufende Animation.

5.1.2 Dokumentation der Elementfunktionen

5.1.2.1 init()

```
void AnimatableLcd::init ( )
```

Überschreibt die normale lcd init function.

Definiert in Zeile 43 der Datei animLcd.ino.

```
00044 {
00045   LiquidCrystal_I2C::init();
00046   backlight();
00047   noCursor();
00048   lcd.createChar(0, loading_empty_c);
00049   lcd.createChar(1, loading_full_c);
00050 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.1.2.2 print() [1/2]

```
void AnimatableLcd::print (
            const String && text )
```

Überschreibt die standard print Funktion für String&&, das heißt der Text wird direkt als Argument gegeben, z.B.:
`lcd.print("...");`

Siehe erklärung für AnimatableLcd::print(const String&)

Parameter

text	

Definiert in Zeile 88 der Datei animLcd.ino.

```
00089 {
00090   print(text);
00091 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.1.2.3 print() [2/2]

```
void AnimatableLcd::print (
            const String & text )
```

Eigene Lcd-print funktion, die die Möglichkeit bietet eigene Characters in den Text einzufügen.

Überschreibt den standart print Befehl für String&, das heißt der Text wird als Variable übergeben, z.B.:
`lcd.print(text);`

Für eigene Character einfach die `Nummer des Characters` in den Text einfügen (`\1n` für den `n`-ten Character), `\1` für Leerzeichen, das nicht in Zeilenumbruch resultiert.

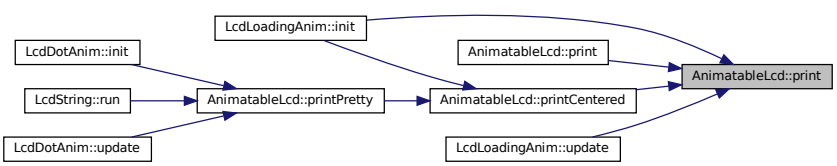
Parameter

text	

Definiert in Zeile 66 der Datei animLcd.ino.

```
00067 {
00068   //custom print with ability to use custom characters, just inserst the number of the custom
      character in the string (\1n for the nth character)
00069   //and it will be converted to the custom character (\1n so that \0 doesn't appear in the string,
      because it means end of string)
00070   for(char c:text){
00071     if(c>=8&&c<=15){//if it is a custom character
00072       write(c-8);
00073     }else if(c==1){//defining a non-newline space
00074       LiquidCrystal_I2C::print(" ");
00075     }else if(c==2){//defining a "random" character https://arduino.stackexchange.com/a/46833
00076       LiquidCrystal_I2C::print(String((char)random(33,256)));
00077     }
00078     else{
00079       LiquidCrystal_I2C::print(c);
00080     }
00081   }
00082 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.1.2.4 printCentered()

```
void AnimatableLcd::printCentered (
            String text,
            int length = -1,
            int row = 0 )
```

Gibt einen String zentriert auf dem Lcd-Display aus.

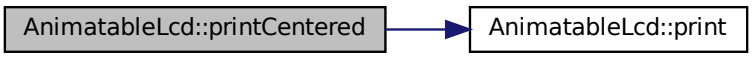
Parameter

text	
length	Länge des Textes, wird neu berechnet wenn Nichts angegeben
row	Zeile in der der Text ausgegeben werden soll

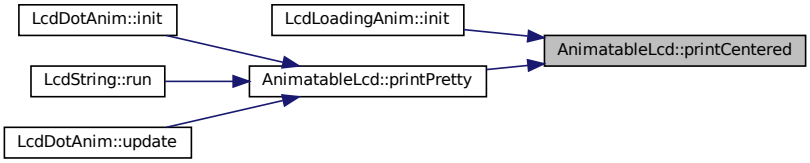
Definiert in Zeile 99 der Datei animLcd.ino.

```
00100 {
00101   if (length == -1) {
00102     length = text.length();
00103   }
00104   int offset = (16 - length) / 2; //rundet immer ab, da int
00105   setCursor(offset, row);
00106   print(text);
00107 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.1.2.5 printPretty()

```
void AnimatableLcd::printPretty (
            String text )
```

gibt den Text "schön" aus, das heißt zentriert und mit automatischen Zeilenumbrüchen

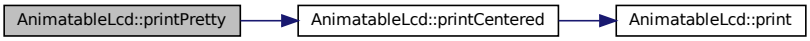
Parameter

text	

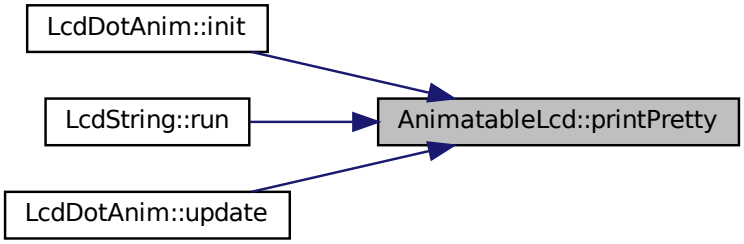
Definiert in Zeile 113 der Datei animLcd.ino.

```
00114 {
00115   clear();
00116   int length = text.length();
00117   if (length <= 16) {
00118     printCentered(text, length);
00119     return 0;
00120   }
00121   int spacePos = -1;
00122   for (int i = 15; i >= 0; i--) {
00123     if (text[i] == ' ') {
00124       spacePos = i;
00125       break;
00126     }
00127   }
00128   String row1, row2;
00129   if (spacePos != -1) {
00130     row1 = text.substring(0, spacePos);
00131     row2 = text.substring(spacePos + 1);
00132   } else {
00133     row1 = text.substring(0, 16);
00134     row2 = text.substring(16);
00135   }
00136   printCentered(row1, row1.length(), 0);
00137   printCentered(row2, row2.length(), 1);
00138 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.1.2.6 setAnimation()

```
void AnimatableLcd::setAnimation (
            AnimString * _animString )
```

Setzt die aktuelle Animation.

Parameter

_animString	

Definiert in Zeile 56 der Datei animLcd.ino.

```
00057 {
00058   doAnimation = true;
00059   animString = _animString;
00060 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.1.2.7 update()

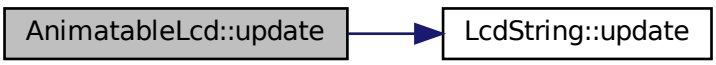
```
void AnimatableLcd::update ( )
```

wird immer wieder von loop() aufgerufen um die Animationen zu updaten

Definiert in Zeile 143 der Datei animLcd.ino.

```
00144 {
00145   if (!doAnimation) {
00146     return;
00147   }
00148   animString->update();
00149 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.1.3 Dokumentation der Datenelemente

5.1.3.1 animString

```
AnimString* AnimatableLcd::animString  [private]
```

Die zurzeit laufende Animation.

Definiert in Zeile 22 der Datei animLcd.h.

5.1.3.2 doAnimation

```
bool AnimatableLcd::doAnimation = false
```

Gibt an, ob der Monitor animiert werden soll.

Definiert in Zeile 28 der Datei animLcd.h.

Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- animLcd.h
- animLcd.ino

5.2 AnimString Klassenreferenz

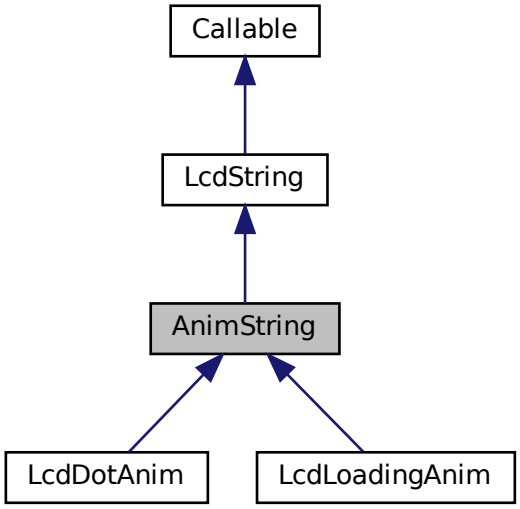
5.2.1 Ausführliche Beschreibung

Die Klasse für animierbare LcdStrings.

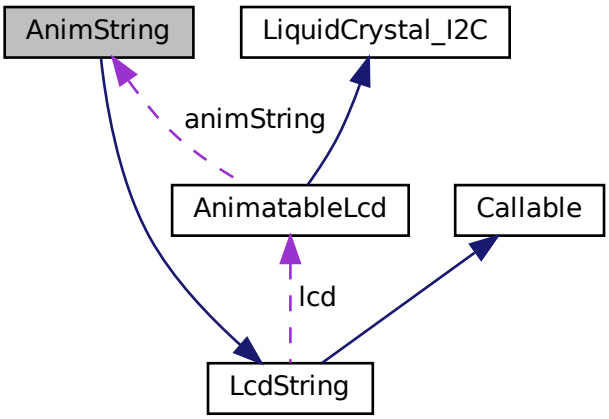
Wird nie selbst instanziert aber Lcd Animationen erben von dieser Klasse

Definiert in Zeile 100 der Datei animString.h.

Klassendiagramm für AnimString:



Zusammengehörigkeiten von AnimString:



Öffentliche Methoden

- virtual ~AnimString ()
- virtual void init ()

  wird von Abgeleiteten Klassen definiert.
- void run ()

  Setzt Variablen die für alle Animationen notwendig sind und ruft dann die eigene init() Funktionen auf, die von Abgeleiteten Klassen definiert wird.
- LcdString (String text, AnimatableLcd *lcd, time_t duration=0)

Geschützte Attribute

- time_t stepDuration

  wie lange ein Schritt der Animation dauert
- time_t animStart

  wann die animation begann
- time_t lastRefresh

  wann das letzte mal die Anzeige erneuert wurde

Weitere Geerbte Elemente

5.2.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren

5.2.2.1 ~AnimString()

```
virtual AnimString::~AnimString ( )  [inline], [virtual]
```

Definiert in Zeile 119 der Datei animString.h.

```
00119 {}
```

5.2.3 Dokumentation der Elementfunktionen

5.2.3.1 init()

```
virtual void AnimString::init ( )  [inline], [virtual]
```

wird von Abgeleiteten Klassen definiert.

wird von der AnimString::run Funktion aus aufgerufen, nachdem für Animationen wichtige Variabeln gesetzt wurden

Erneute Implementation in LcdLoadingAnim und LcdDotAnim.

Definiert in Zeile 124 der Datei animString.h.

```
00124 {}
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.2.3.2 LcdString()

```
LcdString::LcdString (
            String text,
            AnimatableLcd * lcd,
            time_t duration = 0 )  [inline]
```

Definiert in Zeile 85 der Datei animString.h.

```
00086     : text(text), duration(duration), lcd(lcd) {  }
```

5.2.3.3 run()

```
void AnimString::run ( )  [virtual]
```

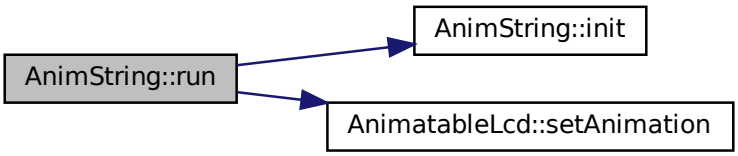
Setzt Variablen die für alle Animationen notwendig sind und ruft dann die eigene init() Funktionen auf, die von Abgeleiteten Klassen definiert wird.

Erneute Implementation von LcdString.

Definiert in Zeile 52 der Datei animString.ino.

```
00053 {
00054   callStart = millis();
00055   lcd->clear();
00056   lcd->setAnimation(this);
00057   animStart = millis();
00058   lastRefresh = millis();
00059   init();
00060 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



5.2.4 Dokumentation der Datenelemente

5.2.4.1 animStart

```
time_t AnimString::animStart  [protected]
```

wann die animation begann

Definiert in Zeile 111 der Datei animString.h.

5.2.4.2 lastRefresh

```
time_t AnimString::lastRefresh  [protected]
```

wann das letzte mal die Anzeige erneuert wurde

Definiert in Zeile 116 der Datei animString.h.

5.2.4.3 stepDuration

```
time_t AnimString::stepDuration  [protected]
```

wie lange ein Schritt der Animation dauert

Definiert in Zeile 106 der Datei animString.h.

Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- animString.h
- animString.ino

5.3 ButtonHandler Klassenreferenz

5.3.1 Ausführliche Beschreibung

Kleine Klasse die Knopfdrücke verarbeitet.

Definiert in Zeile 108 der Datei sketch.ino.

Öffentliche Methoden

- ButtonHandler ()
- ButtonHandler (int pin, void(∗onclick)())

  Erstellt ein neues ButtonHandler Objekt.
- void update ()

  Prüft, ob der Knopf gedrückt/losgelassen wurde.

Öffentliche Attribute

- void(∗ onclick)()

  Die Funktion die bei einem Klick, d.h. einem Drücken und loslassen des Knopfes ausgeführt wird.

Private Attribute

- int pin

  Der Pin an dem der Knopf angeschlossen ist.
- bool isPressed = false

  Gibt an, ob der Knopf momentan Gedrückt ist.

5.3.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren

5.3.2.1 ButtonHandler() [1/2]

```
ButtonHandler::ButtonHandler ( )  [inline]
```

Definiert in Zeile 125 der Datei sketch.ino.

```
00125 {}
```

5.3.2.2 ButtonHandler() [2/2]

```
ButtonHandler::ButtonHandler (
            int pin,
            void(*)() onclick )  [inline]
```

Erstellt ein neues ButtonHandler Objekt.

Parameter

pin	Der Pin an dem der Knopf angeschlossen ist
onclick	Die Funktion die bei einem Klick, d.h. einem Drücken und loslassen des Knopfes ausgeführt wird

Definiert in Zeile 132 der Datei sketch.ino.

```
00132                                                 : pin(pin), onclick(onclick) {
00133       pinMode(pin, INPUT_PULLUP);
00134     }
```

5.3.3 Dokumentation der Elementfunktionen

5.3.3.1 update()

```
void ButtonHandler::update ( )  [inline]
```

Prüft, ob der Knopf gedrückt/losgelassen wurde.

Wird von loop() aufgerufen und ruft die ButtonHandler::onclick Funktion auf, wenn ein Klick festgestellt wurde

Definiert in Zeile 139 der Datei sketch.ino.

```
00140     {
00141       bool isPressedNew = digitalRead(pin) == HIGH;
00142       if (isPressedNew != isPressed) { //is not being pressed now, but was being pressed
00143         if (isPressed) {
00144           Serial.println("click");
00145           onclick();
00146         }
00147       }
00148       isPressed = isPressedNew;
00149     }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.3.4 Dokumentation der Datenelemente

5.3.4.1 isPressed

```
bool ButtonHandler::isPressed = false  [private]
```

Gibt an, ob der Knopf momentan Gedrückt ist.

Definiert in Zeile 118 der Datei sketch.ino.

5.3.4.2 onclick

```
void(* ButtonHandler::onclick) ()
```

Die Funktion die bei einem Klick, d.h. einem Drücken und loslassen des Knopfes ausgeführt wird.

Definiert in Zeile 124 der Datei sketch.ino.

5.3.4.3 pin

```
int ButtonHandler::pin  [private]
```

Der Pin an dem der Knopf angeschlossen ist.

Definiert in Zeile 113 der Datei sketch.ino.

Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Datei:

- sketch.ino

5.4 Callable Strukturreferenz

5.4.1 Ausführliche Beschreibung

Ein Call der vom CallHandler aufgerufen werden kann.

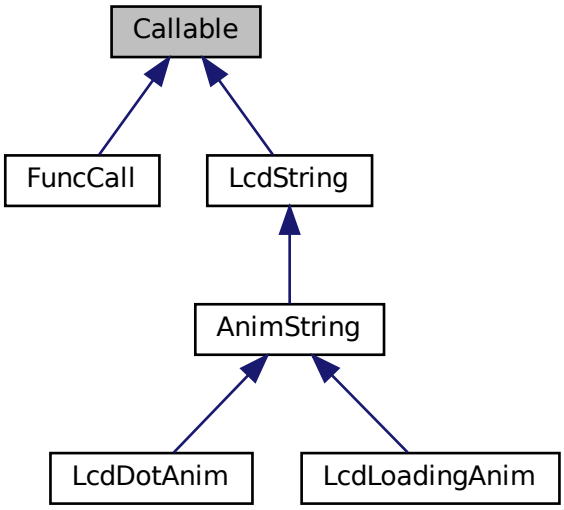
Wird nie selbst instanziert sondern nur Abgeleitete Klassen. Abgeleitete Klassen müssen eine run Funktion, die ausgeführt wird wenn der Call an der Reihe ist und eine isDone Funktion, die angibt ob der Call abgeschlossen ist implementieren

Zu beachten

In dem gedruckten Code ist diese Klasse fälschlicherweise als mit dem `class` keyword definiert, was alle Methoden private, also nicht von anderen Funktionen aufrufbar machen würde.

Definiert in Zeile 23 der Datei animString.h.

Klassendiagramm für Callable:



Öffentliche Methoden

- virtual void run ()

  Wird ausgeführt wenn der Call an der Reihe ist.
- virtual bool isDone ()

  Gibt zurück, ob der Call fertig ist, z.B. Bei einem LcdString ob die vorhergesehene Anzeigezeit vorbei ist.
- virtual ~Callable ()

5.4.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren

5.4.2.1 ~Callable()

```
virtual Callable::~Callable ( )  [inline], [virtual]
```

Definiert in Zeile 35 der Datei animString.h.

```
00035 {} //let's derived classes free their own memory. ~functions are called when the object is deleted
```

5.4.3 Dokumentation der Elementfunktionen

5.4.3.1 isDone()

```
virtual bool Callable::isDone ( )  [inline], [virtual]
```

Gibt zurück, ob der Call fertig ist, z.B. Bei einem LcdString ob die vorhergesehene Anzeigezeit vorbei ist.

Rückgabe

true

false

Erneute Implementation in FuncCall und LcdString.

Definiert in Zeile 34 der Datei animString.h.

```
00034 {}
```

5.4.3.2 run()

```
virtual void Callable::run ( )  [inline], [virtual]
```

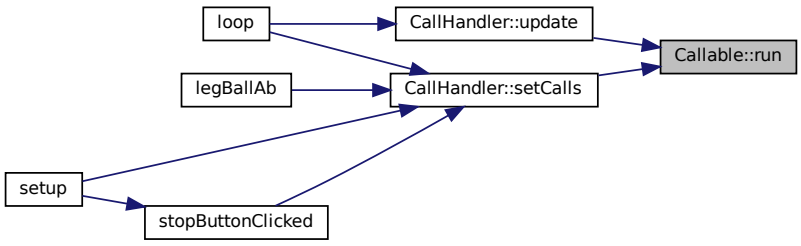
Wird ausgeführt wenn der Call an der Reihe ist.

Erneute Implementation in FuncCall, LcdString und AnimString.

Definiert in Zeile 28 der Datei animString.h.

```
00028 {} //virtual->can be implemented by derived classes
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



Die Dokumentation für diese Struktur wurde erzeugt aufgrund der Datei:

- animString.h

5.5 CallHandler Klassenreferenz

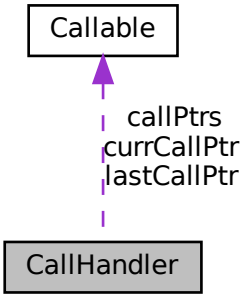
5.5.1 Ausführliche Beschreibung

Klasse, die Calls nacheinander aufruft.

Ermöglicht es Calls wie z.B. Funktionen nacheinander aufzurufen, ohne die delay() Funktion zu verwenden

Definiert in Zeile 17 der Datei callHandler.h.

Zusammengehörigkeiten von CallHandler:



Öffentliche Methoden

- void deleteCalls ()

  setzt den Speicherplatz der von den Calls besetzt wurde mithilfe von delete frei
- void setCalls (Callable ∗newCallPtrs[ ], size_t nCalls)

  Setzt die neuen Calls, die ausgeführt werden sollen.
- void update ()

  Wechselt zum nächsten Call, wenn der Aktuelle vorbei ist und aktualisiert den jetzigen (z.B. animationen)

Öffentliche Attribute

- bool running = false

  Gibt an, ob der CallHandler fertig ist.

Private Attribute

- Callable ∗∗ callPtrs

  Die liste der aktuellen Calls.
- Callable ∗∗ currCallPtr

  Der Call der zurzeit ausgeführt wird.
- Callable ∗∗ lastCallPtr

  Der letzte Call.
- time_t lastCallT

  Der Zeitpunkt an dem der letzte Call ausgeführt wurde.
- bool callsSet = false

  Sagt aus, ob CallHandler::callPtrs zu einer gültigen Speicheradresse zeigt.

5.5.2 Dokumentation der Elementfunktionen

5.5.2.1 deleteCalls()

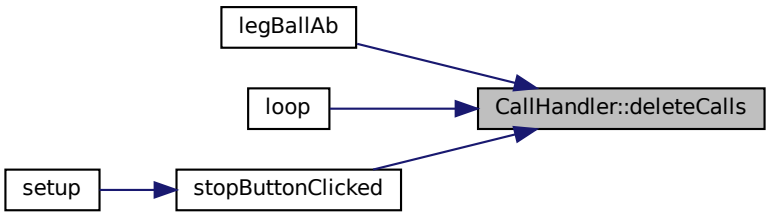
```
void CallHandler::deleteCalls ( )
```

setzt den Speicherplatz der von den Calls besetzt wurde mithilfe von delete frei

Definiert in Zeile 12 der Datei callHandler.ino.

```
00013 {
00014   if (!callsSet) {
00015     return;
00016   }
00017   callsSet = false;
00018   for (Callable** callPtr = callPtrs; callPtr <= lastCallPtr; callPtr++) {
00019     delete *callPtr;
00020   }
00021   delete callPtrs;
00022 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.2.2 setCalls()

```
void CallHandler::setCalls (
            Callable * newCallPtrs[],
            size_t nCalls )
```

Setzt die neuen Calls, die ausgeführt werden sollen.

Zu beachten

Calls werden im Heap gespeichert um sie zwischen Funktionen hin- und hergeben zu können und sie benutzen nachdem die Exekution abgeschlossen ist (bzw an das CallHandler Objekt). Sie müssen aber such manuell mithilfe von CallHandler::deleteCalls gelöscht werden

Warnung

nCalls darf auf keinen Fall größer als die tatsächliche Anzahl an Calls sein, sonst stürzt das Programm ab weil es versucht nicht vorhandene Calls auszuführen

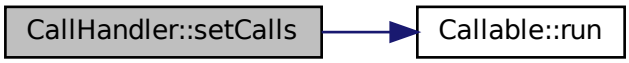
Parameter

newCallPtrs	
nCalls	

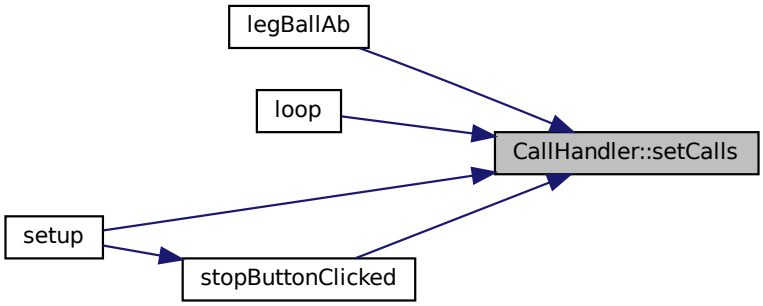
Definiert in Zeile 30 der Datei callHandler.ino.

```
00031 {
00032   /*if(callsSet){ //doing this would result in two sets of calls being in heap at once
00033     deleteCalls(); //solution is to delete previus calls before initializing a new one
00034   }*/
00035   callPtrs = newCallPtrs;
00036   callsSet = true;
00037   currCallPtr = callPtrs;
00038   (*currCallPtr)->run();
00039   lastCallPtr = callPtrs + nCalls - 1;
00040   lastCallT = millis();
00041   running = true;
00042 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.5.2.3 update()

```
void CallHandler::update ( )
```

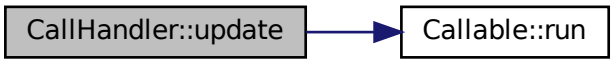
Wechselt zum nächsten Call, wenn der Aktuelle vorbei ist und aktualisiert den jetzigen (z.B. animationen)

Wird von loop() aufgerufen

Definiert in Zeile 47 der Datei callHandler.ino.

```
00048 {
00049   if (!running) {
00050     return;
00051   }
00052   time_t timePassed = millis() - lastCallT;
00053   if ((*currCallPtr)->isDone()) {//->currCall->isDone()
00054     if (currCallPtr == lastCallPtr) {
00055       running = false;
00056       return;
00057     }
00058     currCallPtr++;
00059     (*currCallPtr)->run();//->currCall->run();
00060   }
00061 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.5.3 Dokumentation der Datenelemente

5.5.3.1 callPtrs

```
Callable** CallHandler::callPtrs  [private]
```

Die liste der aktuellen Calls.

Wird mithilfe von CallHandler::setCalls gesetzt.

Zu beachten

> Die Calls werden im `Heap` gespeichert, das heißt zum einen, dass sie zwischen Funktionen hin- und hergegeben werden können, zum anderen aber auch, dass sie mithilfe von CallHandler::deleteCalls manuell wieder gelöscht werden müssen

Definiert in Zeile 23 der Datei callHandler.h.

5.5.3.2 callsSet

```
bool CallHandler::callsSet = false  [private]
```

Sagt aus, ob CallHandler::callPtrs zu einer gültigen Speicheradresse zeigt.

Definiert in Zeile 44 der Datei callHandler.h.

5.5.3.3 currCallPtr

```
Callable** CallHandler::currCallPtr  [private]
```

Der Call der zurzeit ausgeführt wird.

Es handelt sich hierbei um einen Pointer-Pointer. Der Pointer zeigt zu einer Stelle in der CallHandler::callPtrs Liste, die wiederum zum tatsächlichen Call zeigt

Definiert in Zeile 29 der Datei callHandler.h.

5.5.3.4 lastCallPtr

```
Callable** CallHandler::lastCallPtr  [private]
```

Der letzte Call.

Wird benutzt um zu wissen, wann der letzte Call ausgeführt wurde

Definiert in Zeile 34 der Datei callHandler.h.

5.5.3.5 lastCallT

```
time_t CallHandler::lastCallT  [private]
```

Der Zeitpunkt an dem der letzte Call ausgeführt wurde.

Definiert in Zeile 39 der Datei callHandler.h.

5.5.3.6 running

```
bool CallHandler::running = false
```

Gibt an, ob der CallHandler fertig ist.

Definiert in Zeile 50 der Datei callHandler.h.

Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- callHandler.h
- callHandler.ino

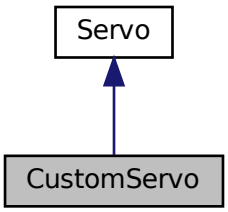
5.6 CustomServo Klassenreferenz

5.6.1 Ausführliche Beschreibung

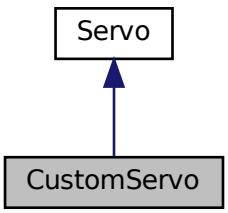
Eine erweiterte Version der `Servo-Klasse`, die es ermöglicht den Servo mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu bewegen.

Definiert in Zeile 13 der Datei customServo.h.

Klassendiagramm für CustomServo:



Zusammengehörigkeiten von CustomServo:



Öffentliche Methoden

- void write (short newAngle)

  Bewegt den Servo mit einer vorher spezifizierten Geschwindigkeit.
- void write (short newAngle, time_t duration)

  Bewegt den Servo in duration Millisekunden an den angegebenen Winkel.
- void writeDirect (short angle)

  Steuert den Servo direkt an, enspricht dem normalen `Servo::write`
- void setSpeed (float newSpeed)

  Setzt eine neue Geschwindigkeit des Servos.
- void updatePos ()

  Aktualisiert die Position des Servomotors.
- void stop ()

  Stoppt den Servo.
- void start ()

  Lässt den Servo weiterlaufen.
- bool isDone ()

  Gibt an, ob der Servo angekommen ist.

Öffentliche Attribute

- bool done =true

Private Methoden

- void startMove ()

  Setzt Variablen, die benötigt werden um den Servo zu bewegen.

Private Attribute

- short startAngle

  Der Winkel an dem sich der Servo bei Start der Animation befand.
- short targetAngle

  Der Zielwinkel.
- float speed

  Die Geschwindigkeit des Servos in Grad pro Millisekunde.
- time_t startTime

  Zeitpunkt an dem der Servo anfing sich zu bewegen (in Millisekunden)

5.6.2 Dokumentation der Elementfunktionen

5.6.2.1 isDone()

```
bool CustomServo::isDone ( )
```

Gibt an, ob der Servo angekommen ist.

Rückgabe

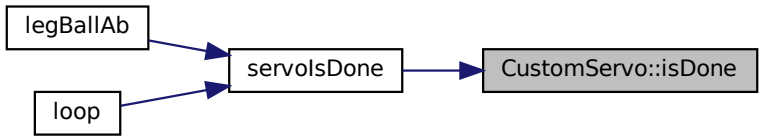
true

false

Definiert in Zeile 91 der Datei customServo.ino.

```
00092 {
00093   return read() == targetAngle;
00094 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.6.2.2 setSpeed()

```
void CustomServo::setSpeed (
             float newSpeed )
```

Setzt eine neue Geschwindigkeit des Servos.

Kann auch ausgeführt werden während der Servo sich schon bewegt

Parameter

newSpeed	Die neue Geschwindigkeit in Grad pro Millisekunde

Definiert in Zeile 52 der Datei customServo.ino.

```
00053 {
00054   startMove();
00055   speed = newSpeed;
00056 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.6.2.3 start()

```
void CustomServo::start ( )
```

Lässt den Servo weiterlaufen.

Definiert in Zeile 107 der Datei customServo.ino.

```
00108 {
00109   done = false;
00110 }
```

5.6.2.4 startMove()

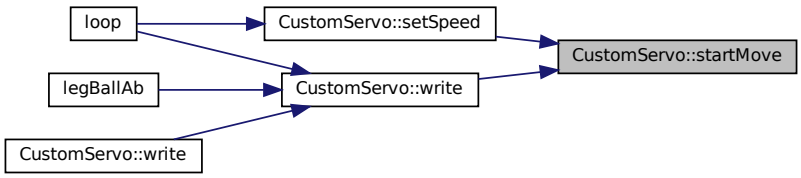
```
void CustomServo::startMove ( )  [private]
```

Setzt Variablen, die benötigt werden um den Servo zu bewegen.

Definiert in Zeile 11 der Datei customServo.ino.

```
00012 {
00013   startAngle = read();
00014   startTime = millis();
00015   done = false;
00016 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.6.2.5 stop()

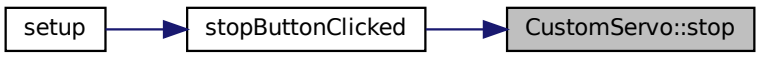
```
void CustomServo::stop ( )
```

Stoppt den Servo.

Definiert in Zeile 99 der Datei customServo.ino.

```
00100 {
00101   done = true;
00102 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.6.2.6 updatePos()

```
void CustomServo::updatePos ( )
```

Aktualisiert die Position des Servomotors.

Wird von loop() aufgerufen

Definiert in Zeile 61 der Datei customServo.ino.

```
00062 {
00063   if (done) {
00064     return;
00065   }
00066   long timePassed = millis() - startTime;
00067   short newAngle;
00068   if (targetAngle > startAngle) {
00069     newAngle = startAngle + timePassed * speed;
```

```
00070     if (newAngle >= targetAngle) {
00071       Servo::write(targetAngle);
00072       done = true;
00073       return;
00074     }
00075   } else {
00076     newAngle = startAngle - timePassed * speed;
00077     if (newAngle <= targetAngle) {
00078       Servo::write(targetAngle);
00079       done = true;
00080       return;
00081     }
00082   }
00083   Servo::write(newAngle);
00084 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.6.2.7 write() [1/2]

```
void CustomServo::write (
             short newAngle )
```

Bewegt den Servo mit einer vorher spezifizierten Geschwindigkeit.

Warnung

Winkel überprüfen! Wenn dieser zu klein ist schlägt der Arm gegen den Stopper

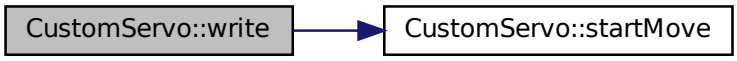
Parameter

newAngle	

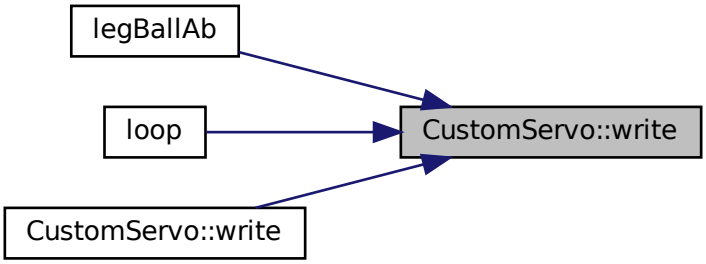
Definiert in Zeile 22 der Datei customServo.ino.

```
00023 {
00024   startMove();
00025   targetAngle = newAngle;
00026 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



5.6.2.8 write() [2/2]

```
void CustomServo::write (
            short newAngle,
            time_t duration )
```

Bewegt den Servo in duration Millisekunden an den angegebenen Winkel.

Warnung

Winkel überprüfen! Wenn dieser zu klein ist schlägt der Arm gegen den Stopper

Parameter

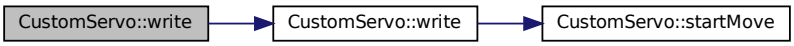
newAngle	
duration	

Definiert in Zeile 33 der Datei customServo.ino.

```
00034 {
```

```
00035   write(newAngle);
00036   speed = (float)(targetAngle - startAngle) / (float)duration;
00037 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



5.6.2.9 writeDirect()

```
void CustomServo::writeDirect (
            short angle )
```

Steuert den Servo direkt an, enspricht dem normalen `Servo::write`

Warnung

Winkel überprüfen! Wenn dieser zu klein ist schlägt der Arm gegen den Stopper

Parameter

angle	

Definiert in Zeile 43 der Datei customServo.ino.

```
00044 {
00045   Servo::write(angle);
00046 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.6.3 Dokumentation der Datenelemente

5.6.3.1 done

```
bool CustomServo::done =true
```

Definiert in Zeile 36 der Datei customServo.h.

5.6.3.2 speed

```
float CustomServo::speed  [private]
```

Die Geschwindigkeit des Servos in Grad pro Millisekunde.

Definiert in Zeile 28 der Datei customServo.h.

5.6.3.3 startAngle

```
short CustomServo::startAngle  [private]
```

Der Winkel an dem sich der Servo bei Start der Animation befand.

Definiert in Zeile 18 der Datei customServo.h.

5.6.3.4 startTime

```
time_t CustomServo::startTime  [private]
```

Zeitpunkt an dem der Servo anfing sich zu bewegen (in Millisekunden)

Definiert in Zeile 33 der Datei customServo.h.

5.6.3.5 targetAngle

```
short CustomServo::targetAngle  [private]
```

Der Zielwinkel.

Definiert in Zeile 23 der Datei customServo.h.

Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- customServo.h
- customServo.ino

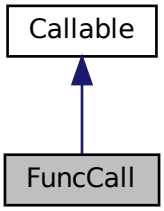
5.7 FuncCall Strukturreferenz

5.7.1 Ausführliche Beschreibung

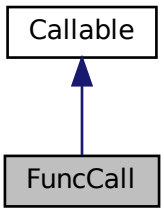
Ein Call der eine Funktion ausführt.

Definiert in Zeile 41 der Datei animString.h.

Klassendiagramm für FuncCall:



Zusammengehörigkeiten von FuncCall:



Öffentliche Methoden

- FuncCall (func_t< void > call, func_t< bool > _isDone)
- FuncCall (func_t< void > call)
- virtual ~FuncCall ()
- void run ()

  ruft die angegebene Funktion auf
- bool isDone ()

  Gibt zurück, ob der nächste Call ausgeführt werden sollte.

Öffentliche Attribute

- func_t< void > call

  die Funktion die aufgerufen wird, wenn der Call an der Reihe ist
- func_t< bool > _isDone

  bestimmt, ob dieser Call vorbei ist

5.7.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren

5.7.2.1 FuncCall() [1/2]

```
FuncCall::FuncCall (
            func_t< void > call,
            func_t< bool > _isDone )  [inline]
```

Definiert in Zeile 52 der Datei animString.h.

```
00052                                                   :
00053       call(call), _isDone(_isDone) {  }
```

5.7.2.2 FuncCall() [2/2]

```
FuncCall::FuncCall (
            func_t< void > call )  [inline]
```

Definiert in Zeile 54 der Datei animString.h.

```
00054                                 : //when no isDone function is provided, isDone defaults to true
00055       call(call), _isDone([](){return true;}) {}
```

5.7.2.3 ~FuncCall()

```
virtual FuncCall::~FuncCall ( )  [inline], [virtual]
```

Definiert in Zeile 56 der Datei animString.h.

```
00056 {}
```

5.7.3 Dokumentation der Elementfunktionen

5.7.3.1 isDone()

```
bool FuncCall::isDone ( )  [virtual]
```

Gibt zurück, ob der nächste Call ausgeführt werden sollte.

Rückgabe

true

false

Erneute Implementation von Callable.

Definiert in Zeile 24 der Datei animString.ino.

```
00025 {
00026   return _isDone();
00027 }
```

5.7.3.2 run()

```
void FuncCall::run ( )  [virtual]
```

ruft die angegebene Funktion auf

Erneute Implementation von Callable.

Definiert in Zeile 14 der Datei animString.ino.

```
00015 {
00016   call();
00017 }
```

5.7.4 Dokumentation der Datenelemente

5.7.4.1 _isDone

```
func_t<bool> FuncCall::_isDone
```

bestimmt, ob dieser Call vorbei ist

Definiert in Zeile 51 der Datei animString.h.

5.7.4.2 call

```
func_t<void> FuncCall::call
```

die Funktion die aufgerufen wird, wenn der Call an der Reihe ist

Definiert in Zeile 46 der Datei animString.h.

Die Dokumentation für diese Struktur wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- animString.h
- animString.ino

5.8 LcdDotAnim Klassenreferenz

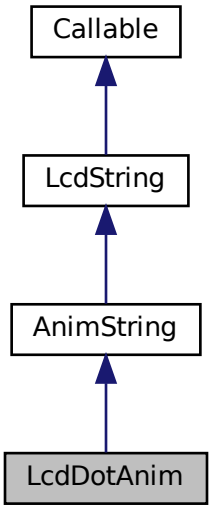
5.8.1 Ausführliche Beschreibung

Die Klasse der Lcd Punktanimationen.

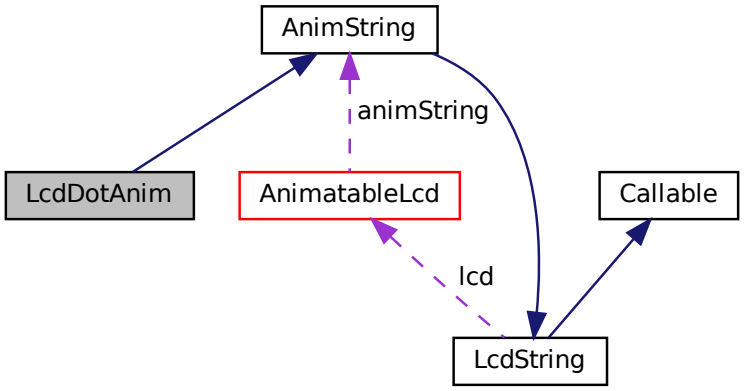
zeigt immer wieder keinen, dann einen, dann zwei, dann drei und letzendlich wieder keinen Punkt nach dem Text an

Definiert in Zeile 141 der Datei animString.h.

Klassendiagramm für LcdDotAnim:



Zusammengehörigkeiten von LcdDotAnim:



Öffentliche Methoden

- LcdDotAnim (String text, AnimatableLcd *lcd, time_t duration=0, time_t _stepDuration=500)
- void init ()

  Initialisiert die Punktanimation.
- void update ()

  Aktualisiert die Punktanimation, wird von loop() aufgerufen.

Weitere Geerbte Elemente

5.8.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren

5.8.2.1 LcdDotAnim()

```
LcdDotAnim::LcdDotAnim (
              String text,
              AnimatableLcd * lcd,
              time_t duration = 0,
              time_t _stepDuration = 500 )  [inline]
```

Definiert in Zeile 143 der Datei animString.h.

```
00144       : AnimString(text, lcd, duration) {
00145       stepDuration = _stepDuration;
00146     }
```

5.8.3 Dokumentation der Elementfunktionen

5.8.3.1 init()

```
void LcdDotAnim::init ( )  [virtual]
```

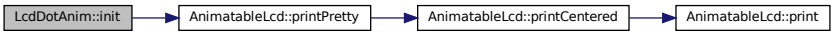
Initialisiert die Punktanimation.

Erneute Implementation von AnimString.

Definiert in Zeile 103 der Datei animString.ino.

```
00104 {
00105   lcd->printPretty(text + "\1\1\1");//spaces that can't be broken up to newlines
00106 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



5.8.3.2 update()

```
void LcdDotAnim::update ( )  [virtual]
```

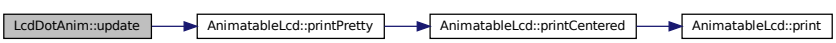
Aktualisiert die Punktanimation, wird von loop() aufgerufen.

Erneute Implementation von LcdString.

Definiert in Zeile 111 der Datei animString.ino.

```
00112 {
00113   time_t time = millis();
00114   if ((time - lastRefresh) < stepDuration) {
00115     return;
00116   }
00117   lastRefresh = time;
00118   int numDots = ((time - animStart) / stepDuration) % 4;
00119   char dots[4];
00120   for (int i = 0; i < 3; i++) {
00121     if (i < numDots) {
00122       dots[i] = '.';
00123     } else {
00124       dots[i] = '\1';
00125     }
00126   }
00127   dots[3] = '\0';
00128   lcd->printPretty(text + dots);
00129 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- animString.h
- animString.ino

5.9 LcdLoadingAnim Klassenreferenz

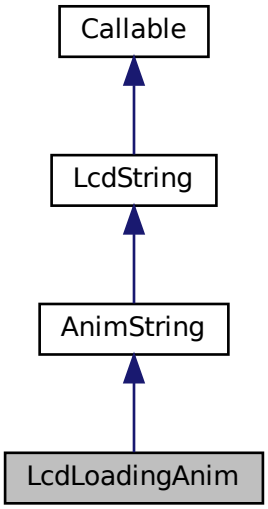
5.9.1 Ausführliche Beschreibung

Die Klasse der Lcd Ladeanimationen.

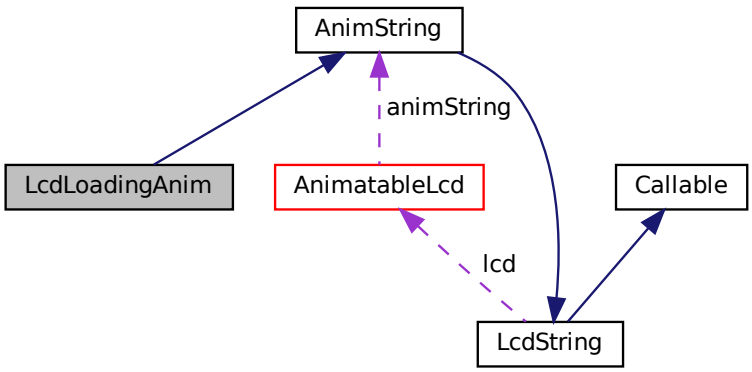
Zeigt Acht Ladebalken und den Fortschritt in Prozent an

Definiert in Zeile 131 der Datei animString.h.

Klassendiagramm für LcdLoadingAnim:



Zusammengehörigkeiten von LcdLoadingAnim:



Öffentliche Methoden

- void init ()

  Initialisierung der Ladeanimation.
- void update ()

  Aktualisiert die Ladeanimation, wird von loop() aufgerufen.

Weitere Geerbte Elemente

5.9.2 Dokumentation der Elementfunktionen

5.9.2.1 init()

```
void LcdLoadingAnim::init ( )  [virtual]
```

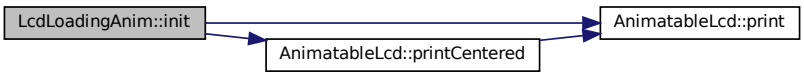
Initialisierung der Ladeanimation.

Erneute Implementation von AnimString.

Definiert in Zeile 64 der Datei animString.ino.

```
00065 {
00066   stepDuration = duration / 9;
00067   if (text.length() > 16) {
00068     Serial.print("warning: text given for loading animation is to long, text: ");
00069     Serial.println(text);
00070   }
00071   lcd->printCentered(text);
00072   lcd->setCursor(LOADING_BAR_OFFSET, 1);
00073   for (int i = 0; i < 8; i++) {
00074     lcd->write(0);
00075   }
00076   lcd->print("0% ");
00077 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



5.9.2.2 update()

```
void LcdLoadingAnim::update ( )  [virtual]
```

Aktualisiert die Ladeanimation, wird von loop() aufgerufen.

Erneute Implementation von LcdString.

Definiert in Zeile 82 der Datei animString.ino.

```
00083 {
00084   time_t time = millis();
00085   short percent = (time - animStart) * 100 / duration;
00086   if (time - lastRefresh > stepDuration) {
00087     short nToFill = percent * 9 / 100;
00088     if (nToFill == 0) {
00089       return;
00090     }
00091     lcd->setCursor(nToFill + LOADING_BAR_OFFSET - 1, 1);
00092     lcd->write(1);
00093     lastRefresh = time;
00094   }
00095   lcd->setCursor(8 + LOADING_BAR_OFFSET, 1);
00096   lcd->print(percent);
00097   lcd->print("%");
00098 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- animString.h
- animString.ino

5.10 LcdString Strukturreferenz

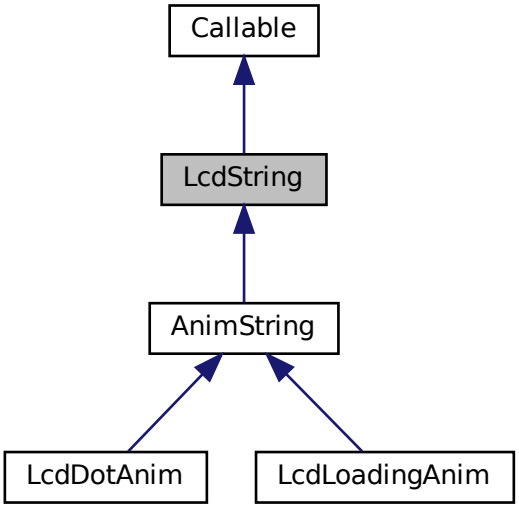
5.10.1 Ausführliche Beschreibung

Ein String der auf dem AnimatableLcd angezeigt werden kann.

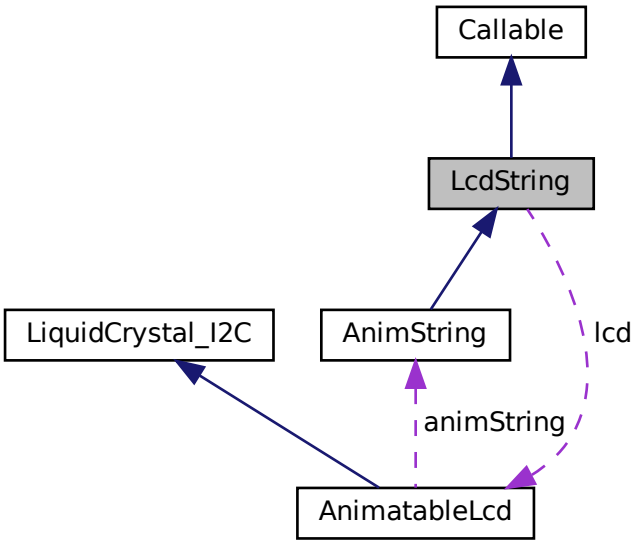
Animationen werden von dieser Klasse abgeleitet

Definiert in Zeile 64 der Datei animString.h.

Klassendiagramm für LcdString:



Zusammengehörigkeiten von LcdString:



Öffentliche Methoden

- LcdString (String text, AnimatableLcd *lcd, time_t duration=0)

- virtual ~LcdString ()
- bool isDone ()

  Gibt zurück, ob die duration überschritten ist.
- virtual void run ()

  gibt den String (LcdString::text) auf dem Lcd-Display aus
- virtual void update ()

  Aktualisiert den String, wird für Animationen benutzt.

Öffentliche Attribute

- String text

  der Text der angezeigt wird
- AnimatableLcd * lcd

  Der Lcd.
- time_t duration

  Wie lange text angezeigt werden soll.
- time_t callStart

  Zeitpunkt ab dem Text auf dem Lcd ausgegeben wurde.

5.10.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren

5.10.2.1 LcdString()

```
LcdString::LcdString (
            String text,
            AnimatableLcd * lcd,
            time_t duration = 0 )  [inline]
```

Definiert in Zeile 85 der Datei animString.h.

```
00086     : text(text), duration(duration), lcd(lcd) {  }
```

5.10.2.2 ~LcdString()

```
virtual LcdString::~LcdString ( )  [inline], [virtual]
```

Definiert in Zeile 87 der Datei animString.h.

```
00087 {}
```

5.10.3 Dokumentation der Elementfunktionen

5.10.3.1 isDone()

```
bool LcdString::isDone ( )  [virtual]
```

Gibt zurück, ob die duration überschritten ist.

Rückgabe

true

false

Erneute Implementation von Callable.

Definiert in Zeile 44 der Datei animString.ino.

```
00045 {
00046   return millis() - callStart > duration;
00047 }
```

5.10.3.2 run()

```
void LcdString::run ( )  [virtual]
```

gibt den String (LcdString::text) auf dem Lcd-Display aus

Erneute Implementation von Callable.

Erneute Implementation in AnimString.

Definiert in Zeile 32 der Datei animString.ino.

```
00033 {
00034   callStart = millis();
00035   lcd->doAnimation = false;
00036   lcd->printPretty(this->text);
00037 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:

5.10.3.3 update()

```
virtual void LcdString::update ( )  [inline], [virtual]
```

Aktualisiert den String, wird für Animationen benutzt.

Erneute Implementation in LcdLoadingAnim und LcdDotAnim.

Definiert in Zeile 94 der Datei animString.h.

```
00094 {}
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

5.10.4 Dokumentation der Datenelemente

5.10.4.1 callStart

```
time_t LcdString::callStart
```

Zeitpunkt ab dem Text auf dem Lcd ausgegeben wurde.

Definiert in Zeile 84 der Datei animString.h.

5.10.4.2 duration

```
time_t LcdString::duration
```

Wie lange text angezeigt werden soll.

Definiert in Zeile 79 der Datei animString.h.

5.10.4.3 lcd

```
AnimatableLcd* LcdString::lcd
```

Der Lcd.

Die Referenz wird benötigt, da Animationen AnimatableLcd::setAnimation aufrufen können sollen und LcdString sich selbst auf dem Monitor ausgeben muss, wenn der Call an der Reihe ist

Definiert in Zeile 74 der Datei animString.h.

5.10.4.4 text

```
String LcdString::text
```

der Text der angezeigt wird

Definiert in Zeile 69 der Datei animString.h.

Die Dokumentation für diese Struktur wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- animString.h
- animString.ino

Kapitel 6

Datei-Dokumentation

6.1 animLcd.h-Dateireferenz

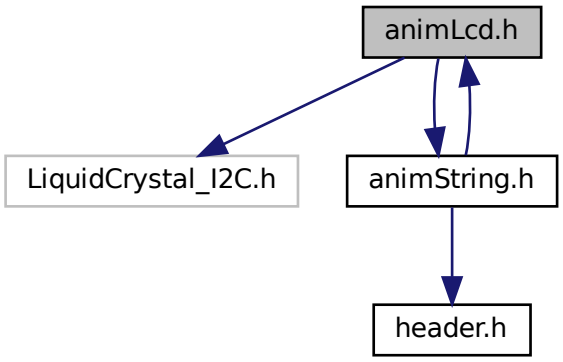
6.1.1 Ausführliche Beschreibung

Header-Datei für den animierbaren lcd (AnimatableLcd)

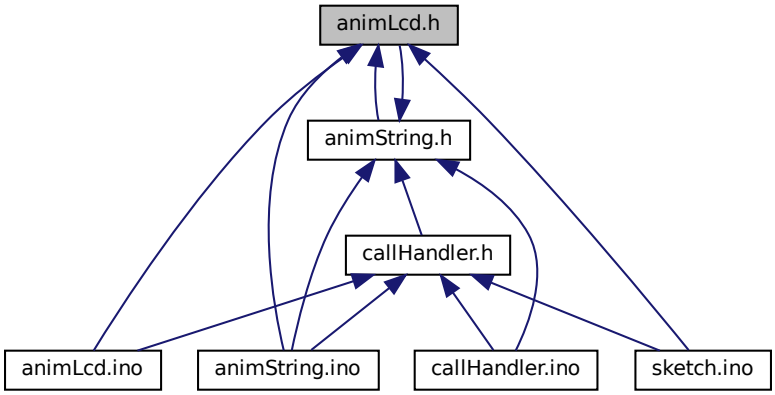
Definiert in Datei animLcd.h.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "animString.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für animLcd.h:



Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Klassen

- class AnimatableLcd

  Eigener Lcd, ermöglicht es Animationen auf dem Lcd Display anzuzeigen.

Variablen

- const int LOADING_BAR_OFFSET = 2

6.1.2 Variablen-Dokumentation

6.1.2.1 LOADING_BAR_OFFSET

```
const int LOADING_BAR_OFFSET = 2
```

Definiert in Zeile 12 der Datei animLcd.h.

6.2 animLcd.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00006 #ifndef ANIMLCD_H
00007 #define ANIMLCD_H
00008 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
00009 class AnimatableLcd;
00010 #include "animString.h"
00011
00012 const int LOADING_BAR_OFFSET = 2;
00017 class AnimatableLcd: public LiquidCrystal_I2C {
00022     AnimString* animString;
00023   public:
00028     bool doAnimation = false;
00029     using LiquidCrystal_I2C::LiquidCrystal_I2C; //using the LiquidCrystal constructor
00030     void setAnimation(AnimString* _animString);
00031     void printCentered(String text, int length = -1, int row = 0);
00032     void printPretty(String text);
00033     void update();
00034     void init();
00035     using LiquidCrystal_I2C::print;//übernehme den Standart print befehl
00036     void print(const String& text); //überschreibt den standart print Befehl für String& (text wird
       als Variable übergeben, z.B. lcd.print(text);)
00037     void print(const String&& text);//und String&& (text wird direkt als Argument gegeben, z.B.
       lcd.print("...");)
00038 };
00039 #endif
```

6.3 animLcd.ino-Dateireferenz

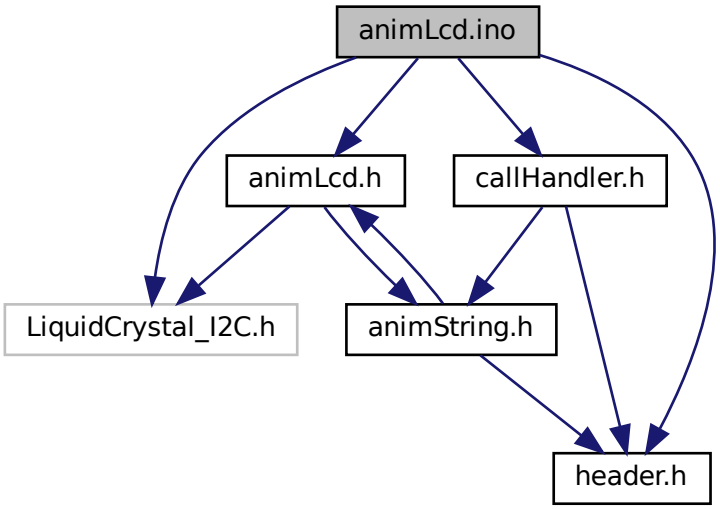
6.3.1 Ausführliche Beschreibung

Implementation für die AnimatableLcd Klasse.

Definiert in Datei animLcd.ino.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "header.h"
#include "animLcd.h"
#include "callHandler.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für animLcd.ino:



Variablen

- const byte loading_empty_c [8]

  Werte für einen eigenen Character der ein leeres Viereck darstellt (für die LcdLoadingAnim)
- const byte loading_full_c [8]

  Werte für einen eigenen Character der ein volles Viereck darstellt (für die LcdLoadingAnim)

6.3.2 Variablen-Dokumentation

6.3.2.1 loading_empty_c

```
const byte loading_empty_c[8]
```

Initialisierung:

```
= {
  B11111,
  B10001,
  B10001,
  B10001,
  B10001,
  B10001,
  B10001,
  B11111
}
```

Werte für einen eigenen Character der ein leeres Viereck darstellt (für die LcdLoadingAnim)

Definiert in Zeile 15 der Datei animLcd.ino.

6.3.2.2 loading_full_c

```
const byte loading_full_c[8]
```

Initialisierung:

```
= {
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B11111,
  B11111
}
```

Werte für einen eigenen Character der ein volles Viereck darstellt (für die LcdLoadingAnim)

Definiert in Zeile 29 der Datei animLcd.ino.

6.4 animLcd.ino

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00006 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
00007 #include "header.h"
00008 #include "animLcd.h"
00009 #include "callHandler.h"
00010
00015 const byte loading_empty_c[8] = { //is used to define a custom character representing a square
00016   B11111,
00017   B10001,
00018   B10001,
00019   B10001,
00020   B10001,
00021   B10001,
00022   B10001,
00023   B11111
00024 };
00029 const byte loading_full_c[8] = { //is used to define a custom character representing a filled square
00030   B11111,
00031   B11111,
00032   B11111,
00033   B11111,
00034   B11111,
00035   B11111,
00036   B11111,
00037   B11111
00038 };
00043 void AnimatableLcd::init()
00044 {
00045   LiquidCrystal_I2C::init();
00046   backlight();
00047   noCursor();
00048   lcd.createChar(0, loading_empty_c);
00049   lcd.createChar(1, loading_full_c);
00050 }
00056 void AnimatableLcd::setAnimation(AnimString* _animString)
00057 {
00058   doAnimation = true;
00059   animString = _animString;
00060 }
00066 void AnimatableLcd::print(const String& text)
00067 {
00068   //custom print with ability to use custom characters, just inserst the number of the custom
      character in the string (\1n for the nth character)
00069   //and it will be converted to the custom character (\1n so that \0 doesn't appear in the string,
      because it means end of string)
00070   for(char c:text){
00071     if(c>=8&&c<=15){//if it is a custom character
00072       write(c-8);
00073     }else if(c==1){//defining a non-newline space
00074       LiquidCrystal_I2C::print(" ");
00075     }else if(c==2){//defining a "random" character https://arduino.stackexchange.com/a/46833
00076       LiquidCrystal_I2C::print(String((char)random(33,256)));
00077     }
00078     else{
00079       LiquidCrystal_I2C::print(c);
00080     }
00081   }
00082 }
00088 void AnimatableLcd::print(const String&& text)
00089 {
00090   print(text);
00091 }
00099 void AnimatableLcd::printCentered(String text, int length = -1, int row = 0) //length<=16
00100 {
00101   if (length == -1) {
00102     length = text.length();
00103   }
00104   int offset = (16 - length) / 2; //rundet immer ab, da int
00105   setCursor(offset, row);
00106   print(text);
00107 }
00113 void AnimatableLcd::printPretty(String text) //handelt zeilenumbrüche und schreibt zentriert
00114 {
00115   clear();
00116   int length = text.length();
00117   if (length <= 16) {
00118     printCentered(text, length);
00119     return 0;
00120   }
00121   int spacePos = -1;
00122   for (int i = 15; i >= 0; i--) {
00123     if (text[i] == ' ') {
```

```
00124       spacePos = i;
00125       break;
00126     }
00127   }
00128   String row1, row2;
00129   if (spacePos != -1) {
00130     row1 = text.substring(0, spacePos);
00131     row2 = text.substring(spacePos + 1);
00132   } else {
00133     row1 = text.substring(0, 16);
00134     row2 = text.substring(16);
00135   }
00136   printCentered(row1, row1.length(), 0);
00137   printCentered(row2, row2.length(), 1);
00138 }
00143 void AnimatableLcd::update()
00144 {
00145   if (!doAnimation) {
00146     return;
00147   }
00148   animString->update();
00149 }
```

6.5 animString.h-Dateireferenz

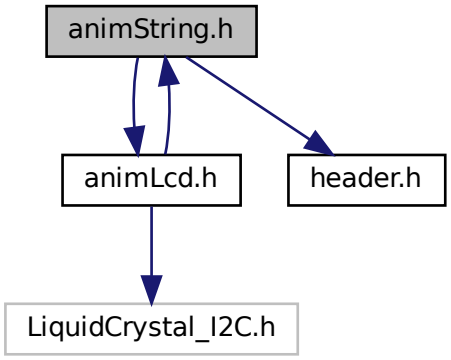
6.5.1 Ausführliche Beschreibung

Header datei für eine Mehrzahl von animierbaren Strings und der Callable Klasse.

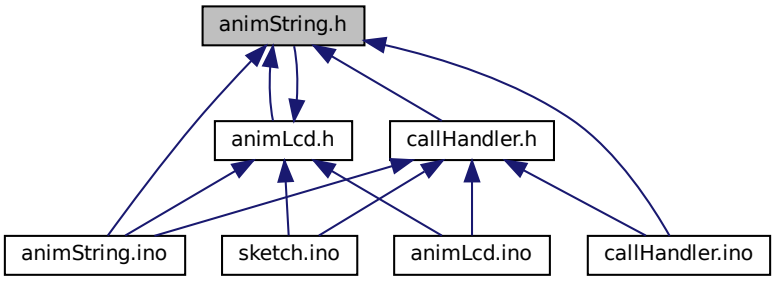
Definiert in Datei animString.h.

```
#include "animLcd.h"
#include "header.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für animString.h:



Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Klassen

- struct Callable

  Ein Call der vom CallHandler aufgerufen werden kann.
- struct FuncCall

  Ein Call der eine Funktion ausführt.
- struct LcdString

  Ein String der auf dem AnimatableLcd angezeigt werden kann.
- class AnimString

  Die Klasse für animierbare LcdStrings.
- class LcdLoadingAnim

  Die Klasse der Lcd Ladeanimationen.
- class LcdDotAnim

  Die Klasse der Lcd Punktanimationen.

6.6 animString.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00005 //the implementations for the animatable string class
00006 //animatable strings are strings that can be passed to the animatable lcd
00007 #ifndef ANIMSTRING_H
00008 #define ANIMSTRING_H
00009 struct Callable;
00010 struct FuncCallable;
00011 struct LcdString;
00012 class LcdLoadingAnim;
00013 class LcdDotAnim;
00014
00015 #include "animLcd.h"
00016 #include "header.h"
00017
00023 struct Callable {
00028   virtual void run(){} //virtual->can be implemented by derived classes
00034   virtual bool isDone(){}
00035   virtual ~Callable(){} //let's derived classes free their own memory. ~functions are called when the
       object is deleted
00036 };
00041 struct FuncCall: public Callable {
00046     func_t<void> call;
00051     func_t<bool> _isDone;
00052     FuncCall(func_t<void> call, func_t<bool> _isDone):
00053       call(call), _isDone(_isDone) {  }
```

```
00054     FuncCall(func_t<void> call): //when no isDone function is provided, isDone defaults to true
00055       call(call), _isDone([](){return true;}) {}
00056     virtual ~FuncCall() {}
00057     void run();
00058     bool isDone();
00059 };
00064 struct LcdString: public Callable {
00069   String text;
00074   AnimatableLcd* lcd;
00079   time_t duration;
00084   time_t callStart;//time at which the string was written to the LCD
00085   LcdString(String text, AnimatableLcd* lcd, time_t duration = 0)
00086     : text(text), duration(duration), lcd(lcd) {  }
00087   virtual ~LcdString() {}
00088   bool isDone();
00089   virtual void run();
00094   virtual void update() {}
00095 };
00100 class AnimString: public LcdString {
00101   protected:
00106     time_t stepDuration;
00111     time_t animStart;
00116     time_t lastRefresh;
00117   public:
00118     using LcdString::LcdString;
00119     virtual ~AnimString() {}
00124     virtual void init() {}
00125     void run();
00126 };
00131 class LcdLoadingAnim: public AnimString {
00132   public:
00133     using AnimString::AnimString;
00134     void  init();
00135     void update();
00136 };
00141 class LcdDotAnim: public AnimString {
00142   public:
00143     LcdDotAnim(String text, AnimatableLcd* lcd, time_t duration = 0, time_t _stepDuration = 500)
00144       : AnimString(text, lcd, duration) {
00145       stepDuration = _stepDuration;
00146     }
00147     void init();
00148     void update();
00149 };
00150 #endif
```

6.7 animString.ino-Dateireferenz

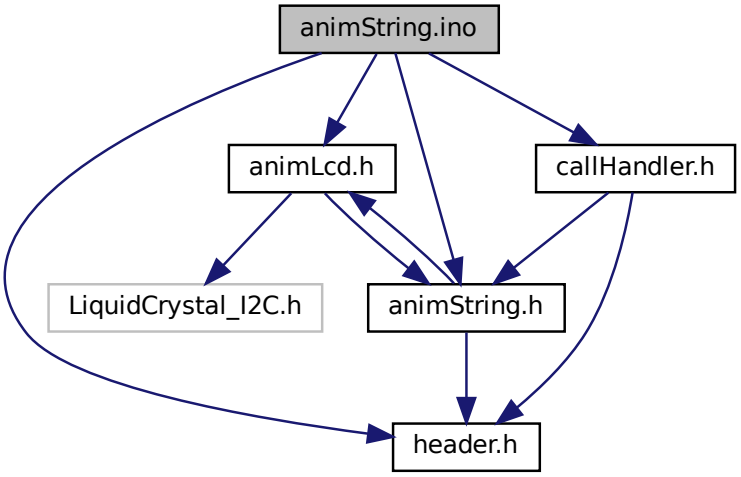
6.7.1 Ausführliche Beschreibung

Implementationen der Callable und LcdString Klassen.

Definiert in Datei animString.ino.

```
#include "animLcd.h"
#include "callHandler.h"
#include "header.h"
#include "animString.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für animString.ino:



6.8 animString.ino

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00006 #include "animLcd.h"
00007 #include "callHandler.h"
00008 #include "header.h"
00009 #include "animString.h"
00014 void FuncCall::run()
00015 {
00016   call();
00017 }
00024 bool FuncCall::isDone()
00025 {
00026   return _isDone();
00027 }
00032 void LcdString::run()
00033 {
00034   callStart = millis();
00035   lcd->doAnimation = false;
00036   lcd->printPretty(this->text);
00037 }
00044 bool LcdString::isDone()
00045 {
00046   return millis() - callStart > duration;
00047 }
00052 void AnimString::run()
00053 {
00054   callStart = millis();
00055   lcd->clear();
00056   lcd->setAnimation(this);
00057   animStart = millis();
00058   lastRefresh = millis();
00059   init();
00060 }
00064 void  LcdLoadingAnim::init()
00065 {
00066   stepDuration = duration / 9;
00067   if (text.length() > 16) {
00068     Serial.print("warning: text given for loading animation is to long, text: ");
00069     Serial.println(text);
00070   }
00071   lcd->printCentered(text);
00072   lcd->setCursor(LOADING_BAR_OFFSET, 1);
00073   for (int i = 0; i < 8; i++) {
```

```
00074     lcd->write(0);
00075   }
00076   lcd->print("0% ");
00077 }
00082 void LcdLoadingAnim::update()
00083 {
00084   time_t time = millis();
00085   short percent = (time - animStart) * 100 / duration;
00086   if (time - lastRefresh > stepDuration) {
00087     short nToFill = percent * 9 / 100;
00088     if (nToFill == 0) {
00089       return;
00090     }
00091     lcd->setCursor(nToFill + LOADING_BAR_OFFSET - 1, 1);
00092     lcd->write(1);
00093     lastRefresh = time;
00094   }
00095   lcd->setCursor(8 + LOADING_BAR_OFFSET, 1);
00096   lcd->print(percent);
00097   lcd->print("%");
00098 }
00103 void LcdDotAnim::init()
00104 {
00105   lcd->printPretty(text + "\1\1\1");//spaces that can't be broken up to newlines
00106 }
00111 void LcdDotAnim::update()
00112 {
00113   time_t time = millis();
00114   if ((time - lastRefresh) < stepDuration) {
00115     return;
00116   }
00117   lastRefresh = time;
00118   int numDots = ((time - animStart) / stepDuration) % 4;
00119   char dots[4];
00120   for (int i = 0; i < 3; i++) {
00121     if (i < numDots) {
00122       dots[i] = '.';
00123     } else {
00124       dots[i] = '\1';
00125     }
00126   }
00127   dots[3] = '\0';
00128   lcd->printPretty(text + dots);
00129 }
```

6.9 callHandler.h-Dateireferenz

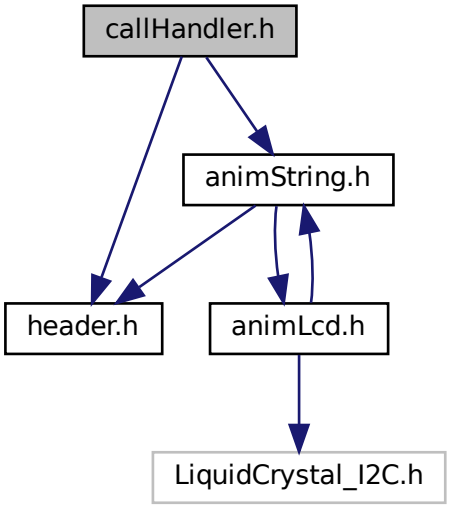
6.9.1 Ausführliche Beschreibung

header datei für den CallHandler

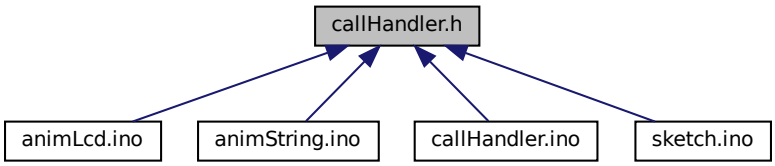
Definiert in Datei callHandler.h.

```
#include "header.h"
#include "animString.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für callHandler.h:



Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Klassen

- class CallHandler

  Klasse, die Calls nacheinander aufruft.

6.10 callHandler.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00005 #ifndef CALLHANDLER_H
00006 #define CALLHANDLER_H
00007 class CallHandler;
00008
00009 #include "header.h"
00010 #include "animString.h"
```

```
00017 class CallHandler {//calls functions after a certain delay
00023     Callable** callPtrs;
00029     Callable** currCallPtr;
00034     Callable** lastCallPtr;
00039     time_t lastCallT;
00044     bool callsSet = false;
00045   public:
00050     bool running = false;
00051     void deleteCalls();
00052     void setCalls(Callable* newCallPtrs[], size_t nCalls);
00053     void update();
00054 };
00055 #endif
```

6.11 callHandler.ino-Dateireferenz

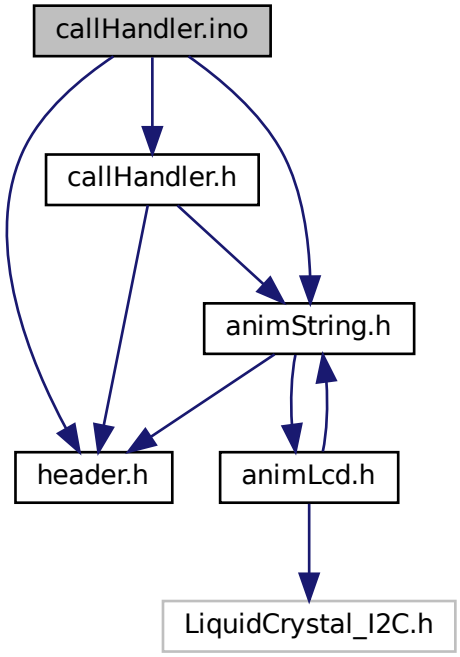
6.11.1 Ausführliche Beschreibung

Umsetzung der CallHandler Klasse.

Definiert in Datei callHandler.ino.

```
#include "header.h"
#include "animString.h"
#include "callHandler.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für callHandler.ino:



6.12 callHandler.ino

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00005 #include "header.h"
00006 #include "animString.h"
00007 #include "callHandler.h"
00012 void CallHandler::deleteCalls()
00013 {
00014   if (!callsSet) {
00015     return;
00016   }
00017   callsSet = false;
00018   for (Callable** callPtr = callPtrs; callPtr <= lastCallPtr; callPtr++) {
00019     delete *callPtr;
00020   }
00021   delete callPtrs;
00022 }
00030 void CallHandler::setCalls(Callable* newCallPtrs[], size_t nCalls)
00031 {
00032   /*if(callsSet){ //doing this would result in two sets of calls being in heap at once
00033     deleteCalls(); //solution is to delete previus calls before initializing a new one
00034   }*/
00035   callPtrs = newCallPtrs;
00036   callsSet = true;
00037   currCallPtr = callPtrs;
00038   (*currCallPtr)->run();
00039   lastCallPtr = callPtrs + nCalls - 1;
00040   lastCallT = millis();
00041   running = true;
00042 }
00047 void CallHandler::update()
00048 {
00049   if (!running) {
00050     return;
00051   }
00052   time_t timePassed = millis() - lastCallT;
00053   if ((*currCallPtr)->isDone()) {//->currCall->isDone()
00054     if (currCallPtr == lastCallPtr) {
00055       running = false;
00056       return;
00057     }
00058     currCallPtr++;
00059     (*currCallPtr)->run();//->currCall->run();
00060   }
00061 }
```

6.13 customServo.h-Dateireferenz

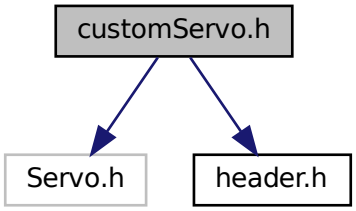
6.13.1 Ausführliche Beschreibung

Header Datei der CustomServo Klasse.

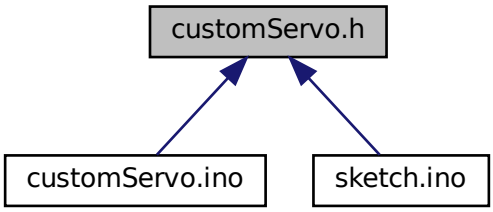
Definiert in Datei customServo.h.

```
#include <Servo.h>
#include "header.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für customServo.h:



Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Klassen

- class CustomServo

  Eine erweiterte Version der `Servo-Klasse`, die es ermöglicht den Servo mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu bewegen.

6.14 customServo.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00005 #ifndef CUSTOMSERVO_H
00006 #define CUSTOMSERVO_H
00007 #include <Servo.h>
00008 #include "header.h"
00013 class CustomServo: public Servo {
00018     short startAngle;
00023     short targetAngle;
00028     float speed;
00033     time_t startTime;//time at which servo started moving
00034     void startMove();
00035   public:
00036     bool done=true;
00037     void write(short newAngle);
00038     void write(short newAngle, time_t duration);
```

```
00039     void writeDirect(short angle);
00040     void setSpeed(float newSpeed);
00041     void updatePos();
00042     void stop();
00043     void start();
00044     bool isDone();
00045 };
00046 #endif
```

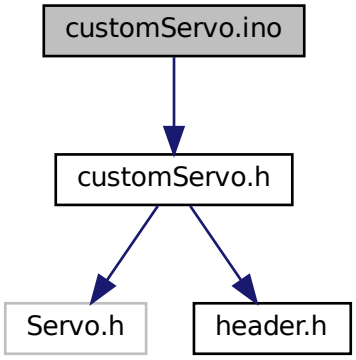
6.15 customServo.ino-Dateireferenz

6.15.1 Ausführliche Beschreibung

Umsetztung der CustomServo Klasse.

Definiert in Datei customServo.ino.

`#include "customServo.h"`
Include-Abhängigkeitsdiagramm für customServo.ino:



6.16 customServo.ino

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00006 #include "customServo.h"
00011 void CustomServo::startMove()
00012 {
00013   startAngle = read();
00014   startTime = millis();
00015   done = false;
00016 }
00022 void CustomServo::write(short newAngle)
00023 {
00024   startMove();
00025   targetAngle = newAngle;
00026 }
00033 void CustomServo::write(short newAngle, time_t duration)
00034 {
00035   write(newAngle);
00036   speed = (float)(targetAngle - startAngle) / (float)duration;
00037 }
```

```
00043 void CustomServo::writeDirect(short angle)
00044 {
00045   Servo::write(angle);
00046 }
00052 void CustomServo::setSpeed(float newSpeed)
00053 {
00054   startMove();
00055   speed = newSpeed;
00056 }
00061 void CustomServo::updatePos()
00062 {
00063   if (done) {
00064     return;
00065   }
00066   long timePassed = millis() - startTime;
00067   short newAngle;
00068   if (targetAngle > startAngle) {
00069     newAngle = startAngle + timePassed * speed;
00070     if (newAngle >= targetAngle) {
00071       Servo::write(targetAngle);
00072       done = true;
00073       return;
00074     }
00075   } else {
00076     newAngle = startAngle - timePassed * speed;
00077     if (newAngle <= targetAngle) {
00078       Servo::write(targetAngle);
00079       done = true;
00080       return;
00081     }
00082   }
00083   Servo::write(newAngle);
00084 }
00091 bool CustomServo::isDone()
00092 {
00093   return read() == targetAngle;
00094 }
00099 void CustomServo::stop()
00100 {
00101   done = true;
00102 }
00107 void CustomServo::start()
00108 {
00109   done = false;
00110 }
```

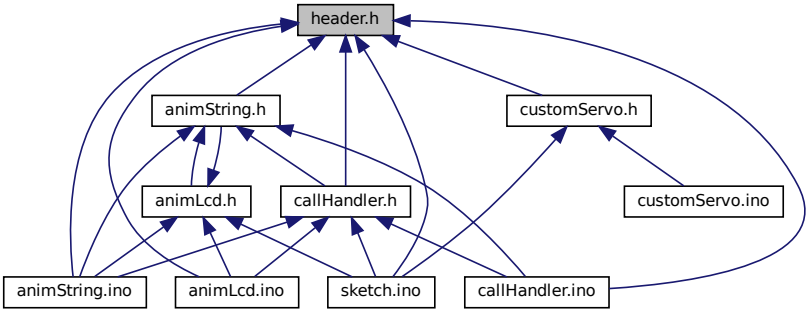
6.17 header.h-Dateireferenz

6.17.1 Ausführliche Beschreibung

Definiert variablen-types die überall im Programm benutzt werden.

Definiert in Datei header.h.

Dieser Graph zeigt, welche Datei direkt oder indirekt diese Datei enthält:



Typdefinitionen

- using time_t = unsigned long

  Ein Zeit Typ.
- template<typename ReturnT = void>
  using func_t = ReturnT(∗)()

  Ein Funktions Typ.

6.17.2 Dokumentation der benutzerdefinierten Typen

6.17.2.1 func_t

```
template<typename ReturnT = void>
using func_t = ReturnT(*)()
```

Ein Funktions Typ.

Template-Parameter

ReturnT	der Rückgabewert der Funktion die referenziert wird

Definiert in Zeile 17 der Datei header.h.

6.17.2.2 time_t

```
using time_t = unsigned long
```

Ein Zeit Typ.

Definiert in Zeile 10 der Datei header.h.

6.18 header.h

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00005 #ifndef HEADER_H //include guards (https://www.geeksforgeeks.org/include-guards-in-c/)
00006 #define HEADER_H
00010 using time_t = unsigned long;
00016 template <typename ReturnT = void>
00017 using func_t=ReturnT(*)(); //defining a function type
00018 #endif
```

6.19 index.md-Dateireferenz

6.20 sketch.ino-Dateireferenz

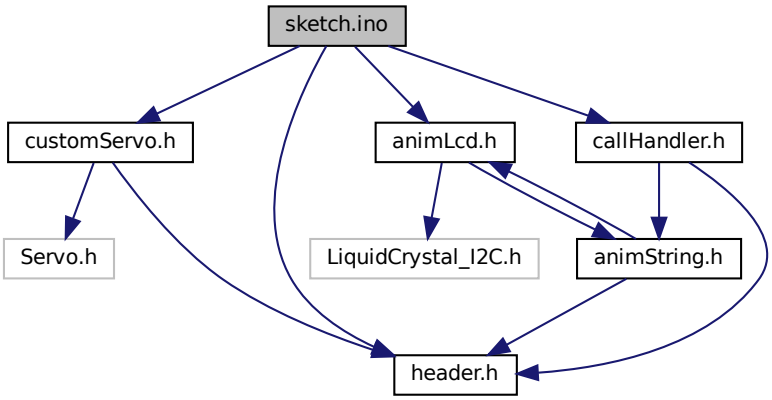
6.20.1 Ausführliche Beschreibung

Hauptdatei, wichtigste Funktionen sind setup() und loop()

Definiert in Datei sketch.ino.

```
#include "customServo.h"
#include "animLcd.h"
#include "callHandler.h"
#include "header.h"
```

Include-Abhängigkeitsdiagramm für sketch.ino:



Funktionen

- Farbe mesureColor ()

  Misst mithilfe des Reflexoptokopplers die Farbe des Balls.
- void setLedColor (unsigned char r, unsigned char g, unsigned char b)

  Setzt die Farbe der RGB-Led.
- void stopButtonClicked ()

  wird ausgeführt wenn der Stop-Knopf gedrückt wird
- bool servoIsDone ()

  Hilfs Funktion, Methoden können nicht als Funktionsparameter benutzt werden.
- template<short angle>
  void legBallAb (String name, String richtung)

  Bewegt einen Ball zum Loch, legt ihn Ab und geht zurück.
- void setup ()

  Wird am Anfang des Programms aufgerufen.
- void loop ()

  Wird immer wieder ausgeführt.

Klassen

- class ButtonHandler

  Kleine Klasse die Knopfdrücke verarbeitet.

Makrodefinitionen

- #define GEH_ZURUECK

  2 Befehle, gibt "gehe zurück" auf dem Bildschirm aus und geht zurück

Aufzählungen

- enum Farbe { WHITE , BLACK , ORANGE , NOTHING }

  Farben, werden für die Messungen des Reflexoptokopplers benutzt.

Variablen

- const int LOADING_DURATION = 3000

  Gibt an, wie lange die Ladeanimation beim "Hochfahren" dauert.
- const int ANGLE_LEFT_HOLE = 180

  Winkel des linken Lochs in Grad.
- const int ANGLE_RIGHT_HOLE = 90

  Winkel des rechten Lochs in Grad.
- const int ANGLE_CENTER = 130

  Winkel der Ablagefläche für neue Bälle, die sortiert werden sollen.
- const int ANGLE_MIN = 45

  Der kleinste sichere Winkel.
- const int PIN_SERVO = 6

  Der Pin an dem der Servomotor angeschlossen ist.
- const int PIN_STOPBUTTON = 13

  Der Pin an dem der Start/Stop Knopf angeschlossen ist.
- const int PIN_RED = 11

  Der Pin um die Rotfärbung der RGB-Led zu steuern.
- const int PIN_GREEN = 10

  Der Pin um die Grünfärbung der RGB-Led zu steuern.
- const int PIN_BLUE = 9

  Der Pin um die Blaufärbung der RGB-Led zu steuern.
- const float SERVO_SPEED_DEFAULT = 0.01f

  Die normale Geschwindigkeit des Servos.
- const float SERVO_SPEED_FAST = 0.5f

  Die "schnelle" Geschwindigkeit des Servos.
- AnimatableLcd lcd (0x27, 16, 2)

  Der animierbare Lcd.
- CallHandler callHandler

  Die CallHandler Instanz.
- CustomServo servo

  Der Servo, eine CustomServo Instanz.
- int nWhite = 0

  Die Anzahl weißer Bälle, die schon sortiert wurden.

- int nBlack = 0

  Die Anzahl schwarzer Bälle, die schon sortiert wurden.
- int nOrange = 0

  Die Anzahl orangener Bälle, die schon sortiert/entfernt wurden.
- bool doFlicker = false

  Sagt aus, ob das Display flackern und die Led blinken soll.
- ButtonHandler stopButton

  der Stop Knopf

6.20.2 Makro-Dokumentation

6.20.2.1 GEH_ZURUECK

```
#define GEH_ZURUECK
```

Wert:

```
  new LcdDotAnim("Gehe zur\365ck",&lcd),\
  new FuncCall([]{\
    servo.setSpeed(SERVO_SPEED_FAST);\
    servo.write(ANGLE_CENTER);\
  },&servoIsDone)
```

2 Befehle, gibt "gehe zurück" auf dem Bildschirm aus und geht zurück

Definiert in Zeile 237 der Datei sketch.ino.

6.20.3 Dokumentation der Aufzählungstypen

6.20.3.1 Farbe

```
enum Farbe
```

Farben, werden für die Messungen des Reflexoptokopplers benutzt.

Aufzählungswerte

WHITE	
BLACK	
ORANGE	
NOTHING	

Definiert in Zeile 155 der Datei sketch.ino.

```
00156 {
00157   WHITE,
00158   BLACK,
00159   ORANGE,
```

```
00160   NOTHING
00161 };
```

6.20.4 Dokumentation der Funktionen

6.20.4.1 legBallAb()

```
template<short angle>
void legBallAb (
             String name,
             String richtung )
```

Bewegt einen Ball zum Loch, legt ihn Ab und geht zurück.

Template-Parameter

angle	Der Winkel als Template, da Lambdas (Funktionen die als Parameter weitegegeben werden) keine Variablen von Außen beinhalten dürfen

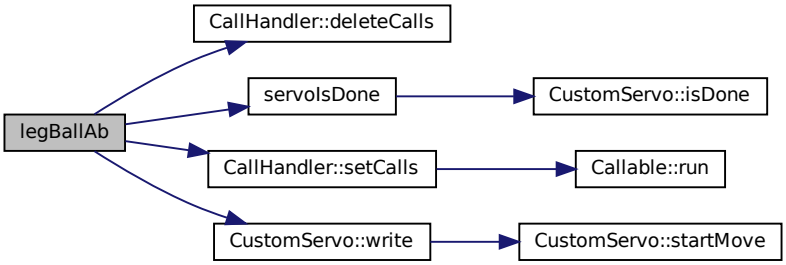
Parameter

name	Die Farbe des Balls
richtung	Der "Name" der Richtung des angegebenen Winkels

Definiert in Zeile 251 der Datei sketch.ino.

```
00252 {
00253   callHandler.deleteCalls();
00254   /*static*/ auto calls = new Callable*[6] {
00255     //static so that the space for the calls is only allocated once
      (https://cpp4arduino.com/2018/11/06/what-is-heap-fragmentation.html),
00256     //didn't end up being necessary because at there is only one object in heap at one point in time
      (callHandler.deleteCalls())
00257     // new so that it is allocated on the heap
00258     //auto automatically sets the type, in this case Callable*[] (Callable**)
00259     new LcdString("Ball erkannt, vorsicht", &lcd, 1000), //objects get upcasted to Callable*
00260     new LcdDotAnim(name + "er Ball, drehe " + richtung, &lcd, 0),
00261     new FuncCall([]() {
00262       servo.write(angle);
00263     }, &servoIsDone),
00264     new LcdString("Angekommen", &lcd, 1000),
00265     GEH_ZURUECK //2 elemente
00266   };
00267   callHandler.setCalls(calls, 6); //if the number is too large the program crashes
00268 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



6.20.4.2 loop()

```
void loop ( )
```

Wird immer wieder ausgeführt.

Hier werden alle möglichen Objekte wie der Servo, der Lcd usw. aktualisiert und die Aktionen (Farbe des Balls messen, Bewegung des Servos Starten etc.) koordiniert

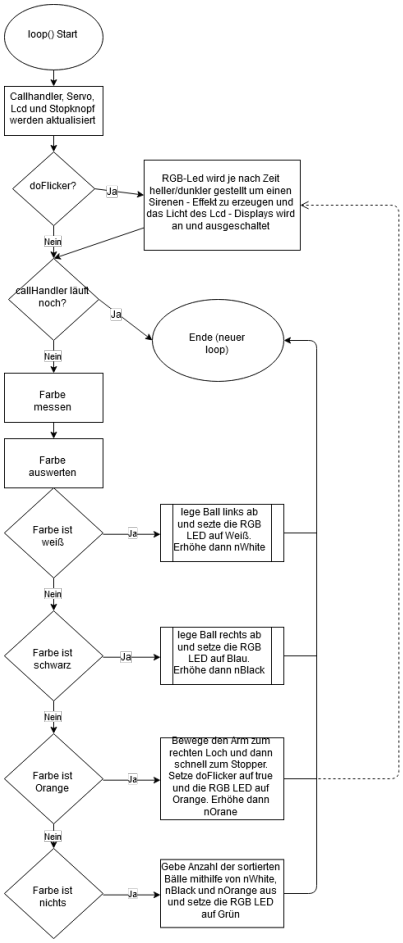
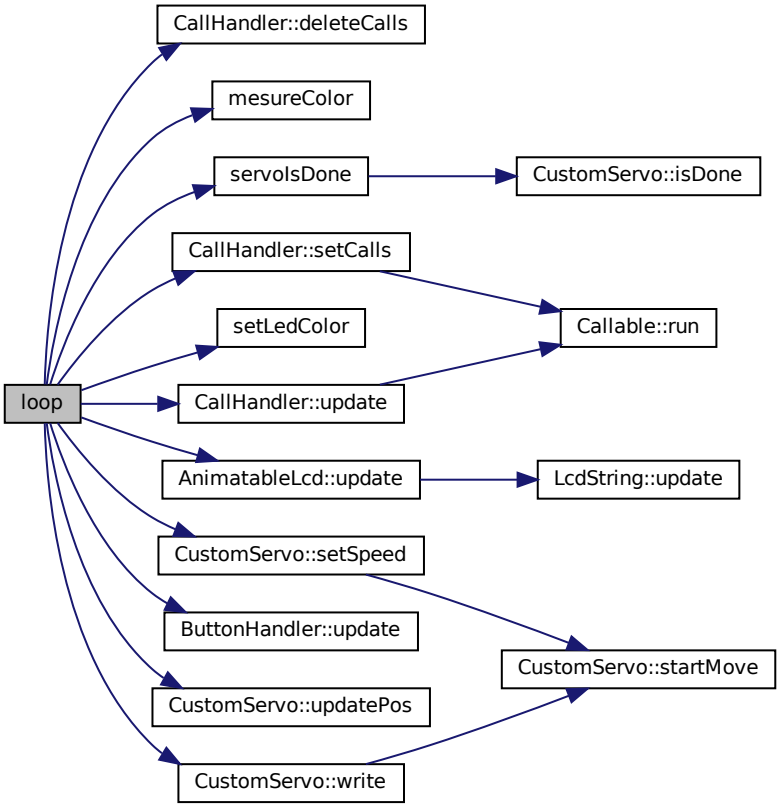


Abbildung 6.1 vereinfachter Programablaufplan für die loop() Funktion

Definiert in Zeile 294 der Datei sketch.ino.

```
00295 {
00296   callHandler.update();
00297   lcd.update();
00298   servo.updatePos();
00299   stopButton.update();
00300   if (doFlicker) {
00301     unsigned short b = (millis() / 2) % 513; //helligkeit: 0-512
00302     if (b > 255) {
00303       b = 511 - b; //wenn b größer als 255, wird die helligkeit kleiner, Werte über 255 werden also
      "gespiegelt"
00304     }
00305     setLedColor(b, b / 2, 0); //orange
00306     if (random(3) == 0) {
00307       lcd.noBacklight();
00308     } else {
00309       lcd.backlight();
00310     }
00311   }
00312   if (callHandler.running) {
00313     return;
00314   }
00315   Farbe farbe = mesureColor();
00316   servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00317   switch (farbe) {
00318     case WHITE:
00319       {
00320         nWhite++;
00321         Serial.println("white");
00322         legBallAb<ANGLE_LEFT_HOLE>("Wei\342", "Links");
00323         setLedColor(255, 255, 255);
00324         break;
00325       }
00326     case BLACK:
00327       {
00328         nBlack++;
00329         Serial.println("black");
00330         legBallAb<ANGLE_RIGHT_HOLE>("Schwarz", "Rechts");
00331         setLedColor(0, 0, 255);
00332         break;
00333       }
00334     case NOTHING:
00335       {
00336         Serial.println("nothing");
00337         callHandler.deleteCalls();
00338         /*static*/ auto callsNothing = new Callable*[1] {
00339           new LcdString(String("Ball einlegen W:") + nWhite + String(" S:") + nBlack + String(" O:") +
      nOrange, &lcd, 1000)
00340         };
00341         callHandler.setCalls(callsNothing, 1);
00342         setLedColor(0, 255, 0);
00343         break;
00344       }
00345     case ORANGE:
00346       {
00347         doFlicker = true;
00348         nOrange++;
00349         Serial.println("orange");
00350         callHandler.deleteCalls();
00351         /*static*/ auto callsOrange = new Callable*[10] {
00352           new LcdString("Oran\2er B\211", &lcd, 1000),
00353           new LcdString("\2\2\2\2O\2\2OR\2\2R\2\2A\2\2N\2\2G\2\2\2E\2\2\2\2!\2\2", &lcd, 0),
00354           new FuncCall([]() {
00355             servo.write(ANGLE_RIGHT_HOLE);
00356           }, &servoIsDone),
00357           new LcdString("Fehler \2rk\2nnt", &lcd, 1000),
00358           new FuncCall([]() {
00359             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_FAST);
00360             servo.write(ANGLE_MIN);
00361           }, &servoIsDone),
00362           new FuncCall([]() {
00363             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00364           }, &servoIsDone),
00365           new FuncCall([]() {
00366             doFlicker = false;
00367             setLedColor(0, 255, 0);
00368             lcd.backlight();
00369           }),
00370           new LcdString("Fehler beseitigt", &lcd, 2000),
00371           GEH_ZURUECK
00372         };
00373         callHandler.setCalls(callsOrange, 10);
00374         break;
00375       }
00376   }
00377 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



6.20.4.3 mesureColor()

```
Farbe mesureColor ( )
```

Misst mithilfe des Reflexoptokopplers die Farbe des Balls.

Rückgabe

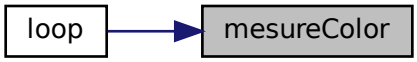
Farbe Die Farbe des Balls

Definiert in Zeile 168 der Datei sketch.ino.

```
00169 {
00170   //return ORANGE;//inputs hardcoden, für Testzwecke
00171   //int hue = random(0, 1000); //inputs simulieren
00172   int hue=analogRead(A0);//tatsächlich Farbe messen
00173   if (hue <= 100) {
00174     return ORANGE;
00175   }
00176   if (hue < 500) {
00177     return WHITE;
00178   }
00179   if (hue < 830) {
00180     return NOTHING;
```

```
00181   }
00182   return BLACK;
00183 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



6.20.4.4 servoIsDone()

```
bool servoIsDone ( )
```

Hilfs Funktion, Methoden können nicht als Funktionsparameter benutzt werden.

Rückgabe

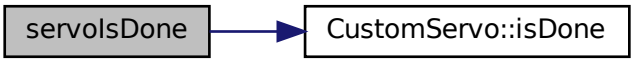
true

false

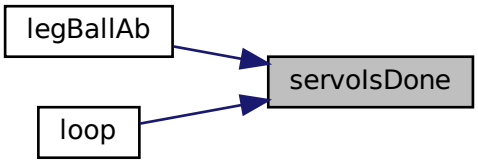
Definiert in Zeile 229 der Datei sketch.ino.

```
00230 {
00231   return servo.isDone();
00232 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



6.20.4.5 setLedColor()

```
void setLedColor (
            unsigned char r,
            unsigned char g,
            unsigned char b )
```

Setzt die Farbe der RGB-Led.

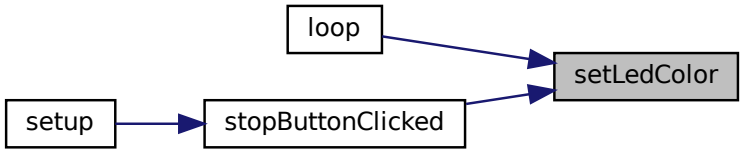
Parameter

r	Rot (0-255)
g	Grün (0-255)
b	Blau (0-255)

Definiert in Zeile 191 der Datei sketch.ino.

```
00192 {
00193   analogWrite(PIN_RED, r);
00194   analogWrite(PIN_GREEN, g);
00195   analogWrite(PIN_BLUE, b);
00196 }
```

Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:



6.20.4.6 setup()

```
void setup ( )
```

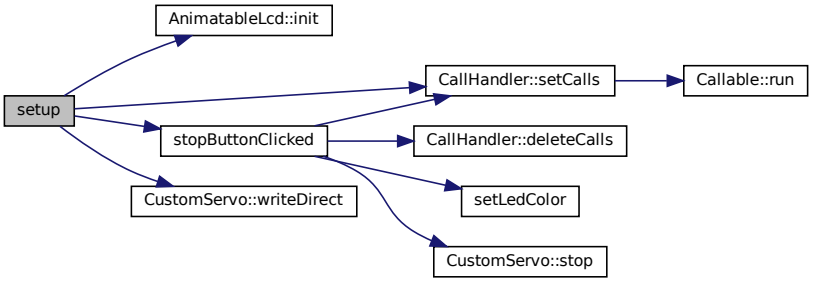
Wird am Anfang des Programms aufgerufen.

Definiert in Zeile 273 der Datei sketch.ino.

```
00274 {
00275   Serial.begin(9600);
00276   Serial.println("setup");
00277   servo.attach(PIN_SERVO);
00278   lcd.init();
00279   servo.writeDirect(ANGLE_CENTER);
00280   callHandler.setCalls(new Callable*[1] {
00281     new LcdLoadingAnim("Lade", &lcd, LOADING_DURATION),
00282   }, 1);
```

```
00283   randomSeed(analogRead(A1));
00284   stopButton = ButtonHandler(PIN_STOPBUTTON, &stopButtonClicked);
00285 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



6.20.4.7 stopButtonClicked()

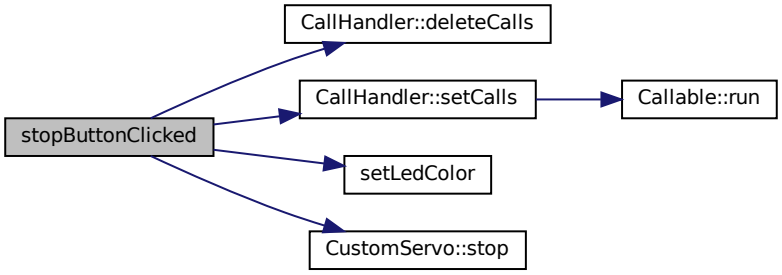
```
void stopButtonClicked ( )
```

wird ausgeführt wenn der Stop-Knopf gedrückt wird

Definiert in Zeile 201 der Datei sketch.ino.

```
00202 {
00203   static bool isStopped = false;//wird nur einmal initialisiert
00204   isStopped = !isStopped;
00205   if (isStopped) {
00206     Serial.println("stopping servo");
00207     servo.stop();
00208     callHandler.deleteCalls();
00209     /*static*/ auto call = new Callable*[1] {
00210       new LcdDotAnim("gestoppt, warte auf start", &lcd, 100000000000000) //ja, sollte ich vermutlich
      besser implementieren
00211     };
00212     callHandler.setCalls(call, 1);
00213     setLedColor(255, 0, 0);
00214     doFlicker = false;
00215   } else {
00216     callHandler.running = false;
00217   }
00218 }
```

Hier ist ein Graph, der zeigt, was diese Funktion aufruft:



Hier ist ein Graph der zeigt, wo diese Funktion aufgerufen wird:

6.20.5 Variablen-Dokumentation

6.20.5.1 ANGLE_CENTER

```
const int ANGLE_CENTER = 130
```

Winkel der Ablagefläche für neue Bälle, die sortiert werden sollen.

Definiert in Zeile 28 der Datei sketch.ino.

6.20.5.2 ANGLE_LEFT_HOLE

```
const int ANGLE_LEFT_HOLE = 180
```

Winkel des linken Lochs in Grad.

Definiert in Zeile 18 der Datei sketch.ino.

6.20.5.3 ANGLE_MIN

```
const int ANGLE_MIN = 45
```

Der kleinste sichere Winkel.

Warnung

Wenn dieser Winkel nicht eingehalten wird schlägt der Arm gegen den Stopper

Definiert in Zeile 33 der Datei sketch.ino.

6.20.5.4 ANGLE_RIGHT_HOLE

```
const int ANGLE_RIGHT_HOLE = 90
```

Winkel des rechten Lochs in Grad.

Definiert in Zeile 23 der Datei sketch.ino.

6.20.5.5 callHandler

```
CallHandler callHandler
```

Die CallHandler Instanz.

Definiert in Zeile 79 der Datei sketch.ino.

6.20.5.6 doFlicker

```
bool doFlicker = false
```

Sagt aus, ob das Display flackern und die Led blinken soll.

Wird auf true gesetzt, wenn ein Orangener Ball entdeckt wird

Definiert in Zeile 102 der Datei sketch.ino.

6.20.5.7 lcd

```
AnimatableLcd lcd(0x27, 16, 2) (
            0x27 ,
            16 ,
            2  )
```

Der animierbare Lcd.

6.20.5.8 LOADING_DURATION

```
const int LOADING_DURATION = 3000
```

Gibt an, wie lange die Ladeanimation beim "Hochfahren" dauert.

Definiert in Zeile 13 der Datei sketch.ino.

6.20.5.9 nBlack

```
int nBlack = 0
```

Die Anzahl schwarzer Bälle, die schon sortiert wurden.

Definiert in Zeile 93 der Datei sketch.ino.

6.20.5.10 nOrange

```
int nOrange = 0
```

Die Anzahl orangener Bälle, die schon sortiert/entfernt wurden.

Definiert in Zeile 97 der Datei sketch.ino.

6.20.5.11 nWhite

```
int nWhite = 0
```

Die Anzahl weißer Bälle, die schon sortiert wurden.

Definiert in Zeile 89 der Datei sketch.ino.

6.20.5.12 PIN_BLUE

```
const int PIN_BLUE = 9
```

Der Pin um die Blaufärbung der RGB-Led zu steuern.

Definiert in Zeile 58 der Datei sketch.ino.

6.20.5.13 PIN_GREEN

```
const int PIN_GREEN = 10
```

Der Pin um die Grünfärbung der RGB-Led zu steuern.

Definiert in Zeile 53 der Datei sketch.ino.

6.20.5.14 PIN_RED

```
const int PIN_RED = 11
```

Der Pin um die Rotfärbung der RGB-Led zu steuern.

Definiert in Zeile 48 der Datei sketch.ino.

6.20.5.15 PIN_SERVO

```
const int PIN_SERVO = 6
```

Der Pin an dem der Servomotor angeschlossen ist.

Definiert in Zeile 38 der Datei sketch.ino.

6.20.5.16 PIN_STOPBUTTON

```
const int PIN_STOPBUTTON = 13
```

Der Pin an dem der Start/Stop Knopf angeschlossen ist.

Definiert in Zeile 43 der Datei sketch.ino.

6.20.5.17 servo

```
CustomServo servo
```

Der Servo, eine CustomServo Instanz.

Definiert in Zeile 84 der Datei sketch.ino.

6.20.5.18 SERVO_SPEED_DEFAULT

```
const float SERVO_SPEED_DEFAULT = 0.01f
```

Die normale Geschwindigkeit des Servos.

Definiert in Zeile 63 der Datei sketch.ino.

6.20.5.19 SERVO_SPEED_FAST

```
const float SERVO_SPEED_FAST = 0.5f
```

Die "schnelle" Geschwindigkeit des Servos.

Warnung

Servo bewegt sich hier nicht mit Maximalgeschwindigkeit. Wenn diese Geschwindigkeit schneller eingestellt wird als der Servo tatsächlich ist, hört er möglicherweise auf sich zu bewegen, bevor er an seinem Ziel angekommen ist Alternativ könnte CustomServo::writeDirect benutzt werden

Definiert in Zeile 69 der Datei sketch.ino.

6.20.5.20 stopButton

```
ButtonHandler stopButton
```

der Stop Knopf

Definiert in Zeile 223 der Datei sketch.ino.

6.21 sketch.ino

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00005 #include "customServo.h"
00006 #include "animLcd.h"
00007 #include "callHandler.h"
00008 #include "header.h"
00013 const int LOADING_DURATION = 3000;
00018 const int ANGLE_LEFT_HOLE = 180;
00023 const int ANGLE_RIGHT_HOLE = 90;
00028 const int ANGLE_CENTER = 130;
00033 const int ANGLE_MIN = 45;
00038 const int PIN_SERVO = 6;
00043 const int PIN_STOPBUTTON = 13;
00048 const int PIN_RED = 11;
00053 const int PIN_GREEN = 10;
00058 const int PIN_BLUE = 9;
00063 const float SERVO_SPEED_DEFAULT = 0.01f;
00069 const float SERVO_SPEED_FAST = 0.5f;
00074 AnimatableLcd lcd(0x27, 16, 2);
00079 CallHandler callHandler;
00084 CustomServo servo;
00085
00089 int nWhite = 0;
00093 int nBlack = 0;
00097 int nOrange = 0;
00102 bool doFlicker = false;
00103
00108 class ButtonHandler { //handels button clicks
00113     int pin;
00118     bool isPressed = false;
00119   public:
00124     void (*onclick)();
00125     ButtonHandler() {}
00132     ButtonHandler(int pin, void (*onclick)()): pin(pin), onclick(onclick) {
00133       pinMode(pin, INPUT_PULLUP);
00134     }
00139     void update()
00140     {
00141       bool isPressedNew = digitalRead(pin) == HIGH;
00142       if (isPressedNew != isPressed) { //is not being pressed now, but was being pressed
```

```
00143         if (isPressed) {
00144           Serial.println("click");
00145           onclick();
00146         }
00147       }
00148       isPressed = isPressedNew;
00149     }
00150 };
00155 enum Farbe
00156 {
00157   WHITE,
00158   BLACK,
00159   ORANGE,
00160   NOTHING
00161 };
00162 Farbe mesureColor(); //sonst erkennt Arduino Farbe nicht als typ an
       (https://forum.arduino.cc/t/syntax-for-a-function-returning-an-enumerated-type/107241)
00168 Farbe mesureColor()
00169 {
00170   //return ORANGE;//inputs hardcoden, für Testzwecke
00171   //int hue = random(0, 1000); //inputs simulieren
00172   int hue=analogRead(A0);//tatsächlich Farbe messen
00173   if (hue <= 100) {
00174     return ORANGE;
00175   }
00176   if (hue < 500) {
00177     return WHITE;
00178   }
00179   if (hue < 830) {
00180     return NOTHING;
00181   }
00182   return BLACK;
00183 }
00191 void setLedColor(unsigned char r, unsigned char g, unsigned char b) //unsigned char: 0-255
00192 {
00193   analogWrite(PIN_RED, r);
00194   analogWrite(PIN_GREEN, g);
00195   analogWrite(PIN_BLUE, b);
00196 }
00201 void stopButtonClicked()
00202 {
00203   static bool isStopped = false;//wird nur einmal initialisiert
00204   isStopped = !isStopped;
00205   if (isStopped) {
00206     Serial.println("stopping servo");
00207     servo.stop();
00208     callHandler.deleteCalls();
00209     /*static*/ auto call = new Callable*[1] {
00210       new LcdDotAnim("gestoppt, warte auf start", &lcd, 100000000000000) //ja, sollte ich vermutlich
       besser implementieren
00211     };
00212     callHandler.setCalls(call, 1);
00213     setLedColor(255, 0, 0);
00214     doFlicker = false;
00215   } else {
00216     callHandler.running = false;
00217   }
00218 }
00223 ButtonHandler stopButton;
00229 bool servoIsDone()
00230 {
00231   return servo.isDone();
00232 }
00237 #define GEH_ZURUECK \
00238   new LcdDotAnim("Gehe zur\365ck",&lcd),\
00239   new FuncCall([](){\
00240     servo.setSpeed(SERVO_SPEED_FAST);\
00241     servo.write(ANGLE_CENTER);\
00242   },&servoIsDone)
00250 template <short angle>
00251 void legBallAb(String name, String richtung)
00252 {
00253   callHandler.deleteCalls();
00254   /*static*/ auto calls = new Callable*[6] {
00255     //static so that the space for the calls is only allocated once
       (https://cpp4arduino.com/2018/11/06/what-is-heap-fragmentation.html),
00256     //didn't end up being necessary because at there is only one object in heap at one point in time
       (callHandler.deleteCalls())
00257     // new so that it is allocated on the heap
00258     //auto automatically sets the type, in this case Callable*[] (Callable**)
00259     new LcdString("Ball erkannt, vorsicht", &lcd, 1000), //objects get upcasted to Callable*
00260     new LcdDotAnim(name + "er Ball, drehe " + richtung, &lcd, 0),
00261     new FuncCall([]() {
00262       servo.write(angle);
00263     }, &servoIsDone),
00264     new LcdString("Angekommen", &lcd, 1000),
00265     GEH_ZURUECK //2 elemente
```

```
00266   };
00267   callHandler.setCalls(calls, 6); //if the number is too large the program crashes
00268 }
00273 void setup()
00274 {
00275   Serial.begin(9600);
00276   Serial.println("setup");
00277   servo.attach(PIN_SERVO);
00278   lcd.init();
00279   servo.writeDirect(ANGLE_CENTER);
00280   callHandler.setCalls(new Callable*[1] {
00281     new LcdLoadingAnim("Lade", &lcd, LOADING_DURATION),
00282   }, 1);
00283   randomSeed(analogRead(A1));
00284   stopButton = ButtonHandler(PIN_STOPBUTTON, &stopButtonClicked);
00285 }
00286
00287
00294 void loop()
00295 {
00296   callHandler.update();
00297   lcd.update();
00298   servo.updatePos();
00299   stopButton.update();
00300   if (doFlicker) {
00301     unsigned short b = (millis() / 2) % 513; //helligkeit: 0-512
00302     if (b > 255) {
00303       b = 511 - b; //wenn b größer als 255, wird die helligkeit kleiner, Werte über 255 werden also
      "gespiegelt"
00304     }
00305     setLedColor(b, b / 2, 0); //orange
00306     if (random(3) == 0) {
00307       lcd.noBacklight();
00308     } else {
00309       lcd.backlight();
00310     }
00311   }
00312   if (callHandler.running) {
00313     return;
00314   }
00315   Farbe farbe = mesureColor();
00316   servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00317   switch (farbe) {
00318     case WHITE:
00319       {
00320         nWhite++;
00321         Serial.println("white");
00322         legBallAb<ANGLE_LEFT_HOLE>("Wei\342", "Links");
00323         setLedColor(255, 255, 255);
00324         break;
00325       }
00326     case BLACK:
00327       {
00328         nBlack++;
00329         Serial.println("black");
00330         legBallAb<ANGLE_RIGHT_HOLE>("Schwarz", "Rechts");
00331         setLedColor(0, 0, 255);
00332         break;
00333       }
00334     case NOTHING:
00335       {
00336         Serial.println("nothing");
00337         callHandler.deleteCalls();
00338         /*static*/ auto callsNothing = new Callable*[1] {
00339           new LcdString(String("Ball einlegen W:") + nWhite + String(" S:") + nBlack + String(" O:") +
      nOrange, &lcd, 1000)
00340         };
00341         callHandler.setCalls(callsNothing, 1);
00342         setLedColor(0, 255, 0);
00343         break;
00344       }
00345     case ORANGE:
00346       {
00347         doFlicker = true;
00348         nOrange++;
00349         Serial.println("orange");
00350         callHandler.deleteCalls();
00351         /*static*/ auto callsOrange = new Callable*[10] {
00352           new LcdString("Oran\2er B\2ll", &lcd, 1000),
00353           new LcdString("\2\2\2\2O\2\2OR\2\2R\2\2A\2\2N\2\2G\2\2\2E\2\2\2\2!\2\2", &lcd, 0),
00354           new FuncCall([]() {
00355             servo.write(ANGLE_RIGHT_HOLE);
00356           }, &servoIsDone),
00357           new LcdString("Fehler \2rk\2nnt", &lcd, 1000),
00358           new FuncCall([]() {
00359             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_FAST);
00360             servo.write(ANGLE_MIN);
```

```
00361           }, &servoIsDone),
00362           new FuncCall([]() {
00363             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00364           }, &servoIsDone),
00365           new FuncCall([]() {
00366             doFlicker = false;
00367             setLedColor(0, 255, 0);
00368             lcd.backlight();
00369           }),
00370           new LcdString("Fehler beseitigt", &lcd, 2000),
00371           GEH_ZURUECK
00372         };
00373         callHandler.setCalls(callsOrange, 10);
00374         break;
00375       }
00376   }
00377 }
```

Index