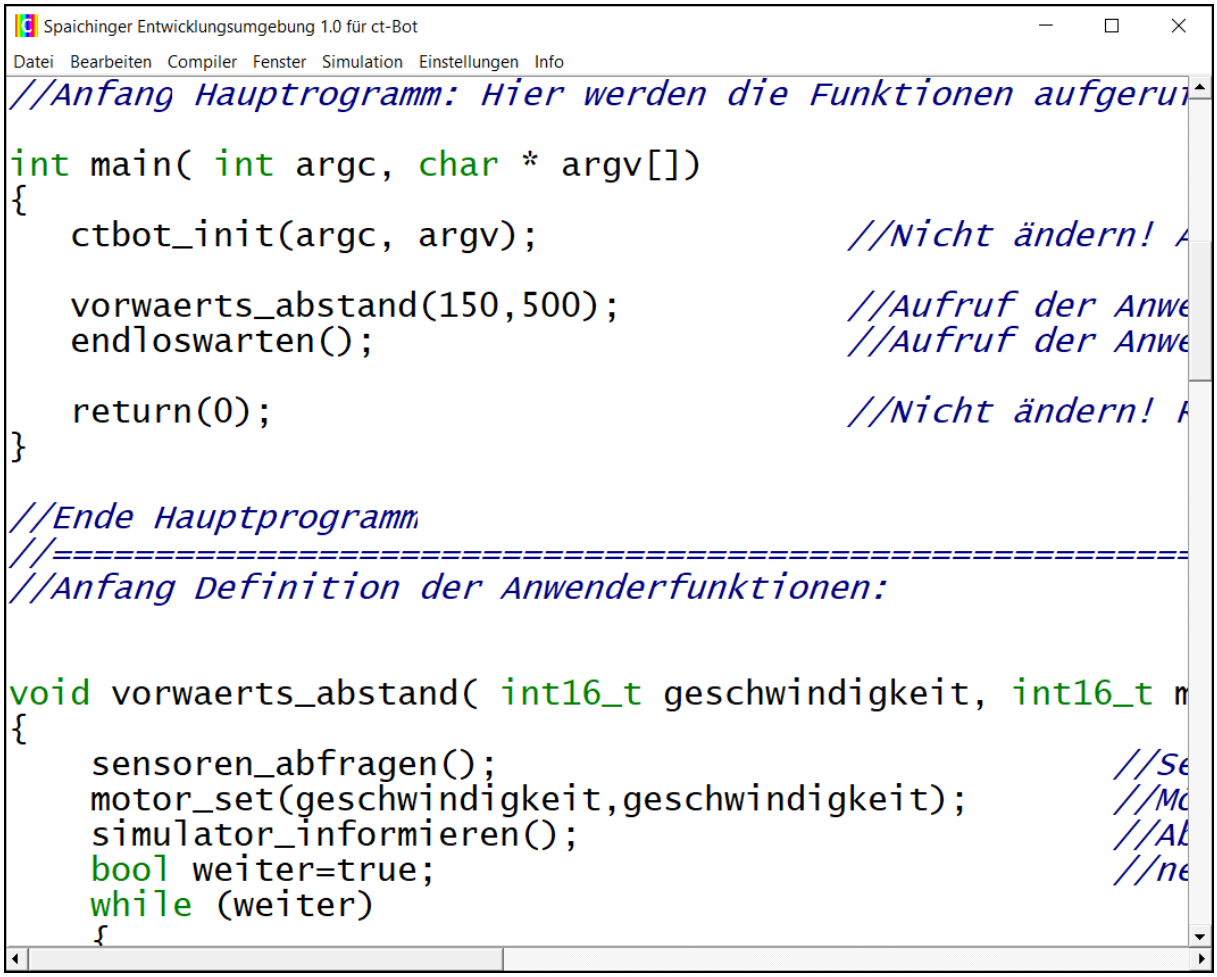
Bedienungsanleitung

Spaichinger Entwicklungsumgebung 1.0

Zur C-Programmierung und Simulation von ct-Bots (Fahrrobotern)

Freeware für Microsoft Windows



Dr. Markus Ziegler

www.spaichinger-schallpegelmesser.de

Dezember 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Überblick

Diese kostenlose und übersichtliche Entwicklungsumgebung ist ideal geeignet zum spielerischen Erlernen der Programmiersprache C im Kontext der Programmierung eines Fahrroboters “ct-Bot”. Hierzu wird kein echter Roboter benötigt, da das Verhalten des Roboters beim Durchfahren von verschiedenen Labyrinthen simuliert wird. Der Roboter muss hierbei nicht nur durch das Labyrinth hindurch finden, sondern auch darauf achten, dass er in kein “Loch” (schwarzes Feld) hineinfällt. Zur Wahrnehmung seiner Umwelt stehen dem Roboter verschiedene Sensoren zur Verfügung:

- zwei Encoder zur Bestimmung der Radumdrehungen der zwei Antriebsräder
- zwei Abstandssensoren
- zwei Liniensensoren zur Erkennung von Linien auf dem Boden
- zwei Abgrundsensoren zur Erkennung von “Löchern” im Boden
- einen “Maussensor” zur Messung der Geschwindigkeit
- zwei Lichtsensoren

Zudem besitzt er an den zwei Antriebsrädern jeweils einen Motor und 8 LEDs (Aktoren).
Die simulierten Sensoren verhalten sich wie reale Sensoren.
Die Spaichinger Entwicklungsumgebung läuft unter dem Betriebssystem Microsoft Windows (Windows 7, Windows 8, Windows 8.1 und Windows 10) auf jedem Notebook oder PC. Die Downloaddatei “ctBotSpaichingen.zip” umfasst alle benötigten Komponenten: Entwicklungsumgebung, Compiler und Simulationssoftware.

2 Installation

Die Downloaddatei “ctBotSpaichingen.zip” brauchen Sie nur in einem beliebigen Verzeichnis zu entpacken. Mit einem Klick auf “ctBotstart.exe” startet dann die Entwicklungsumgebung „Spaichinger Entwicklungsumgebung für ct-Bot“. Die Software braucht also nicht installiert zu werden (portable Software) und kann sogar von einem USB-Stick aus betrieben werden. Beim Start erzeugt die Software den Ordner „ctBot_Dateien“ im Verzeichnis „Dokumente“. Dort werden die erzeugten Dateien abgespeichert.
Sonst nimmt die Software keinerlei Änderungen an Ihrem Betriebssystem vor. Es erfolgt auch kein Eintrag in die Windows-Registry.

3 Copyright

Der Entwickler und Programmierer

Dr. Markus Ziegler
78549 Spaichingen
www.spaichinger-schallpegelmesser.de
E-Mail: ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de

stellt die Spaichinger Entwicklungsumgebung (ctBotstart.exe) kostenlos zur Verfügung (Freeware).

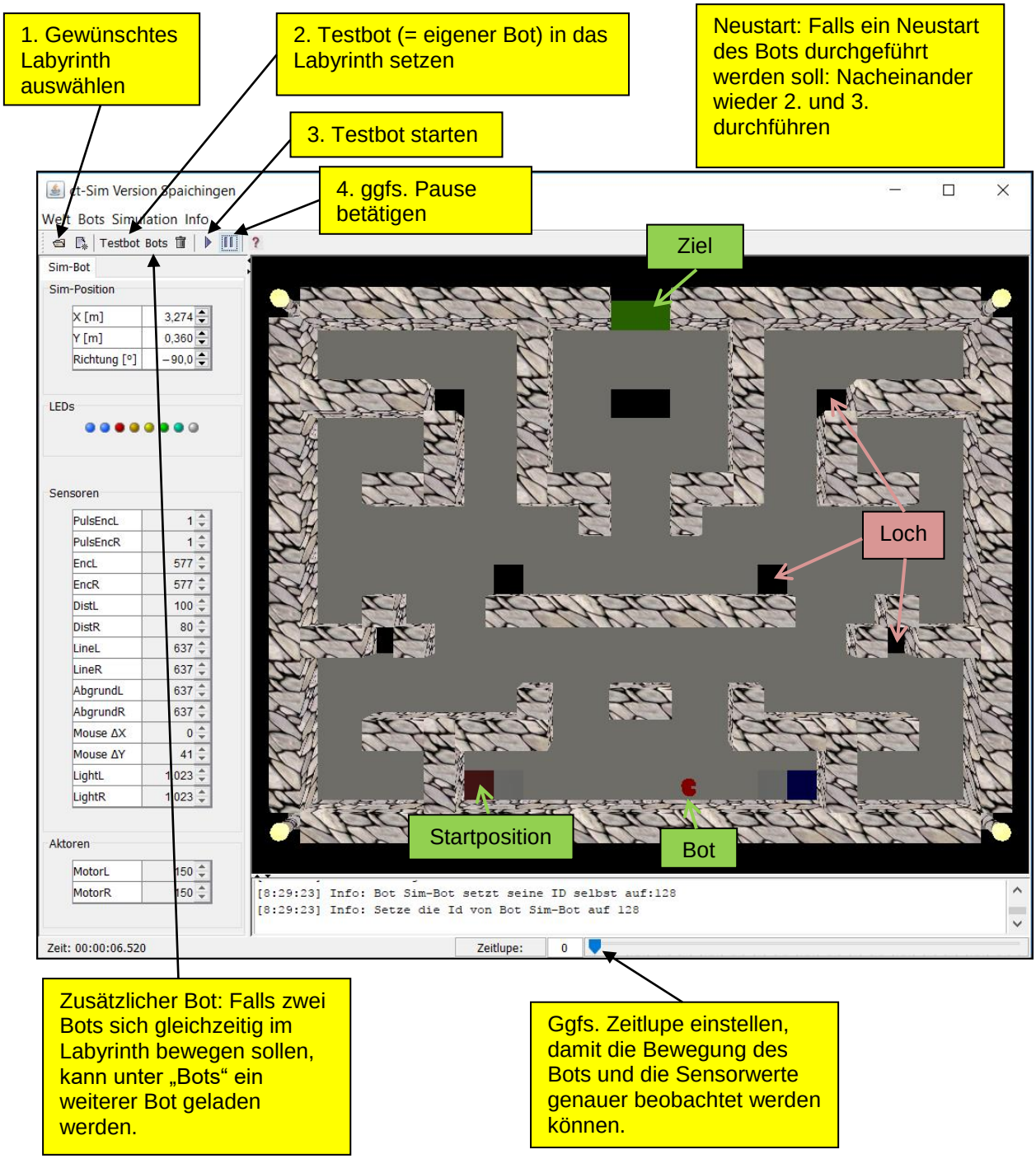
Alle anderen in der Downloaddatei “ctBotSpaichingen.zip” enthalten Dateien können ebenfalls kostenlos verwendet werden:

- Die gelinkten Dateien für den ct-Bot (-> Header) wurden von der Zeitschrift c’t entwickelt (Open Source: GNU-Lizenz) und von Markus Ziegler an die Bedürfnisse der Schule angepasst. Die ursprünglichen Dateien findet man unter https://www.heise.de/ct/projekte/machmit/ctbot/browser
- Der Simulator ct-Sim wurde von der Zeitschrift c’t entwickelt (Open Source: GNU-Lizenz) und von Markus Ziegler an die Bedürfnisse der Schule angepasst. Die ursprünglichen Dateien findet man unter https://www.heise.de/ct/projekte/machmit/ctbot/browser
- Der verwendete C-Compiler “gcc” in der Fassung von MinGW ist ebenfalls “Open Source” und steht unter der GNU-Lizenz. Download: http://mingw.org/
- Das verwendete Java 1.6 darf ebenfalls kostenlos genutzt werden.

Ich bedanke mich herzlich bei der Fachzeitschrift c’t und allen anderen Programmierern, die bei der Entwicklung des ct-Bots, der Simulationsumgebung ct-Sim und des GNU C-Compilers gcc eine tolle Arbeit geleistet haben und ihr Werk frei zur Verfügung stellen.

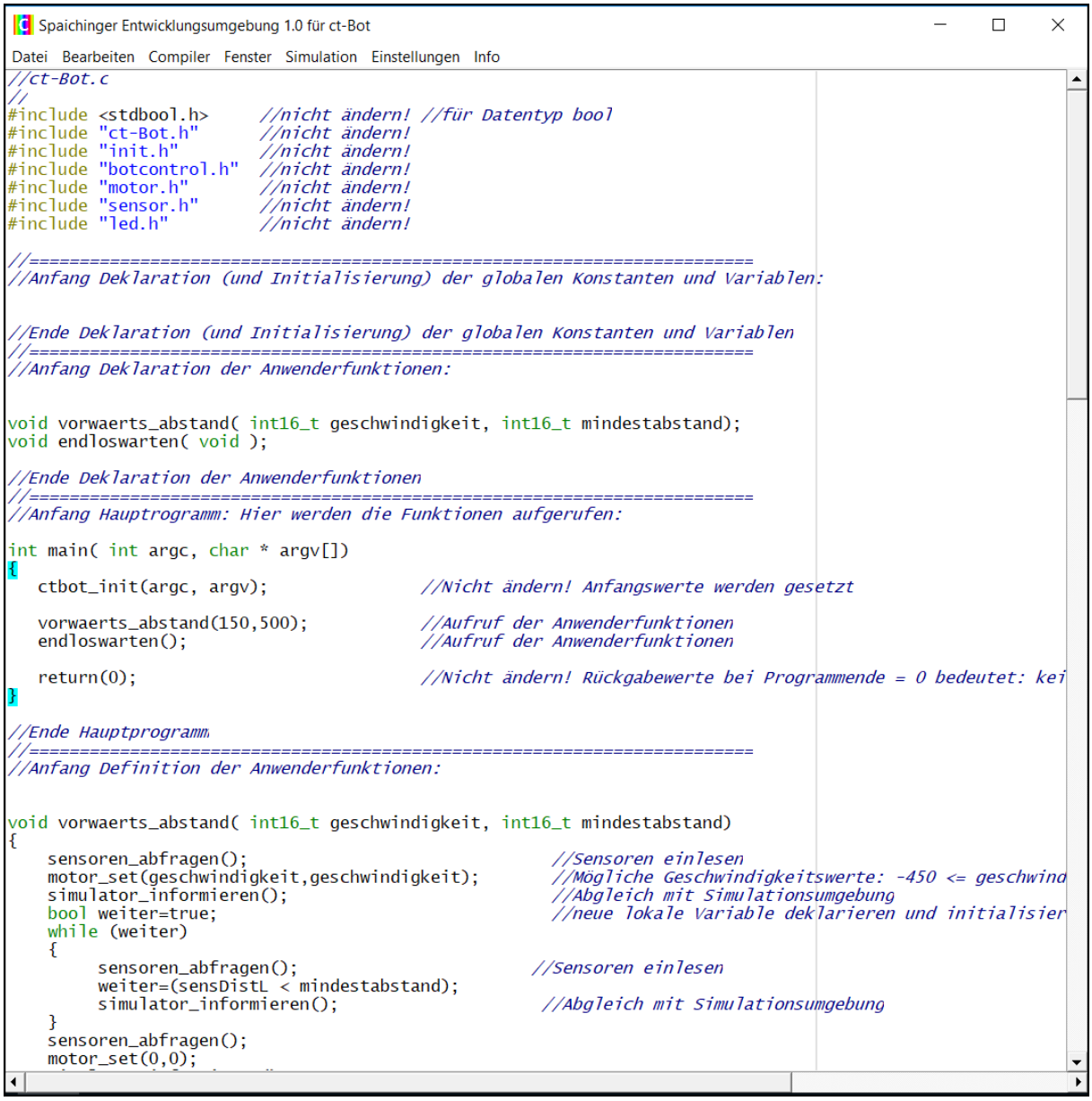
4 Simulationsumgebung

Nach dem erfolgreichen Kompilieren kann die Simulationsumgebung (ct-Sim Version Spaichingen) durch Betätigen von „Simulation“ oder der Funktionstaste F7 aus der Spaichinger Entwicklungsumgebung heraus gestartet werden.



5 C-Programmierung des ct-Bots

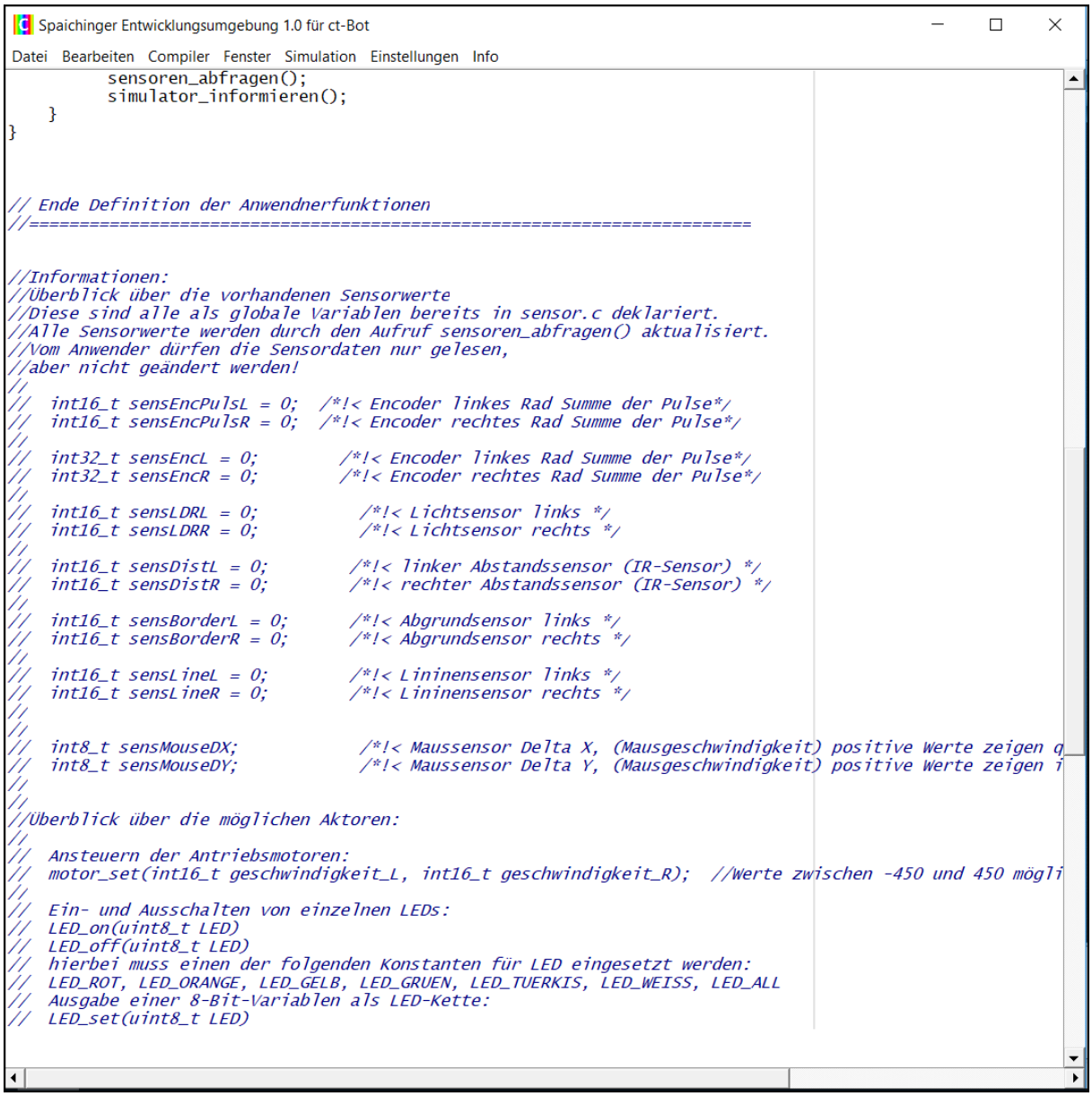
Beim Start der Software „Spaichinger Entwicklungsumgebung für ct-Bot“ (ctBotstart.exe) wird automatisch ein einfaches C-Programm für den ct-Bot geladen. Dieses Programm kann sofort durch Betätigen des Buttons „Compiler“ oder der Funktionstaste F6 kompiliert werden. Anschließend kann durch Betätigen des Buttons „Simulation“ oder der Funktionstaste F7 die Simulation gestartet werden (siehe Kapitel Simulationsumgebung).




```
//ct-Bot.c
//
#include <stdbool.h>     //nicht ändern! //für Datentyp bool
#include "ct-Bot.h"      //nicht ändern!
#include "init.h"        //nicht ändern!
#include "botcontrol.h"  //nicht ändern!
#include "motor.h"       //nicht ändern!
#include "sensor.h"      //nicht ändern!
#include "led.h"         //nicht ändern!

//=====================================================================
//Anfang Deklaration (und Initialisierung) der globalen Konstanten und Variablen:


//Ende Deklaration (und Initialisierung) der globalen Konstanten und Variablen
//=====================================================================
//Anfang Deklaration der Anwenderfunktionen:


void vorwaerts_abstand( int16_t geschwindigkeit, int16_t mindestabstand);
void endloswarten( void );

//Ende Deklaration der Anwenderfunktionen
//=====================================================================
//Anfang Hauptprogramm: Hier werden die Funktionen aufgerufen:

int main( int argc, char * argv[])
{
   ctbot_init(argc, argv);               //Nicht ändern! Anfangswerte werden gesetzt

   vorwaerts_abstand(150,500);           //Aufruf der Anwenderfunktionen
   endloswarten();                       //Aufruf der Anwenderfunktionen

   return(0);                            //Nicht ändern! Rückgabewerte bei Programmende = 0 bedeutet: kei
}

//Ende Hauptprogramm
//=====================================================================
//Anfang Definition der Anwenderfunktionen:


void vorwaerts_abstand( int16_t geschwindigkeit, int16_t mindestabstand)
{
    sensoren_abfragen();                              //Sensoren einlesen
    motor_set(geschwindigkeit,geschwindigkeit);       //Mögliche Geschwindigkeitswerte: -450 <= geschwind
    simulator_informieren();                          //Abgleich mit Simulationsumgebung
    bool weiter=true;                                 //neue lokale Variable deklarieren und initialisier
    while (weiter)
    {
         sensoren_abfragen();                        //Sensoren einlesen
         weiter=(sensDistL < mindestabstand);
         simulator_informieren();                     //Abgleich mit Simulationsumgebung
    }
    sensoren_abfragen();
    motor_set(0,0);
```

Dieses Beispielprogramm veranlasst den Bot geradeaus zu fahren, bis ein Hindernis auftaucht und dann anzuhalten und zu warten.
Das Beispielprogramm habe ich sehr ausführlich dokumentiert, damit es als Ausgangspunkt für eigene Programme dienen kann. Dieses Beispielprogramm kann durch Betätigen von „Datei → neu ct-Bot.c“ jederzeit wieder hergestellt werden.

Im unteren Teil des Programms finden Sie alle globalen Variablen aufgelistet, in denen die Sensorwerte abgespeichert sind:



Zusätzlich finden Sie hier einen Überblick über die Ansteuerung der möglichen Aktoren (Motoren und LEDs).

5.1 Wichtige Besonderheiten bei der Bot-Programmierung

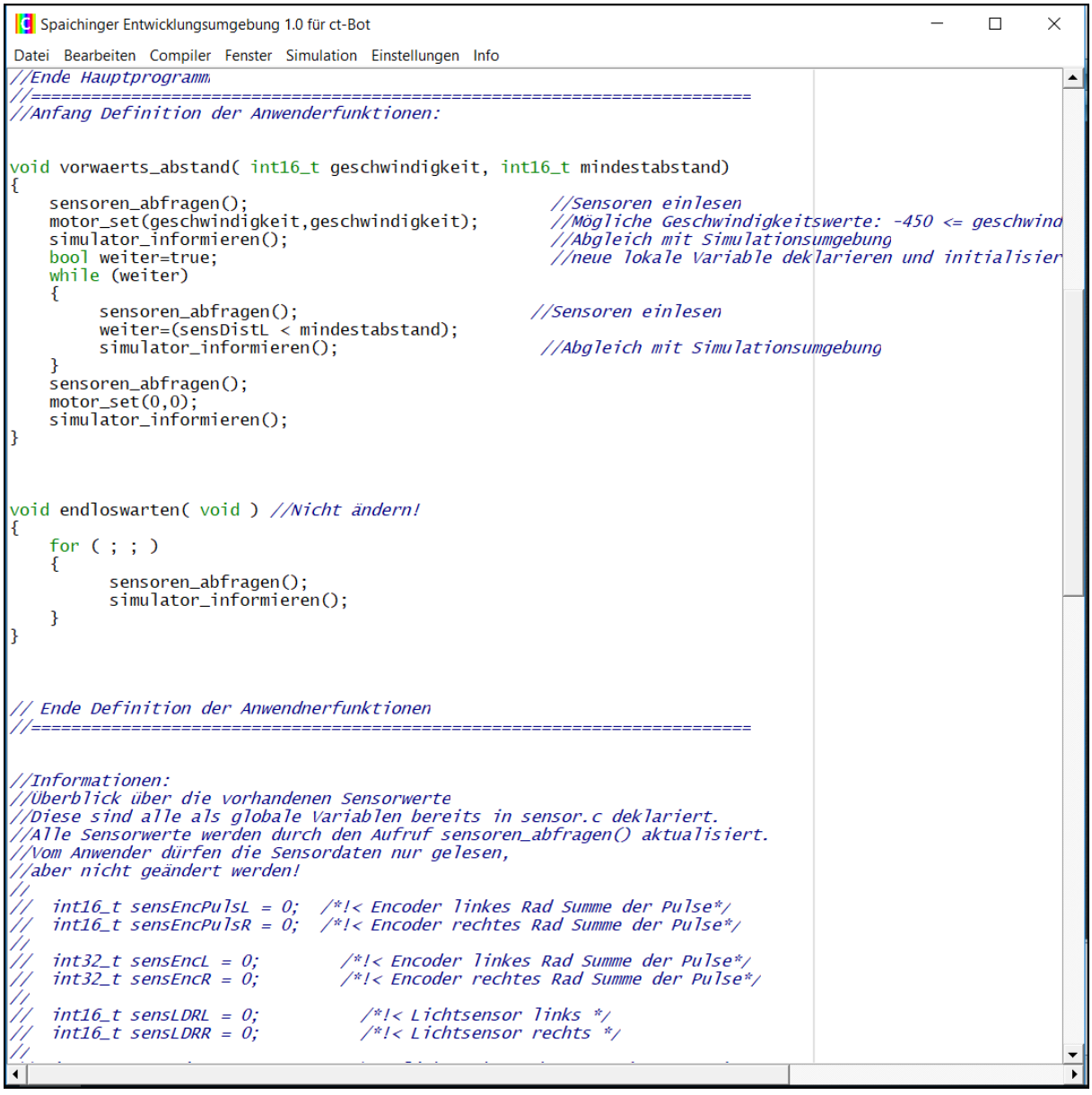
Mit den obigen Informationen und den üblichen Ansi-C-Befehlen lässt sich der Bot problemlos programmieren, wenn folgende Besonderheiten beachtet werden:

- Jedes Mal **bevor** auf ein Aktor oder ein Sensorwert zugegriffen wird, **muss** die Funktion **sensoren_abfragen()** aufgerufen werden.
- Nach dem Aufruf eines Aktors oder eines Sensorwertes **muss** die Funktion **simulator_informieren()** aufgerufen werden.
- Der Kopf des Programms: Die Zeilen zwischen „//ct-Bot.c“ und „//Anfang Deklaration (und Initialisierung) der globalen Konstanten und Variablen:“

dürfen nicht geändert werden. D.h., es dürfen keine Headerdateien entfernt oder hinzugefügt werden.

Mit den beiden Funktionen **sensoren_abfragen()** und **simulator_informieren()** werden die Sensorwerte aktualisiert und ein Abgleich mit der Simulationsumgebung geschaffen. Ohne diesen Abgleich endet die Simulation mit der **Fehlermeldung „Ein oder mehrere Bots waren viel zu langsam“.**

Die richtige Verwendung der Funktionen **sensoren_abfragen()** und **simulator_informieren()** ist im Beispielprogramm gut ersichtlich:



6 Öffnen, Speichern und Weitergeben von Dateien

Ihr C-Programm können Sie wie üblich über „Datei → speichern“ oder die Funktionstaste F5 speichern. Den Speicherort können Sie unter „Datei → speichern unter“ auswählen. Mit „Datei → öffnen“ können Sie ihr ct-Bot-Programm wieder öffnen. Ihren fertig programmierten ct-Bot.exe finden Sie unter „Dokumente“ im Ordner „ctBot_Dateien\ctBotexe“. Dies ist z.B. wichtig, wenn Sie zwei unterschiedliche Bots in der Simulationsumgebung gleichzeitig fahren lassen wollen. In diesem Fall kopieren Sie den 2. Bot unter einem anderen Namen ebenfalls in den Ordner „ctBot_Dateien\ctBotexe“. In der Simulationsumgebung können Sie diesen dann zusätzlich laden (siehe Kapitel Simulationsumgebung).

Achtung! die Datei „**libpthread-2.dll**“, die sich ebenfalls im Ordner „ctBot_Dateien\ctBotexe“ befindet, darf **nicht gelöscht** werden, da die Bots sonst nicht mehr funktionsfähig sind!

7 Problembehandlung

- Falls nach dem ersten Start der Compiler auch nach einiger Wartezeit immer noch die Meldung „Compiler ist aktiv“ anzeigt, hat der Compiler nicht den richtigen Pfad gefunden. Abhilfe: Schließen Sie Software „Spaichinger Entwicklungsumgebung für ct-Bot“ (ctBotStart.exe) und starten sie diese dann neu. Anschließend müsste dann der Compiler richtig funktionieren.
- Falls in der Simulationsumgebung die Fehlermeldung „Ein oder mehrere Bots waren viel zu langsam“ erscheint, wurden die beiden Funktionen **sensoren_abfragen()** und **simulator_informieren()** in Ihrem C-Programm nicht richtig verwendet (siehe Kapitel Wichtige Besonderheiten bei der Bot-Programmierung)
- Falls ihr Bot in der Simulationsumgebung nicht startet, könnte es daran liegen, dass die Datei „**libpthread-2.dll**“ im Ordner „Dokumente\ctBot_Dateien\ctBotexe“ versehentlich gelöscht wurde. Diesen Fehler können Sie beheben, indem Sie die Software „Spaichinger Entwicklungsumgebung für ct-Bot“ schließen und anschließend den gesamten Ordner „Dokumente\ctBot_Dateien“ löschen. Beim Neustart der Software „Spaichinger Entwicklungsumgebung für ct-Bot“ wird dann dieser Ordner mit allen Unterordnern und der Datei „libpthread-2.dll“ wieder neu erzeugt.

Bei weiteren Fragen oder Problemen wenden Sie sich bitte per E-Mail an Ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de.

8 Softwarefehler

Bei Fragen oder Problemen wenden Sie sich bitte per E-Mail an Ziegler@spaichinger-schallpegelmesser.de.
Falls Sie Fehler in der Software entdecken, bin ich für einen Hinweis per E-Mail immer dankbar.