Arduino Cheat Sheet

Für Board-Support ab Version 3.x

Arduino Language Reference https://arduino.cc/de/Reference/
Espressif Reference https://docs.espressif.com/projects/arduino-esp32/en/latest/

Programmstruktur

Basis Programm Struktur
```
void setup ( ) {
  // einmal zu Beginn ausführen
}
void loop ( ) {
  // wiederholt ausführen
}
```

Kontroll-Strukturen
```
if (x < 5) { ... }   // mehrere Beding.
else if (x < 10) { ... } // && bzw. ||
else { ... }
while (x < 5) { ... }
do  { ... } while (x < 5); //mind. 1x
for (int i=0; i<10; i++) { ... }
break ;    // Schleife abbrechen
continue ; // nächste Wiederholung
switch (var) {
  case  1: ...  // wenn var = 1
    break;      // Ende des Falles
  case  2: ...  // wenn var = 2
    break;
  case  3:      // wenn var = 3
  case  4: ...  // oder var = 4
    break;
  default: ...  // alle übrigen Fälle
    break;
}
```

Funktions-Definitionen
```
<ret. Type> <name>(<params>) { ... }
z.B. int doppel(int x) {return x*2;}
return  x; // Datentyp wie <ret. Type>
return;    // bei void-Funktion
```

Operatoren

Allgemeine Operatoren

=	Zuweisung von rechts nach links		
+	plus	-	minus
*	mal	/	geteilt
%	Modulo (Rest der GZ-Division)		
==	Gleich wie	!=	Ungleich
<	Kleiner als	>	Größer als
<=	Kleiner oder gleich		
>=	Größer oder gleich		
&&	AND (log.)	||	OR (log.)
!	NOT (log.)	()	Klammerung

Zusammengesetzte Operatoren

++	Inkrement / hochzählen		
--	Dekrement / runterzählen		
+=	Addition mit Zuweisung		
-=	Subtraktion mit Zuweisung		
*=	Multiplkation mit Zuweisung		
/=	Divisition mit Zuweisung		
&=	Bitweise AND mit Zuweisung		
|=	Bitweise OR mit Zuweisung		
<<=	Links schieben mit Zuweisung		
>>=	Rechts schieben mit Zuweisung		
X++	Post-Inkrement	++X	Prä-Inkrement
X--	Post-Dekrement	--X	Prä-Dekrement

Bitweise Operatoren

&	bitweise AND	|	bitweise OR
^	bitweise XOR	~	bitweise NOT
<<	shift links	>>	shift rechts

Pointer Zugriff (Zeiger)

&	Referenz: liefert einen Pointer
*	Derefernz: Inhalt, auf den der Pointer zeigt

Standard – Funktionen

Digital I/O – ESP32 Pins34-39 nur In
```
pinMode (pin,
    [INPUT, OUTPUT, INPUT_PULLUP])
bool digitalRead (pin)
digitalWrite (pin, [HIGH, LOW])
```

Analog in – ESP32 Pins A0-A9
```
int analogRead (pin)
int analogReadMillivolts (pin)
analogReadResolution (bits)
//Auflösung der Wandlung einstellen
//Default: ESP32 12Bit, EPS32-S3 13Bit
```

PWM out – Beim ESP32 mit ledc() !
```
bool ledcAttach (pin, freq, bits)
bool ledcAttachChannel (pin, freq,
     bits, channel) // Kanal 0-15
ledcWrite (pin, value)
ledcWriteChannel (channel, value)
ledcWriteTone (pin, freq)
ledcFade (pin,start,end,duration_ms)
analogWrite (pin, value) //kompatibel
            // zu Uno, Nano, ESP8266
```

Advanced I/O
```
tone (pin, freq_Hz)  // Ton erzeugen
tone (pin, freq_Hz, duration_ms)
noTone (pin)     // Ton ausschalten
shiftOut (dataPin, clockPin,
  [MSBFIRST, LSBFIRST], value)
unsigned long pulseIn (pin,
  [HIGH, LOW])  // Messe Dauer LOW-
   // oder HIGH-Teil eines Signals
```

Zeiten (ESP32-Timer siehe Rückseite)
```
delay (msec)
delayMicroseconds (usec)
unsigned long millis ()  // läuft nach 50 Tagen über
unsigned long micros ()  // läuft nach 70 Minuten über
```

Math
```
min (x, y) min (x, y) abs (x)
sin (rad)  cos (rad)  tan (rad)
sqrt (x)   pow (base, exponent)
int constrain(x, minval, maxval)
int map (val, x1, x2, y1, y2)
```

Random Numbers
```
randomSeed (seed); // long oder int
long random (max); // 0 bis max-1
long random (min, max);
```

Bits und Bytes
```
byte lowByte (x)    byte highByte (x)
bool bitRead (x, bitn)
bitWrite (x, bitn, bit)
bitSet (x, bitn)    bitClear (x,bitn)
byte bit (bitn) // bitn: 0=LSB 7=MSB
```

Typ Umwandlung

char (val)	byte (val)
int (val)	short (val)
long (val)	float (val)

Externe Interrupts
```
Interrupt-Nummer bestimmen mit
intNr = digitalPinToInterrupt(pin)
attachInterrupt (intNr, &func,
 [LOW, CHANGE, RISING, FALLING])
detachInterrupt (intNr)
interrupts () //Interrupts zulassen
noInterrupts ()//Interrupts sperren
```

Bibliotheken

Diese Bibliotheksfunktionen werden mit Name.Methode genutzt.

Serial - Komm. mit PC bzw. RX/TX
```
begin (long speed)//bis 921600Bit/s
begin (speed, config) //Config z.B.
  //SERIAL_7E1 oder SERIAL_8N1
end ( )
int available() //#Bytes angekommen
int read ()      // -1, wenn leer
int peek ()  // lesen ohne löschen
flush ()     // Sendepuffer leeren
print (data)   println (data)
write (byte)   write (char *str)
write (byte *data, size)
```

SoftwareSerial.h - an bel. Pin
```
SoftwareSerial (rxPin, txPin)
begin (long speed)//bis 115200Bit/s
listen ()// umschalten v. mehreren
isListening () // SoftwareSerial
available, read, write, print etc.
// Genauso wie bei Serial
```

EEPROM.h nicht-flüchtiger Speicher
```
byte read (addr)
write (addr, byte)
EEPROM[index] // Array-Zugriff
```

Servo.h – Bib. für Uno/ESP8266
ESP32Servo.h – Bib. für ESP32
```
attach (pin, [min_uS, max_uS])
write (angle)    // 0 bis 180°
writeMicroseconds (us)
//ca.1000-2000; 1500 ist die Mitte
int read ()      // 0 bis 180°
bool attached () // Kontrolle
detach ()        // Freigabe Pin
```

Wire.h - I²C Kommunikation
```
setPins(sda, scl) // vor begin
begin ()     // Als Master
begin (addr) // Slave mit addr
beginTransmission(addr)//schreiben
write (byte)     // Schritt 2
write (char *str)
write (byte *data, size)
//Schritt 3: false->Repeated Start
endTransmission ([true,false])
int available() //#Bytes angekommen
requestFrom (addr, count)// lesen
byte read ()    // ein Byte lesen
onReceive (handler) // Callback-
onRequest (handler) // Funktionen
```

Variablen, Arrays und Definitionen

Datentypen

bool	true || false	
char	-128 – 127,'a','?'	(int8_t)
unsigned char	0 – 255	(uint8_t)
byte	0 – 255	(uint8_t)
short	-32768 – 32767	(int16_t)
unsigned short	0 – 65536	(uint16_t)
int, unsigned int	bei ESP32 mit 32 Bit wie (unsigned) long	(int32_t, uint32_t)
long	-2147483648 – 2147483647	(2^{31}-1)
unsigned long	0 – 4294967295	(2^{32}-1)
float	±1.1755e-38 – ±3.4028e+38	(4Byte)
double	±5,0e-324 – ± 1,7e+308	(8Byte)
void	Kein Rückgabewert oder Parameter	
long long oder int64_t		-2^{63} – 2^{63}-1
unsigned long long o. uint64_t	0 – 2^{64}-1	

Strings
```
char str1[8] =
  {'A','r','d','u','i','n','o','\0'};
  // C-String endet mit NULL-Zeichen \0
char str2[8] = "Arduino";// \0 mitzählen
char str3[] = "Arduino";
String str4 = "Arduino"; // String-Klasse
String str5 = "Sensor-Wert: "
            + analogRead( A0 );
```

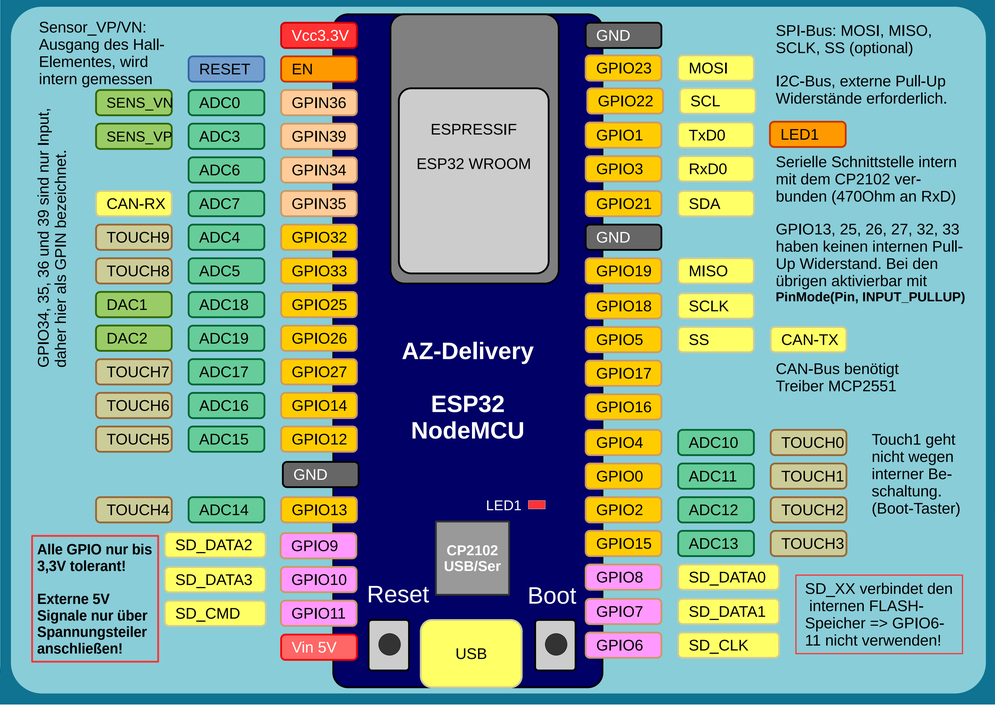
Numerische Konstanten

123	Normale Dezimalzahl
0b01111011	Binäre schreibweise
0x7B	Hexadezimalzahl (0 bis F)
0173	Oktalzahl – vermeiden!
123U	Erzwinge unsigned
123L	Erzwinge long
123UL	Erzwinge unsigned long
123.0	Kommazahl
1.23e6	Exponent-Darstellung 1.23*10⁶ = 1230000

Qualifier

static	Variable bleibt erhalten
volatile	im RAM (notwendig für ISR)
const	Nicht veränderbar (z.B.Pin)
PROGMEM	im Flashspeicher

Arrays
```
const int MyPins[]= { 2, 4, 8, 3, 6};
int MyInts[6];   // Array für 6 Werte
MyInts[0] = 42;  // Zuweisung an den
                 // ersten Wert
MyInts[6] = 21;  // Fehler! Index
                 // von 0 bis 5
```



by Bernhard Spitzer
Version: 2024-09-10
Quelle: https://github.com/liffiton/Arduino-Cheat-Sheet/

Adapted from:
- Original: Gavin Smith
- SVG version: Frederic Dufourg
- ESP32 functions / board drawing: Bernhard Spitzer

Cheat Sheet für ESP32/ESP32-S3

Für Board-Support ab Version 3.x

Hauptquelle: Arduino Language Reference
https://arduino.cc/de/Reference/

WLAN - Funktionen

WiFi.h - **WLAN-Funktionen, allgemein**
Zunächst das WLAN-Kennwort angeben:
```
const char* ssid = "NetworkName";
const char* pass = "Password";
```
Alternative (besser beim Weitergeben von Programmen):
```
#include <credentials.h>          // im LIB-Verzeichnis anlegen,
                                  // Inhalt: die beiden Zeilen von oben
WiFi.begin(ssid, pass);           // Startet WLAN zu ssid als Client
WiFi.begin(ssid);                 // Verbindung mit offenem WLAN ssid
IPAddress myIP = WiFi.localIP();// IP-Adresse auslesen

WiFi.status( );  // Lese Status der Verbindung z.B. WL_CONNECTED
WiFi.BSSID(bssid);                // Liest die MAC-Adresse des Routers
long rssi = WiFi.RSSI( );         // Liest die Signalstärke aus
WiFi.disconnect( );               // Verbindung trennen
```

WiFiAP.h - **WLAN-Funktion Accesspoint**
```
WiFi.SoftAP(ssid, pass);                // Startet einen Accesspoint
WiFi.SoftAP(ssid);                      // offener Accesspoint
IPAddress myIP = WiFi.softAPIP();       // IP-Adresse auslesen

const char * softAPgetHostname();             // AP-Name auslesen
bool softAPsetHostname(const char * hostname); // AP-Name festlegen

String softAPmacAddress(void);              // MAC-Adresse festlegen
uint8_t * softAPmacAddress(uint8_t * mac); // MAC-Adresse auslesen
```

HTTP(S) - Server

WebServer.h - **für HTTP und HTTPS Verbindungen**
Zunächst eine Objektinstanz erzeugen:
```
WebServer server(80);   // Port 80 für HTTP, Port 443 für HTTPS

In Setup():
server.begin();         // Webserver starten, WLAN vorher verbinden
server.onNotFound(Send404);// Callback-Funktion für ungültige URL
server.on("/", HandleRoot);// Callback-Funktion für Web-Root
Weitere URLs: weitere Callback-Fkt. oder in HandleRoot abfragen

Webseiten ausliefern mit Status-Code und Inhaltstyp:
server.send(200, "text/html", WebPage() ); // WebPage liefert String
void Send404(void) {                  // hier als Funktion Send404()
  server.send(404, "text/plain", "Internet kaputt");
  // sende unformatierten Text
}

Auswerten von Server-Argumenten (für Formulare, Benutzereingaben):
void HandleRoot(void) {
  // DEBUG Ausgabe, zeigt alle Parameter des Aufrufs
  Serial.printf("URI: %s, ", server.uri());
  Serial.print("Method: ");
  Serial.println((server.method() == HTTP_GET) ? "GET" : "POST");
  Serial.printf(", Arguments: %s\n", server.args());
  // Alle Server-Argumente ausgeben
  for (uint8_t i = 0; i < server.args(); i++) {
    Serial.printf("%s : %s\n", server.argName(i), server.arg(i));
  }
  // ENDE DEBUG, jetzt nach bekannten Argumenten schauen;
  if(server.hasArg("r") || server.hasArg("g") || server.hasArg("b"))
  { uint16_t red, green, blue; String Temp;
    Temp = server.arg("r");    // Server sendet Strings
    red = Temp.toInt();        // String in Zahlumwandlen
    // jetzt was damit machen, z.B. LED-Farbe setzen
  }
  server.send(200, "text/html", WebPage() ); // neue Webseite senden
}
Weitere Möglichkeiten siehe Programmbeispiele in Arduino!
```

Bluetooth - Funktionen

BluetoothSerial.h - **Bluetooth zur Kommunikation**
Zunächst eine Objektinstanz erzeugen:
```
BluetoothSerial SerialBT;  // Name ist beliebig
In Setup():
SerialBT.begin("Geräte_1234"); // Eindeutiger Name

Danach können die gleichen Funktionen wie bei der
seriellen Schnittstelle genutzt werden:
SerialBT.availabe();  // Empfangsdaten vorhanden?
SerialBT.println("Text");
Zeichen = SerialBT.read();
StringVar = SerialBT.readString();
SerialBT.end();

Weitere Funktionen für die Verbindungssteuerung:
void enableSSP();  // Secure Pairing einschalten
bool setPin(*pin);  // z.B. SerialBT.setPin("1234");
bool connect(remoteName); // neue Verbindung
bool connect();     // gespeicherte Verbindung
bool connected(timeout=0);// Verbindung ok?
bool disconnect();
bool unpairDevice(remoteAddress[]);

Callback-Funktion für Verbindungs-Ereignisse:
SerialBT.register_callback(BT_Comm); // in Setup()
void BT_Comm(esp_spp_cb_event_t event,
             esp_spp_cb_param_t *param) {
  if(event == ESP_SPP_SRV_OPEN_EVT){
    Serial.println("Client verbunden"); }

  if(event == ESP_SPP_CLOSE_EVT ){
    Serial.println("Client getrennt");  }
}

Weitere Event-Nummern und Definitionen:
docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/
api-reference/bluetooth/esp_spp.html
```

BluetoothA2DPSource.h und BluetoothA2DPSink.h
Bluetooth zur Audio-Übertragung (Quelle, Senke)
z.B. github.com/pschatzmann/ESP32-A2DP

Sleep - Modes

Der ESP32 kann in einen Sleep-Mode geschickt werden, in dem die Stromaufnahme stark reduziert ist. Vorher muss eine Quelle für den Wakeup definiert werden. Man kann auch eine feste Zeit einstellen, nach der der ESP wieder aufwacht.

```
esp_sleep_enable_ext0_wakeup (pin, [HIGH, LOW]);
esp_sleep_enable_timer_wakeup (microSeconds);
esp_deep_sleep_start ();  // schlafen schicken
```

Touch - Eingänge

Der ESP32 hat 10 nutzbare Touch-Eingänge (ESP32-S3: 14). Die Touch-Pins **müssen nicht mit PinMode initialisiert** werden. Die Werte haben teilweise Störungen und sollten gefiltert werden.

```
byte TouchValue = touchRead(T0); // T0-T9

Rückgabewert 0 - 100, Touch-Ereignis bei Schwellwert
20-30 (je nach Beschaltung):
bool digitalTouch(T_Chan) {
  if(touchRead(T_Chan) < 30) return true;
  else return false;
}
```

Timer - Funktionen

```
Der ESP32 /ESP32-S3 hat 4 Universaltimer mit 64 Bit Zählumfang
Eingangstakt 80MHz mit Vorteiler (:1 bis :65535)

hw_timer_t *MeinTimer = NULL;   // Zeiger auf eine Timer-Struktur
MeinTimer = timerBegin (Frequenz);   // Timerfrequenz in Hz, wenn
    // MeinTimer danach noch NULL ist, liegt ein Fehler vor
TimerStart (MeinTimer);              // Timer starten
TimerStop (MeinTimer);               // Timer stoppen
timerAlarm(MeinTimer,Alarmwert,Reload,Count); // 64 Bit Alarmwert
  // Reload true: nach Alarm bei 0 anfangen, Count -> Anzahl
    // der automatischen Reloads (0 -> unendlich)
timerAttachInterrupt(MeinTimer, &onTimer); // ISR onTimer()
uint64_t timerRead(MeinTimer);       // Zählerstand lesen (64Bit!)
timerWrite(MeinTimer, uint64_t Wert); // Zählerstand setzen
timerRestart(MeinTimer);             // Zählerstand auf 0 setzen
uint64_t timerReadMicros(MeinTimer); // Mikrosekunden
uint64_t timerReadMillis(MeinTimer); // Millisekunden
double  timerReadSeconds(MeinTimer); // Sekunden
```