Sortiermaschine

Erzeugt von Doxygen 1.9.5

1 Sortiermaschine 1

1.1 Zur Dokumentation . . . 1

1.1.1 Klassen . . . 1

2 Hierarchie-Verzeichnis 1

2.1 Klassenhierarchie . . . 1

3 Klassen-Verzeichnis 2

3.1 Auflistung der Klassen . . . 2

4 Datei-Verzeichnis 3

4.1 Auflistung der Dateien . . . 3

5 Klassen-Dokumentation 3

5.1 AnimatableLcd Klassenreferenz . . . 3

5.1.1 Ausführliche Beschreibung . . . 3

5.1.2 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 5

5.1.3 Dokumentation der Datenelemente . . . 9

5.2 AnimString Klassenreferenz . . . 10

5.2.1 Ausführliche Beschreibung . . . 10

5.2.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren . . . 11

5.2.3 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 11

5.2.4 Dokumentation der Datenelemente . . . 12

5.3 ButtonHandler Klassenreferenz . . . 13

5.3.1 Ausführliche Beschreibung . . . 13

5.3.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren . . . 13

5.3.3 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 14

5.3.4 Dokumentation der Datenelemente . . . 14

5.4 Callable Klassenreferenz . . . 15

5.4.1 Ausführliche Beschreibung . . . 15

5.4.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren . . . 15

5.4.3 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 15

5.5 CallHandler Klassenreferenz . . . 16

5.5.1 Ausführliche Beschreibung . . . 16

5.5.2 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 17

5.5.3 Dokumentation der Datenelemente . . . 20

5.6 CustomServo Klassenreferenz . . . 21

5.6.1 Ausführliche Beschreibung . . . 21

5.6.2 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 22

5.6.3 Dokumentation der Datenelemente . . . 27

5.7 FuncCall Strukturreferenz . . . 29

5.7.1 Ausführliche Beschreibung . . . 29

5.7.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren . . . 29

5.7.3 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 30

5.7.4 Dokumentation der Datenelemente . . . 31
5.8 LcdDotAnim Klassenreferenz . . . 31
5.8.1 Ausführliche Beschreibung . . . 31
5.8.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren . . . 32
5.8.3 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 32
5.9 LcdLoadingAnim Klassenreferenz . . . 33
5.9.1 Ausführliche Beschreibung . . . 33
5.9.2 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 34
5.10 LcdString Strukturreferenz . . . 36
5.10.1 Ausführliche Beschreibung . . . 36
5.10.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren . . . 37
5.10.3 Dokumentation der Elementfunktionen . . . 37
5.10.4 Dokumentation der Datenelemente . . . 38

6 Datei-Dokumentation **39**

6.1 animLcd.h-Dateireferenz . . . 39
6.1.1 Ausführliche Beschreibung . . . 39
6.1.2 Variablen-Dokumentation . . . 40
6.2 animLcd.h . . . 40
6.3 animLcd.ino-Dateireferenz . . . 40
6.3.1 Ausführliche Beschreibung . . . 40
6.3.2 Variablen-Dokumentation . . . 41
6.4 animLcd.ino . . . 42
6.5 animString.h-Dateireferenz . . . 43
6.5.1 Ausführliche Beschreibung . . . 43
6.6 animString.h . . . 44
6.7 animString.ino-Dateireferenz . . . 45
6.7.1 Ausführliche Beschreibung . . . 45
6.8 animString.ino . . . 46
6.9 callHandler.h-Dateireferenz . . . 47
6.9.1 Ausführliche Beschreibung . . . 47
6.10 callHandler.h . . . 48
6.11 callHandler.ino-Dateireferenz . . . 49
6.11.1 Ausführliche Beschreibung . . . 49
6.12 callHandler.ino . . . 50
6.13 customServo.h-Dateireferenz . . . 50
6.13.1 Ausführliche Beschreibung . . . 50
6.14 customServo.h . . . 51
6.15 customServo.ino-Dateireferenz . . . 51
6.15.1 Ausführliche Beschreibung . . . 51
6.16 customServo.ino . . . 52
6.17 header.h-Dateireferenz . . . 53

6.17.1 Ausführliche Beschreibung . . . 53
6.17.2 Dokumentation der benutzerdefinierten Typen . . . 53
6.18 header.h . . . 54
6.19 index.md-Dateireferenz . . . 54
6.20 sketch.ino-Dateireferenz . . . 54
6.20.1 Ausführliche Beschreibung . . . 54
6.20.2 Makro-Dokumentation . . . 56
6.20.3 Dokumentation der Aufzählungstypen . . . 56
6.20.4 Dokumentation der Funktionen . . . 57
6.20.5 Variablen-Dokumentation . . . 64
6.21 sketch.ino . . . 68

Index **71**

1 Sortiermaschine

Hallo, dies ist die Dokumentation für den Code der Sortiermaschine von Johannes und Arne
Online Dokumentation: https://arnecode.github.io/Sortiermaschine

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.

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

2 Hierarchie-Verzeichnis

2.1 Klassenhierarchie

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

ButtonHandler **13**

Callable **15**

FuncCall 29

LcdString 36

AnimString 10

LcdDotAnim 31

LcdLoadingAnim 33

CallHandler 16
LiquidCrystal_I2C

AnimatableLcd 3
Servo

CustomServo 21

3 Klassen-Verzeichnis

3.1 Auflistung der Klassen

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

AnimatableLcd
Eigener Lcd, ermöglicht es Animationen auf dem Lcd Display anzuzeigen 3

AnimString
Die Klasse für animierbare LcdStrings 10

ButtonHandler
Kleine Klasse die Knopfdrücke verarbeitet 13

Callable
Ein Call der vom CallHandler aufgerufen werden kann 15

CallHandler
Klasse, die Calls nacheinander aufruft 16

CustomServo
Eine Eigene Servo-Klasse, die es ermöglicht den Servo mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu bewegen 21

FuncCall
Ein Call der eine Funktion ausführt 29

LcdDotAnim
Die Klasse der Lcd Punktanimationen 31

LcdLoadingAnim
Die Klasse der Lcd Ladeanimationen 33

LcdString
Ein String der auf dem AnimatableLcd angezeigt werden kann 36

4 Datei-Verzeichnis

4.1 Auflistung der Dateien

Hier folgt die Aufzählung aller Dateien mit einer Kurzbeschreibung:

animLcd.h
Header-Datei für den animierbaren lcd (AnimatableLcd) 39

animLcd.ino
Implementation für die AnimatableLcd Klasse 40

animString.h
Header datei für eine Mehrzahl von animierbaren Strings und der Callable Klasse 43

animString.ino
Implementationen der Callable und LcdString Klassen 45

callHandler.h
Header datei für den CallHandler 47

callHandler.ino
Umsetzung der CallHandler Klasse 49

customServo.h
Header Datei der CustomServo Klasse 50

customServo.ino
Umsetztung der CustomServo Klasse 51

header.h
Definiert variablen-types die überall im Programm benutzt werden 53

sketch.ino
Hauptdatei, wichtigste Funktionen sind setup() und loop() 54

5 Klassen-Dokumentation

5.1 AnimatableLcd Klassenreferenz

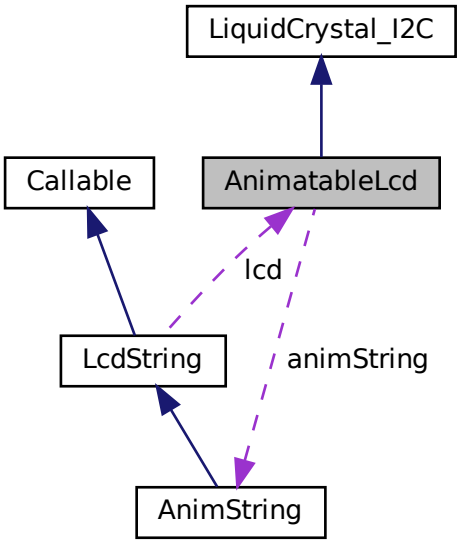
5.1.1 Ausführliche Beschreibung

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

Definiert in Zeile 17 der Datei animLcd.h.

```
#include <animLcd.h>
```

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.

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

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

Für eigene Character einfach die nummer des Characters in den Text einfügen **(\1n für den nten Character)**, \1 für Leerzeichen, das nicht in Zeilenumbruch resultiert

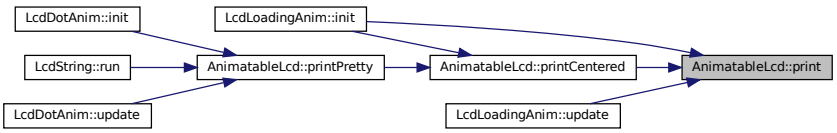
Parameter

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     }
00076     else{
00077       LiquidCrystal_I2C::print(c);
00078     }
00079   }
00080 }
```

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



5.1.2.3 printCentered()

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

Gibt einen String zentriert auf dem Lcd-Display aus.

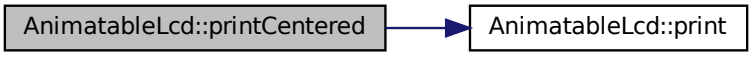
Parameter

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

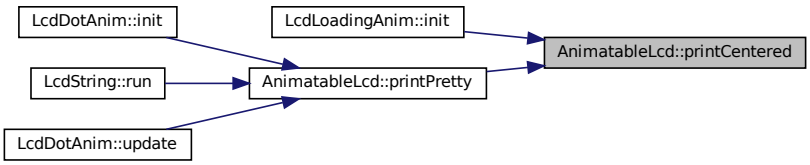
Definiert in Zeile 88 der Datei animLcd.ino.

```
00089 {
00090   if (length == -1) {
00091     length = text.length();
00092   }
00093   int offset = (16 - length) / 2; //rundet immer ab, da int
00094   setCursor(offset, row);
00095   print(text);
00096 }
```

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



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



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

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

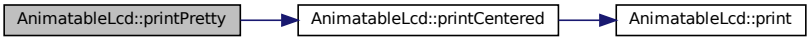
Parameter

text	

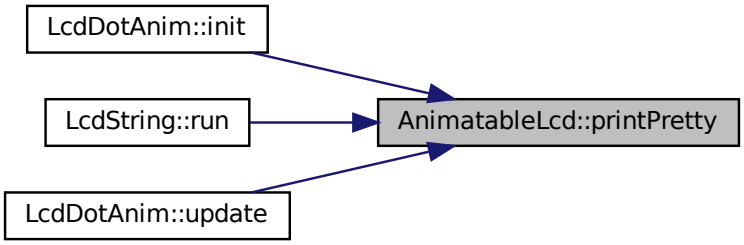
Definiert in Zeile 102 der Datei animLcd.ino.

```
00103 {
00104   clear();
00105   int length = text.length();
00106   if (length <= 16) {
00107     printCentered(text, length);
00108     return 0;
00109   }
00110   int spacePos = -1;
00111   for (int i = 15; i >= 0; i--) {
00112     if (text[i] == ' ') {
00113       spacePos = i;
00114       break;
00115     }
00116   }
00117   String row1, row2;
00118   if (spacePos != -1) {
00119     row1 = text.substring(0, spacePos);
00120     row2 = text.substring(spacePos + 1);
00121   } else {
00122     row1 = text.substring(0, 16);
00123     row2 = text.substring(16);
00124   }
00125   printCentered(row1, row1.length(), 0);
00126   printCentered(row2, row2.length(), 1);
00127 }
```

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 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:

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

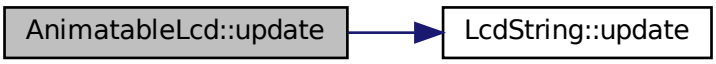
wird immer wieder von loop() aufgerufen um die Animationen zu updaten

Definiert in Zeile 132 der Datei animLcd.ino.

```
00133 {
```

```
00134   if (!doAnimation) {
00135     return;
00136   }
00137   animString->update();
00138 }
```

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

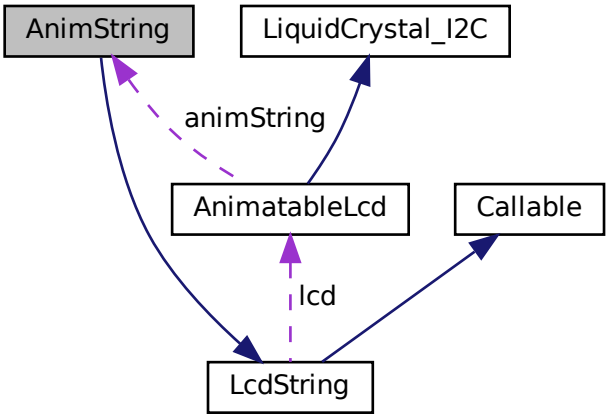
Die Klasse für animierbare LcdStrings.

Wird nie selbst instanziert aber Lcd Animationen erben von dieser Klasse

Definiert in Zeile 76 der Datei animString.h.

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

Zusammengehörigkeiten von AnimString:



Öffentliche Methoden

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

  setzt Variabeln die für alle Animationen notwendig sind und ruft dann ihre eigenen init Funktionen auf
- 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 95 der Datei animString.h.

```
00095 {}
```

5.2.3 Dokumentation der Elementfunktionen

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

Erneute Implementation in LcdLoadingAnim und LcdDotAnim.

Definiert in Zeile 96 der Datei animString.h.

```
00096 {}
```

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 65 der Datei animString.h.

```
00066     : text(text), duration(duration), lcd(lcd) {  }
```

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

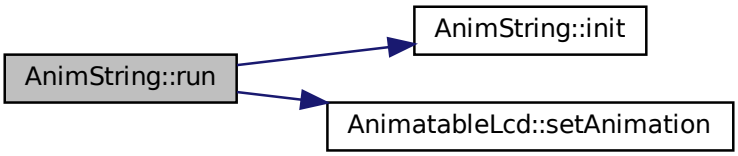
setzt Variabeln die für alle Animationen notwendig sind und ruft dann ihre eigenen init Funktionen auf

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 87 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 92 der Datei animString.h.

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

wie lange ein Schritt der Animation dauert

Definiert in Zeile 82 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 109 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 126 der Datei sketch.ino.

```
00126 {}
```

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 133 der Datei sketch.ino.

```
00133                                                 : pin(pin), onclick(onclick) {
00134       pinMode(pin, INPUT_PULLUP);
00135     }
```

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 140 der Datei sketch.ino.

```
00141     {
00142       bool isPressedNew = digitalRead(pin) == HIGH;
00143       if (isPressedNew != isPressed) { //is not being pressed now, but was being pressed
00144         if (isPressed) {
00145           Serial.println("click");
00146           onclick();
00147         }
00148       }
00149       isPressed = isPressedNew;
00150     }
```

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 119 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 125 der Datei sketch.ino.

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

Der Pin an dem der Knopf angeschlossen ist.

Definiert in Zeile 114 der Datei sketch.ino.

Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Datei:

- sketch.ino

5.4 Callable Klassenreferenz

5.4.1 Ausführliche Beschreibung

Ein Call der vom CallHandler aufgerufen werden kann.

Wird nie selbst instanziert sondern nur Abgeleitete Klassen

Definiert in Zeile 24 der Datei animString.h.

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

Private Methoden

- virtual void run ()
- virtual bool isDone ()
- virtual ~Callable ()

5.4.2 Beschreibung der Konstruktoren und Destruktoren

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

Definiert in Zeile 27 der Datei animString.h.

```
00027 {} //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], [private], [virtual]`

Erneute Implementation in FuncCall und LcdString.

Definiert in Zeile 26 der Datei animString.h.

```
00026 {}
```

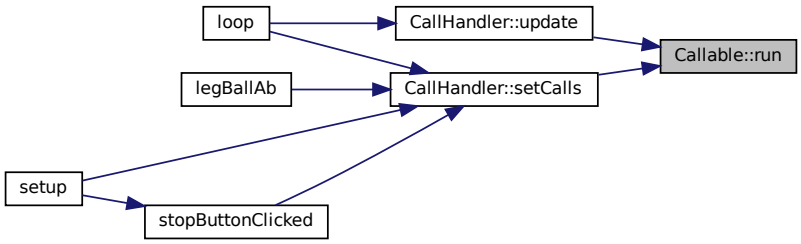
5.4.3.2 run() `virtual void Callable::run ( ) [inline], [private], [virtual]`

Erneute Implementation in FuncCall, LcdString und AnimString.

Definiert in Zeile 25 der Datei animString.h.

```
00025 {} //virtual->must be implemented by derived classes
```

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



Die Dokumentation für diese Klasse wurde erzeugt aufgrund der Datei:

- animString.h

5.5 CallHandler Klassenreferenz

5.5.1 Ausführliche Beschreibung

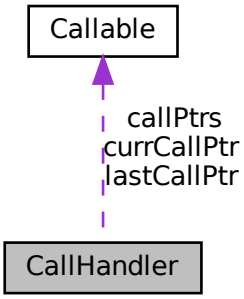
Klasse, die Calls nacheinander aufruft.

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

Definiert in Zeile 17 der Datei callHandler.h.

```
#include <callHandler.h>
```

Zusammengehörigkeiten von CallHandler:



Öffentliche Methoden

- void deleteCalls ()

  setzt den Speicherplatz der von den Calls besetzt wurde 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

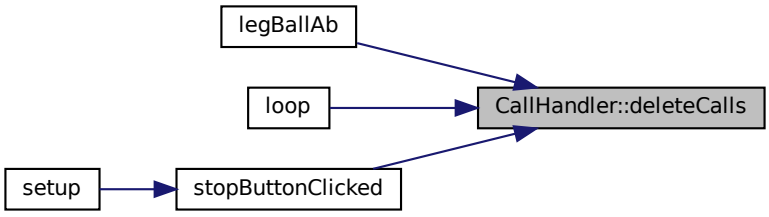
5.5.2.1 deleteCalls() `void CallHandler::deleteCalls ( )`

setzt den Speicherplatz der von den Calls besetzt wurde 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.

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)

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

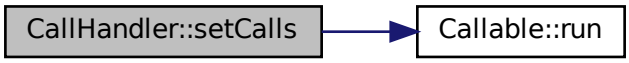
newCallPtrs	
nCalls	

Definiert in Zeile 30 der Datei callHandler.ino.

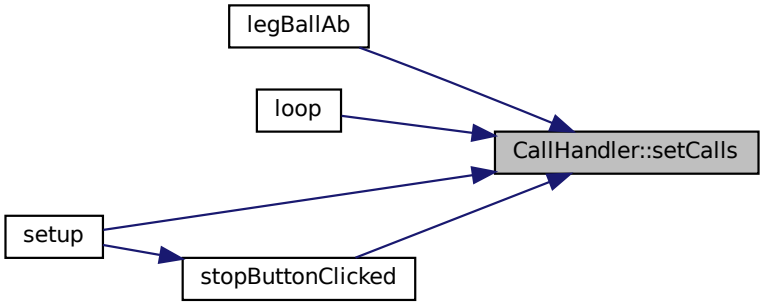
```
00031 {
00032   /*if(callsSet){ //doing this would result in two sets of calls being in heap at once
00033     deleteCalls(); //solution is to delete previus calls before initializing a new one
00034   }*/
```

```
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)

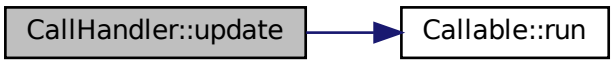
Wird von loop() aufgerufen

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. 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

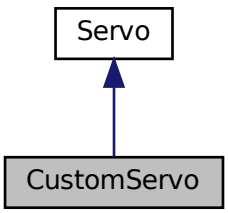
5.6.1 Ausführliche Beschreibung

Eine Eigene Servo-Klasse, die es ermöglicht den Servo mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu bewegen.

Definiert in Zeile 13 der Datei customServo.h.

```
#include <customServo.h>
```

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 Variabeln, 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

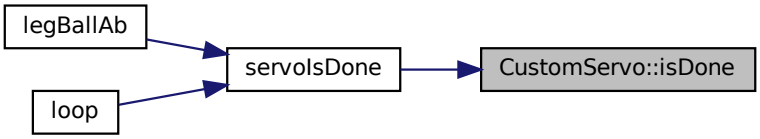
true

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.

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 }
```

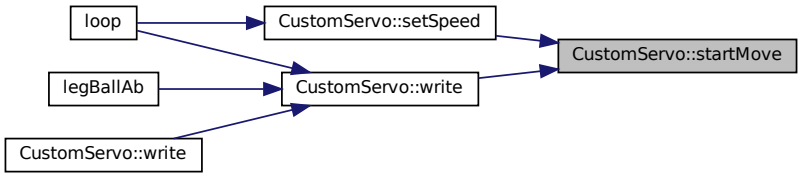
5.6.2.4 startMove() `void CustomServo::startMove ( ) [private]`

Setzt Variabeln, 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:



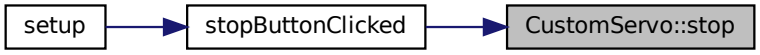
5.6.2.5 stop() `void CustomServo::stop ( )`

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.

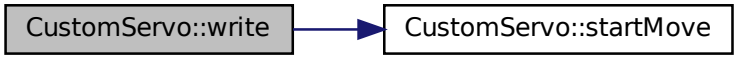
Parameter

newAngle	

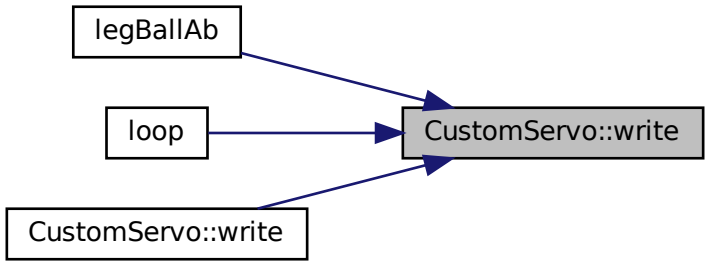
Definiert in Zeile 22 der Datei customServo.ino.

```
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.

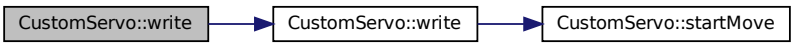
Parameter

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.

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

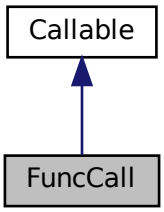
5.7.1 Ausführliche Beschreibung

Ein Call der eine Funktion ausführt.

Definiert in Zeile 33 der Datei animString.h.

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

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 44 der Datei animString.h.

```
00044                                                       :
00045       call(call), _isDone(_isDone) {  }
```

5.7.2.2 FuncCall() [2/2] FuncCall::FuncCall (func_t< void > call) [inline]

Definiert in Zeile 46 der Datei animString.h.

```
00046                                : //when no isDone function is provided, isDone defaults to true
00047       call(call), _isDone([](){return true;}) {}
```

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

Definiert in Zeile 48 der Datei animString.h.

```
00048 {}
```

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 43 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 38 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

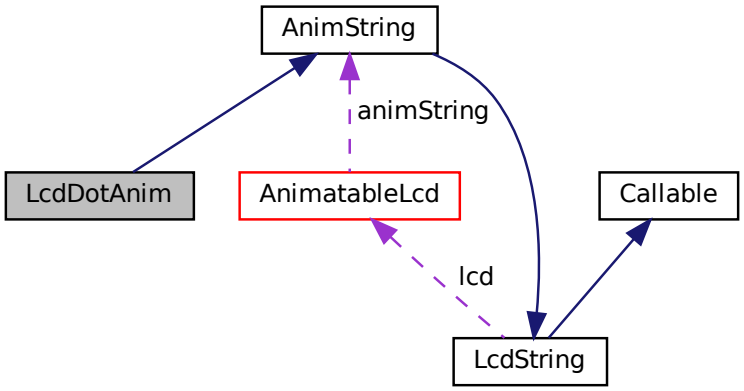
Die Klasse der Lcd Punktanimationen.

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

Definiert in Zeile 113 der Datei animString.h.

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

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 115 der Datei animString.h.

```
00116       : AnimString(text, lcd, duration) {
00117       stepDuration = _stepDuration;
00118     }
```

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

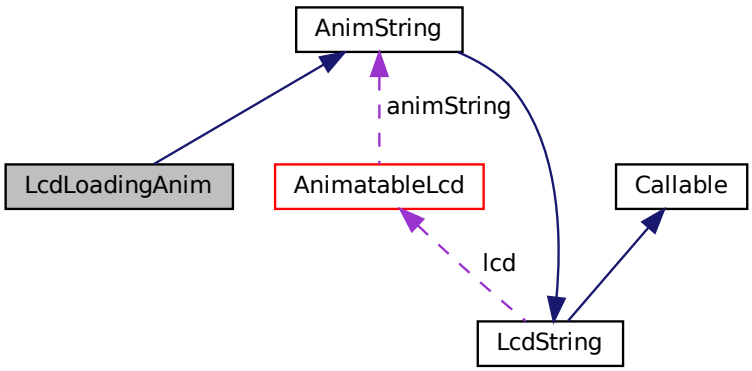
Die Klasse der Lcd Ladeanimationen.

Zeigt Acht Ladebalken und den Fortschritt in Prozent an

Definiert in Zeile 103 der Datei animString.h.

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

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]`

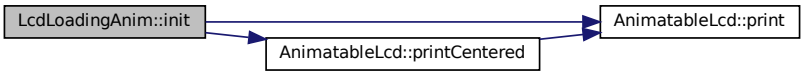
initialisierung der Ladeanimation

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]`

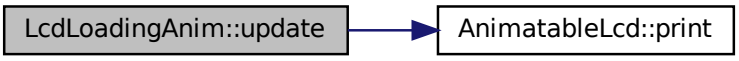
aktualisiert die Ladeanimation, wird von loop() aufgerufen

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

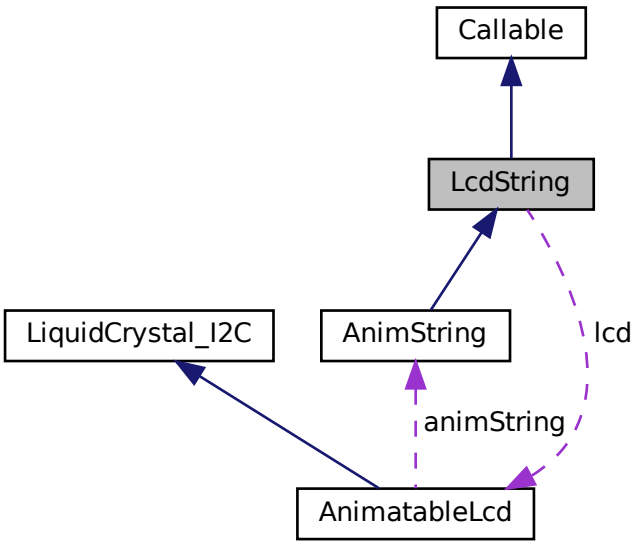
Ein String der auf dem AnimatableLcd angezeigt werden kann.

Animationen werden von dieser Klasse abgeleitet

Definiert in Zeile 56 der Datei animString.h.

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

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 auf dem Lcd-Display aus
- virtual void update ()

Öffentliche Attribute

- String text

  der Text der angezeigt wird
- AnimatableLcd * lcd
- time_t duration
- time_t callStart

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 65 der Datei animString.h.

```
00066     : text(text), duration(duration), lcd(lcd) {  }
```

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

Definiert in Zeile 67 der Datei animString.h.

```
00067 {}
```

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 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:

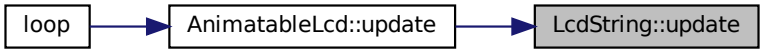
5.10.3.3 update() `virtual void LcdString::update ( ) [inline], [virtual]`

Erneute Implementation in LcdLoadingAnim und LcdDotAnim.

Definiert in Zeile 70 der Datei animString.h.

```
00070 {}
```

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`

Definiert in Zeile 64 der Datei animString.h.

5.10.4.2 duration `time_t LcdString::duration`

Definiert in Zeile 63 der Datei animString.h.

5.10.4.3 lcd `AnimatableLcd* LcdString::lcd`

Definiert in Zeile 62 der Datei animString.h.

5.10.4.4 text `String LcdString::text`

der Text der angezeigt wird

Definiert in Zeile 61 der Datei animString.h.

Die Dokumentation für diese Struktur wurde erzeugt aufgrund der Dateien:

- animString.h
- animString.ino

6 Datei-Dokumentation

6.1 animLcd.h-Dateireferenz

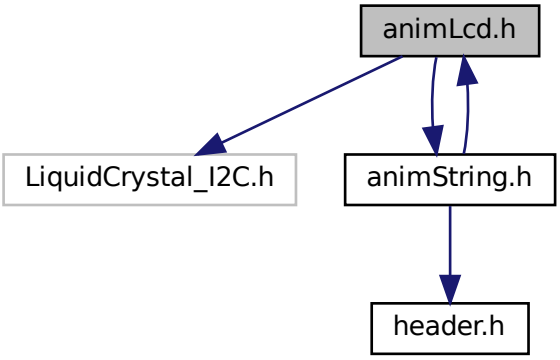
6.1.1 Ausführliche Beschreibung

Header-Datei für den animierbaren lcd (AnimatableLcd)

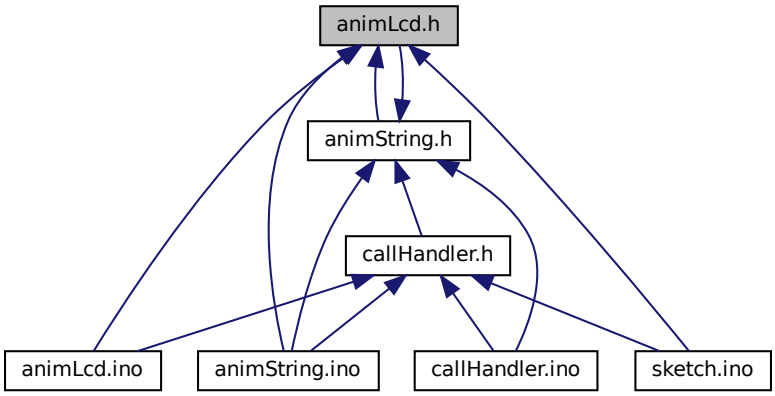
Definiert in Datei animLcd.h.

```
#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;
00036     void print(const String& text);
00037 };
00038 #endif
```

6.3 animLcd.ino-Dateireferenz

6.3.1 Ausführliche Beschreibung

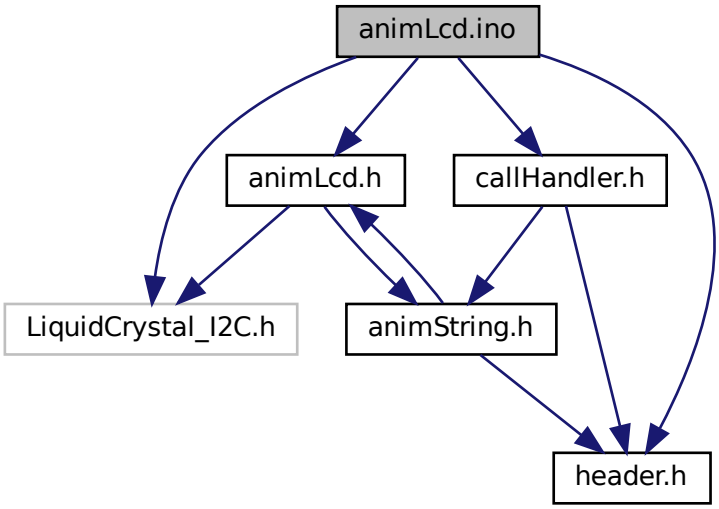
Implementation für die AnimatableLcd Klasse.

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     }
00076     else{
00077       LiquidCrystal_I2C::print(c);
00078     }
00079   }
00080 }
00088 void AnimatableLcd::printCentered(String text, int length = -1, int row = 0) //length<=16
00089 {
```

```
00090   if (length == -1) {
00091     length = text.length();
00092   }
00093   int offset = (16 - length) / 2; //rundet immer ab, da int
00094   setCursor(offset, row);
00095   print(text);
00096 }
00102 void AnimatableLcd::printPretty(String text) //handelt zeilenumbrüche und schreibt zentriert
00103 {
00104   clear();
00105   int length = text.length();
00106   if (length <= 16) {
00107     printCentered(text, length);
00108     return 0;
00109   }
00110   int spacePos = -1;
00111   for (int i = 15; i >= 0; i--) {
00112     if (text[i] == ' ') {
00113       spacePos = i;
00114       break;
00115     }
00116   }
00117   String row1, row2;
00118   if (spacePos != -1) {
00119     row1 = text.substring(0, spacePos);
00120     row2 = text.substring(spacePos + 1);
00121   } else {
00122     row1 = text.substring(0, 16);
00123     row2 = text.substring(16);
00124   }
00125   printCentered(row1, row1.length(), 0);
00126   printCentered(row2, row2.length(), 1);
00127 }
00132 void AnimatableLcd::update()
00133 {
00134   if (!doAnimation) {
00135     return;
00136   }
00137   animString->update();
00138 }
```

6.5 animString.h-Dateireferenz

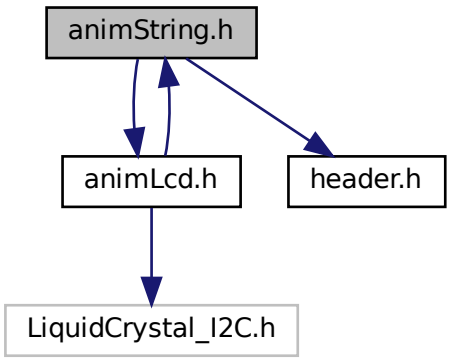
6.5.1 Ausführliche Beschreibung

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

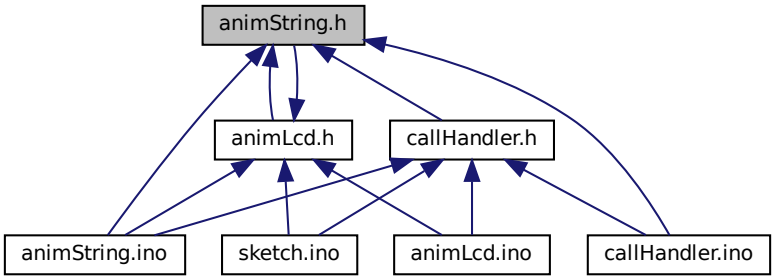
Definiert in Datei animString.h.

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

Include-Abhängigkeitsdiagramm für animString.h:



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



Klassen

- class 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
00006 //the implementations for the animatable string class
00007 //animatable strings are strings that can be passed to the animatable lcd
00008 #ifndef ANIMSTRING_H
00009 #define ANIMSTRING_H
00010 struct Callable;
00011 struct FuncCallable;
00012 struct LcdString;
00013 class LcdLoadingAnim;
00014 class LcdDotAnim;
00015
00016 #include "animLcd.h"
00017 #include "header.h"
00018
00024 class Callable {
00025   virtual void run() {} //virtual->must be implemented by derived classes
00026   virtual bool isDone() {}
00027   virtual ~Callable() {} //let's derived classes free their own memory. ~functions are called when the
       object is deleted
00028 };
00033 struct FuncCall: public Callable {
00038     func_t<void> call;
00043     func_t<bool> _isDone;
00044     FuncCall(func_t<void> call, func_t<bool> _isDone):
00045       call(call), _isDone(_isDone) {  }
00046     FuncCall(func_t<void> call): //when no isDone function is provided, isDone defaults to true
00047       call(call), _isDone([](){return true;}) {}
```

```
00048     virtual ~FuncCall() {}
00049     void run();
00050     bool isDone();
00051 };
00056 struct LcdString: public Callable {
00061   String text;
00062   AnimatableLcd* lcd;
00063   time_t duration;
00064   time_t callStart;//time at which the string was written to the LCD
00065   LcdString(String text, AnimatableLcd* lcd, time_t duration = 0)
00066     : text(text), duration(duration), lcd(lcd) {  }
00067   virtual ~LcdString() {}
00068   bool isDone();
00069   virtual void run();
00070   virtual void update() {}
00071 };
00076 class AnimString: public LcdString {
00077   protected:
00082     time_t stepDuration;
00087     time_t animStart;
00092     time_t lastRefresh;
00093   public:
00094     using LcdString::LcdString;
00095     virtual ~AnimString() {}
00096     virtual void init() {}
00097     void run();
00098 };
00103 class LcdLoadingAnim: public AnimString {
00104   public:
00105     using AnimString::AnimString;
00106     void  init();
00107     void update();
00108 };
00113 class LcdDotAnim: public AnimString {
00114   public:
00115     LcdDotAnim(String text, AnimatableLcd* lcd, time_t duration = 0, time_t _stepDuration = 500)
00116       : AnimString(text, lcd, duration) {
00117       stepDuration = _stepDuration;
00118     }
00119     void init();
00120     void update();
00121 };
00122 #endif
```

6.7 animString.ino-Dateireferenz

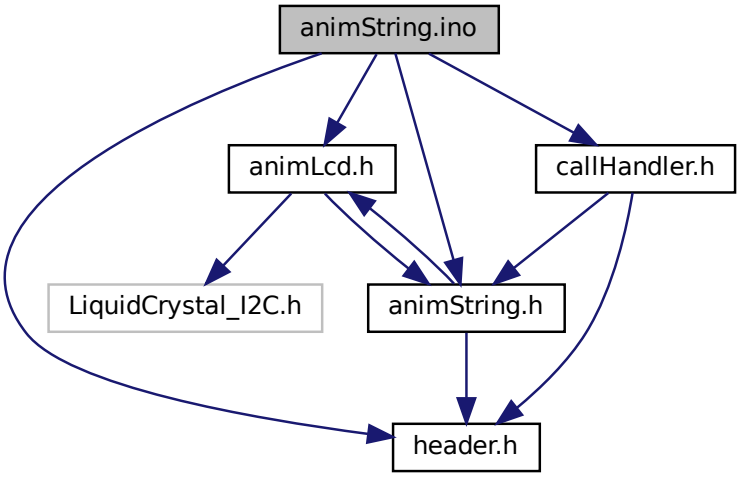
6.7.1 Ausführliche Beschreibung

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

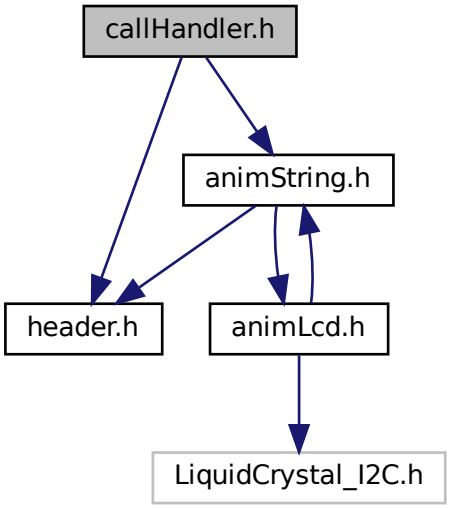
6.9.1 Ausführliche Beschreibung

header datei für den CallHandler

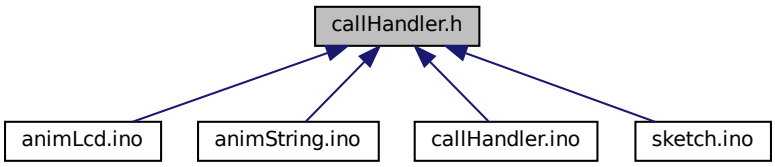
Definiert in Datei callHandler.h.

```
#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

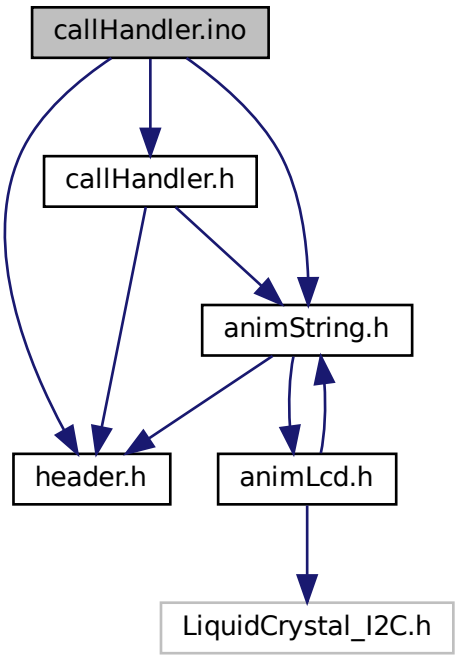
6.11.1 Ausführliche Beschreibung

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

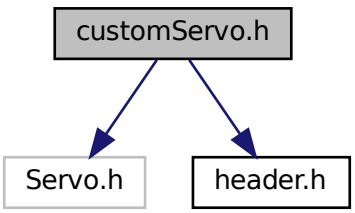
6.13.1 Ausführliche Beschreibung

Header Datei der CustomServo Klasse.

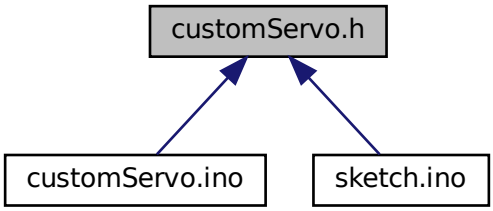
Definiert in Datei customServo.h.

```
#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 Eigene 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
```

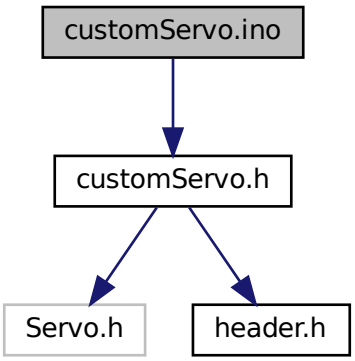
6.15 customServo.ino-Dateireferenz

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 }
```

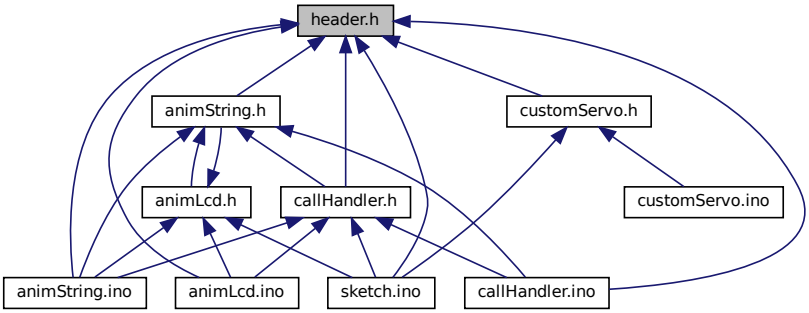
6.17 header.h-Dateireferenz

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
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

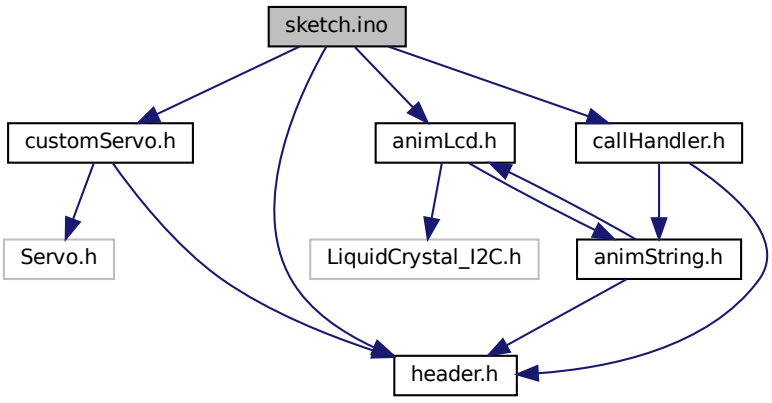
6.20.1 Ausführliche Beschreibung

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)

  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 238 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 156 der Datei sketch.ino.

```
00157 {
00158   WHITE,
00159   BLACK,
00160   ORANGE,
00161   NOTHING
00162 };
```

6.20.4 Dokumentation der Funktionen

6.20.4.1 legBallAb() template<short angle>

```
void legBallAb (
            String name )
```

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 Variabeln von Außen beinhalten dürfen

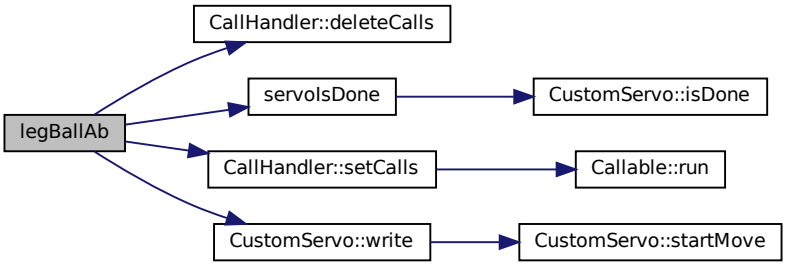
Parameter

name	Die Farbe des Balls

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 Links", &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.

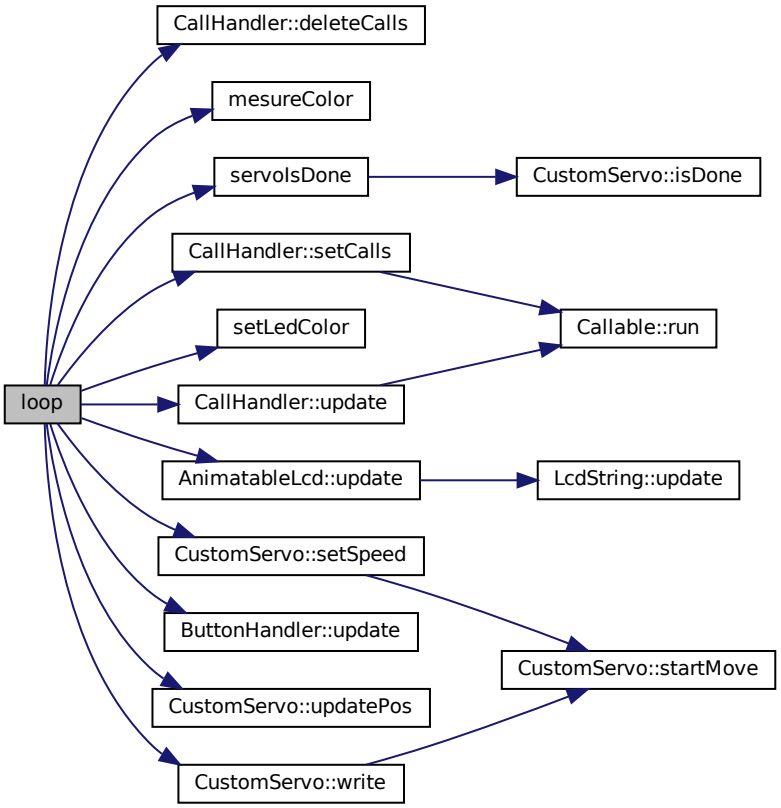
Hier werden alle möglichen Objekte wie der Servo, der Lcd usw. aktualisiert und die Aktionen (Farbe des Balls messen, Bewegung des Servos Starten etc.) koordiniert

Definiert in Zeile 292 der Datei sketch.ino.

```
00293 {
00294   callHandler.update();
00295   lcd.update();
00296   servo.updatePos();
00297   stopButton.update();
00298   if (doFlicker) {
00299     unsigned short b = (millis() / 2) % 513; //helligkeit: 0-512
00300     if (b > 255) {
00301       b = 511 - b; //wenn b größer als 255, wird die helligkeit kleiner, Werte über 255 werden also
      "gespiegelt"
00302     }
00303     setLedColor(b, b / 2, 0); //orange
00304     if (random(3) == 0) {
00305       lcd.noBacklight();
00306     } else {
00307       lcd.backlight();
00308     }
00309   }
00310   if (callHandler.running) {
00311     return;
00312   }
00313   Farbe farbe = mesureColor();
00314   servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00315   switch (farbe) {
00316     case WHITE:
00317       {
00318         nWhite++;
00319         Serial.println("white");
00320         legBallAb<ANGLE_LEFT_HOLE>("Wei\342");
00321         setLedColor(255, 255, 255);
00322         break;
00323       }
00324     case BLACK:
00325       {
00326         nBlack++;
00327         Serial.println("black");
00328         legBallAb<ANGLE_RIGHT_HOLE>("Schwarz");
00329         setLedColor(0, 0, 255);
00330         break;
00331       }
00332     case NOTHING:
00333       {
00334         Serial.println("nothing");
00335         callHandler.deleteCalls();
```

```
00336         /*static*/ auto callsNothing = new Callable*[1] {
00337           new LcdString(String("Ball einlegen W:") + nWhite + String(" S:") + nBlack + String(" O:") +
      nOrange, &lcd, 1000)
00338         };
00339         callHandler.setCalls(callsNothing, 1);
00340         setLedColor(0, 255, 0);
00341         break;
00342       }
00343     case ORANGE:
00344       {
00345         doFlicker = true;
00346         nOrange++;
00347         Serial.println("orange");
00348         callHandler.deleteCalls();
00349         /*static*/ auto callsOrange = new Callable*[9] {
00350           new LcdDotAnim("\xC0ra\10g\xD9ner Ba\xED1", &lcd, 0),
      //https://arduino.stackexchange.com/a/46833
00351           new FuncCall([]() {
00352             servo.write(ANGLE_RIGHT_HOLE);
00353           }, &servoIsDone),
00354           new LcdString("Fehler \11rkannt", &lcd, 1000),
00355           new FuncCall([]() {
00356             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_FAST);
00357             servo.write(ANGLE_MIN);
00358           }, &servoIsDone),
00359           new FuncCall([]() {
00360             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00361           }, &servoIsDone),
00362           new FuncCall([]() {
00363             doFlicker = false;
00364             setLedColor(0, 255, 0);
00365             lcd.backlight();
00366           }),
00367           new LcdString("Fehler beseitigt", &lcd, 2000),
00368           GEH_ZURUECK
00369         };
00370         callHandler.setCalls(callsOrange, 9);
00371         break;
00372       }
00373   }
00374 }
```

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.

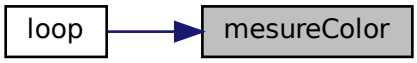
Rückgabe

Farbe Die Farbe des Balls

Definiert in Zeile 169 der Datei sketch.ino.

```
00170 {
00171   //return WHITE;//inputs hardcoden, für Testzwecke
00172   int hue = random(0, 1000); //inputs simulieren
00173   //int hue=analogRead(A0);//tatsächlich Farbe messen
00174   if (hue <= 100) {
00175     return ORANGE;
00176   }
00177   if (hue < 500) {
00178     return WHITE;
00179   }
00180   if (hue < 830) {
00181     return NOTHING;
00182   }
00183   return BLACK;
00184 }
```

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

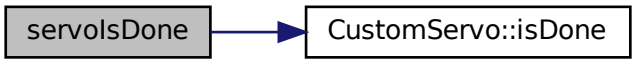
true

false

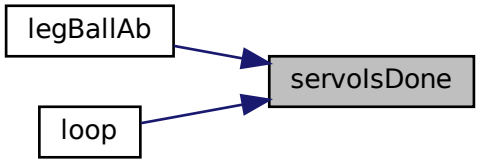
Definiert in Zeile 230 der Datei sketch.ino.

```
00231 {
00232   return servo.isDone();
00233 }
```

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.

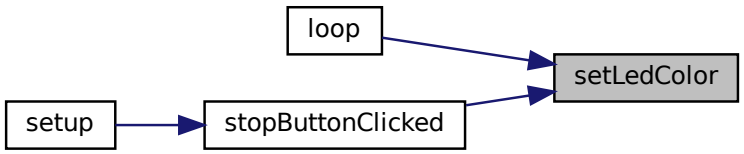
Parameter

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

Definiert in Zeile 192 der Datei sketch.ino.

```
00193 {
00194   analogWrite(PIN_RED, r);
00195   analogWrite(PIN_GREEN, g);
00196   analogWrite(PIN_BLUE, b);
00197 }
```

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



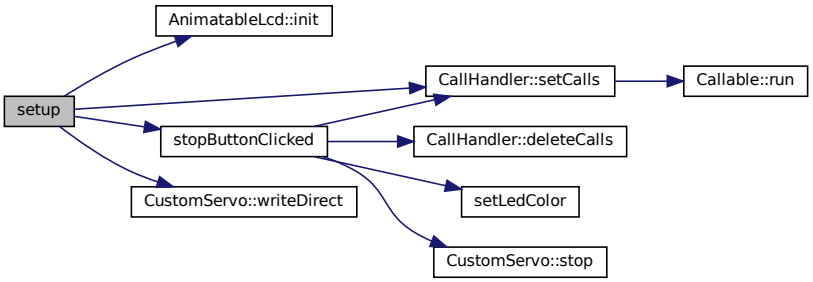
6.20.4.6 setup() `void setup ( )`

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:



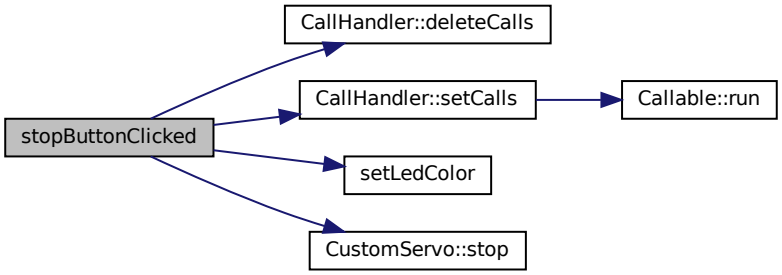
6.20.4.7 stopButtonClicked() `void stopButtonClicked ( )`

wird ausgeführt wenn der Stop-Knopf gedrückt wird

Definiert in Zeile 202 der Datei sketch.ino.

```
00203 {
00204   static bool isStopped = false;//wird nur einmal initialisiert
00205   isStopped = !isStopped;
00206   if (isStopped) {
00207     Serial.println("stopping servo");
00208     servo.stop();
00209     callHandler.deleteCalls();
00210     /*static*/ auto call = new Callable*[1] {
00211       new LcdDotAnim("gestoppt, warte auf start", &lcd, 100000000000000) //ja, sollte ich vermutlich
      besser implementieren
00212     };
00213     callHandler.setCalls(call, 1);
00214     setLedColor(255, 0, 0);
00215     doFlicker = false;
00216   } else {
00217     callHandler.running = false;
00218   }
00219 }
```

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 29 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 19 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 34 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 24 der Datei sketch.ino.

6.20.5.5 callHandler `CallHandler callHandler`

Die CallHandler Instanz.

Definiert in Zeile 80 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 103 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 14 der Datei sketch.ino.

6.20.5.9 nBlack `int nBlack = 0`

Die Anzahl schwarzer Bälle, die schon sortiert wurden.

Definiert in Zeile 94 der Datei sketch.ino.

6.20.5.10 nOrange `int nOrange = 0`

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

Definiert in Zeile 98 der Datei sketch.ino.

6.20.5.11 nWhite `int nWhite = 0`

Die Anzahl weißer Bälle, die schon sortiert wurden.

Definiert in Zeile 90 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 59 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 54 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 49 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 39 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 44 der Datei sketch.ino.

6.20.5.17 servo `CustomServo servo`

Der Servo, eine CustomServo Instanz.

Definiert in Zeile 85 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 64 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 70 der Datei sketch.ino.

6.20.5.20 stopButton `ButtonHandler stopButton`

der Stop Knopf

Definiert in Zeile 224 der Datei sketch.ino.

6.21 sketch.ino

gehe zur Dokumentation dieser Datei

```
00001
00006 #include "customServo.h"
00007 #include "animLcd.h"
00008 #include "callHandler.h"
00009 #include "header.h"
00014 const int LOADING_DURATION = 3000;
00019 const int ANGLE_LEFT_HOLE = 180;
00024 const int ANGLE_RIGHT_HOLE = 90;
00029 const int ANGLE_CENTER = 130;
00034 const int ANGLE_MIN = 45;
00039 const int PIN_SERVO = 6;
00044 const int PIN_STOPBUTTON = 13;
00049 const int PIN_RED = 11;
00054 const int PIN_GREEN = 10;
00059 const int PIN_BLUE = 9;
00064 const float SERVO_SPEED_DEFAULT = 0.01f;
00070 const float SERVO_SPEED_FAST = 0.5f;
00075 AnimatableLcd lcd(0x27, 16, 2);
00080 CallHandler callHandler;
00085 CustomServo servo;
00086
00090 int nWhite = 0;
00094 int nBlack = 0;
00098 int nOrange = 0;
00103 bool doFlicker = false;
00104
00109 class ButtonHandler { //handels button clicks
00114     int pin;
00119     bool isPressed = false;
00120   public:
00125     void (*onclick)();
00126     ButtonHandler() {}
00133     ButtonHandler(int pin, void (*onclick)()): pin(pin), onclick(onclick) {
00134       pinMode(pin, INPUT_PULLUP);
00135     }
00140     void update()
00141     {
00142       bool isPressedNew = digitalRead(pin) == HIGH;
00143       if (isPressedNew != isPressed) { //is not being pressed now, but was being pressed
00144         if (isPressed) {
00145           Serial.println("click");
00146           onclick();
00147         }
00148       }
00149       isPressed = isPressedNew;
00150     }
00151 };
00156 enum Farbe
00157 {
00158   WHITE,
00159   BLACK,
00160   ORANGE,
00161   NOTHING
00162 };
00163 Farbe mesureColor(); //sonst erkennt Arduino Farbe nicht als typ an
       (https://forum.arduino.cc/t/syntax-for-a-function-returning-an-enumerated-type/107241)
00169 Farbe mesureColor()
00170 {
00171   //return WHITE;//inputs hardcoden, für Testzwecke
00172   int hue = random(0, 1000); //inputs simulieren
00173   //int hue=analogRead(A0);//tatsächlich Farbe messen
00174   if (hue <= 100) {
00175     return ORANGE;
00176   }
00177   if (hue < 500) {
00178     return WHITE;
00179   }
00180   if (hue < 830) {
00181     return NOTHING;
00182   }
00183   return BLACK;
00184 }
00192 void setLedColor(unsigned char r, unsigned char g, unsigned char b) //unsigned char: 0-255
00193 {
00194   analogWrite(PIN_RED, r);
00195   analogWrite(PIN_GREEN, g);
00196   analogWrite(PIN_BLUE, b);
00197 }
00202 void stopButtonClicked()
00203 {
00204   static bool isStopped = false;//wird nur einmal initialisiert
00205   isStopped = !isStopped;
00206   if (isStopped) {
```

```
00207     Serial.println("stopping servo");
00208     servo.stop();
00209     callHandler.deleteCalls();
00210     /*static*/ auto call = new Callable*[1] {
00211       new LcdDotAnim("gestoppt, warte auf start", &lcd, 100000000000000) //ja, sollte ich vermutlich
      besser implementieren
00212     };
00213     callHandler.setCalls(call, 1);
00214     setLedColor(255, 0, 0);
00215     doFlicker = false;
00216   } else {
00217     callHandler.running = false;
00218   }
00219 }
00224 ButtonHandler stopButton;
00230 bool servoIsDone()
00231 {
00232   return servo.isDone();
00233 }
00238 #define GEH_ZURUECK \
00239   new LcdDotAnim("Gehe zur\365ck",&lcd),\
00240   new FuncCall([](){\
00241     servo.setSpeed(SERVO_SPEED_FAST);\
00242     servo.write(ANGLE_CENTER);\
00243   },&servoIsDone)
00250 template <short angle>
00251 void legBallAb(String name)
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 Links", &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
00292 void loop()
00293 {
00294   callHandler.update();
00295   lcd.update();
00296   servo.updatePos();
00297   stopButton.update();
00298   if (doFlicker) {
00299     unsigned short b = (millis() / 2) % 513; //helligkeit: 0-512
00300     if (b > 255) {
00301       b = 511 - b; //wenn b größer als 255, wird die helligkeit kleiner, Werte über 255 werden also
      "gespiegelt"
00302     }
00303     setLedColor(b, b / 2, 0); //orange
00304     if (random(3) == 0) {
00305       lcd.noBacklight();
00306     } else {
00307       lcd.backlight();
00308     }
00309   }
00310   if (callHandler.running) {
00311     return;
00312   }
00313   Farbe farbe = mesureColor();
00314   servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00315   switch (farbe) {
00316     case WHITE:
```

```
00317       {
00318         nWhite++;
00319         Serial.println("white");
00320         legBallAb<ANGLE_LEFT_HOLE>("Wei\342");
00321         setLedColor(255, 255, 255);
00322         break;
00323       }
00324     case BLACK:
00325       {
00326         nBlack++;
00327         Serial.println("black");
00328         legBallAb<ANGLE_RIGHT_HOLE>("Schwarz");
00329         setLedColor(0, 0, 255);
00330         break;
00331       }
00332     case NOTHING:
00333       {
00334         Serial.println("nothing");
00335         callHandler.deleteCalls();
00336         /*static*/ auto callsNothing = new Callable*[1] {
00337           new LcdString(String("Ball einlegen W:") + nWhite + String(" S:") + nBlack + String(" O:") +
      nOrange, &lcd, 1000)
00338         };
00339         callHandler.setCalls(callsNothing, 1);
00340         setLedColor(0, 255, 0);
00341         break;
00342       }
00343     case ORANGE:
00344       {
00345         doFlicker = true;
00346         nOrange++;
00347         Serial.println("orange");
00348         callHandler.deleteCalls();
00349         /*static*/ auto callsOrange = new Callable*[9] {
00350           new LcdDotAnim("\xC0ra\10g\xD9ner Ba\xED1", &lcd, 0),
      //https://arduino.stackexchange.com/a/46833
00351           new FuncCall([]() {
00352             servo.write(ANGLE_RIGHT_HOLE);
00353           }, &servoIsDone),
00354           new LcdString("Fehler \11rkannt", &lcd, 1000),
00355           new FuncCall([]() {
00356             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_FAST);
00357             servo.write(ANGLE_MIN);
00358           }, &servoIsDone),
00359           new FuncCall([]() {
00360             servo.setSpeed(SERVO_SPEED_DEFAULT);
00361           }, &servoIsDone),
00362           new FuncCall([]() {
00363             doFlicker = false;
00364             setLedColor(0, 255, 0);
00365             lcd.backlight();
00366           }),
00367           new LcdString("Fehler beseitigt", &lcd, 2000),
00368           GEH_ZURUECK
00369         };
00370         callHandler.setCalls(callsOrange, 9);
00371         break;
00372       }
00373   }
00374 }
```

Index

_isDone
    FuncCall, 31
~AnimString
    AnimString, 11
~Callable
    Callable, 15
~FuncCall
    FuncCall, 30
~LcdString
    LcdString, 37

ANGLE_CENTER
    sketch.ino, 64
ANGLE_LEFT_HOLE
    sketch.ino, 64
ANGLE_MIN
    sketch.ino, 64
ANGLE_RIGHT_HOLE
    sketch.ino, 64
AnimatableLcd, 3
    animString, 9
    doAnimation, 9
    init, 5
    print, 5
    printCentered, 6
    printPretty, 7
    setAnimation, 8
    update, 8
animLcd.h, 39
    LOADING_BAR_OFFSET, 40
animLcd.ino, 40
    loading_empty_c, 41
    loading_full_c, 41
animStart
    AnimString, 12
AnimString, 10
    ~AnimString, 11
    animStart, 12
    init, 11
    lastRefresh, 12
    LcdString, 11
    run, 11
    stepDuration, 12
animString
    AnimatableLcd, 9
animString.h, 43
animString.ino, 45

BLACK
    sketch.ino, 57
ButtonHandler, 13
    ButtonHandler, 13
    isPressed, 14
    onclick, 14
    pin, 15
    update, 14

call
    FuncCall, 31
Callable, 15
    ~Callable, 15
    isDone, 15
    run, 16
CallHandler, 16
    callPtrs, 20
    callsSet, 20
    currCallPtr, 20
    deleteCalls, 17
    lastCallPtr, 21
    lastCallT, 21
    running, 21
    setCalls, 18
    update, 19
callHandler
    sketch.ino, 64
callHandler.h, 47
callHandler.ino, 49
callPtrs
    CallHandler, 20
callsSet
    CallHandler, 20
callStart
    LcdString, 38
currCallPtr
    CallHandler, 20
CustomServo, 21
    done, 27
    isDone, 22
    setSpeed, 23
    speed, 28
    start, 24
    startAngle, 28
    startMove, 24
    startTime, 28
    stop, 24
    targetAngle, 28
    updatePos, 25
    write, 25, 26
    writeDirect, 27
customServo.h, 50
customServo.ino, 51

deleteCalls
    CallHandler, 17
doAnimation
    AnimatableLcd, 9
doFlicker
    sketch.ino, 65
done
    CustomServo, 27
duration
    LcdString, 38

Farbe
sketch.ino, 56
func_t
header.h, 53
FuncCall, 29
_isDone, 31
~FuncCall, 30
call, 31
FuncCall, 29, 30
isDone, 30
run, 30

GEH_ZURUECK
sketch.ino, 56

header.h, 53
func_t, 53
time_t, 54

index.md, 54
init
AnimatableLcd, 5
AnimString, 11
LcdDotAnim, 32
LcdLoadingAnim, 34
isDone
Callable, 15
CustomServo, 22
FuncCall, 30
LcdString, 37
isPressed
ButtonHandler, 14

lastCallPtr
CallHandler, 21
lastCallT
CallHandler, 21
lastRefresh
AnimString, 12
lcd
LcdString, 38
sketch.ino, 65
LcdDotAnim, 31
init, 32
LcdDotAnim, 32
update, 32
LcdLoadingAnim, 33
init, 34
update, 35
LcdString, 36
~LcdString, 37
AnimString, 11
callStart, 38
duration, 38
isDone, 37
lcd, 38
LcdString, 37
run, 37
text, 38
update, 37
legBallAb
sketch.ino, 57
LOADING_BAR_OFFSET
animLcd.h, 40
LOADING_DURATION
sketch.ino, 65
loading_empty_c
animLcd.ino, 41
loading_full_c
animLcd.ino, 41
loop
sketch.ino, 58

mesureColor
sketch.ino, 60

nBlack
sketch.ino, 65
nOrange
sketch.ino, 65
NOTHING
sketch.ino, 57
nWhite
sketch.ino, 65

onclick
ButtonHandler, 14
ORANGE
sketch.ino, 57

pin
ButtonHandler, 15
PIN_BLUE
sketch.ino, 66
PIN_GREEN
sketch.ino, 66
PIN_RED
sketch.ino, 66
PIN_SERVO
sketch.ino, 66
PIN_STOPBUTTON
sketch.ino, 66
print
AnimatableLcd, 5
printCentered
AnimatableLcd, 6
printPretty
AnimatableLcd, 7

run
AnimString, 11
Callable, 16
FuncCall, 30
LcdString, 37
running
CallHandler, 21

servo
sketch.ino, 66

SERVO_SPEED_DEFAULT
sketch.ino, 67
SERVO_SPEED_FAST
sketch.ino, 67
servoIsDone
sketch.ino, 61
setAnimation
AnimatableLcd, 8
setCalls
CallHandler, 18
setLedColor
sketch.ino, 61
setSpeed
CustomServo, 23
setup
sketch.ino, 62
sketch.ino, 54
ANGLE_CENTER, 64
ANGLE_LEFT_HOLE, 64
ANGLE_MIN, 64
ANGLE_RIGHT_HOLE, 64
BLACK, 57
callHandler, 64
doFlicker, 65
Farbe, 56
GEH_ZURUECK, 56
lcd, 65
legBallAb, 57
LOADING_DURATION, 65
loop, 58
mesureColor, 60
nBlack, 65
nOrange, 65
NOTHING, 57
nWhite, 65
ORANGE, 57
PIN_BLUE, 66
PIN_GREEN, 66
PIN_RED, 66
PIN_SERVO, 66
PIN_STOPBUTTON, 66
servo, 66
SERVO_SPEED_DEFAULT, 67
SERVO_SPEED_FAST, 67
servoIsDone, 61
setLedColor, 61
setup, 62
stopButton, 67
stopButtonClicked, 63
WHITE, 57
speed
CustomServo, 28
start
CustomServo, 24
startAngle
CustomServo, 28
startMove
CustomServo, 24
startTime
CustomServo, 28
stepDuration
AnimString, 12
stop
CustomServo, 24
stopButton
sketch.ino, 67
stopButtonClicked
sketch.ino, 63

targetAngle
CustomServo, 28
text
LcdString, 38
time_t
header.h, 54

update
AnimatableLcd, 8
ButtonHandler, 14
CallHandler, 19
LcdDotAnim, 32
LcdLoadingAnim, 35
LcdString, 37
updatePos
CustomServo, 25

WHITE
sketch.ino, 57
write
CustomServo, 25, 26
writeDirect
CustomServo, 27