

Inhalt

Inhalt	.....	1
Abbildungsverzeichnis	.....	4
Tabellenverzeichnis	.....	7
Abkürzungsverzeichnis	.....	8
Vorwort	.....	9
1 Einleitung	.....	10
1.1	<i>ATLAS-Projekt</i>	10
1.2	<i>Grundlagen der Infrarot-Kommunikation</i>	11
2 Balisenmodul	.....	13
2.1	<i>Konzept Balisenmodul</i>	13
2.2	<i>Gründe für Auswahl der Infrarot-Kommunikation</i>	16
3 Umbau der Hardware der Balisen	.....	17
3.1	<i>Überblick Hardware der alten Balisen</i>	17
3.1.1	alter Schaltplan	17
3.1.2	IR-Sender LCD271	18
3.1.3	integrierter Spannungsregler	18
3.2	<i>ATtiny15L durch ATtiny25 ersetzen</i>	19
3.2.1	Gründe für Wechsel des Mikrocontrollers	19
3.2.2	Vergleich von ATtiny15L und ATtiny25.....	19
3.2.3	Arbeitsschritte für den Umbau des ATtiny25s.....	21
3.3	<i>Umbau der Stromversorgung der Balisen</i>	22
3.3.1	Grund für die Umstellung der Stromversorgung	22
3.3.2	Auswahl von RMB6S.....	23
3.3.3	Brückengleichrichter	23

3.3.4	Neuer Schaltplan der Stromversorgung.....	24
3.3.5	Arbeitsschritte für Umbau der Stromversorgung der Balisen	25
3.4	<i>endgültiger Schaltplan der neuen Balisen</i>	26
4	Programmierung der Balisen	27
4.1	<i>12-Bit coding</i>	27
4.2	<i>Software: Atmel studio 7</i>	29
4.3	<i>Schritte zur Programmierung für ATtiny25</i>	29
4.4	<i>Programm</i>	31
4.5	<i>Simulation durch Proteus</i>	32
4.5.1	Aufbau des Atmel-ICEs	34
4.5.2	Schritte zum Programm herunterladen	37
5	Infrarot-Kommunikation zwischen Balisen und Fahrzeug	39
5.1	<i>Prinzip der Infrarot-Sendesaltung und Infrarot-Empfangssaltung</i>	39
5.2	<i>IR-Empfänger im Fahrzeug</i>	40
5.2.1	Auswahl des IR-Empfängers	40
5.2.2	TSOP4856	41
5.3	<i>Faktoren, die die Infrarot-Kommunikation beeinflussen</i>	42
5.4	<i>Relative Transmission Distance</i>	43
5.5	<i>Vergleich von Testergebnissen mit verschiedenen Widerständen</i>	45
5.6	<i>Abschleifen der IR-Diode für diffuses Licht</i>	46
6	Test	48
6.1	<i>Bau des Testboards</i>	48
6.2	<i>Testsoftware</i>	49
6.3	<i>Schritte der Balisentestung</i>	51
6.4	<i>Ergebnisse</i>	51
7	Zusammenfassung und Ausblick	55
7.1	<i>Zusammenfassung</i>	55

7.2	<i>Ausblick</i>	57
	Literatur	58
	Anlagen 1: 12-Bit-Code Programm	59
	Anlagen 2: Decodierungsprogramm	61
	Anlagen 3: Mechanische Daten ATtiny25	63
	Anlagen 4: Mechnische Daten TSOP4856	64
	Selbstständigkeitserklärung	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesamtüberblick des ATLAS-Projektes	14
Abbildung 2: Balisenmodul	15
Abbildung 3: Arbeitslauf des Balisenmoduls	15
Abbildung 4: Balise.....	17
Abbildung 5: alter Schaltplan der Balisen [2]	17
Abbildung 6: IR-Sender LD271 [5].....	18
Abbildung 7: intergrierten Spannungsregler 78L05SMD [6]	18
Abbildung 8: Pinout von ATtiny15L [7].....	19
Abbildung 9: Pinout von ATtiny25 [8].....	20
Abbildung 10: Geräte von Mikrocontroller ersetzen	21
Abbildung 11: gelötete ATtiny25 auf Balisen.....	22
Abbildung 12: alter Schaltplan der Balisen-Stromversorgung	22
Abbildung 13: Brückengleichrichter RMB6S [9]	23
Abbildung 14: Schaltung von Brückengleichrichter	23
Abbildung 15: neuer Schaltplan der Balisen-Stromversorgung.....	24
Abbildung 16: Lötensstelle der Stromversorgung der Balise	25
Abbildung 17: Pinout von RMB6S [11].....	25
Abbildung 18: die neue Stromversorgung der Balise	26
Abbildung 19: neuer Schaltplan der Balise	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 20: Manchester-Codierung	27
Abbildung 21: Beispiel 1 12-Bit-Code	28
Abbildung 22: Beispiel 2 12-Bit-Code	28
Abbildung 23: Software Atmel Studio 7 [13]	29
Abbildung 24: erste Schritt zur Programmierung für ATtiny25	29
Abbildung 25: zweite Schritt zur Programmierung für ATtiny25	30
Abbildung 26: dritte Schritt zur Programmierung für ATtiny25	30
Abbildung 27: vierte Schritt zur Programmierung für ATtiny25	31
Abbildung 28: 12-Bit-Coding IR-Sender Funktion	32
Abbildung 29: Simulationsschaltplan in Proteus für Atiny25	33
Abbildung 30: Simulationssignal durch Proteus	33
Abbildung 31: Atmel-ICE	34
Abbildung 32: Atmel-ICE SPI Pin Mapping [14]	35
Abbildung 33: Atmel-ICE SPI Header Pinout [14]	35
Abbildung 34: verschiedenfarbige Kabel zu SPI Header Pinout	35
Abbildung 35: verschiedenfarbige Kabel zu Balise	36
Abbildung 36: ATmel-ICE Daten Kabel für Balisen	36
Abbildung 37: Geräte für Programm-herunterladen	37
Abbildung 38: Leuchte auf Atmel-ICE	37
Abbildung 39: Schritte Programm herunterladen-1	38
Abbildung 40: Schritte Programm herunterladen-2	38
Abbildung 41: 12-bit-Code mit 56KHZ Trägersignal codieren	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 42: demoduliert Empfangssignal durch TSOP4856	40
Abbildung 43: IR-Empfänger TSOP4856 [15].....	41
Abbildung 44: Radiant intensity von LD271 [16]	42
Abbildung 45: Radiation charaterstics von LD271 [16]	42
Abbildung 46: Relative Transmission Distance von TSOP4856 [15].....	43
Abbildung 47: Abstand zwischen IR-Sender und IR-Infrarot.....	44
Abbildung 48: Test-Model für Infrarot-kommunikation	44
Abbildung 49: Änderung der Lichtausbreitung für Abschleifen.....	47
Abbildung 50: abschleifende Balise.....	47
Abbildung 51: Testboard	48
Abbildung 52: Logik der Decodierung 1.....	49
Abbildung 53: Logik der Decodierung 2.....	50
Abbildung 54: Wellenform aus Balsien 1	52
Abbildung 55: Wellenform aus Balisen 2	52
Abbildung 56: Wellenform aus IR-Empfänger 1.....	53
Abbildung 57: Wellenform aus IR-Empfänger 2.....	53
Abbildung 58: Balisenummer auf dem LCD.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich zwischen ATtiny15L und ATtiny25	20
Tabelle 2: Kommunikationseffekt mit verschiedenen Balisen	45
Tabelle 3: Kommunikationseffekt mit verschiedenen Widerstände	46

Abkürzungsverzeichnis

ATLAS

Asynchroner Transport-Logistik- und Automatisierungsmodus auf der Schiene

EAGLE

Einfach Anzuwendender Grafischer Layout Editor CAD Software

GND

Ground Bezugspotential

DC

Direct Current, Gleichstrom

LED

Light Emitting Diode Leuchtdiode

Pin

Lötkontakt oder Anschlussbein eines Schaltkreises

IC

Integrated circuit, Schaltkreis

IR

Infrarot

PWM

Pulse Width Modulation, Pulsweitenmodulation

SMD

Surface Mounted Devices

Vorwort

Die folgende Bachelorarbeit wurden im Rahmen eines Elektrotechnikstudiums an der Hochschule Mittweida angefertigt. Die Idee eines fahrerlosen Transportsystems auf der Schiene, entstand auf Grundlage der „Gedanken zur grundlegenden technischen Umgestaltung der Bahn“ [1] von Prof. Dr.-Ing. Christian Schulz.

Die Aufgabe dieser Arbeit soll ein neues Balisenmodul für Lokalisierung von ATLAS-Fahrzeug über Infrarot-Technologie realisieren. Das Projekt ATLAS-System besteht aus viele Gruppen. Der Autor ist allein für den Balisenmodul verantwortlich.

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mich in meiner Arbeit unterstützt haben und mir eine Hilfe bei Lösung von Problemen waren. Besonderen Dank möchte ich an Herrn Prof. Dr.-Ing. Christian Schulz, der mir das Thema zur Verfügung gestellt und mich in allen Belangen unterstützt hat.

1 Einleitung

1.1 ATLAS-Projekt

Das ATLAS-Projekt [1] (Asynchroner Transport-, Logistik- und Automatisierungsmodus auf der Schiene) wird eingesetzt, um die mögliche zukünftige Nutzung des Bahnverkehrsystems zu entwickeln. Es ist bekannt, dass der Schienenverkehr sehr wichtig in unseren Leben ist und ein Großteil des heutigen Schienenverkehrs wird mit der Bahn verlagert. Die Anwendung des Schienenverkehrs bietet heute viele Vorteile:

- ① Hochgeschwindigkeit, in der Regel 80 bis 120 km/ h
- ② Die Transportkapazität ist groß: Im Allgemeinen kann jeder Personenzug etwa 1800 Passagiere befördern, und ein Güterzug kann 2.000 bis 3.500 Tonnen Güter transportieren.
- ③ Der Eisenbahnverkehrsprozess ist weniger durch natürliche Bedingungen eingeschränkt und weist eine starke Kontinuität auf, die einen jährlichen Betrieb gewährleisten kann.
- ④ Er ist vielseitig einsetzbar und kann sowohl Passagiere als auch verschiedene Arten von Gütern transportieren.
- ⑤ Die Genauigkeit der Abfahrts- und Ankunftszeit des Personen- und Güterverkehrs im Zug ist relativ hoch.
- ⑥ Der Zug fährt relativ stabil, sicher und zuverlässig
- ⑦ Geringer Energieverbrauch und geringe Transportkosten

Aber jede Sache hat zwei Seite. Obwohl der Schienenverkehr viele Vorteile hat, müssen die Menschen gleichzeitig seine Mängel akzeptieren:

- ① Die anfänglichen Baukosten sind hoch.
- ② Die Fixkosten des Eisenbahnverkehrs sind sehr hoch, aber die variablen Kosten sind relativ niedrig, so dass der Nahverkehr relativ teuer ist.

③Die Flexibilität ist gering, der Transport kann nur auf festen Gleisen realisiert werden, und Zusammenarbeit und Anbindung durch andere Verkehrsmittel sind erforderlich.

④Das Bremsen an Haltestellen während der Langstreckenfahrt verschwendet viel Energie.

Hauptziel des ATLAS-Projekts ist es, das Eisenbahnsystem effizienter und wirtschaftlicher zu gestalten, insbesondere für den Transport von Gütern mit selbstfahrenden kleinen und leichten Transporteinheiten. Die Transportprozess sollte ohne Umladen stattfinden, und Züge sollen direkt vom Startpunkt zum Zielpunkt transportieren.

Beim ATLAS-Projekt sollen die Transporteinheiten fahrerlos und eigenständig ihren Weg auf den vorhandenen Schienensystemen finden und ohne zentrale Steuerung ihre Fracht abliefern. Ein selbstständig fahrendes Fahrzeug ist auf der Schiene vorgegeben, Während auf der Straße es seine Richtung und Spur selber finden muss. Die Steuerung der Richtung ist nur auf Weichen möglich und wird schon heute zentral von elektronischen Stellwerken aus vorgenommen. [2]

Ein umfassendes, sicheres und intelligentes Schienenverkehrssystem ist wettbewerbsfähig und es lohnt sich zu entwickeln und in Verkehrsmarkt zu investieren. Der Schienenverkehr hat das Potenzial für Innovationen in Richtung unbemannter, automatisierter und dezentraler Schienengüterverkehr und wird in Zukunft weit verbreitet sein.

Weiter Informationen bezüglich des ATLAS-Projekts können aus der Diplomarbeit von Tino Krauß [2] entnommen werden. In diesem Projekt erläuterte er seine Gedanken zum Projekt und die Zukunftsaussichten des Projekts. Weiterhin wird dort genauer auf die Vorteile, Möglichkeiten und Perspektiven dieses Systems eingegangen.

1.2 Grundlagen der Infrarot-Kommunikation

Der folgende Abschnitt basiert auf [3].

Es ist bekannt, dass menschliche Augen kann ein bestimmtes Lichtspektrum sehen kann. Das sichtbare Licht, das Menschen sehen können, in einer Wellenlänge von lang bis kurz angeordnet ist, gefolgt von rot, orange, gelb, grün, cyan, blau und lila. Außer dieses bestimmten Spektrum befindet sich der Infrarotbereich, der nicht mehr von Menschen gesehen werden kann. Der Wellenlängenbereich von rotem Licht ist 0,62 bis 0,76 μm , der Wellenlängenbereich von violetter Licht ist 0,38 bis 0,46 μm . Und das Licht, das kürzer als

die Wellenlänge von violetterem Licht ist, wird als ultraviolettes Licht genannt, und das Licht, das länger ist als die Wellenlänge von rotem Licht, wird Infrarotlicht genannt.

Aus physikalischen Aspekten ist das Infrarotlicht eine elektromagnetische Welle mit Wellenlänge von etwa 750nm bis 1mm, deren Frequenz höher als die der Mikrowelle und niedriger als die des sichtbaren Lichts ist. Und heutzutage wird das Infrarotlicht als eine Übertragungsmedium mit Wellenlängen zwischen 850 und 900nm festgelegt. Damit arbeiten die Transceiver an der Grenze des wahrnehmbaren Spektrums. Außerdem gibt die maximale Reichweite der Standard mit Hunderte Meter an. Aber es gibt auch die Lösungen auf dem Markt, die weitere Strecken überbrücken. Für eine erfolgreiche Kommunikation müssen sich die Partner in direkt Sichtlinie befinden, wobei ein Winkelversatz auftreten darf. Die Breite des Sendekegels einer Station beträgt 30 Grad. Obige Bedingungen wurden von Infrarot Daten Association (IrDA), ein Verein, der im Jahr 1993 etabliert wurde, um die Infrarottransceiver und Protokollspezifikation zu diskutieren und zu standardisieren, ausgearbeitet. Und diese drahtlose Verbindungstechnologie ist nun auf der ganzen Welt weit verbreitet, wird sie durch eine große Anzahl von Hardware- und Software-Plattformen unterstützt.

Die Infrarotkommunikation nutzt Infrarotlicht als Kommunikationsträger für die Übertragung von Daten über die Ausbreitung von Infrarotlicht in der Luft. Es ist die Verwendung von Infrarot-Technologie, um eine enge Kommunikation und Informationsweiterleitung zwischen zwei Punkten zu erreichen. Der Prozess wird durch einen Infrarot-sender und einen Infrarot-Empfänger realisiert. Auf der Sendeseite wird das gesendete digitale Signal entsprechend moduliert und codiert. Dann der Code wird an die elektrooptische Umwandschaltung gesendet und in einen Infrarotlichtimpuls umgewandelt, der durch die Infrarot-Senderöhre in die Luft übertragen werden soll. Und auf der Empfangsseite empfängt der externe Empfänger den empfangenen Infrarotlichtimpuls. Transformiere, demoduliere und dekodiere, um das ursprüngliche Signal wiederherzustellen.

Als Datenübertragungsverfahren kann die Infrarotkommunikation in vielen Fällen angewendet werden, in denen Daten über kurze Entfernungen übertragen werden müssen, insbesondere in Anwendungen, in denen keine drahtgebundene Kommunikation möglich oder die Portabilität hoch ist. Z.B. bei Haushaltsgeräten und in der industriellen Produktion. Es gibt viele Methoden, Infrarotkommunikation zu realisieren.

Dieses Projekt beinhaltet die Anwendung eines Infrarotkommunikationssystems auf der Basis eines bestimmten Mikrocontrollers.

2 Balisenmodul

2.1 Konzept Balisenmodul

Dieses ATLAS-Projekt ist ein neues, das auf der Grundlage des alten Projekts weiter Forschungen betreten. Im Vergleich zum alten Projekt hat das neue Projekt viele Verbesserungen am Funktionsmodul vorgenommen. Das neue Projekt besteht aus folgende Hauptsystemen: Fahrzeug-System, Gleisanlage-System, Weichensteuerungmodul, Balisenmodul und Hand-Steuerung-System. Die Kombination dieser fünf Systeme soll das autonome Fahren von Fahrzeugen realisieren.

In die folgende Ausbildung 1 zeigt das neue Design des ATLAS-Projekts. Es ist der Gesamtüberblick des ATLAS-Projektes mit den Informations- und Energieflüssen dargestellt.

Den Rahmen des gesamten neuen Projekts, die Funktionen jeder Komponente und die Funktionen jeder Bauteile beschreibt die Masterarbeit von Herr Kong. [4]

Das Balisenmodul kann folgenden Funktionen verwirklichen, die wichtigste ist Positionsbestimmung des Fahrzeugs, d.h. Das Fahrzeug wird wissen, wo es sich auf dem Gleis während der Fahrt befindet. Und es funktioniert auch während der Kontrolle des Weichensteuerung.

Das Balisenmodul spielt eine sehr wichtige Rolle in neuen ATLAS-Projekt. Wenn es mit Infrarotmodul des alten ATLAS-Projektes vergleicht, kann man eine besser Funktionen des Infrarotmoduls verstehen.

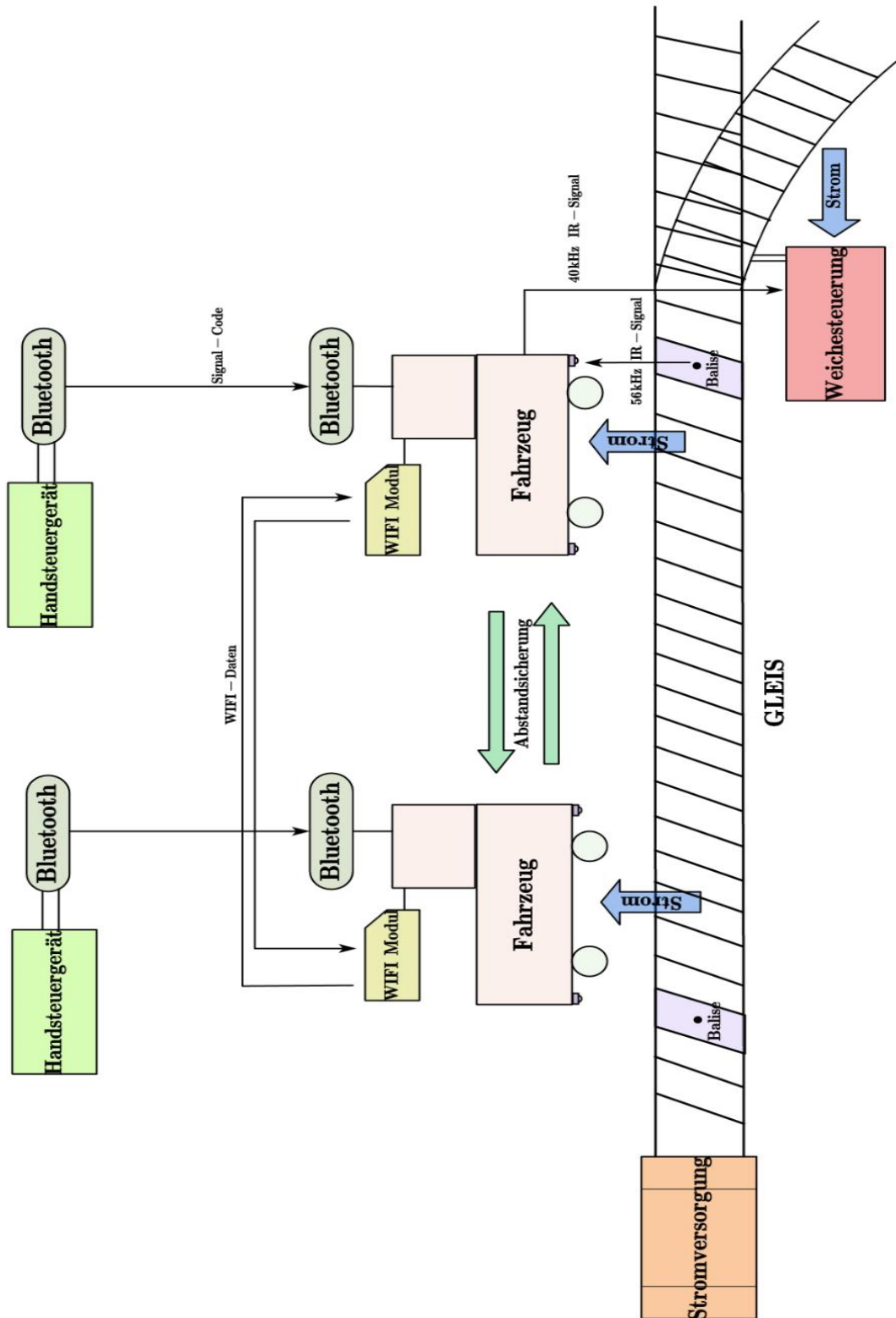


Abbildung 1: Gesamtüberblick des ATLAS-Projektes

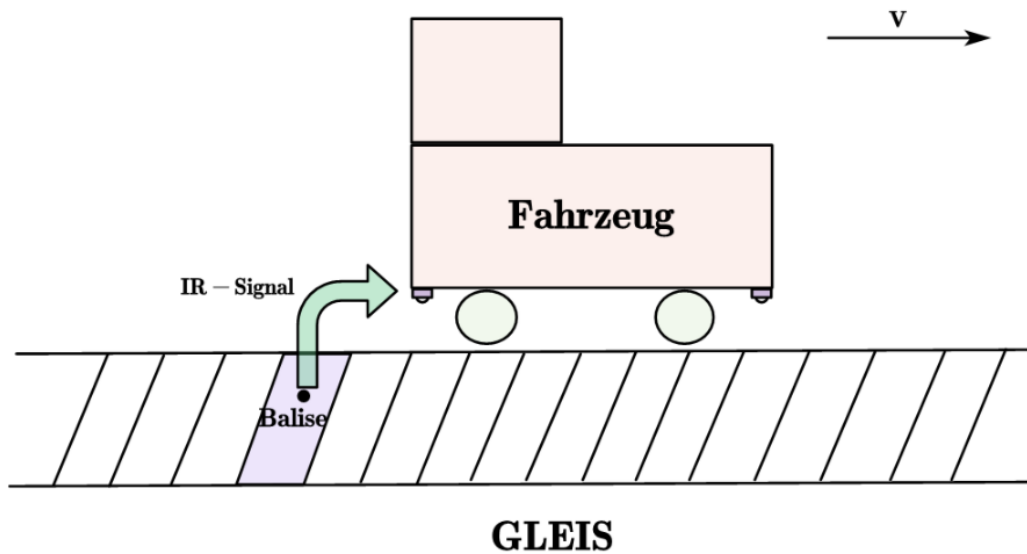


Abbildung 2: Balisenmodul

Das Balisenmodul des neuen Projekts besteht aus hauptsächlich zwei Teile: die Fahrzeug-Infrarot-Anlage und die Gleis-Infrarot-Anlage. Der Arbeitsablauf dieses Moduls ist, dass das Infrarotsignal mit Hilfe des Mikrocontrollers von Balisen empfängt. Die Balisen senden kontinuierlich ein Infrarotsignal senkrecht nach oben. Dann empfängt der Infrarot-Empfänger im Fahrzeug das Signal, chiffriert es dieses Infrarotsignal mit Mikrocontroller M16C, lässt das Infrarotsignal in dechiffrierte Daten wechseln. Jede Balise besitzt eine unterschiedliche festgelegte Identifikationsnummer, wodurch die Funktion der Positionsbestimmung verwirklicht wird.

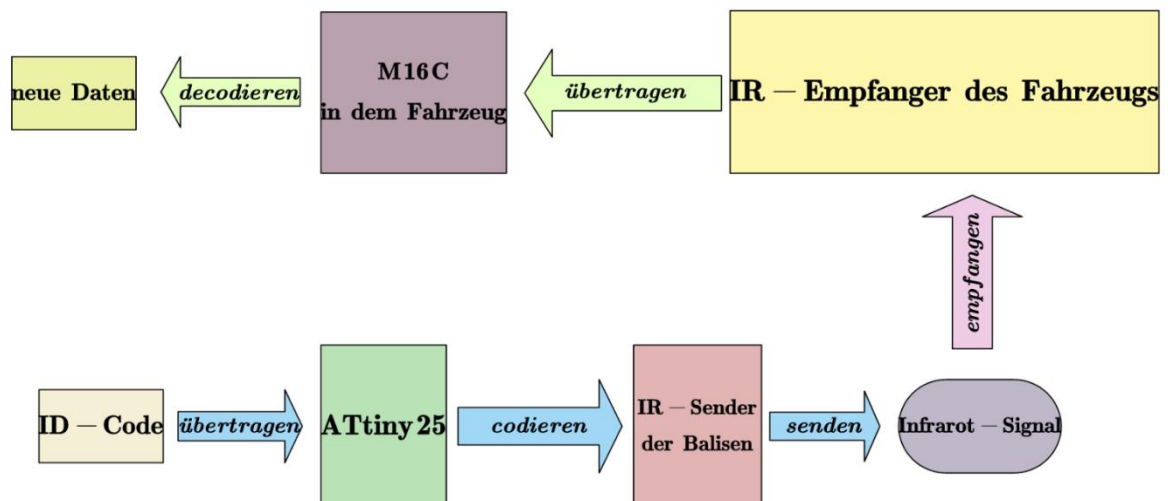


Abbildung 3: Arbeitslauf des Balisenmoduls

In neuen ATLAS-Projekt muss man ein neues System "Balisenmodul" designen. Für die Positionsbestimmung-Funktion ist dieses alte Modul nicht gut, und bis heute sind die Elemente des Moduls sehr alt gewesen, es ist nicht für das neue Projekte geeignet. Deshalb muss dieses Modul überarbeitet werden.

Die hauptsächliche Aufgabe der Bachelorarbeit ist Überarbeit der Balisen. Der Schwerpunkt ist die Umwandlung der Balisen-Hardware und ihre Programmierung.

2.2 Gründe für Auswahl der Infrarot-Kommunikation

Warum Infrarot-Kommunikation für Balisenmodul in ATLAS-Projekt wählen? Weil die Infrarot-Kommunikation für dieses Projekt viele Vorteile hat. Folgende ist die Gründe, die in diesem Projekt Infrarot-Kommunikation verwendet wird:

- ① Infrarotstrahlen ist der Träger, die Infrarotkommunikation verwendet, um Daten zu übertragen. Als eine drahtlose Kommunikation sie im Vergleich zur Funkkommunikation und Bluetooth-Kommunikation folgende Vorteile: Kostengünstig, anti-elektromagnetische Interferenz, Einfache Anwendung, flexiblen Platzzugriff und wirtschaftlich, die Punkt-zu-Punkt erreichen.
- ② Wenn ein Datenaustausch erforderlich ist, aber nicht sehr groß ist und die Echtzeitanforderungen nicht sehr hoch sind, kann eine Infrarotkommunikation verwendet werden, so dass die Bequemlichkeit der schnurlosen Kommunikation erhalten werden kann. So vermeidet man einige Probleme, die bei der Verwendung des Funkkommunikation auftreten können.
- ③ Im Vergleich zur Funkkommunikation und Bluetooth-Kommunikation hat Infrarot-Kommunikation eine höhere Sicherheit. Die Infrarot-Übertragung kann gleichfalls wie Bluetooth-Kommunikation ausgespäht werden, aber nur für Entfernungen beider Geräte bis zu einem Meter zur Verfügung steht, man muss mit seinem Empfangsgerät in der direkten Nähe beider Geräte stehen, was allerdings zu eindeutig wäre, um damit effektiv Datendiebstahl zu betreiben. Deshalb ist das Risiko etwas geringer.

3 Umbau der Hardware der Balisen

3.1 Überblick Hardware der alten Balisen

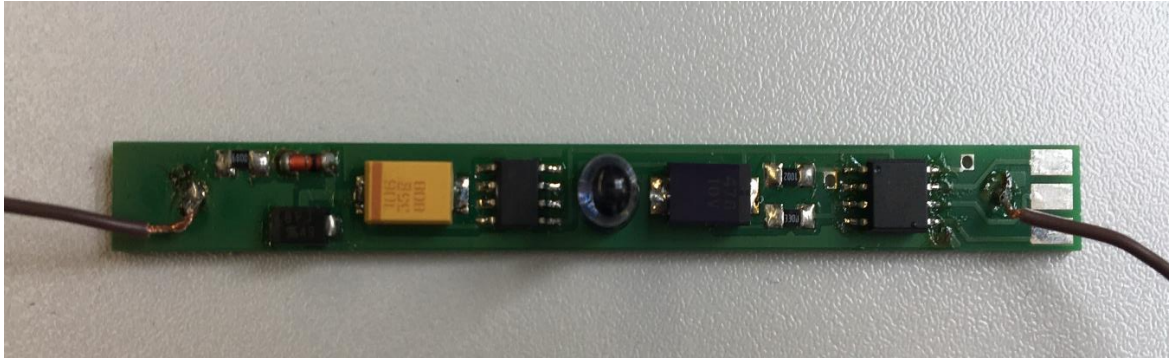


Abbildung 4: Balise

3.1.1 alter Schaltplan

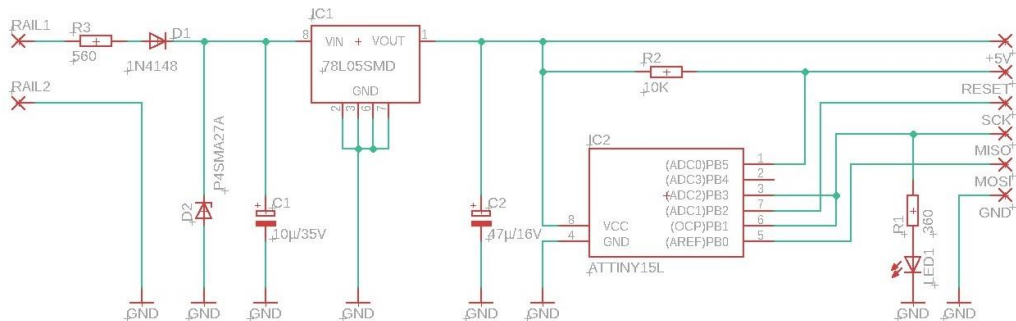


Abbildung 5: alter Schaltplan der Balisen [2]

Durch Betrachten des Schaltplans von der alten Balise kann festgestellt werden, dass der Schaltplan in zwei Teile unterteilt werden kann. Der Stromkreis auf der linken Seite versorgt Balise mit Strom, der 24V-Wechselstromeingang am Rail1-Anschluss und der GND-Anschluss am Rail2-Anschluss. Der Wechselspannung auf der linken Seite wird gleichgerichtet und dann über den Regler IC1 dem Mikrocontroller mit einer stabilen Spannung zugeführt. Der Mikrocontroller auf der rechten Seite ist so programmiert, dass der IR-Sender die erforderliche Infrarotkodierung überträgt.

3.1.2 IR-Sender LCD271



Abbildung 6: IR-Sender LD271 [5]

Abbildung 5 zeigt ein Infrarot-Sender, der Infrarot-Sender wird in Balisen als IR-Sender verwendet.

3.1.3 integrierter Spannungsregler

Integrierter Spannungsregler wird normalerweise bei Schutzschaltung von Gleichstrom verwendet. Dessen Funktionen sind, die Spannung zu senken und zu stabilisieren. Häufig benutzt sind 78- und 79-Serie. 78XX bezieht sich auf positives Output, während 79XX negatives Output. Die Ausgangsspannung sollte nicht zu groß sein, besser innerhalb von 36V. Unter den integrierten Linearreglern ist der Regler bei weitesten angewandt, weil er nur drei Durchführungsklemmen hat und deswegen über die Vorteile—weniger externe Komponente, leicht zu benutzen, Stabilität, günstiger Preis, verfügt. [4]

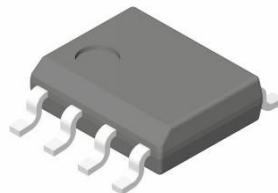


Abbildung 7: integrierter Spannungsregler 78L05SMD [6]

Dieses Projekt verwendet 78L05SMD-Regler. Insgesamt hat 78L05SMD-Regler acht Klemmen, bzw. eine Eingangsspannungsklemme, eine Ausgangsspannungsklemme, vier GND und zwei NC ohne Funktionen. Er kann bis zu einer Spannung von 40V arbeiten. Die Eingangsspannung von diesem Projekt ist 24V. Mithilfe des 78L05-Reglers wird die stabile Spannung von 5V dem Mikrocontroller angeboten.

3.2 ATtiny15L durch ATtiny25 ersetzen

3.2.1 Gründe für Wechsel des Mikrocontrollers

Nach der tatsächlichen Situation des neuen Projekts muss ATtiny15L aus zwei Hauptgründen durch ATtiny25 ersetzt werden:

Erste, ATtiny15L ist sehr alt, und die neueste Software auf dem Markt unterstützt die Programmierung derzeit nicht. Beim Programmieren wird die Dialogbox immer einen Fehler melden.

Zweite, ein neuer Empfänger wurde im Projekt verwendet. Der neue Empfänger hat eine Empfangsfrequenz von 56kHz und der alte Empfänger eine Empfangsfrequenz von 36kHz, der neue Empfänger kann nicht die neue Frequenz entsprechen, so dass das Programm neu programmiert werden muss.

Deshalb wird er gegen einen neuen Mikrocontroller, der ähnliche Funktionen wie ATtiny15L hat, ausgetauscht, und zwar den ATtiny25.

3.2.2 Vergleich von ATtiny15L und ATtiny25

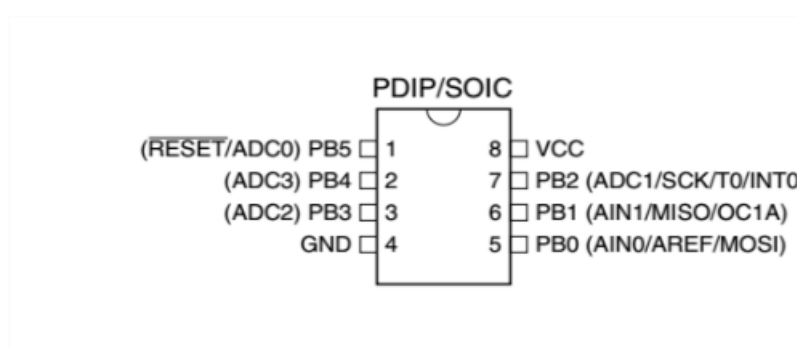


Abbildung 8: Pinout von ATtiny15L [7]

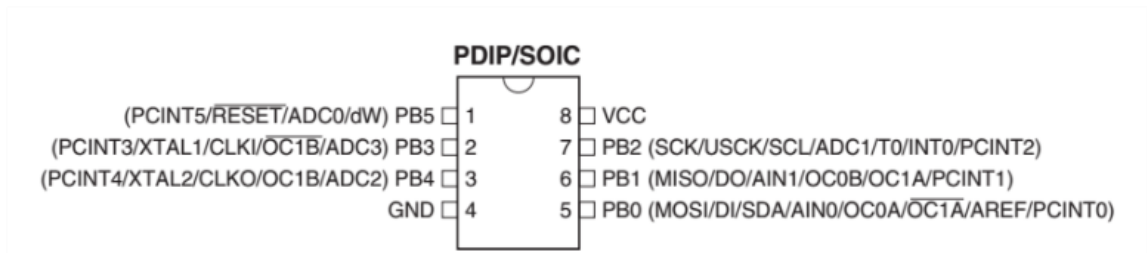


Abbildung 9: Pinout von ATtiny25 [8]

ATtiny25 und ATtiny15L haben die gleiche Form und Größe, haben die gleiche Anzahl von Pins und haben ähnliche Funktionen. Gleichzeitig ist ATtiny25 preiswert für eine große Anzahl, so dass ATtiny25 eine sehr geeignete Alternative ist.

Name	ATtiny15L [4]	ATtiny25 [5]
Program Memory Type	Flash	Flash
Program Memory Size (KB)	1	2
Data EEPROM/HEF (bytes)	64	128
Capture/Compare/PWM Peripherals	1PWM	5PWM
Timers	2x8 bit	2x8 bit
Temperature Range (C)	-40 to 85	-40 to 85
Operating Voltage Range (V)	2.7 to 5.5	2.7 to 5.5
Pin Count	8	8

Tabelle 1: Vergleich zwischen ATtiny15L und ATtiny25

3.2.3 Arbeitsschritte für den Umbau des ATtiny25s

Zuerst wird der alte Mikrocontroller mit einem Lötkolben entfernt. Man legt die Spitze des Lötkolbens nahe an den Pin des Mikrocontrollers, hält 3 bis 5 Sekunden und entfernt den Mikrocontroller vorsichtig mit einer Pinzette, beim Schmelzen des Lötzinns. Für elektronische Komponenten ist die beste Betriebstemperatur des elektrischen Lötkolbens 305°C, die die Komponenten nicht beschädigt, aber das Lötzinn schmilzt. Beim Löten des Mikrocontrollers müssen die 8 Pins des Mikrocontrollers genau auf die 8 Lötstellen auf der Platine ausgerichtet sein. Da die Pins des Mikrocontrollers sehr klein sind, muss die dünnste Spitze des Lötkolbens ausgewählt werden. Gleichzeitig sollte das dünnste Lötzinn gewählt werden. Die Platine wird befestigt, dann setzt man den Mikrocontroller vorsichtig mit einer Pinzette auf die Platine und lötet den Mikrocontroller mit einem elektrischen Lötkolben. Dieser Prozess ist aufgrund der hohen Temperatur des elektrischen Lötkolbens sehr gefährlich. Um Verbrennungen zu vermeiden, ist während des Betriebs Vorsicht geboten.

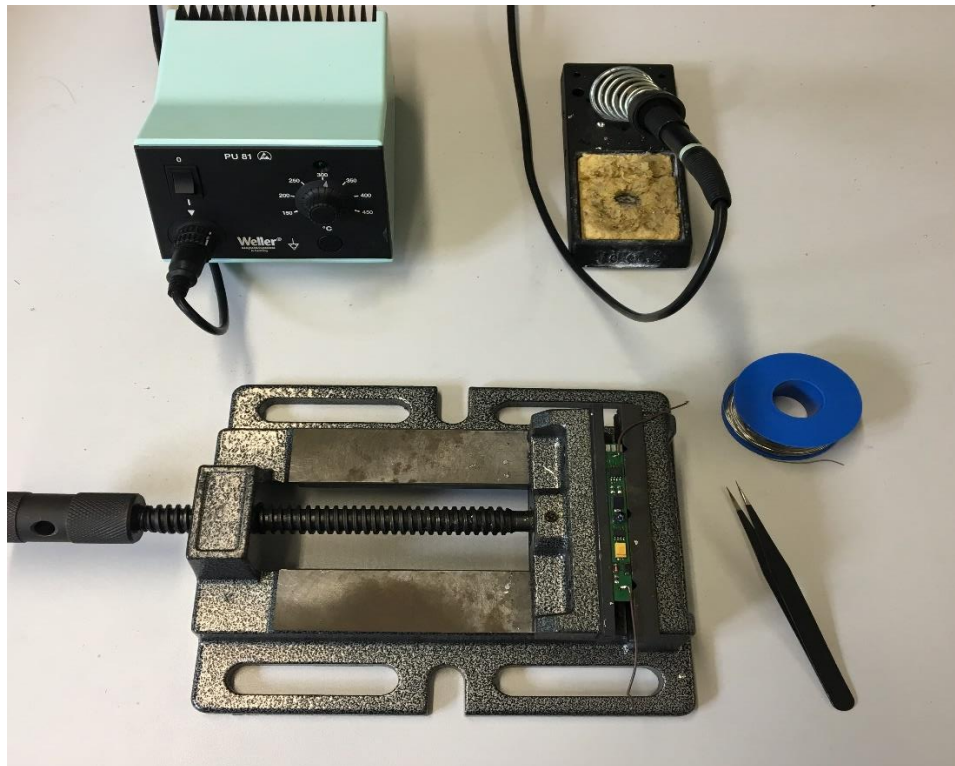


Abbildung 10: Geräte von Mikrocontroller ersetzen

Die Abbildung 10 zeigt die Geräte, der Mikrocontroller-Wechsel der Balisen braucht. Sie sind Lötkolben, Lötzinn, Pinzette und Werkbänke.

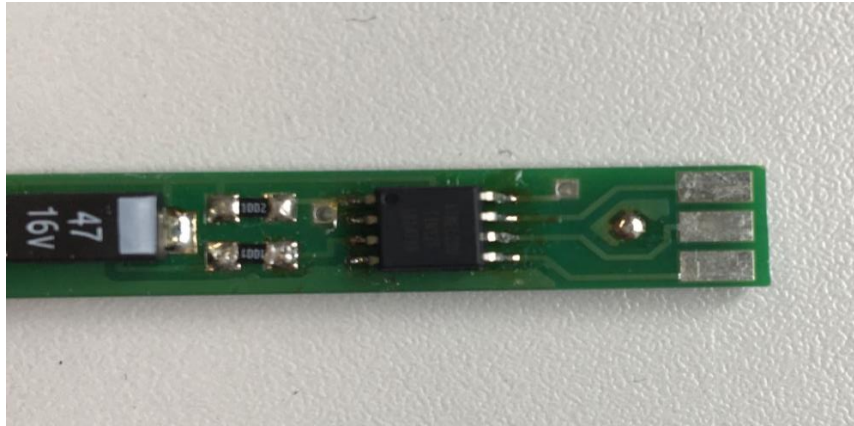


Abbildung 11: gelötete ATtiny25 auf Balisen

Nach Abschluss des Lötens der Mikrocontroller, um zu überprüfen, ob das Lötens erfolgreich ist, kann man versuchen, diesen Mikrocontroller zu programmieren. Wenn es programmiert werden kann, dann ist das Lötens erfolgreich.

3.3 Umbau der Stromversorgung der Balisen

3.3.1 Grund für die Umstellung der Stromversorgung

Das neue Projekt verwendet ein neues Netzteil, das vorher ein Wechselstromnetzteil verwendet hat, aber jetzt wird es durch ein 24V DC-Netzteil ersetzt, so dass das Netzteil neu gestaltet werden muss. Auch die elektronischen Komponenten der Stromversorgung müssen neu ausgewählt werden.

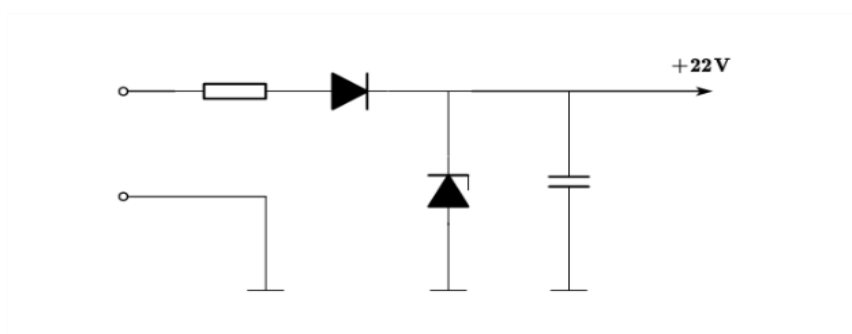


Abbildung 12: alter Schaltplan der Balisen-Stromversorgung

Die Abbildung zeigt der alte Schaltplan der Balisen-Stromversorgung, es ist geeignet für Wechselstromanteil, aber nicht für Gleichstromanteil mit beliebiger Polung

3.3.2 Auswahl von RMB6S

Bei der Auswahl der elektronischen Komponenten für die Stromversorgung müssen viele Faktoren berücksichtigt werden. Vor allem sollte die Größe der Komponenten angemessen sein. Je nach Größe der Platine und der Position der Schweißpunkte sollten die Länge und Breite weniger als 5 mm und die Höhe weniger als 8 mm betragen. Dann muss es für die Gleichstromversorgung geeignet sein. Wenn die Spannung 24V beträgt, kann sie normal funktionieren. Dabei müssen die Lebensdauer und Stabilität zuverlässig sein. Schließlich, nach vielen Vergleichen und Auswahlen, wurde Brückengleichrichter RMB6S ausgewählt.



Abbildung 13: Brückengleichrichter RMB6S [9]

3.3.3 Brückengleichrichter

Der Brückengleichrichter benutzt vier Dioden, die sich jeweils zu zweit miteinander verbinden. Egal, wie die Gleichspannung gepolt ist, erhält man am Ausgang die richtige Polarität.

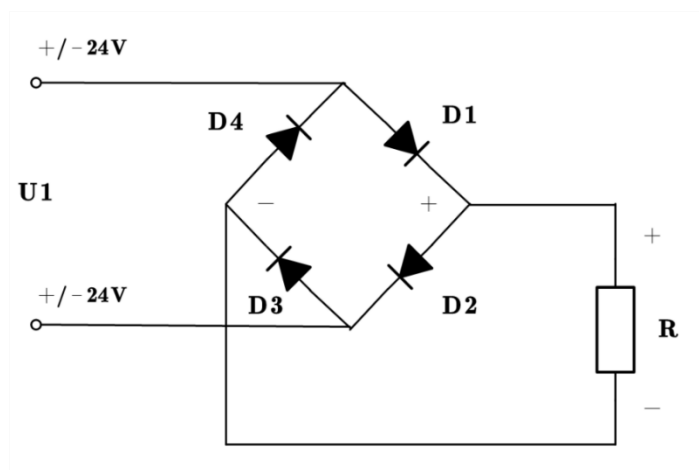


Abbildung 14: Schaltung von Brückengleichrichter

Wenn der Gleichstrom an dem Brückengleichrichter vorbeikommt aber nur durch Kommutterungsdiode durchgeht, nimmt die Spannung ein bisschen ab, damit die Ausgangsspannung auch sinkt. Die Spannung vom Silizium-Diode bleibt von etwa 1.2V-1.4V (zwei davon); die Spannung vom Germanium-Diode etwa 0.4V-0.6V (die anderen zwei davon). Die Voraussetzung ist, dass die Nennspannung und der Nennausgangsstrom vom Brückengleichrichter mehr als der Eingangsgleichstrom ist. Man schließt an dem Zugang der Vollbrücke oder der Halbwelle direkt den Gleichstrom, um zu sichern, dass die Polarität der nötigen Gleichspannung richtig ist. Es ist egal, wie die positive und negative Anode der Gleichspannung verbindet werden, weil die Belastung immer die richtige Polarität bekommen kann, nur die Spannung ein bisschen abnehmen wird. Außerdem ist einseitig kein Glättungskondensator mehr notwendig. [10]

In einigen elektronischen Geräten ist diese Schaltung schon angewandt. Beispielsweise wird bei den Geräten, die mit einem externen Gleichstromadapter ausgestattet wird, ein Brückengleichrichter an Eingangsklemme als Spannungsadapter hinzugefügt, um die Sicherheit der Produkte zu stärken und Fehler zu vermeiden, dass der Eingang der umgekehrten Gleichspannung den Geräten schadet.

3.3.4 Neuer Schaltplan der Stromversorgung

Im Folgenden wird das neue Design des Stromversorgungsteils dargestellt. Der 680Ω Vorwiderstand schützt den Gesamtstromverbrauch. Der Gleichspannung auf der linken Seite durchgeht dem Brückengleichrichter, dann zugeführt zu den Regler IC1. Der größte Vorteil des neuen Designs gegenüber dem alten Design ist, dass die Polarität der Stromversorgung nicht berücksichtigt werden muss und beide Enden der Stromversorgung normal funktionieren können, unabhängig davon, ob sie an die Anode oder die Kathode angeschlossen sind. Das neue Design reduziert die Gefahr, dass Komponenten durch Fehlbedienung beschädigt werden.

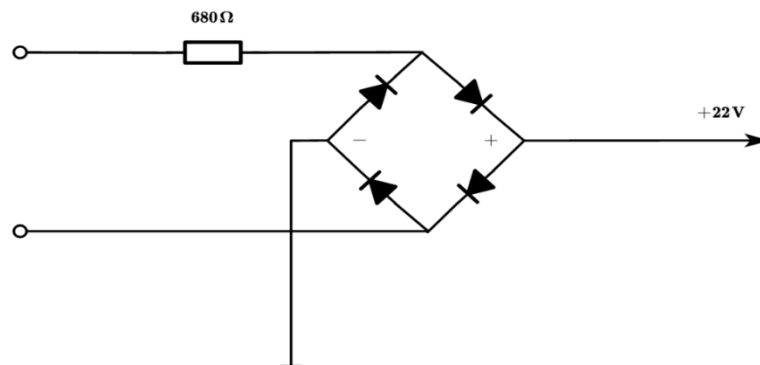


Abbildung 15: neuer Schaltplan der Balisen-Stromversorgung

3.3.5 Arbeitsschritte für Umbau der Stromversorgung der Balisen

Zuerst stellt man die Temperatur des elektrischen Lötkolbens auf 305°C ein. Dann entfernt man die alten Komponenten auf der Platine mit den elektrischen Lötkolben. Da die Lötstellen auf der Balisen bestimmt wurden und die Pins von neuen Bauteilen nicht perfekt auf diesen Lötstellen passet werden können, müssen die Pins von Bauteilen entsprechend diesen Lötstellen modifiziert werden.

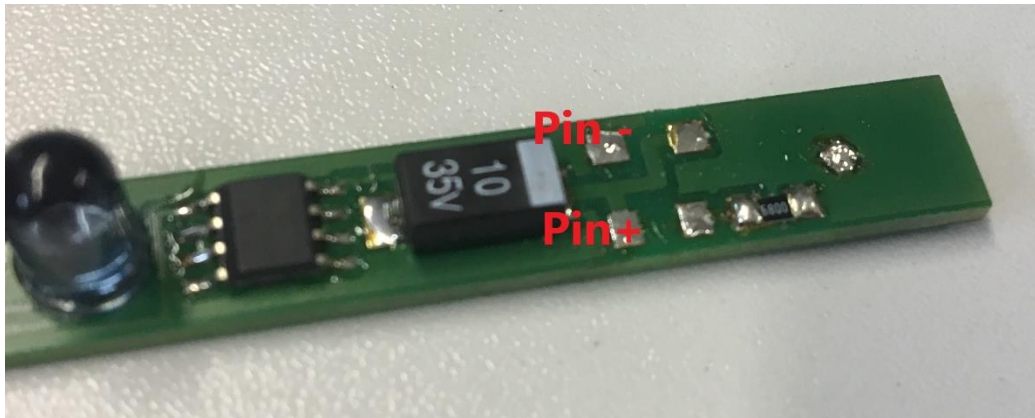


Abbildung 16: Lötstelle der Stromversorgung der Balise

Die Abbildung zeigt die Lötstelle der Stromversorgung der Balisen, die Pin+ und Pin- ist Umgekehrt von Pinout der RMB6S, Deshalb wird RMB6S hier umgekehrt platziert.

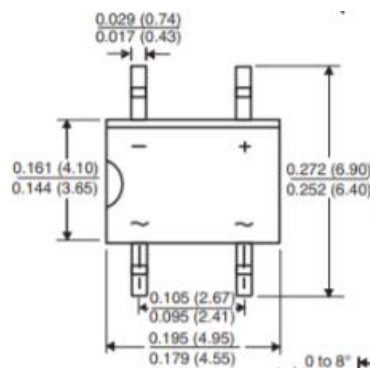


Abbildung 17: Pinout von RMB6S [11]

Anschließend werden die beiden Drähte an der Anode oder die Kathode gelötet. Ein Draht ist länger als 2 cm und der andere länger als 10 cm. Die Länge des Drahtes wird durch Messen der Abmessungen von Gleis bestimmt.

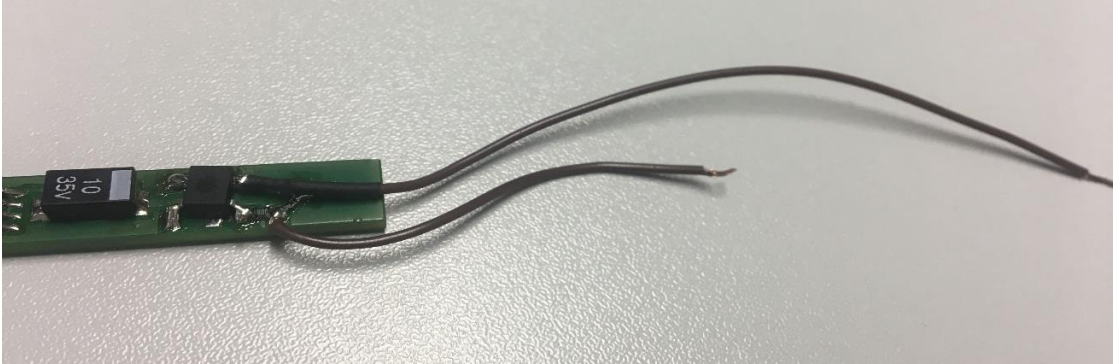


Abbildung 18: die neue Stromversorgung der Balise

3.4 endgültiger Schaltplan der neuen Balisen

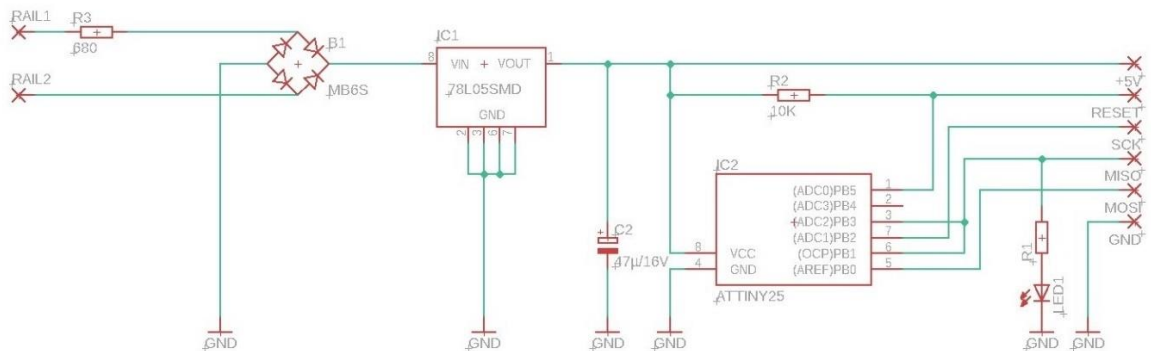


Abbildung 19: neuer Schaltplan der Balise

4 Programmierung der Balisen

4.1 12-Bit coding

In diesem Projekt wird die Position des Fahrzeugs auf der Gleis durch Infrarot-Kommunikation bestimmt. Es gibt eine Balise in jedem Abstand auf das Gleis, die Anzahl der Balisen sind derzeit ungefähr 160, und jeder Balise hat einen IR-Sender. Dabei sendet jede Balise über einen IR-Sender einen unterschiedlichen Code an den IR-Empfänger des Fahrzeugs. Jeder Code ist einzigartig. Das Fahrzeug erhält diesen Code und weiß durch die Übersetzung dieses Codes, wo es sich gerade auf den Gleisen befindet. Dafür müssen wir ein Kodierungssystem entwerfen.

Die Gesamtzahl der Balisen auf der Strecke beträgt etwa 160, so dass die Anzahl der Code-Variablen 160 überschreiten muss. Um die Erweiterung der Variablen in Zukunft zu erleichtern, wählen wir 10-Bit-Codes, um verschiedene Balisen zu unterscheiden. Die Anzahl der 10-Bit-Variablen beträgt 1024 und übersteigt damit die Gesamtzahl der Balisen, die den Anforderungen entspricht. Zusammen mit dem Startbit der ersten Ziffer und dem Prüfbit der letzten Ziffer wird die Gesamtlänge des Codes schließlich auf 12 Bit festgelegt.

Der Code basiert auf dem Prinzip der Manchester-Codierung. Der Manchester-Code ist ein Leitungscodierung, der bei der Kodierung das Taktsignal erhält. Dabei wird die binäre Phasenlage (entweder 0° oder 180°) eines Rechtecksignals von einer Bitfolge bestimmt. In der klassischen Manchester Codierung bedeutet eine fallende Flanke eine logische Eins, eine steigende Flanke eine logische Null.[12]



Abbildung 20: Manchester-Codierung

Das Startbit ist immer 1. Die Bestimmung des Prüfbits basiert auf gerade Parität. Die Anzahl von 1 der Code ist immer gerade. D.h. Wenn die Anzahl von 1 in den vorherigen 11

Bits ungerade ist, erhält das Prüfbit den Wert 1. Und die Anzahl der auf 1 gesetzten Datenbits ist bereits gerade, wird das Prüfbit auf 0 festgelegt.

Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für den endgültigen Code: 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 .

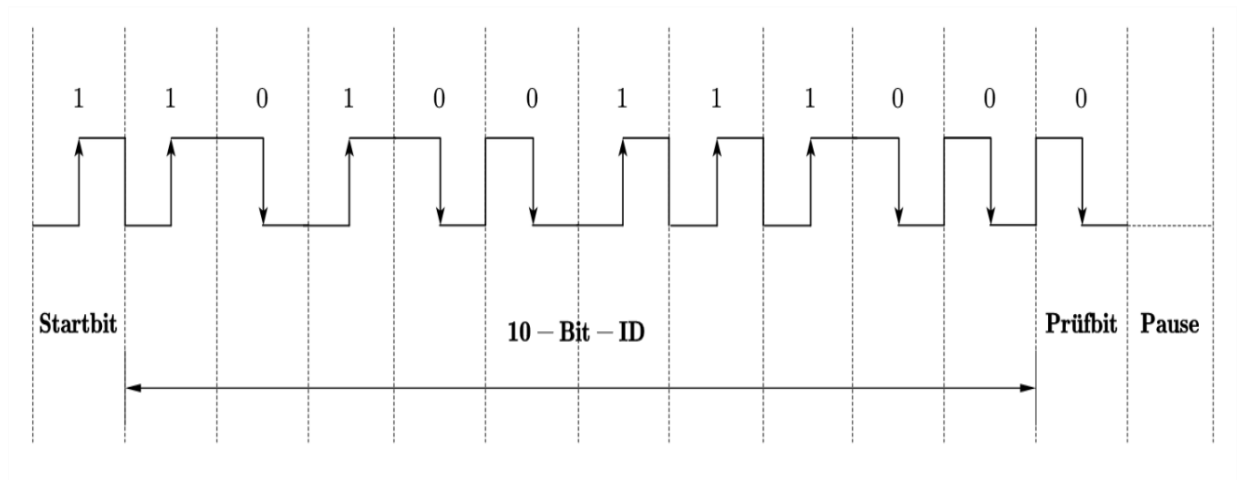


Abbildung 21: Beispiel 1 12-Bit-Code

Die folgende Abbildung zeigt ein weiteres Beispiel für den endgültigen Code: 1 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1.

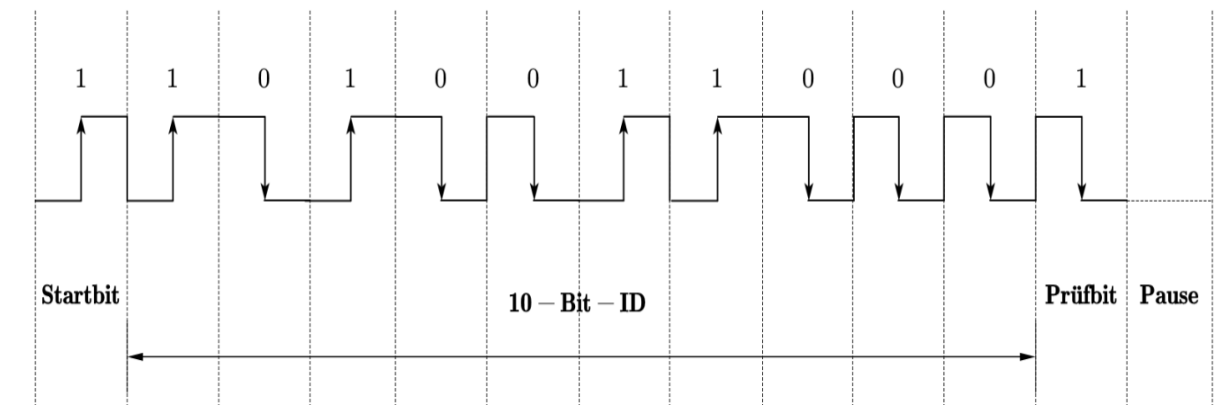


Abbildung 22: Beispiel 2 12-Bit-Code

Die Trägerfrequenz des Codes ist 56KHZ, jede Bit-Länge ist 500us, die Periode ist 7ms, und die Intervallpause ist 1ms. Es hat ein Tastverhältnis 1/2.

4.2 Software: Atmel studio 7

Es gibt mehrere Softwareprogramme für den ATtiny25, Z.B. Atmel Studio Series, ICCAVR. programmieren können, aber die stabilste und zuverlässigste ist die offizielle Software Atmel Studio7.



Abbildung 23: Software Atmel Studio 7 [13]

4.3 Schritte zur Programmierung für ATtiny25

Die folgende Abbildung zeigt die konkreten Schritte zur Programmierung des Mikrocontrollers.

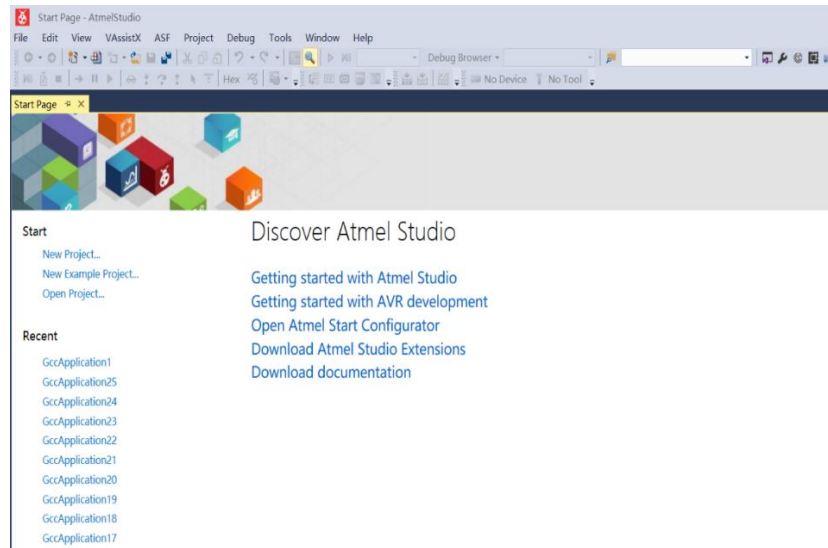


Abbildung 24: erste Schritt zur Programmierung für ATtiny25

Erste Schritt: Zuerst soll man die Software öffnen. Dann kann Man „File” → „New” → „Projekt” klicken, um neue Projekt zu gründen.

Programmierung der Balisen

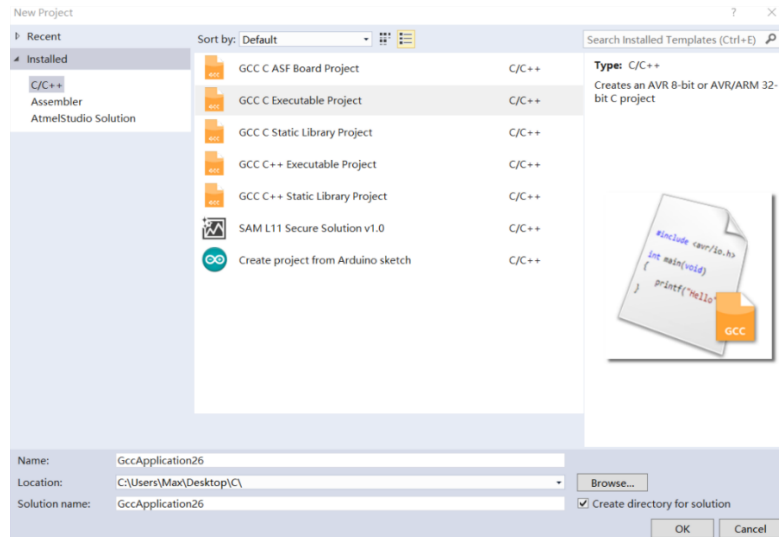


Abbildung 25: zweite Schritt zur Programmierung für ATtiny25

Zweite Schritt: Eine bekannte Programmiersprache (c; c++; Assembler) wird ausgewählt, und das Projekt wird benannt.

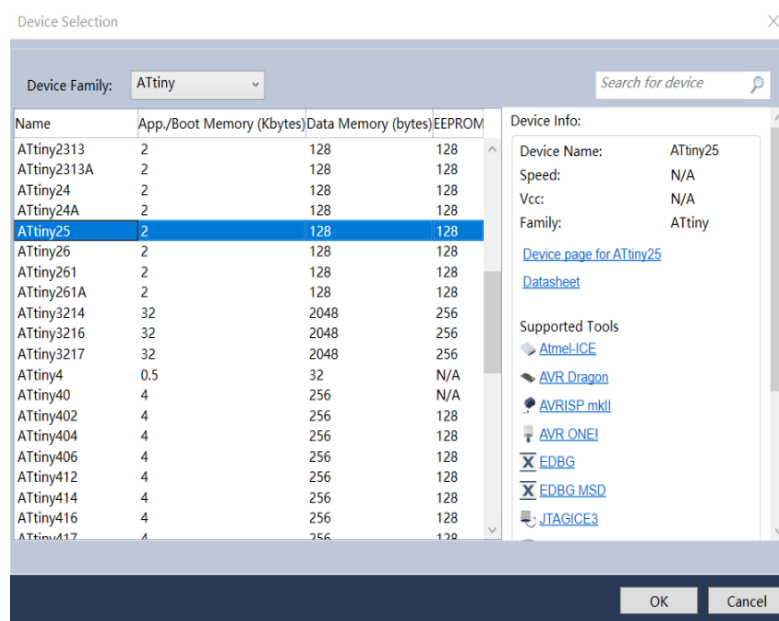


Abbildung 26: dritte Schritt zur Programmierung für ATtiny25

Dritte Schritte: Anschließend gibt es viele Mikrocontroller mit unterschiedlichen Typen, auszuwählen. Im Projekt wird ATtiny 25 ausgewählt. Am Schluss beginnt die Programmierung.

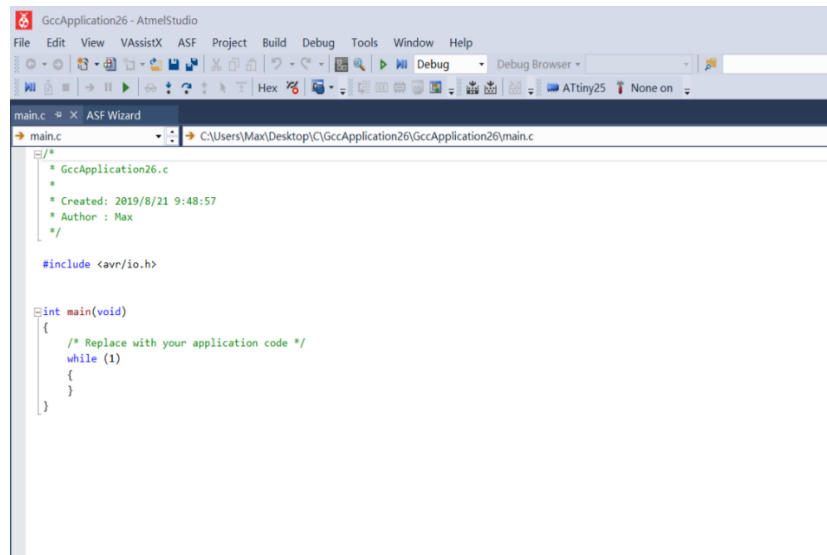


Abbildung 27: vierte Schritt zur Programmierung für ATtiny25

Vierte Schritt: Schließlich kann man das Programm für ATtiny 25 programmieren.

Es ist wichtig, dass der Programmierung überprüft werden muss. Man muss Menüleiste → „Build“ → „Build Solution“ klicken. Dann wird das Ergebnis der Überprüfung am unteren Bildschirm (Error List) angezeigt. Wenn das Programm Fehler hat, zeigt es unten, welche Linie falsch ist. Dann kann man korrigieren. Wenn alles richtig ist, kann es probiert werden, das Programm auf der Mikrocontroller herunterzuladen.

4.4 Programm

Der Zweck eines Programms:

Erste, Der Mikrocontroller kann die erwartete Wellenform stabil ausgeben.

Zweite, Das Programm kann einfach und schnell jeden gewünschten 12-Bit-Code ändern.

Dritte, Das Programm sollte kurz sein und seine Größe muss kleiner als die Speicherkapazität des Mikrocontrollers sein.

Durch die Änderung der Funktionen in Klammern können Sie jeden gewünschten Code schnell implementieren.

```
/******12-Bit-Coding IR-Sender Funktion*****/  
while(1)  
{  
  
    send_1();    //Start_bit  
  
    send_1();  
    send_0();  
    send_1();  
    send_0();  
    send_0();  
    send_1();  
    send_1();  
    send_1();  
    send_0();  
    send_0();    //10-Bit-ID  
  
    send_0();    //Prüfbit  
  
    send_1ms();    //1mm Pause  
  
}
```

Abbildung 28: 12-Bit-Coding IR-Sender Funktion

Das spezifische Decodierungsprogramm befindet sich im Anhang Teil 1.

4.5 Simulation durch Proteus

Proteus ist eine sehr beliebte Simulationssoftware auf dem Markt. Proteus kann ohne Hardware überprüfen, ob das Programm erfolgreich kompiliert wurde.

Vorteile der Simulation mit Proteus:

1. Die Möglichkeit, dass der Hardware-Schadensfehler als Programmfehler betrachtet wird, ist ausgeschlossen.
2. Nach dem Programmieren können Sie sofort überprüfen, ob das Programm korrekt ist, was bequem und zeitsparend ist.

3. Der Programmtest benötigt keine Hardware, so dass er zu Hause ohne Arbeitsplatzbegrenzung durchgeführt werden kann und nicht unbedingt ins Labor gehen muss.

4. Die Hardware wird nicht durch Programmierfehler beschädigt.

Folgende Abbildung zeigt den Simulationsschaltplan des Projekts. Es werden nur ein Atiny25 und ein Oszilloskop benötigt. Durch Beobachten, ob die angezeigte Wellenform vom Oszilloskop den Anforderungen entspricht, kann man wissen, ob das Programm korrekt ist.

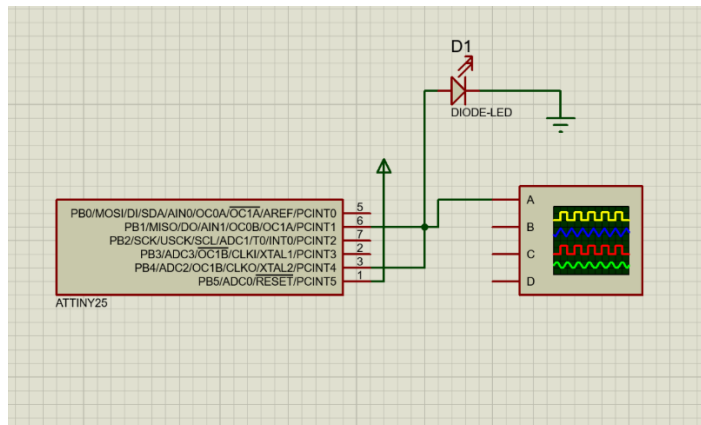


Abbildung 29: Simulationsschaltplan in Proteus für Atiny25

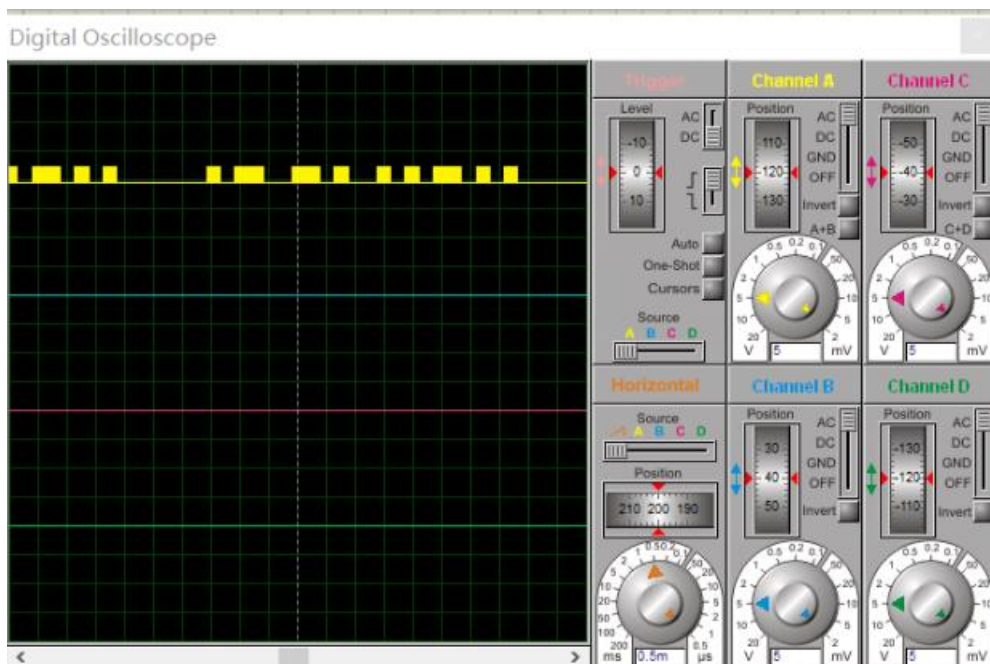


Abbildung 30: Simulationssignal durch Proteus

Abbildung 30 zeigt, dass die Simulationswellenform stimmt mit der erwarteten Wellenform überein.

Da es jedoch immer noch Unterschiede zwischen Software und tatsächlicher Hardware gibt und aufgrund von Produktionsverfahren auch Unterschiede zwischen Mikrocontroller desselben Modells bestehen, haben die beim Herunterladen des Programms auf den Mikrocontroller angezeigten Ergebnisse immer noch eine geringe Abweichung mit den idealen Ergebnissen. Daher ist es auch notwendig, Programme auf Hardware zu optimieren.

4.5.1 Aufbau des Atmel-ICEs

Die Software, mit der das Programm auf den Mikrocontroller heruntergeladen wird, ist immer noch Atmel studio 7, und das Programmiergerät ist der Atmel-ICE.

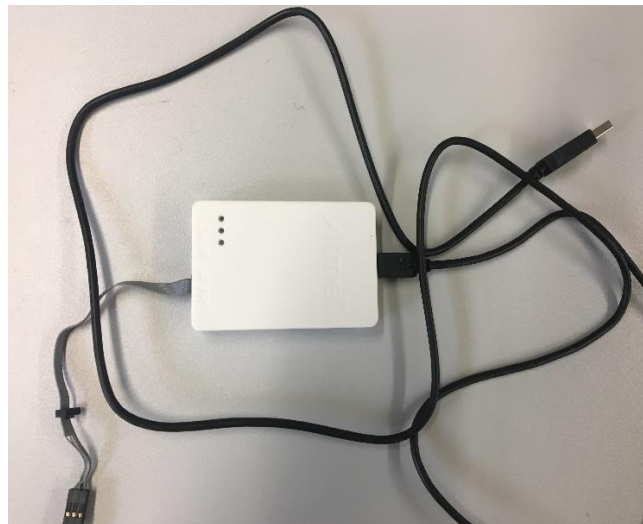


Abbildung 31: Atmel-ICE

Da es jedoch kein Datenkabel gibt, das direkt an Balisen angeschlossen werden kann, muss ein Datenkabel hergestellt werden, um Balisen zu verbinden und das Programm zu übertragen.

Durch Blättern im Datenblatt von Atmel-ICE, 8 Kupferleitungen wird als Schnittstelle mit jedem Pin der Mikrocontroller gelötet, um 8 Pins der Mikrocontroller und Atmel-ICE zu verbinden. Danach wird 8 Kupferleistungen in der 10 Pins Schnittstelle eingesteckt, aber es ist noch funktioniert. Jeder Anschluss von Schnittstelle hat unterschiedliche I/O Funktion, und jeder I/O Funktion von der Mikrocontroller und Schnittstelle muss eine Eins-zu-Eins-Entsprechung haben.

Atmel-ICE AVR port pins	Target pins	Mini-squid pin	SPI pinout
Pin 1 (TCK)	SCK	1	3
Pin 2 (GND)	GND	2	6
Pin 3 (TDO)	MISO	3	1
Pin 4 (VTG)	VTG	4	2
Pin 5 (TMS)		5	
Pin 6 (nSRST)	/RESET	6	5
Pin 7 (not connected)		7	
Pin 8 (nTRST)		8	
Pin 9 (TDI)	MOSI	9	4
Pin 10 (GND)		0	

Abbildung 32: Atmel-ICE SPI Pin Mapping [14]

Die Bedienungsanleitung schreibt, dass 10 Pins Schnittstelle nicht ISP Target unterstützt, deshalb wird 10 Pins Schnittstelle nicht verwendet. 6 Pins Schnittstelle wird statt 10 Pins Schnittstelle verwendet.

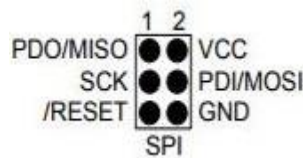


Abbildung 33: Atmel-ICE SPI Header Pinout [14]

Um verschiedene Ausgangsports besser zu unterscheiden, werden zur Verbindung der entsprechenden Atmel-ICE SPI Header Ausgangsports verschiedenfarbige Kabel verwendet.

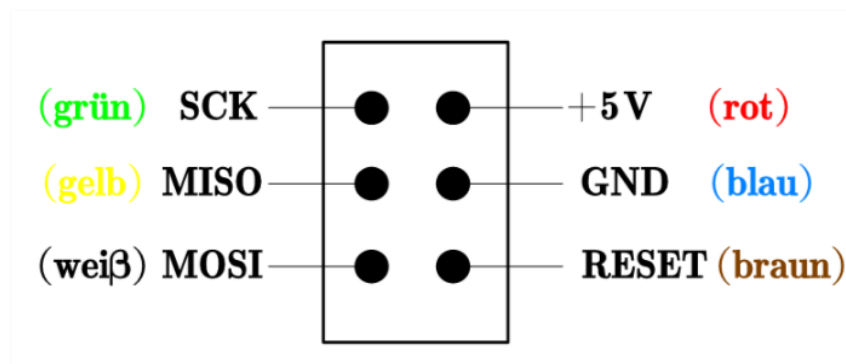


Abbildung 34: verschiedenfarbige Kabel zu SPI Header Pinout

Die folgende Abbildung zeigt den Anschluss an der Balise für verschiedenfarbige Drähte aus Atmel-ICE. Mit Hilfe dieser Abbildung kann man die DatenKabel korrekt an Balisen anschließen.

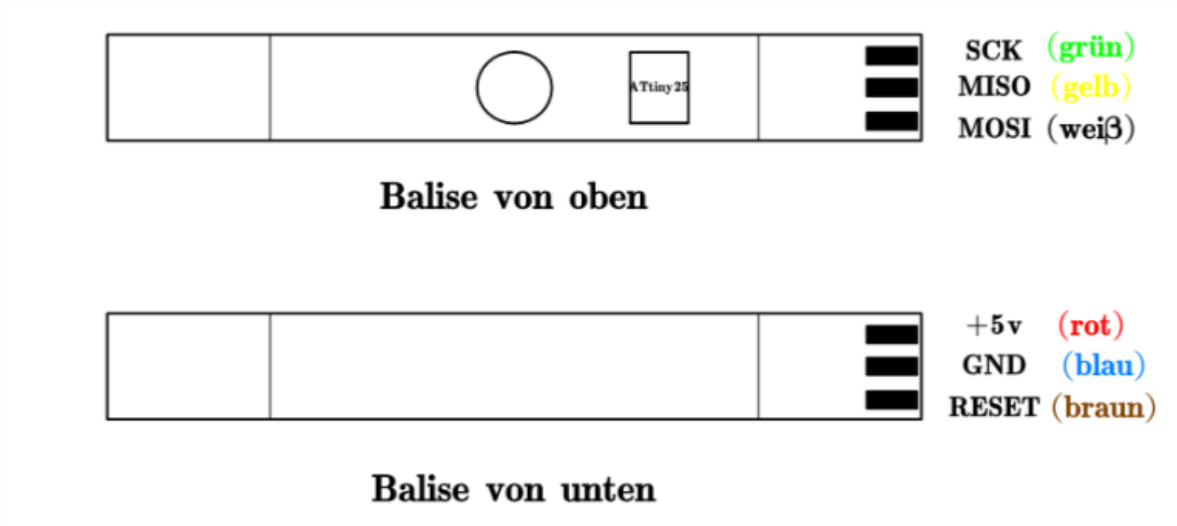


Abbildung 35: verschiedenfarbige Kabel zu Balise

Die folgende Abbildung zeigt tatsächlich hergestellten Datenkabel. Nach dem Testen konnte es gefunden werden, dass die Datenübertragung sehr stabil ist.

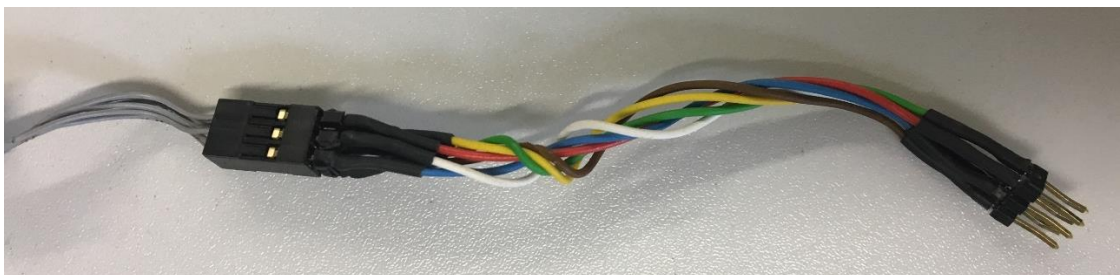


Abbildung 36: ATmel-ICE Daten Kabel für Balisen

4.5.2 Schritte zum Programm herunterladen

Folgende zeigt die spezifischen Schritte zum Herunterladen des Programms auf den Mikrocontroller:

Schritt 1: Verbinden Atmel-ICE über USB mit dem PC. Und Schließen Sie die Balise an die Stromversorgung an

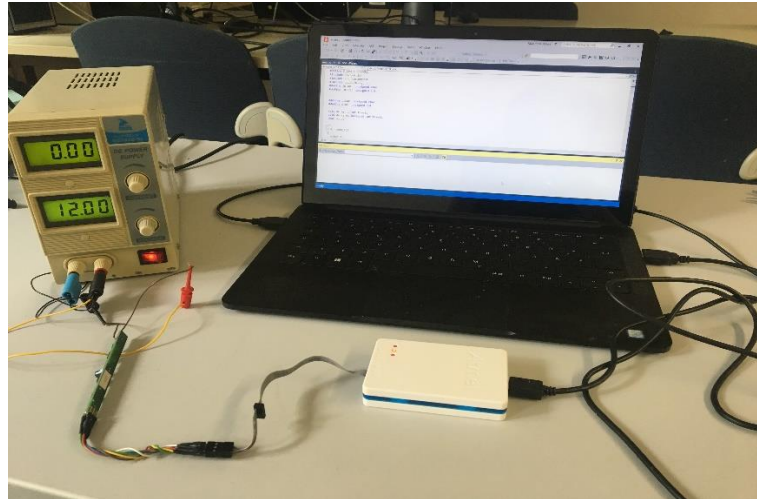


Abbildung 37: Geräte für Programm-herunterladen

Schritt 2: Verbinden das andere Ende von Atmel-ICE mit Balise. Zu diesem Zeitpunkt leuchtet die Anzeige auf Atmel-ICE auf. Wenn sowohl das gelbe als auch das grüne Anzeigen leuchten, ist die Verbindung erfolgreich. Wenn nur die rote Anzeige leuchtet, ist die Verbindung fehlerhaft.



Abbildung 38: Leuchte auf Atmel-ICE

Schritt 3: Dann wird Debugger/ Programmer ausgewählt: „Tool“ → „Atmel-ICE • J41800032406“ und „Interface“ → „ISP“.

Programmierung der Balisen

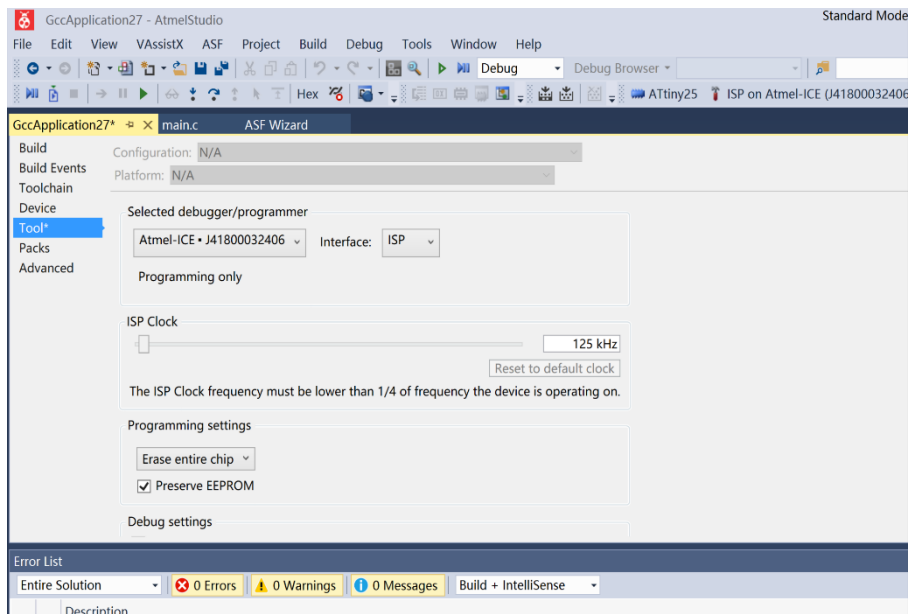


Abbildung 39: Schritte Programm herunterladen-1

Schritt 4: Nach der Einstellung des Tools folgt das Herunterladen. Man kann die Fenster davon öffnen: Menüleiste → „Tools“ → „Device Programming“ klicken.

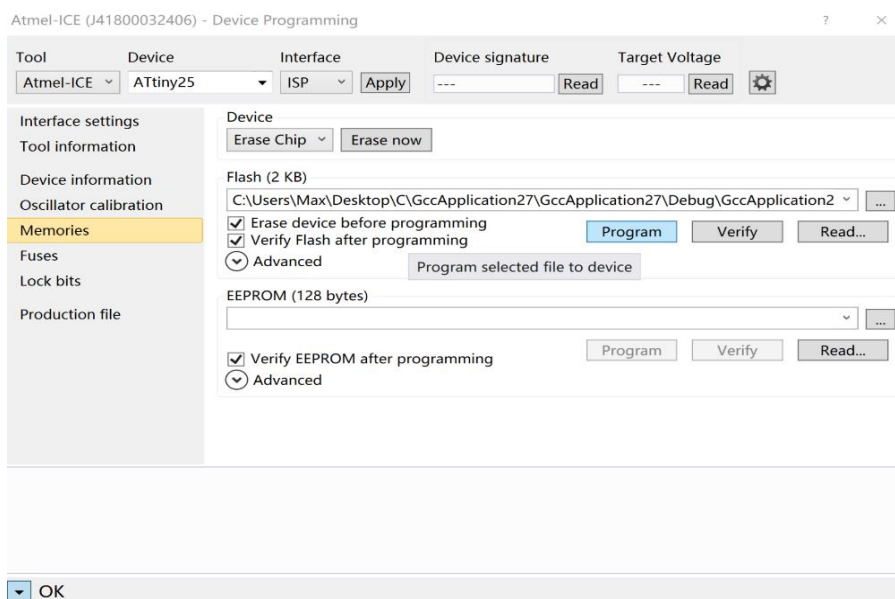


Abbildung 40: Schritte Programm herunterladen-2

Schritt 5: Das System meldet, dass das Herunterladen erfolgreich war.

Schließlich kann man mit dem Oszilloskop überprüfen, ob die Ausgangswellenform korrekt ist.

5 Infrarot-Kommunikation zwischen Balisen und Fahrzeug

In den beiden vorhergehenden Kapiteln wird die Umwandlung der Balisen-Hardware und ihre Programmierung beschrieben. Um jedoch in der tatsächlichen Situation die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen, sind noch weitere Untersuchungen erforderlich. In diesem Kapitel wird daher hauptsächlich erläutert, wie funktioniert die Infrarot-Kommunikation zwischen IR-Sender und IR-Empfänger, und wie die erzielten Ergebnisse optimiert werden können. Es gibt viele Faktoren, die die Infrarotkommunikation beeinflussen: In diesem Kapitel wird untersucht, wie der gewünschte Effekt zwischen dem IR-Empfänger am Fahrzeug und dem IR-Sender am Balisen erzielt werden kann.

5.1 Prinzip der Infrarot-Sendeschialtung und Infrarot-Empfangsschialtung

Prinzip der Infrarot-Sendeschialtung:

Wenn der Infrarot-Sender Daten sendet, werden die zu sendenden Binärdaten in eine Reihe von Burstsignalen moduliert und dann gesendet. Der Infrarot-Träger wird mit einer Frequenz von 56 kHz im PWM-Modus mit 50% Pulsweitenmodulation übertragen, und das Zeitintervall zwischen den beiden Pulsfolgen, wird durch "0" oder "1" der zu übertragenden Binärdaten gesteuert. Der Infrarot-Träger kann unter Verwendung der PWM-Funktion des internen Zeitgebers des Mikrocontrollers oder der peripheren Hardwareschialtung realisiert werden.

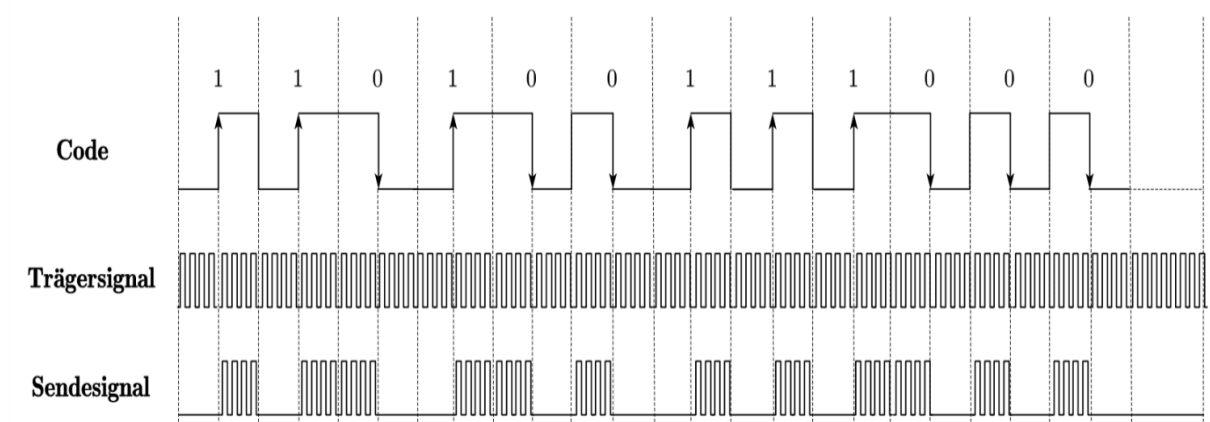


Abbildung 41: 12-bit-Code mit 56KHZ Trägersignal codieren

Prinzip der Infrarot-Empfangsschaltung:

Der Infrarotempfänger verwendet den TSOP4856. Der TSOP4856 ist ein miniaturisierter Empfänger, der Infrarotsignale empfangen kann. Das Prinzip der Infrarot-Empfangsschaltung ist: Beim Empfang des Trägersignals von 56 kHz gibt der TSOP4856-Empfänger einen niedrigen Pegel aus, ansonsten einen hohen Pegel, so dass das "intermittierende und kontinuierliche" Infrarotlichtsignal in eine kontinuierliche Periode einer bestimmten Periode demoduliert werden kann. Das Rechtecksignal kann durch den Mikrocontroller wiederhergestellt werden, um das ursprüngliche Datensignal wiederherzustellen.

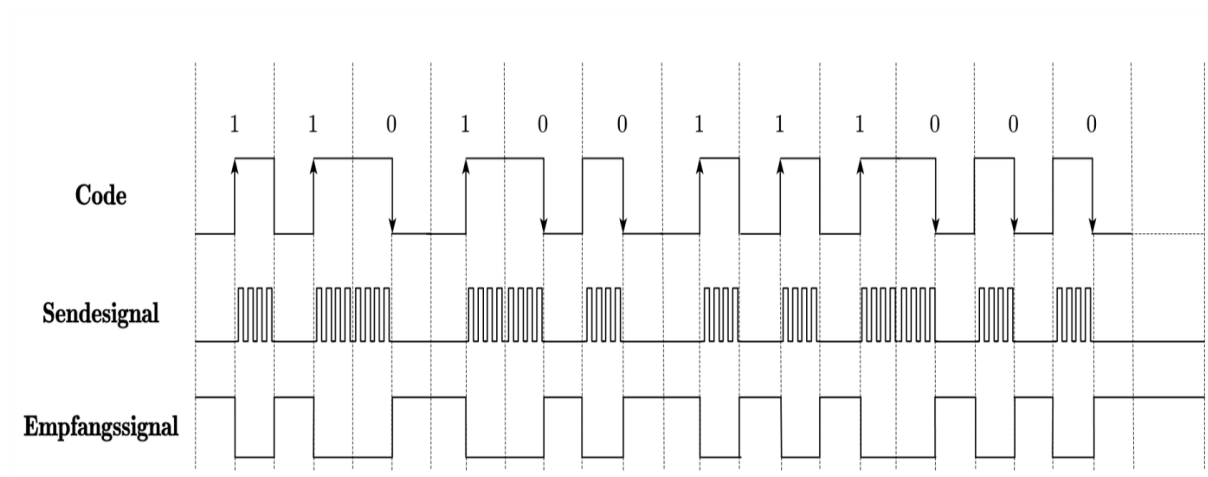


Abbildung 42: demoduliert Empfangssignal durch TSOP4856

5.2 IR-Empfänger im Fahrzeug

5.2.1 Auswahl des IR-Empfängers

Warum 56kHz TSOP4856 als IR-Sender wählen?

Um die Daten von Infrarot Sender auf dem Fahrzeug empfangen könnten, wird der IR-Empfänger eingesetzt. Die Wahlen fallen auf den weit verbreiteten IR-Empfänger TSOP4840 mit 40kHz Trägerfrequenz und TSOP4856 mit 56kHz Trägerfrequenz von TSOP48 Serie. Der IR-Empfänger auf den Gleis für die Weichensteuerung wird mit 40kHz genommen, während der IR-Empfänger auf dem Fahrzeug für die Balisen wird mit 56kHz aufgenommen. (Siehe Abbildung 1) Weil die Datenübertragung von der Weiche langsamer als die Datenübertragung von Fahrzeug wird.

5.2.2 TSOP4856

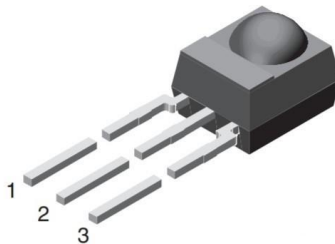


Abbildung 43: IR-Empfänger TSOP4856 [15]

TSOP48 Serie sind miniaturisierte Empfänger für Infrarot-Fernsteuerungssysteme. Die Funktionen wie der Empfang, die Vergrößerung und Demodulation von Infrarotsignals werden auf dem Empfänger integriert. Diese IR-Empfänger eignet sich für die meisten Infrarot-Fernsteuerung und unterstützt die hauptsächliche Übertragung der Infrarotcodes. Die Größe dieses Empfängers ist rechteckig von 6,0 x 5,6mm. Es ist passend für die Breite der Schwelle. Das schwarz eingefärbte Gehäuse dient zur Unterdrückung des Tageslichteinflusses.

Der Empfänger hat 3 Pins : DATA, GND, VS und sie könnten sehr praktisch mit dem Mikrocontroller angeschlossen werden. Diese IR-Empfänger ist in Abbildung 2 gezeigt. Pin 1 ist der Ausgang der IR-Signals. Es sollte an einen freien digitale I/O Port von Mikrocontroller angeschlossen. Pin 2 sollte mit der Masse (0V) verbindet werden und Pin 3 sollte mit der Stromversorgung (+Vs von 5V) versorgt werden.

Der Hauptvorteil des TSOP4856 besteht darin, dass seine Ausgabe auch in Umgebungen mit starken Interferenzen stabil ist.

5.3 Faktoren, die die Infrarot-Kommunikation beeinflussen

Der folgende Abschnitt basiert auf [15] und [16].

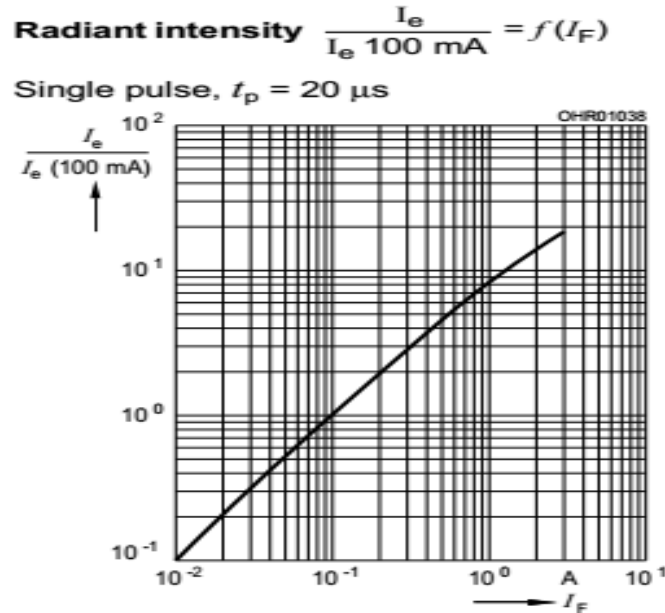


Abbildung 44: Radiant intensity von LD271 [16]

Nach dem ersten Bild ist klar ersichtlich, dass die effektive Entfernung der Infrarotkommunikation mit dem Strom durch den IR-Sender zusammenhängt. Mit zunehmendem Strom ist der optimale Aktionspunkt des IR-Senders weiter. Das heißt, je größer der Strom durch den IR-Sender ist, desto besser kommuniziert der IR-Empfänger weiter mit dem IR-Sender.

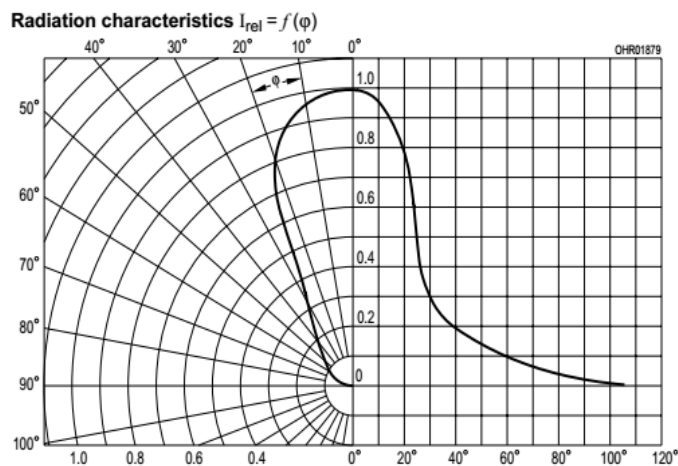


Abbildung 45: Radiation charaterstics von LD271 [16]

Das zweite Bild zeigt die Infrarot-Kommunikationseffekte in der Entfernung und in verschiedenen Richtungen des IR-Senders.

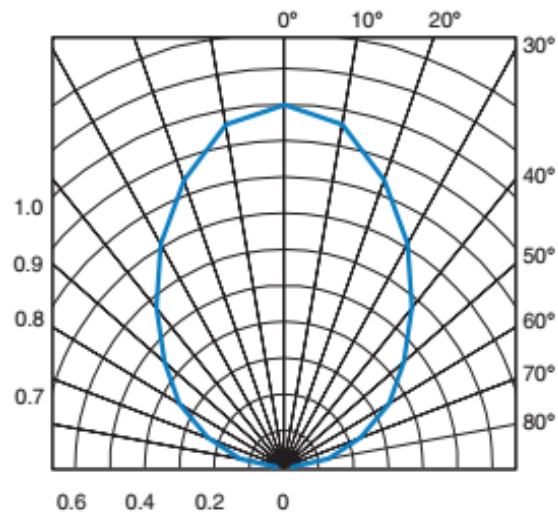


Abbildung 46: Relative Transmission Distance von TSOP4856 [15]

Das dritte Bild zeigt die Infrarot-Kommunikationseffekte in der Entfernung und in verschiedenen Richtungen des TSOP4856s.

5.4 Relative Transmission Distance

Der IR-Empfänger befindet sich am unteren Rand des Fahrzeugs und der IR-Sender befindet sich auf der Strecke. Wenn der IR-Empfänger am unteren Rand des Fahrzeugs senkrecht über dem IR-Sender fährt, wird das Fahrzeug anhand der voreingestellten Koordinaten definiert. Zu diesem Zeitpunkt beträgt der Abstand zwischen IR-Sender und IR-Empfänger 30 mm, was bedeutet, dass sie bei einem Abstand von 30 mm ihre Kommunikation optimieren müssen.

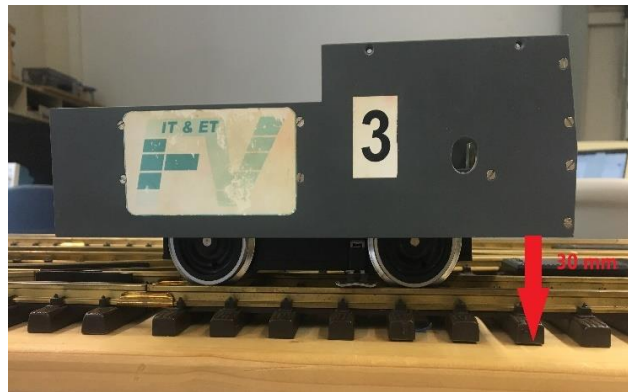


Abbildung 47: Abstand zwischen IR-Sender und IR-Infrarot

Wir bauen zuerst ein Modell, um den Fahrprozess des Fahrzeuges zu simulieren. Wie in der folgenden Abbildung gezeigt, ist die Position des IR-Empfängers fest und die Bewegung des Fahrzeuges wird durch die Bewegung des IR-Senders simuliert. Zu diesem Zeitpunkt ist die Bewegungsrichtung des IR-Senders eine Richtung entlang der geraden Linie, und der vertikale Abstand vom IR-Empfänger zu dieser Linie beträgt immer 30 mm.

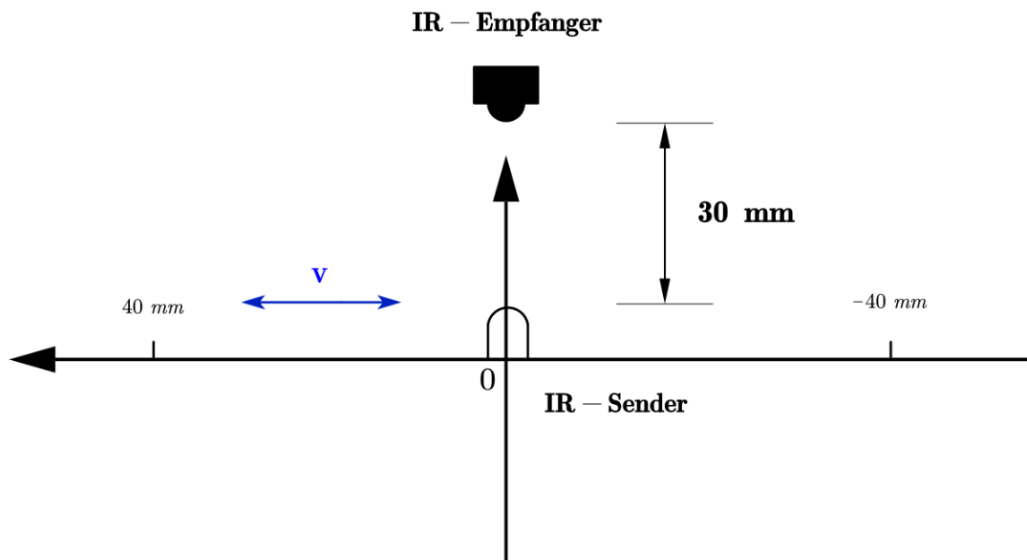


Abbildung 48: Test-Model für Infrarot-kommunikation

Dann wird den laufenden Effekt des aktuellen Programms mit einem Oszilloskop beobachtet. Drei Balisen werden gewählt, um Ergebnisse verglichen.

Balisenummer	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
1205	-	0	+	+	0	0	0	0	0	+	+	+	0
1208	-	0	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+	0
1215	-	-	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+	0

Tabelle 2: Kommunikationseffekt mit verschiedenen Balisen

(Position in mm -: kein Signal 0: Schlechtes Signal +: gutes Signal)

Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, ist der Kommunikationseffekt zwischen IR-Sender und IR-Empfänger bei einem Abstand von 30 mm (Position 0) nicht optimal. Zu diesem Zeitpunkt ist der optimale Kommunikationsabstand größer als 30 mm.

5.5 Vergleich von Testergebnissen mit verschiedenen Widerständen

Aus dem vorherigen Inhalt ist bekannt, dass die Zielentfernung für die Kommunikation 30 mm und die aktuelle Entfernung mehr als 30 mm beträgt. Um die optimale Kommunikationsentfernung zwischen IR-Sender und IR-Empfänger zu verringern, kann der Strom verwendet werden, um die Leistung des IR-Senders zu verringern. Um die Leistung des IR-Senders zu verringern, kann sein Serienwiderstand erhöht werden. Wenn der Serienwiderstand des IR-Senders zunimmt, nimmt nach dem ohmschen Gesetz die Spannung über dem IR-Sender ab und seine Leistung nimmt ab.

In der folgenden Tabelle werden die Kommunikationswerte für IR-Sender und IR-Empfänger für verschiedene Werte des Serienwiderstands verglichen, um den optimalen

Serienwiderstandswert zu ermitteln. Die Werte dieser drei Widerstände betragen 380 Ω , 680 Ω und 1000 Ω .

Widerstände	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
380 Ω	-	0	+	+	0	0	0	0	0	+	+	0	0
680 Ω	-	0	+	+	0	0	0	0	0	+	+	0	-
1000 Ω	-	-	0	+	+	+	0	0	+	+	+	0	-

Tabelle 3: Kommunikationseffekt mit verschiedenen Widerstände

(Position in mm -: kein Signal 0: Schlechtes Signal +: gutes Signal)

Von der obigen Tabelle kann man finden, dass die Position der gut Kommunikationseffekt ist sehr nah von 30mm, wenn der Serienwiderstand 1000 Ω ist, und damit ziemlich hoch. Aber es ist nicht optimal, und es muss noch ein Method gefunden werden, um bei einem Abstand von 30 mm (Position 0) den besten Kommunikationseffekt realisieren.

5.6 Abschleifen der IR-Diode für diffuses Licht

Aus 5.8 können wir wissen, wenn mit 1000 Ω Serienwiderstand ist der Infrarot-Abstand sehr nah von 30 mm. Wie kann man eine Kürzere Infrarot-Abstand bekommen? Die vom IR-Sender ausgestrahlten Infrarotstrahlen sind gebündelt. Wenn man das Licht mehr divergent machen, kann man den gewünschten kürzere Infrarot-Abstand realisieren.

Die schnellste Methode ist, die Oberseite der Röhre des IR-Senders zu abschleifen. Der Querschnitt der Diode wird rau. Dies verringert den Abstand der Lichtausbreitung aus IR-Sender.

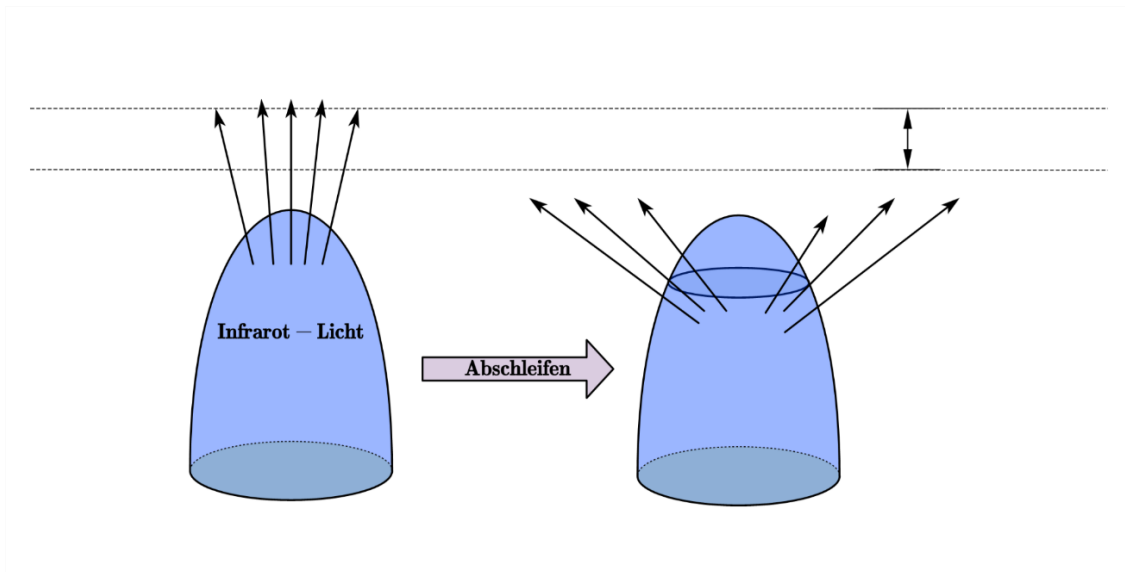


Abbildung 49: Änderung der Lichtausbreitung für Abschleifen

Nach dem Testen finden wir, dass Mit dem Abschleifen der Diode des IR-Senders erhalten wir ein perfektes Infrarotsignal an der Position 0(Infrarot-Abstand 30 mm).

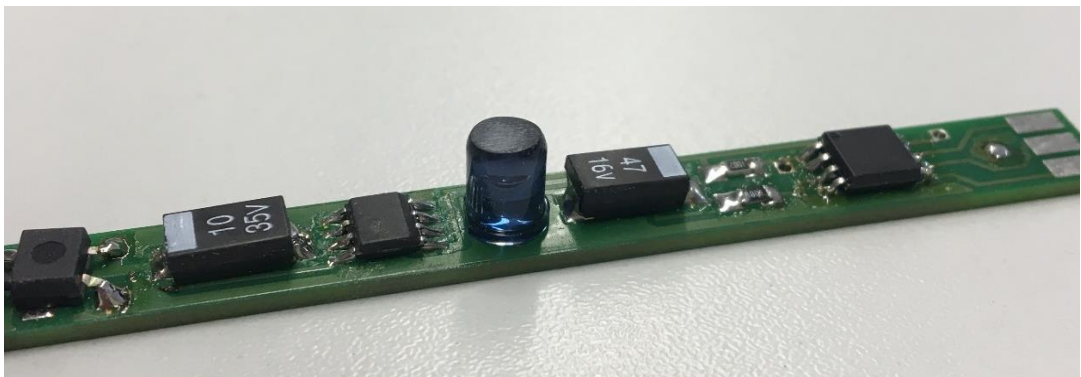


Abbildung 50: abschleifende Balise

6 Test

6.1 Bau des Testboards

Dieser Schritt "Test " ist unverzichtbar. Durch den Test des modifizierten Balisen können wir feststellen, ob die Hardwaremodifikation von Balisen erfolgreich ist, ob die Ausgangswellenform den Erwartungen entspricht und ob es einen Hardwareunterschied zwischen Balisen gibt, der zu unterschiedlichen Wellenformen der IR-Sende-Ausgabe führt. Also müssen wir ein Test-Board bauen.

Entsprechend dem vorher entworfenen Modell können wir dieses Testboard bauen. Wählen Sie zunächst eine Modulplatine mit den passenden Abmessungen als Basis. Befestigen Sie Platine mit Klebeband auf dem Board und installieren Sie dann den IR-Empfänger auf der Platine. Der IR-Empfänger hat drei Pins, einen mit Masse, einen mit 5V-Netzteil und einen mit Oszilloskop. Befestigen Sie das Lineal bei 90 mm vom IR-Empfänger, und die Skalenlinie auf dem Lineal kann als Referenzkoordinate für die Position des IR-Senders verwendet werden.

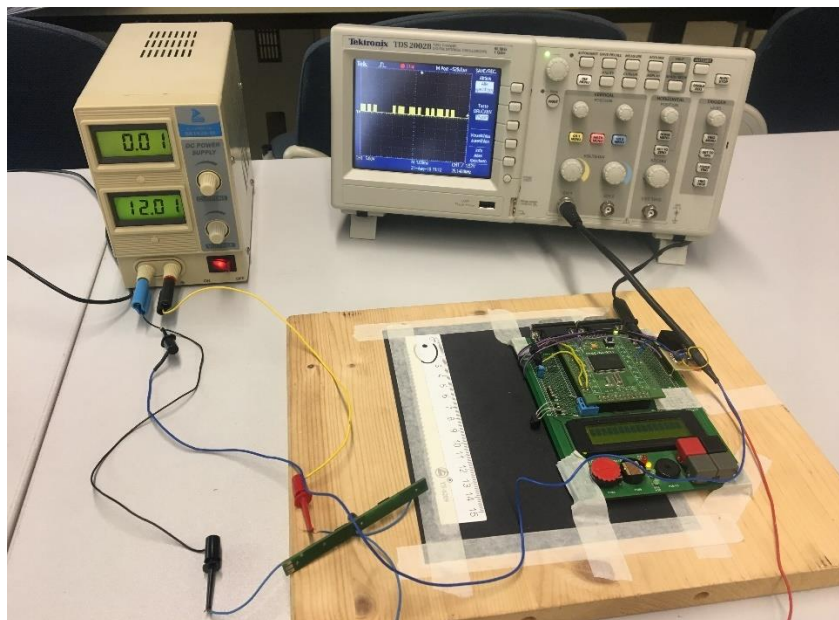


Abbildung 51: Testboard

6.2 Testsoftware

Um in der Zukunft es bequemer zu testen, ob die Balise normal funktioniert, und Balisenummer schnell zu identifizieren, muss das Signal von IR-Empfänger decodiert und die Balisenummer per Software auf dem LCD-Bildschirm des Testboards angezeigt werden. Der Dekodierungsprozess wird durch Mikrocontroller M16C realisiert, und das Signal wird durch den P80-Port eingegeben. Das M16C kann die ansteigende Flanke des Signals erkennen und die Dauer der hohen und niedrigen Pegel über den Zeitgeber beurteilen und dann die Beziehung zwischen dem empfangenen Signal und dem Originalcode analysieren, um den Originalcode wiederherzustellen.

Durch das Analysieren des Empfangssignals kann festgestellt werden, dass es 8 verschiedene Wellenformen mit der ansteigenden Flanke als Grenze gibt, wobei die ersten vier die Startwellenformen und die letzten vier die bestimmenden ID Wellenformen sind. Das folgende Diagramm zeigt die Logik der Signaldecodierung im Detail. (Die Basiszeiteinheit zum Identifizieren von hohen und niedrigen Pegeln ist 50us.)

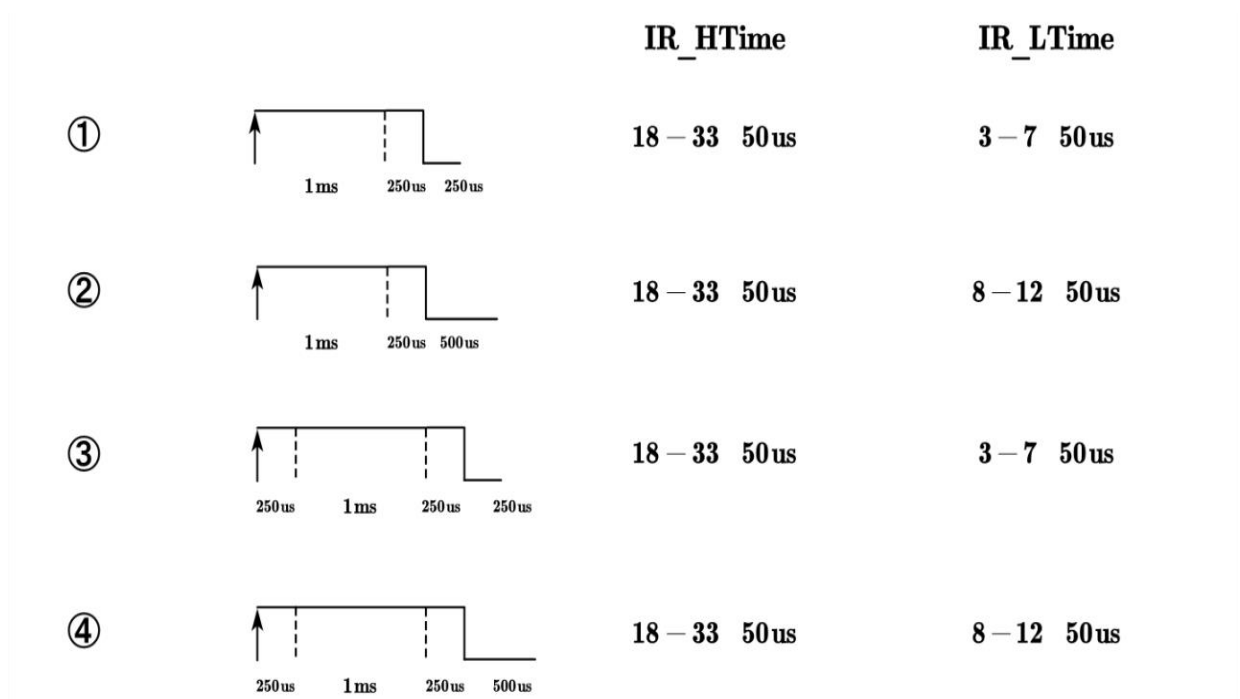


Abbildung 52: Logik der Decodierung 1

- ① + ein Bit, Start_bit=1
- ② + zwei Bit, Start_bit=1 und 0
- ③ + ein Bit, Start_bit=1
- ④ + zwei Bit, Start_bit=1 und 0

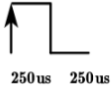
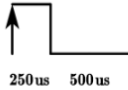
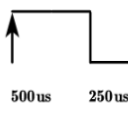
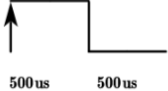
		IR_HTime	IR_LTime
⑤		3 – 7 50 us	3 – 7 50 us
⑥		3 – 7 50 us	8 – 12 50 us
⑦		8 – 12 50 us	3 – 7 50 us
⑧		8 – 12 50 us	8 – 12 50 us

Abbildung 53: Logik der Decodierung 2

⑤ + ein Bit.

Das Bit ist gleich wie das Vorherige Bit.

⑥+ zwei Bit.

Das erste Bit ist gleich wie das Vorherige Bit. Das zweite Bit ist die Negation des ersten Bit.

⑦+ ein Bit.

Das Bit ist die Negation des letzten Bit.

⑧+ zwei Bit.

Das erste Bit ist die Negation des letzten Bit. Das zweite Bit ist die Negation des ersten Bit.

Das spezifische Decodierungsprogramm befindet sich im Anhang Teil 2.

6.3 Schritte der Balisentestung

Folgende sind die Testschritte:

Schritt 1: Schalten Sie den Strom ein und stellen Sie den Strom auf 24 V DC ein.

Schritt 2: Schließen Sie die Kabel an beiden Enden des Balisen an die Stromversorgung an.

Schritt 3: Schalten Sie das Oszilloskop ein und verbinden Sie den Signalausgang 1 des Oszilloskops mit IR-Empfänger.

Schritt 4: Platzieren Sie den IR-Sender auf der Skala des Lineals, wo der IR-Sender mit dem IR-Empfänger ausgerichtet sein muss.

Letzter Schritt: Beobachten Sie die Wellenformausgabe auf dem Oszilloskop-Bildschirm und Balisenummer auf dem LCD-Bildschirm.

Erreicht die Wellenformausgabe auf der 90mm des Lineals die Erwartungen, kann festgestellt werden, dass die Testung von Balisen erfolgreich ist.

6.4 Ergebnisse

Die folgende Abbildung zeigt die Wellenformen, die auf dem Oszilloskop vom IR-Sender in einer festen Position angezeigt werden. Wenn der IR-Sender auf der Skala von 80 mm bis 100 mm des Lineals liegt, wird die Wellenform Standard. Wenn der vertikale Abstand zwischen IR-Sender und IR-Empfänger innerhalb von 25 bis 40 mm liegt, ist auch die Wellenform Standard und entspricht dem erwarteten Effekt.

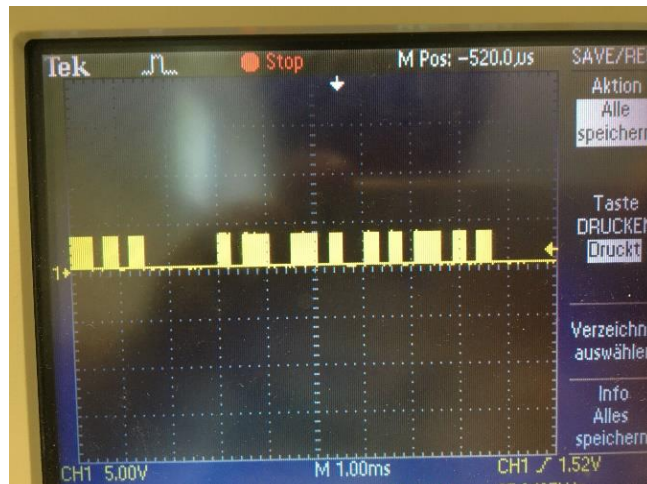


Abbildung 54: Wellenform aus Balisen 1

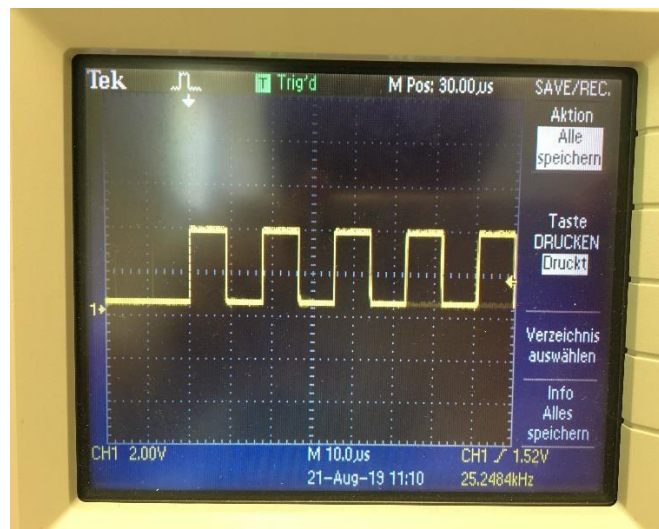


Abbildung 55: Wellenform aus Balisen 2

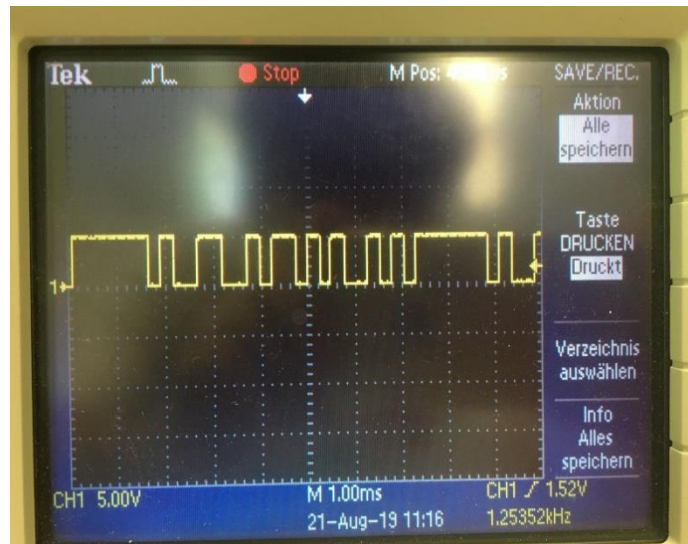


Abbildung 56: Wellenform aus IR-Empfänger 1

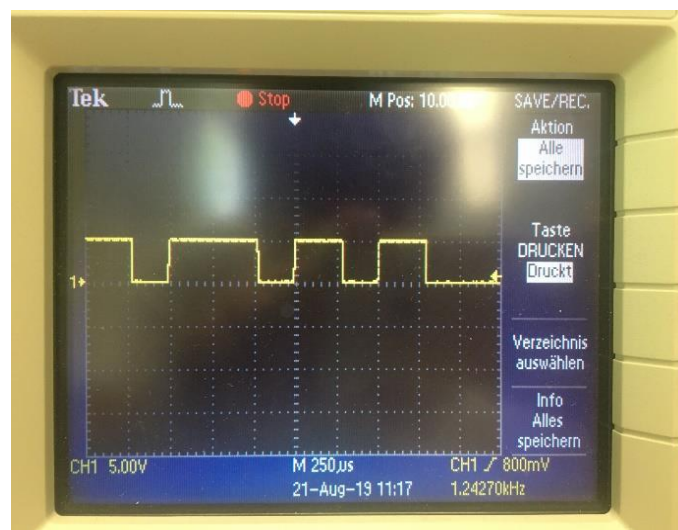


Abbildung 57: Wellenform aus IR-Empfänger 2

Die folgende Abbildung zeigt, dass das LCD die Balisenummer erfolgreich anzeigt. Das Programm wandelt die binäre 10-Bit-ID in eine Dezimalzahl um und zeigt sie auf dem LCD an. Nach dem Test kann man finden, dass der Identifikationsprozess von Balisenummer innerhalb der erwarteten Entfernung stabil ist. Das Ergebnis verifiziert auch die gute Stabilität der Infrarotkommunikation von Fahrzeug und Balisen.

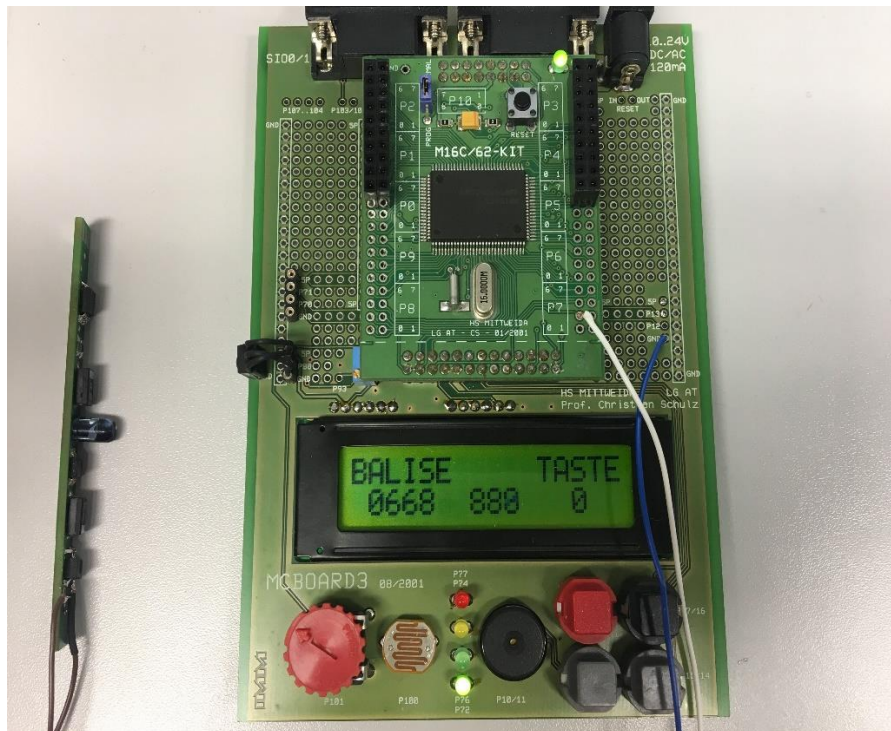


Abbildung 58: Balisenummer auf dem LCD

Insgesamt 163 Balisen in diesem Projekt müssen überarbeitet werden. Nach den Tests ist die Anzahl der erfolgreich überarbeiteten Balisen 156. Sieben Balisen sind aufgrund von Bauteilschäden und Bedienungsfehlern ausgefallen. Insgesamt ist die Erfolgsquote sehr hoch.

7 Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Zusammenfassung

Ziel der Bachelorarbeit war das Überarbeiten der Balisen-Positionsbestimmung. Die Position des Fahrzeugs für den ATLAS-Projekt auf dem Gleis wird durch Balisen über Infrarot-Kommunikation bestimmt.

Balisen ist ein wichtiger Teil des ATLAS-Projekts, und er schickt eine Identifikationsnummer an das Fahrzeug. Wenn das Fahrzeug den Code empfängt, kann man wissen, wo das Fahrzeug jetzt fährt. Jeder Balise besitzt unterschiedliche festgelegte Identifikationsnummer. Es wird realisiert, indem die Balise programmiert wird. Meine Bachelorarbeit handelt von Balisen des ATLAS-Projekt, und besteht hauptsächlich aus zwei Teile: Hardware und Software.

Erster Schritt wird gründlich die alte Hardware von Balisen analysiert. Die neue Stromversorgung wird für die neue ATLAS-Projekt gewählt. Und ATtiny15L ist zu alt, seine Fuses gesperrt werden, er kann nicht programmiert werden. Deshalb besteht das Umbauen der Balisen-Hardware aus zwei Teilen: Wechsel der Mikrocontroller und neues Design der Stromversorgung. Wir möchten einen neuen Mikrocontroller, der ähnliche Funktionen wie ATtiny15L hat, ausgetauscht, und zwar den ATtiny25. Während des Lötens des ATtiny25s auf den Balisen, kann man einige Lötkenntnisse und viel Erfahrung vom Löten erlernen. Das neue Design des Netzteils wird die richtigen elektronischen Komponenten aus, Integrierten Spannungsregler RMB6S. Im Vergleich zu dem alten Netzteildesign, hat das neue Netzteil viele Vorteile. Die größte Vorteile ist, dass man nicht mehr die positiven und negativen Pole der Stromversorgung berücksichtigen muss.

Dann erfolgt die Software der Balisen. Zuerst muss eine neue Identifikationsnummer design geworden. So wir erfinden eine 12-Bit-Code für Balisenmodul. Durch Software Atmel-Studio 7 kann man den Mikrocontroller ATtiny25 programmieren, um dieser Code zu Realisieren. Nach der Programmierung für ATtiny25 muss noch eine Methode finden, die das Programm in ATtiny25 heruntergeladen werden kann. Deshalb machen wir ein Datenkabel für Atmel-ICE. Schließlich kann die IR-Sender eine 12-Bit Code für das Fahrzeug senden.

Um die besten Ergebnisse in der tatsächlichen Situation die besten Ergebnisse zu erzielen, sind noch weitere Untersuchungen erforderlich. Folgende wird hauptsächlich erläutert, wie funktioniert die Infrarot-Kommunikation zwischen IR-Sender und IR-Empfänger, wie die erzielten Ergebnisse der Infrarot-Kommunikation zwischen IR-Sender auf den Balisen

und IR-Empfänger im Fahrzeug optimiert werden können. Nach der Analyse sind die zwei hauptsächliche Methoden: das Ersetzen des Serienwiderstand für IR-Sender und das Abschleifen der IR-Diode.

Schließlich decodiert man das Signal von IR-Empfänger, und die Balisenummern werden per Software auf dem LCD-Bildschirm des Testboards angezeigt. Der Dekodierungsprozess wird durch Mikrocontroller M16C auf dem Testboard realisiert.

In dem Prozess finde ich, dass diese Bachelorarbeit eine wichtige Erfahrung für mich ist. Durch diese Bachelorarbeit habe ich meine Wissenschaft erweitert und Grundkenntnisse verbessert. Diese Bachelorarbeit ist eine gute Gelegenheit, mein theoretisches Wissen mit der beruflichen Praxis zu kombinieren. Und die Arbeit gibt mir dafür einen guten Einblick und ist zugleich ein gutes Training. Vielen Dank für meinen Professor, Mitarbeiter, und Mitarbeiterin.

7.2 Ausblick

Noch einige Probleme und einige Praktiken müssen noch verbessert werden.

1. Infrarot-Kommunikationstest während der Bewegung

Obwohl die Ergebnisse getestet werden, die Infrarot-Kommunikation zwischen IR-Sender und IR-Empfänger. Aber Da der Zug in der realen Situation immer auf der Gleise fährt, das Fahrzeug aber in der simulierten Situation nur an verschiedenen Koordinaten bleibt, müssen wir noch IR-Sender im Zug und den IR-Empfänger auf der Gleise installieren. Die tatsächliche Wirkung der Infrarotkommunikation zwischen Empfänger und Sender wird getestet, wenn der Zug auf dem Gleis fährt.

2. PCB-Platinen im Fahrzeug

Es ist wichtig, dass eine neue Platine im Fahrzeug überarbeiten. Weil es die Hardware im Zug ist, die Infrarot-Kommunikation zwischen Balisen und Fahrzeug realisieren. Der Schaltplan der Platine ist geschafft von Herr Wang[17], aber die Platine, die vorher hergestellt wurde, ist zu groß. Obwohl die Platine erwartete Funktion realisieren, kann es nicht im Fahrzeug installiert werden. Es ist besser, dass die Platine im Fahrzeug durch Software EAGLE gemacht, weil die EAGLE- Komponentenbibliothek sehr vollständig ist.

3. Infrarot-Kommunikation mit dem Fahrzeug realisieren

Am Ende haben wir die IR-sender mit dem Infrarotsignal erfolgreich bekommt. Nachdem der IR-Empfänger das Infrarotsignal empfangen hat, muss das Signal noch vom Mikrocontroller M16C im Zug dekodiert werden, und das dekodierte Programm wurde im Testboard realisiert. Aber wurde die Arbeit des Fahrzeugs nicht abgeschlossen.

Literatur

- [1] Schulz, Christian: Gedanken zur grundlegenden technischen Umgestaltung der Bahn.
- [2] Tino Krauß: Versuchs- und Denonstrationsanlage für Projekt ATLAS; Diplomarbeit, Hochschule Mittweida, 2006
- [3] <https://www.zdnet.de/20000727/datenuebertragung-per-infrarot-port/>
- [4] Bowen Kong: Stand und Weiterführung des ATLAS-Projektes, Masterarbeit, Hochschule Mittweida, 2019
- [5] <https://www.reichelt.de/infrarotdiode-950-nm-25-5-mm-t1-3-4-ld-271-p10199.html>
- [6] <https://grobotronics.com/voltage-regulator-78l05-smd.html>
- [7] Datasheet ATtiny15L; 2005; Download:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc1187.pdf>
- [8] Datasheet ATtiny25; 2013; Download:
http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2586-AVR-8-bit-Microcontroller-ATtiny25-ATtiny45-ATtiny85_Datasheet.pdf
- [9] <https://uk.rs-online.com/web/p/bridge-rectifiers/1501546/>
- [10] <https://zhidao.baidu.com/question/215529699.html>
- [11] Datasheet RMB6S; 2014; Download:
<https://www.vishay.com/docs/88661/mb2s.pdf>
- [12] <https://de.wikipedia.org/wiki/Manchester-Code>
- [13] <https://medium.com/manash-en-blog/setting-up-atmel-studio-for-usbasp-and-avr-programming-802bb4dcf1e9>
- [14] Programmers und Debuggers Atmel-ICE USER GUIDE
- [15] Datasheet TSOP4856L; 2010; Download:
<https://www.vishay.com/docs/82459/tsop48.pdf>
- [16] Datasheet LD271; 2009; Download:
<http://www.led-eshop.de/PDF/5mm/LD271.pdf>
- [17] Mengtian Wang: Infrarot-Kommunikation und Lichtsteuerung für ATLAS-Fahrzeug, Bachelorarbeit, Hochschule Mittweida, 2018

Anlagen 1: 12-Bit-Code Programm

```

/*****
/**  SYSTEM :      12-Bit-Coding IR-Sender  ****/
/**  MACHINE   :      ATtiny25           ****/
*****/
#define F_CPU 400000UL
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <util/delay.h>

#define INT8U   unsigned char
#define INT16U  unsigned int

#define uchar   unsigned char
#define uint    unsigned int

void delay_us(int time);
void delay_ms(unsigned int time);
char mode;
/*****Variable*****/

void send_1()                                     //Manchester-Codierung "1"
{
    uchar i;

    for(i=0;i<60;i++)                             // 250us "1"
    {
        asm("nop");
    }
    for(i=0;i<30;i++)                             // 250us "0"
    {
        asm("nop"); asm("nop");asm("nop"); // Enable interrupt
        PORTB^=0X12;
    }
    PORTB&=~0X12;
}

void send_0()                                     //Manchester-Codierung "0"
{
    uchar i;

    for(i=0;i<30;i++)                             // 250us "0"
    {
        asm("nop"); asm("nop");asm("nop"); // Enable interrupt
        PORTB^=0X12;
    }
    PORTB&=~0X12;

    for(i=0;i<60;i++)                             // 250us "1"

```

```
{
    asm("nop");
}

}

void send_1ms()
{
    uint i;

    for(i=0;i<210;i++)                // 1ms Pause
    {
        asm("nop");
    }
}

int main(void)
{
    DDRB = 0xff;                       // allgemeine Initialisierung
    PORTB = 0xff;                       // alle Ports mit pull up
    DDRB|=0x12;                         // port direction
    PORTB=0XFF;
    mode=1;

    /******12-Bit-Coding IR-Sender Funktion*****/
    while(1)
    {
        send_1();                       // Start_bit

        send_1();
        send_0();
        send_1();
        send_0();
        send_0();
        send_1();
        send_1();
        send_1();
        send_0();
        send_0();                       // 10-Bit-ID

        send_0();                       // Prüfbit

        send_1ms();                     // 1ms Pause
    }
}
```

Anlagen 2: Decodierungsprogramm

```

/*****
/**** AUSWERTUNG IR-EMPfangSSIGNAL ****
/****
/****FUNKTION*****/

// Auswertung IR-Signal bei L-H-Flanke
void balisencheck(void) {
// lokale Hilfsvariable
static ui16 step = 0; // 0-Warten auf Start (auch nach Fehler), 1..12-
gueltige Bits
static ui16 balisenbits = 0; // bitweise Balisennummer
static ui16 lastbit = 0; // letztes Bit
static ui16 mask = 0; // fuer Setzen von 1
static ui16 par = 0; // Zaehler fuer "1" - gerade Paritaet
static ui16 chk = 0; // Fehlercheck bei jeweiligen Bit -> bei Fehler
zu step0
static ui16 err = 0;
// Fehlercheck ueber alle Bits bei bitweiser Balisennummer

// Timeout -> alles Ruecksetzen
if(BalisenStatus==0) {
BalisenChkCnt=0; BalisenError=1;
step=0; balisenbits=0;
mask=0x200; err=13; // Initialisierung bitweise Balisennummer
chk=0; par=0; step=0; balisenbits=0;
}

// schrittweise Ermittlung der Bits nach L-H-Flanke
switch(step) {
// Warten auf Start
case 0: if((IR_HTime>=18) && (IR_HTime<=33)) { // Pause erkannt
BalisenStatus=1; // Start Biterkennung
if(err==0) { // damit letzte Balisennummer gueltig
BalisenStatus=2; // BalisenStatus
if(BalisenNummer=balisenbits) BalisenChkCnt++;
// Anzahl gleicher BalisenNummern
else BalisenChkCnt=1;
if(BalisenChkCnt>999) BalisenChkCnt=999; // mit Begrenzung
BalisenNummer=balisenbits;
}
balisenbits=0; mask=0x200; par=0; err=13;
// Initialisierung bitweise Balisennummer
if((IR_LTime>=3) && (IR_LTime<=7)){
// nur folgendes Startbit=1
step=1; lastbit=1; par=1; err-=1;
}
if((IR_LTime>=8) && (IR_LTime<=12)){
// Startbit=1 und naechstes Bit=0
step=2; lastbit=0; mask/=2; par=1; err-=2;
} }
}

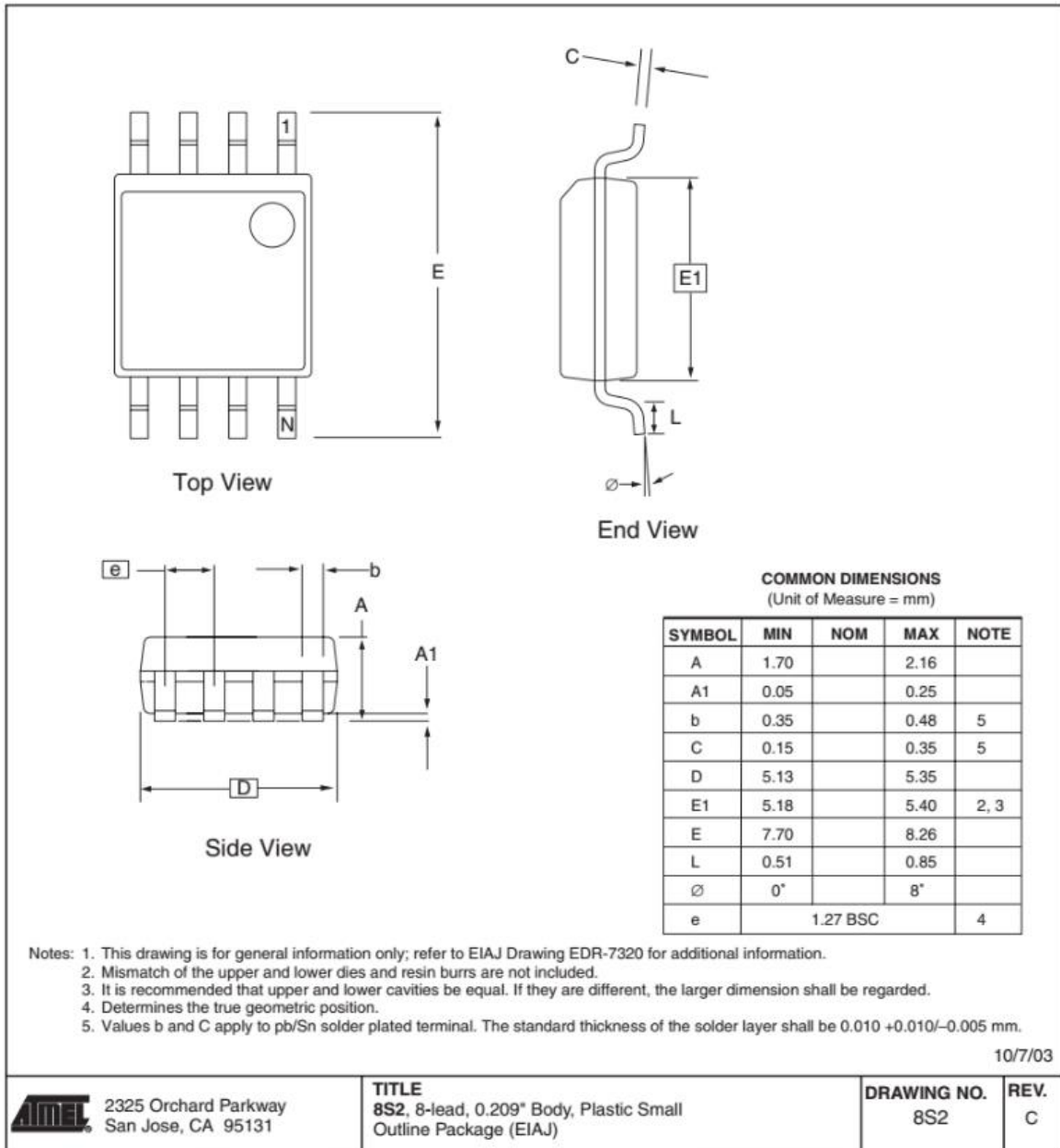
```

```

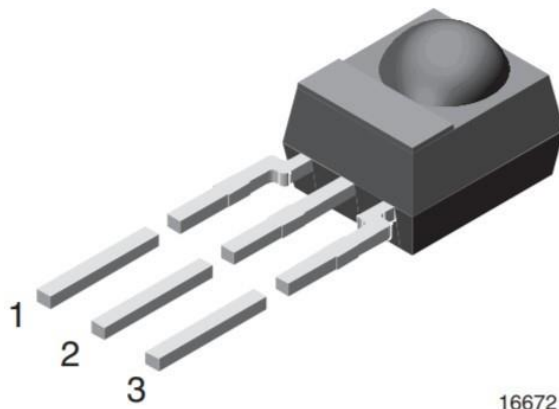
        break;
    // Start erkannt, weitere Bits
case 1:
case 2:
case 3:
case 4:
case 5:
case 6:
case 7:
case 8:
case 9:
case 10:
case 11: chk=1; // erst einmal Panne annehmen
if((IR_HTime>=3) && (IR_HTime<=7)) { // kurze H-Time
    if((IR_LTime>=3) && (IR_LTime<=7)){ // kurze L-Time - wie letztes Bit
        if(lastbit) balisenbits|=mask, par+=1;
        step+=1; mask/=2; chk=0; err-=1;
    }
    if((IR_LTime>=8) && (IR_LTime<=12))
// lange L-Time - wie letztes Bit und Negation
    {
        if(lastbit) balisenbits|=mask, lastbit=0, mask/=2; // 10
        else mask/=2, balisenbits|=mask, lastbit=1; // 01
        step+=2; mask/=2; par+=1; chk=0; err-=2;
    }
    if((IR_HTime>=8) && (IR_HTime<=12)) { // lange H-Time
        if((IR_LTime>=3) && (IR_LTime<=7)){
// kurze L-Time - negiertes letztes Bit
            if(lastbit==0) balisenbits|=mask, par+=1, lastbit=1;
            step+=1; mask/=2; chk=0; err-=1;
        }
        if((IR_LTime>=8) && (IR_LTime<=12))
// lange L-Time - negiertes letztes Bit und Negation
        {
            if(lastbit==0) balisenbits|=mask, lastbit=0, mask/=2; // 10
            else mask/=2, balisenbits|=mask, lastbit=1; // 01
            step+=2; mask/=2; par+=1; chk=0; err-=2;
        }
    }
    if(chk) step=0, err=13;
    if(step==12) { // letztes Bit
        if((par%2)==0) err--; // Paritaetscheck
        step=0;
    }
    break;
default: step=0;
} }

```

Anlagen 3: Mechanische Daten ATtiny25



Anlagen 4: Mechnische Daten TSOP4856



DESIGN SUPPORT TOOLS

[click logo to get started](#)

3D
Models
Available

MECHANICAL DATA

Pinning for TSOP44.., TSOP48..:

1 = OUT, 2 = GND, 3 = V_S

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den 10.09.2019

Xiaoli Ma