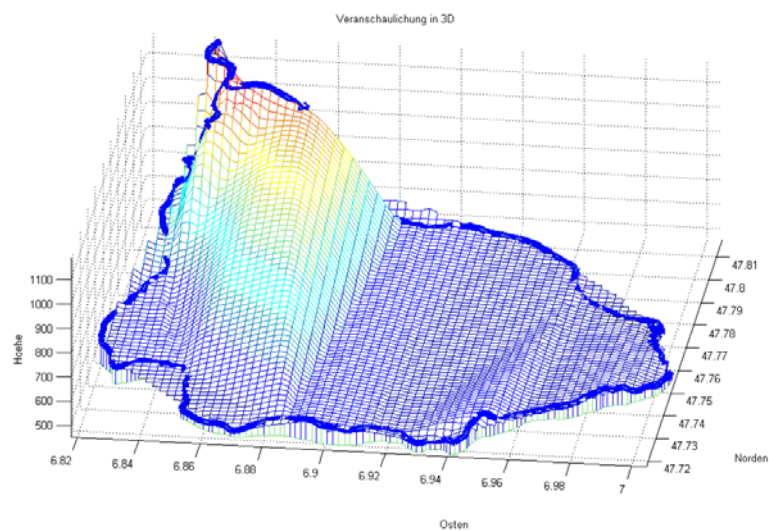


GPS Datenlogger Eigenbau

Sommer 2009

Erstellt von
Niels Keller



Für sämtliche in diesem Dokument gemachten Informationen wird jegliche Gewähr, Garantie oder Anspruch auf Richtigkeit abgelehnt.

Jeder Nachbau geschieht auf eigene Verantwortung.

Ein Nachbau darf, ausschließlich von Personen mit ausreichend technischer Fähigkeit und Fachwissen vorgenommen werden.

Auf keinen Fall darf 230V Netzspannung angeschlossen werden. Es besteht dann Lebensgefahr. Geräte, die mit einer Versorgungsspannung größer als 24V betrieben werden, dürfen nur von fachkundigen Personen angeschlossen werden.

Alle Arbeiten, müssen mit, an die Arbeit angepasster Schutzausrüstung durchgeführt werden. Gefahrenhinweise der einzelnen Produkte und Werkzeuge müssen beachtet werden.

Nur zur privaten Nutzung. Gewerbliche Nutzung untersagt.

Soweit nicht anders angegeben, wurden alle Bilder und Grafiken selbstständig angefertigt.

© Niels Keller – mail@upuc.de

Inhalt

1. EINFÜHRUNG	4
1.1. WORUM GEHT ES? - VORWORT	4
1.2. VORGÄNGERARTIKEL?	4
1.3. WAS IST IN DIESEM DOKUMENT ENTHALTEN?	4
1.4. SO VIEL AUFWAND – DAS BAUT DOCH OHNEHIN KEINER NACH?	4
2. DIE HARDWARE.....	5
2.1. ALLGEMEINES ZUR HARDWARE	5
2.2. BENÖTIGTE WERKZEUGE	5
2.3. TEILELISTE	5
2.4. DETAILBETRACHTUNG DER GRUNDLEGENDEN BAUTEILE	7
2.5. LEISTUNGS-/KENNDATEN	8
3. DER ZUSAMMENBAU.....	9
3.1. ZIELDEFINITION	9
3.2. SCHRITT 1 – DAS AUSPACKEN DER GPS-MAUS	9
3.3. SCHRITT 2 – DAS VORBEREITEN DER GEHÄUSEUNTERSEITE	10
3.4. SCHRITT 3 – DAS VORBEREITEN DER GEHÄUSEOBERSEITE	13
3.5. SCHRITT 4 – MONTAGE DES PEGELWANDLERS	14
3.6. SCHRITT 5 – DAS ELEKTRONISCHE INNENLEBEN	15
3.7. SCHRITT 6 – DER ANSCHLUSS DES DISPLAYS.....	21
3.8. SCHRITT 7 – ENDMONTAGE	21
4. DATENAUSWERTUNG UND BEDIENUNG.....	22
4.1. AUFSPIELEN DER SOFTWARE AUF DEN ATMEGA32	22
4.2. SOFTWAREFUNKTIONEN UND UMFANG DER SOFTWARE	22
4.3. ANZEIGEHALT DES LOGGERDISPLAYS	24
4.4. KONFIGURATION DES LOGGERS	25
4.5. DIE DATENAUSGABE DES LOGGERS.....	27
5. ERWEITERUNG	28
5.1. ÄNDERN DER LOGGERSOFTWARE	28
5.2. GEPLANTE ERWEITERUNGEN	29
5.3. DATEIEN, DIE MITGELIEFERT WERDEN	30

1. Einführung

1.1. Worum geht es? - Vorwort

Bereits vor einiger Zeit, habe ich damit begonnen mich für die Aufzeichnung und Analyse meiner Bewegungen zu interessieren. Zuerst habe ich mich mit kommerziell erhältlichen GPS-Navigationssystemen abgegeben. Das ging für die Bewegungen, die mit dem Auto zurück gelegt werden auch ganz gut.

Mit dem Fahrrad war es dann schon etwas unangenehmer – fuhr man auf einem Feldweg, kam es häufig vor, dass einen das NAVI auf die benachbarte Bundesstraße „gesetzt“ hat. Die Interpretation der Rohdaten durch das NAVI wurde mit der Zeit störend. So kam es dass ich mir eine GPS-Maus zugelegt habe. Ziel war es, einfach mal zu sehen, wie diese Geräte arbeiten. Aus der einfachen Maus wurde schnell mehr – und es gesellte sich ein UC dazu. Es folgten eine Datenaufzeichnung, eine grafische Datenausgabe und ein Gehäuse.

Als Ergebnis steht nun ein Logger hier, der es durchaus mit einem kommerziellen Produkt aufnehmen kann. Das Beste daran aber ist die Möglichkeit, die Daten so aufzunehmen, wie man das möchte – gefällt einem die Auswertung, oder die Aufzeichnung nicht mehr, dann wird sie einfach umgeschrieben. Diese Leichtigkeit möchte gerne auch andere „Outdoormenschen“ weitergeben. Daher auch dieses Dokument.

1.2. Vorgängerartikel?

Zu diesem Vorhaben, habe ich bereits einen Artikel im Forum „uC und Elektronik“ geschrieben. Dieser ist jedoch noch aus der Zeit der Entwicklungsphase und daher auch schwer zu verstehen. <http://www.mikrocontroller.net/topic/134752>

Da innerhalb dieses Artikel viele Änderungen vorgenommen wurden, gelten einige Angaben bereits nicht mehr. Der Artikel wird daher mit diesem Dokument ersetzt.

1.3. Was ist in diesem Dokument enthalten?

Ziel dieses Dokuments ist es, die Möglichkeit zu geben, den beschriebenen Datenlogger selbst und mit einfachen Mittel nachbauen zu können. Um dies zu ermöglichen, wird ein Logger exemplarisch aufgebaut. Dieser Vorgang ist in zahlreichen Bildern festgehalten. Außerdem erfolgt eine Einführung in die Datenauswertung und die Kommunikationsmöglichkeiten des Loggers.

1.4. So viel Aufwand – das baut doch ohnehin keiner nach?

Da kann ich nur sagen, dass das Schreiben eine Möglichkeit bietet, das Gesamtsystem besser zu verstehen, um es optimieren zu können. Von daher ist es mit Sicherheit keine verlorene Zeit. Falls es aber doch jemand nachbaut, bin ich am Ergebnis und an Verbesserungsvorschlägen in Bezug auf alle Disziplinen, interessiert.

2. Die Hardware

2.1. Allgemeines zur Hardware

Die Hardware besteht im Wesentlichen aus aktiven, passiven als auch mechanischen Elektronikbauteilen. Die Teile können fast vollständig bei Reichelt und Pollin bestellt werden. Um eine mögliche Bestellung zu vereinfachen, wird in der Teileliste der Link zum Produkt mit angegeben. Die Gesamtkosten für den Logger sind verhältnismäßig - also gemessen an Kaufprodukten – gering.

Zum Zusammenbau der Teile werden allerdings einige Werkzeuge benötigt. Diese kann man ebenfalls für rund 15 Euro bei letztgenannten Elektronikversender beziehen.

2.2. Benötigte Werkzeuge

Zum Zusammenbau des Loggers werden folgende Werkzeuge benötigt (in absteigender Wichtigkeit sortiert):

- Lötkolben mit feiner Spitze
- Lötzinn mit Flussmittel
- Litzen (rund 80 cm)
- Programmierumgebung, Ponyprog und Programmer
- Feile
- Schleifpapier
- Laubsäge
- Seitenschneider
- Abisolierzange
- Multimeter mit Durchgangsprüfer
- Bohrer Ø 1-3 mm (ggF. Bohrmaschine)
- Schutzbrille
- Epoxykleber

2.3. Teileliste

Anzahl	Artikel	Link	Einzelpreis	Gesamtpreis
1	ATMEGA32	http://www.pollin.de/shop/shop.php?cf=detail.php&pg=NQ==&a=MzgwOTk4OTk=	3,25	3,25
2	IC-Socket Amtega32 / EEPROM	http://www.pollin.de/shop/shop.php?cf=tabelle.php&ts=0&pg=OA==&a=MzE4OTA5OTk=&w=Njk2OTk4	0,10	0,20
1	Kleinteile	LED, Schrumpfschlauch, Schalter	1,00	1,00
1	Widerstand	5x 250 Ohm; 2x 10kOhm		
1	Pegelwandler	http://www.pollin.de/shop/shop.php?cf=detail.php&pg=NQ==&a=MzY5OTgxOTk=	3,95	3,95
1	EEPROM 24C512	http://www.reichelt.de/?ACTION=3;LA=444;GROUP=A32;GROUPID=2953;ARTICLE=45597;START=0;SORT=artnr;OFFSET=16;SID=25zSNJXKwQARkAAHEBuWw9b0aeb77a2c64fc8e5032d84d824160	1,55	1,55
1	LCD-Modul	http://www.pollin.de/shop/shop.php?cf=detail.php&pg=NQ==&a=NDU0OTc4OTk=	1,95	1,95
1	Punktrasterplatine	http://www.pollin.de/shop/shop.php?cf=detail.php&pg=NQ==&a=OTM3OTU1OTk=	1,85	1,85
1	Batteriehalter	http://www.pollin.de/shop/shop.php?cf=detail.php&pg=NQ==&a=MjE5OTI3OTk=	0,30	0,30
1	Batterieclip			
4	4N28 Optokoppler	Reichelt	0,27	1,08
1	GPS-Maus	Royaltek RGM-2000 oder vergleichbar – serielle Schnittstelle bei 4800/1/k	7,00	7,00
1	Gehäuse*	Reichelt Kunststoffkombigehäuse 123x71x50 SD20SW bzw. SD10SW123x71x30	1,50	1,50
1	4NiMH-Akkus	Kaufland 4-er Pack (2600 mAh)	9,00	9,00
1	Kosten	Teilekosten		32,60
1	Porto	Pauschale von 20 % der Teilekosten für Portokosten	6,50	6,50
1	Gesamtkosten	Gesamtkosten		39,10

* Es sei angemerkt, dass das Gehäuse des Loggers aus zwei verschiedenen Größen kombiniert wird. Das bedeutet, dass man ein kleines und ein großes Gehäuse kaufen muss, um die mittlere Größe zu erhalten.



2.4. Detailbetrachtung der grundlegenden Bauteile

Atmega32 (Link zum Datenblatt: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf)

Der Atmega32 dient als Mikrocontroller zur Verarbeitung aller im Gesamtsystem anfallenden Informationen. Er schaltet, die für die Hauptfunktion benötigten, seriellen Datenströme zum PC und von der GPS-Maus. Er steuert das Display an und übernimmt die Datenaufbereitung zur Speicherung auf einem externen EEPROM. Ferner übernimmt er die Berechnungen, die zur Anzeige der Gesamtstrecke, der aktuellen Position und der nächstgelegenen Örtlichkeit notwendig sind.

EEPROM 24C512 (Link zum Datenblatt: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1116.pdf)

Der EEPROM 24C512 ist ein EEPROM, der über den I2C-Bus („I quadrat C“) mit dem Atmega32 verbunden ist. Ein EEPROM ist ein Speicher. Dieser verfügt über insgesamt 512 kBit (64kByte) Speicherplatz. Der Speicher ist ausreichend um 5333 Positionen, mit je 12 Byte Größe, abspeichern zu können.

Optokoppler 4N28 (Link zum Datenblatt: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/motorola/4N26.pdf>)

Einen Optokoppler kann man sich im elektrischen als einen npn-Transistor, oder im mechanischen Bereich als ein Relais denken. Es handelt sich also um eine Art elektrischen Schalter. Der Optokoppler hat jedoch mehr Ähnlichkeiten zu einem Relais als zu einem Transistor, da er eine Massen/Potential-Trennung vornimmt. Die vier Optokoppler vom Typ 4N28 werden wie ein/ zwei Multiplexer verwendet, um die Datenströme zum Mikrocontroller hin zu schalten.

Bei einer seriellen Kommunikation sollte immer nur ein Teilnehmer gleichzeitig seine Informationen auf den Bus (in dem Fall das Kabel) geben können, da es sonst zu Überlagerungen der Einzelsignale kommen kann. Da aber gleichzeitig zwei verschiedene serielle Geräte mit dem Mikrocontroller kommunizieren könnten, muss man in der Lage sein, das jeweils aktive Gerät ansteuern zu können. Daher werden Optokoppler in die Leitung gesetzt und vom Atmega32 so geschaltet, dass nur das gewünschte Gerät das Recht zur Kommunikation erhält. Eine Alternative zu den Optokopplern ist es, die GPS-Maus während der PC-Kommunikation über einen Transistor stromlos zu schalten (vgl. Abbildung 3).

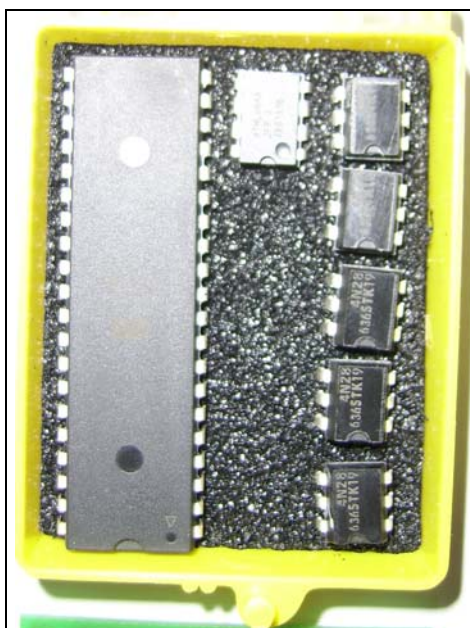


Abbildung 2: Atmega32, 24C512, 4N28

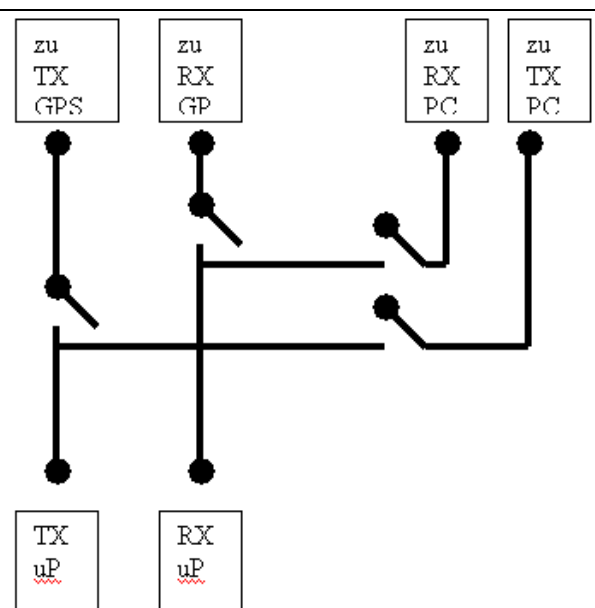


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Beschaltung der seriellen Kommunikation

GPS- Maus (Link zum Datenblatt: http://www.royaltek.com/download/RGM-2000_user_manual.pdf)

Die GPS-Maus hat die Aufgabe die Position zu ermitteln. Die Maus liefert als Ausgabe verschiedene Werte, z. B. die Position, die Höhe, die Genauigkeit, mit welcher das Ergebnis ermittelt wurde, usw.

Als GPS-Maus kann jede beliebige GPS-Maus verwendet werden, die über die folgenden Eigenschaften verfügt:



Abbildung 4: RGM-2000 GPS-Maus

- Serielle Kommunikation (ohne Änderung des Quelltexts mit: 4800 Bps, 1Sbit, kP)
- 5 Volt (Spannungs-/) Strom-Versorgung
- Ausgabe der Position in Form des NMEA-Protokolls.

Informationen zum Protokoll: <http://www.kowoma.de/gps/zusatzerklaerungen/NMEA.htm>

Getestet wurde der Logger mit einer RGM-2000 Maus, welche über einen SirfII-Chipsatz verfügt. Die Stromaufnahme dieser Maus ist jedoch verhältnismäßig groß. Die Verwendung einer anderen Maus, mit geringerer Stromaufnahme, wie einer RFG-1000, stellt daher sicherlich keinen Nachteil dar.

2.5. Leistungs-/Kenndaten

Der fertige Logger verfügt über folgenden Kenndaten:

Stromaufnahme	150 – 200 mA (bei 5 Volt)
Leistungsaufnahme	max. 1 Watt
Laufzeit	13 -17 Stunden bei 2600 mAh - Akkus
Interaktion mit Benutzer	PC via RS232 menügeführt, sowie 16x2 Textdisplay
Anzahl Datenpunkte	5333 Punkte
Aufnahme der Punkte	weggesteuert (1m – 32km)
Anzeige (Textdisplay)	Zeit, Höhe, Position, nächster Ort, zurückgelegte Strecke, benötigte Zeit, Speicherauslastung
Datenauswertung	Loggerintern (während der Aufnahme) Octave-Programm (nach Aufnahme) Matlab-Programm (nach Aufnahme)
Datenexport	Bilddatei der einzelnen Graphen GPS Exchange Format (als *.gpx Datei) z. B. für Import in Google Earth

3. Der Zusammenbau

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass der Zusammenbau nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden sollte.

3.1. Zieldefinition

Ziel des 3. Abschnitts ist es, den beschriebenen Logger aus den genannten Einzelteilen zusammen zu „bauen“ (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6). Eine Beschreibung der Funktionen, in Betracht auf die Kommunikation und Auswertung, wird im folgenden Abschnitt abgehandelt. Wer sich also unsicher ist, was der Logger macht, überspringt diesen Abschnitt und fängt mit dem folgenden Abschnitt an.



Abbildung 5: Bild des fertig zusammengebauten Loggers (ohne entfernte Hilfslinien)



Abbildung 6: Bild des fertig zusammengebauten Loggers (ohne Kabelführung)

In den folgenden Abschnitten wird Schritt für Schritt erläutert, wie der Zusammenbau durchgeführt wird.

3.2. Schritt 1 – Das Auspacken der GPS-Maus

Im ersten Schritt wird erklärt, wie die GPS-Maus RGM-2000 aus ihrem Gehäuse entfernt wird und für den Einbau in den Logger vorbereitet wird.

Zunächst wird die GPS-Maus auf die Unterseite gelegt (Abbildung 7) und der weiße Folienkleber entfernt (vgl. Abbildung 8).

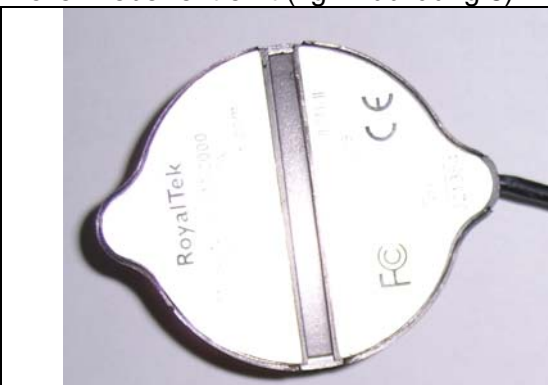


Abbildung 7: RGM-2000 Unterseite



Abbildung 8: RGM-2000 ohne Folienkleber

Man erkennt (vgl. Abbildung 8) vier Haltemagnete und zwei Schrauben. Die Schrauben werden nun mit einem Schraubendreher (z. B. PH000x40) entfernt und das Gehäuse geöffnet (vgl. Abbildung 9). Man erkennt hier gut die in der Keramik eingelassene Antenne des Empfängers. Die verbleibenden zwei Schrauben werden nun entfernt. Daraufhin kann das GPS-Modul mit etwas Nachdruck (Metallgehäuse klebt am Magneten) entnommen werden (vgl. Abbildung 10).

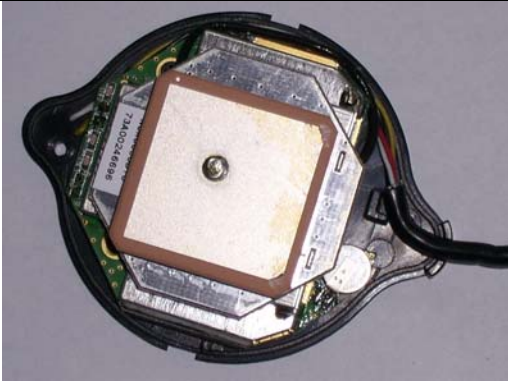


Abbildung 9: RGM-2000 geöffnet

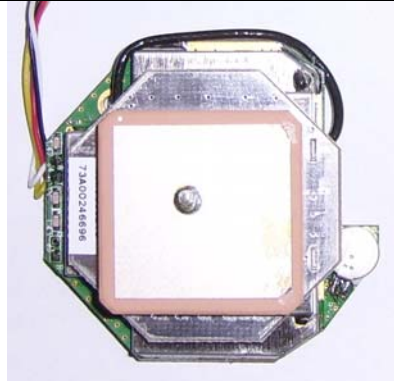


Abbildung 10: RGM-2000 ohne Gehäuse

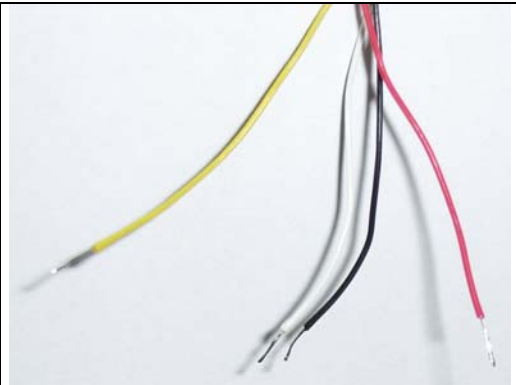


Abbildung 11: Verzinnte Anschlusskabel

Das Anschlusskabel wird mit einem Seitenschneider auf eine Länge von etwa 10 cm gekürzt. Die Enden der einzelnen Kabel werden abisoliert, gedreht und mit Lötzinn unter Verwendung eines LötKolbens verzinnt (vgl. Abbildung 11).

Die Farbkodierung:

Rot: Spannungsversorgung (+5V)

Schwarz: Masse (GND)

Gelb: Datenausgang (RXD auf uP-Seite)

Weiß: Dateneingang (TXD auf uP-Seite)

Die Vorbereitung der GPS-Maus ist damit abgeschlossen und es kann mit dem Bau des Gehäuses begonnen werden.

3.3. Schritt 2 – Das Vorbereiten der Gehäuseunterseite

Das Gehäuse setzt sich, wie bereits aus der Teileliste zu entnehmen ist, aus zwei verschiedenen Größen zusammen. Als Unterseite dient das größere der beiden Kunststoffgehäuse (vgl. Abbildung 12).



Abbildung 12: Gehäuse im Rohzustand

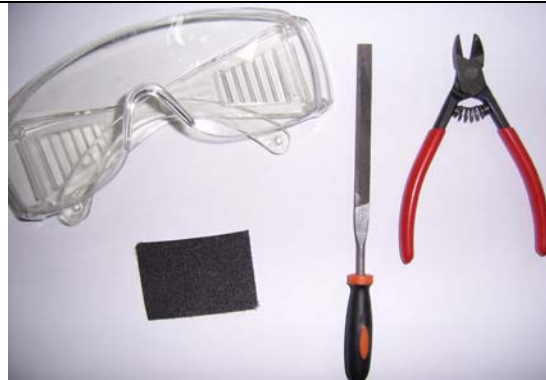


Abbildung 13: Werkzeuge zum Entfernen der Noppen aus dem Kunststoffgehäuse

Unter Verwendung geeigneter Schutzausrüstung (vgl. Abbildung 13), wie einer Schutzbrille und Handschuhen, werden die Noppen aus dem Kunststoffgehäuse mit einem Seitenschneider und einer Feile sowie einem Schleifpapier entfernt. Es ist darauf zu achten, dass eine ebene Fläche entsteht (vgl. Abbildung 14).

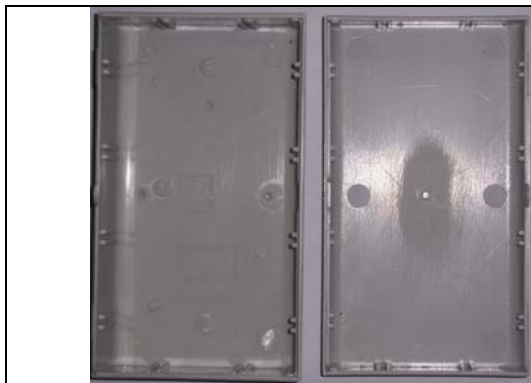


Abbildung 14: Gehäuse ohne Noppen



Abbildung 15: Maßnahmen für Pegelwandler

Im nächsten Schritt wird die Aussparung für den Pegelwandler in die Gehäuseunterseite eingebracht. Dazu wird der bereits zusammen gebaute Pegelwandlerbausatz in das Gehäuse gehalten und die Stelle der 9-poligen D-Subbuchse markiert (vgl. Abbildung 15).

Ist die Buchse richtig montiert worden, so ergeben sich folgende Proportionen am unteren Gehäuseteil (vgl. Abbildung 16).

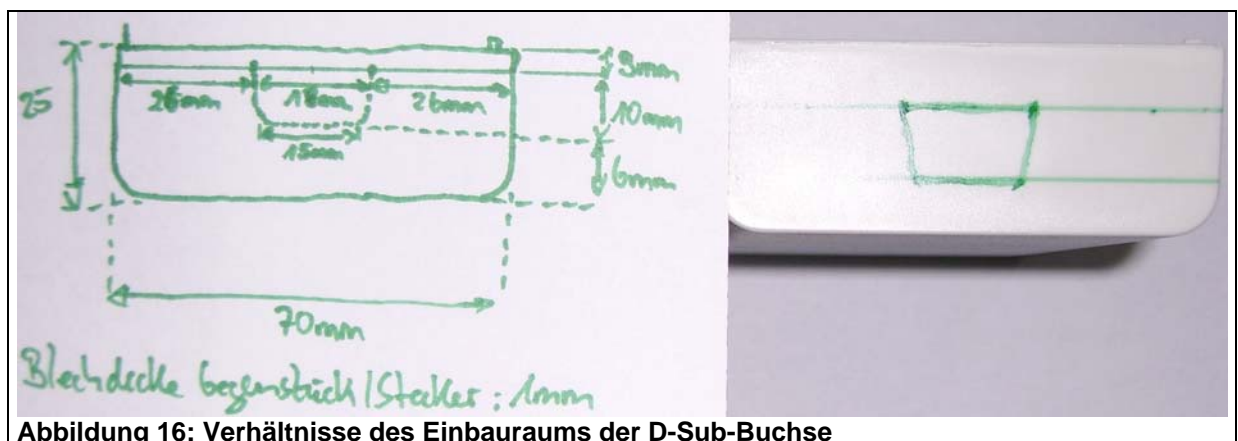


Abbildung 16: Verhältnisse des Einbauraums der D-Sub-Buchse

Die markierte Fläche aus Abbildung 16 wird mit einer Laubsäge ausgeschnitten. Diese Fläche setzt sich zum einem aus dem Durchmesser der Buchse und zum anderen aus dem Durchmesser des Steckers zusammen. Es kann dabei von einer Blechdicke von 1 mm ausgegangen werden.

Zunächst werden, an den Eckpunkten, Bohrungen mit einem Bohrer $\varnothing 1$ mm, eingebracht. In diese Bohrungen wird das Blatt der Laubsäge gelegt und die grün markierte Struktur nachgefahren (Abbildung 17).

Anschließend wird der Schnitt mit verschiedenen Feilen nachbearbeitet, so dass eine gleichmäßige Oberfläche vorliegt (vgl. Abbildung 18).

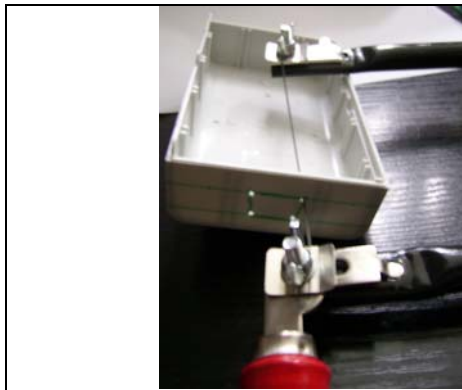


Abbildung 17: Ausschneiden der D-Substeckerform



Abbildung 18: Nachbearbeitung der Form

Nach diesen Unterschritten sollte die Qualität der Aussparung überprüft werden. Dazu wird der Pegelwandler eingesetzt und ein Anschlusskabel angeschlossen (vgl. Abbildung 19). Die Form wird so lange nachbearbeitet, bis das Ergebnis zufriedenstellend ist.

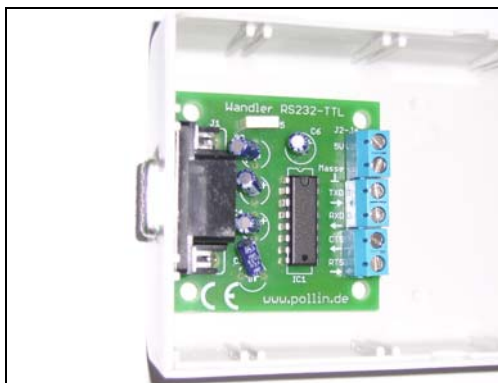


Abbildung 19: Verifikation der Bearbeitung



Abbildung 20: Markierung der Klebepunkte

Im Anschluss an die Aussparung wird die Befestigung des Pegelwandlers am Gehäuseboden vorbereitet. Diese erfolgt durch vier Schrauben, die an der Gehäuseunterseite mit Epoxyleber befestigt werden. Dazu werden die Bohrungen des Pegelwandlers in Bezug auf die Bodenplatte markiert (vgl. Abbildung 20). Bei den Schrauben und Muttern handelt es sich um M3.

Beim Umgang mit Epoxkleber ist darauf zu achten, dass man Schutzausrüstung trägt. Dies sind u. a. eine Schutzbrille und Handschuhe. (vgl. Abbildung 21) Außerdem sollte man auf eine gute Raumbelüftung achten.



Abbildung 21: (Schutz-)ausrüstung Kleben



Abbildung 22: Hilfsmittel Montage

Die Oberfläche sollte angeraut werden, damit der Kleber eine große Wirkoberfläche hat. Damit die Muttern einfacher platziert werden können, werden diese auf Schrauben angebracht (vgl. Abbildung 22) und damit im flüssigen Klebstoff positioniert (vgl. Abbildung 23). Es ist darauf zu achten, dass die Schrauben nicht mit dem Klebstoff in Berührung kommen.



Abbildung 23: Positionierung der Muttern



Abbildung 24: Fertig geklebte Muttern

Während der Epoxyleber trocknet, wird mit der Bearbeitung der Gehäuseoberseite begonnen.

3.4. Schritt 3 – Das Vorbereiten der Gehäuseoberseite

Auf der Gehäuseoberseite wird das Display positioniert. Dazu zunächst die dafür notwendige Aussparung definiert. Diese befindet sich über dem Batteriehalter. Folgende Abbildung 25 zeigt die Position.

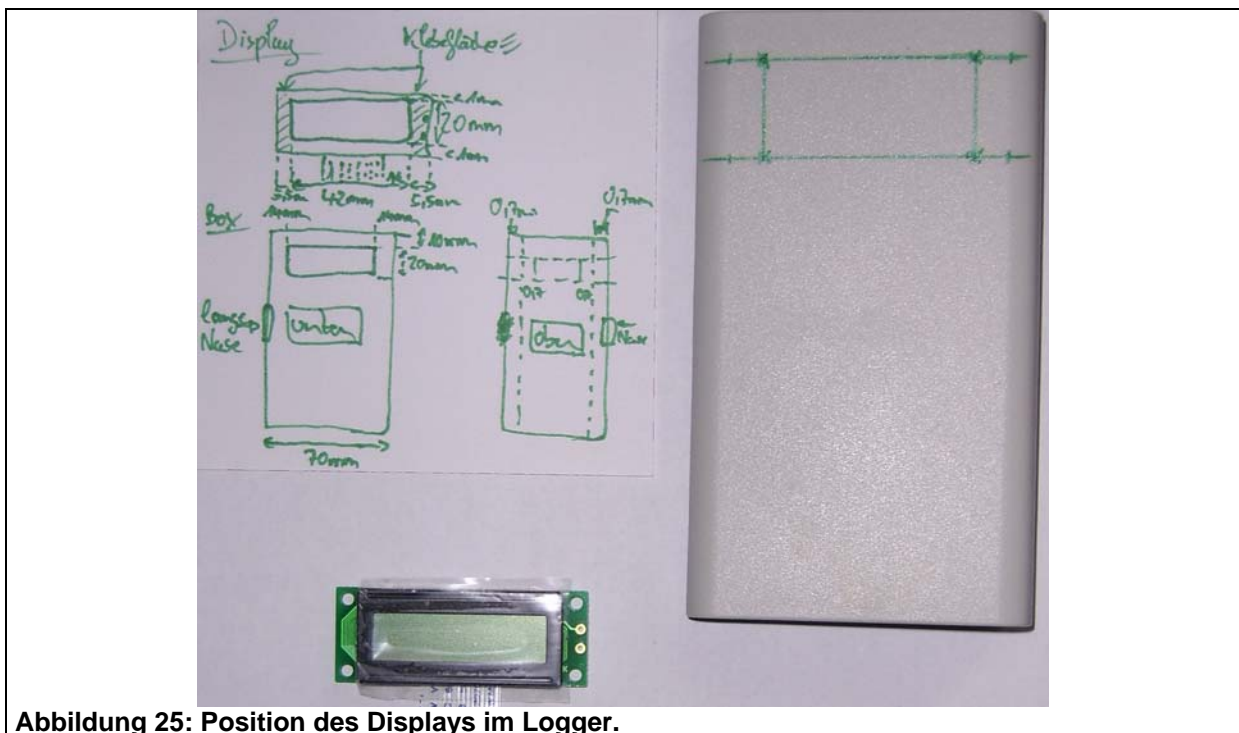


Abbildung 25: Position des Displays im Logger.

Die Vorgehensweise des Einbaus ist ähnlich zum Einbau des Pegelwandlers aus 3.3. Daher wird auf eine textuelle Beschreibung verzichtet und lediglich eine Bilderreihe eingefügt.

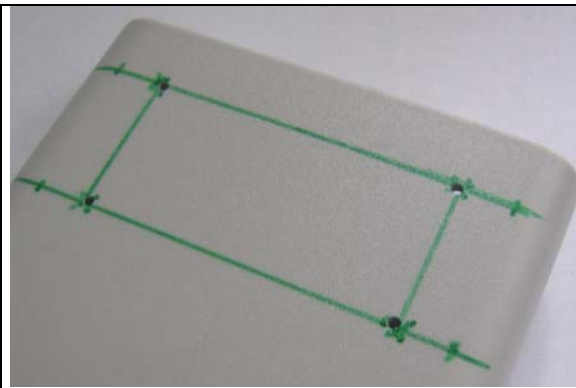


Abbildung 26: Markieren der Aussparung – Anbringen von Bohrungen

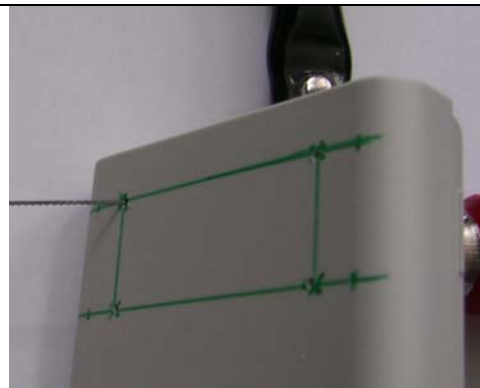


Abbildung 27: Ausschneiden mit Laubsäge

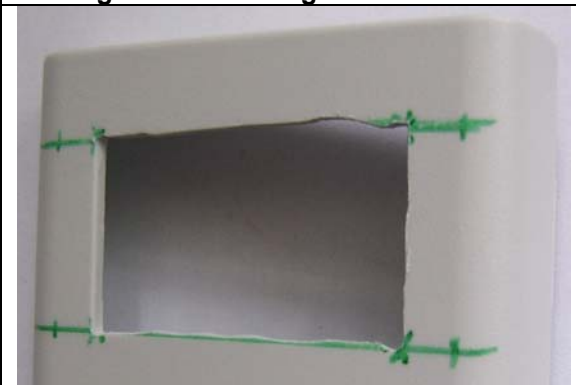


Abbildung 28: Nachbearbeiten



Abbildung 29: Anhalten und Verifikation

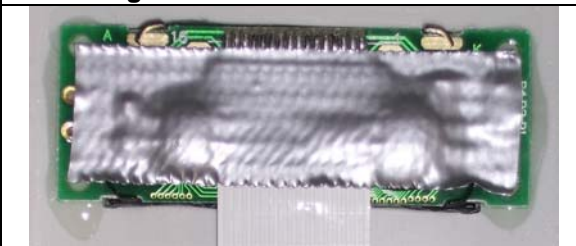


Abbildung 30: Festkleben an Gehäuse- oberseite und Sichern des Flachbandkabels

3.5. Schritt 4 – Montage des Pegelwandlers



Abbildung 31: Montage Pegelwandler

Nachdem nun der Epoxykleber des Pegelwandlers ausgehärtet ist, kann mit der Montage des Pegelwandlers begonnen werden. Dazu werden vier M3x1,0 Schrauben (Linsenkopf) in die dafür vorgesehen Bohrungen gesetzt und in den darunter befindlichen Muttern eingeschraubt/ eingedreht und ein Belastungstest mit Anschlusskabel ausgeführt (vgl. Abbildung 31).

Damit ist der Teil der Gehäusebearbeitung abgeschlossen und es kann mit der Ausstattung des Innenlebens des Loggers begonnen werden.

3.6. Schritt 5 – Das elektronische Innenleben

Das Innenleben des Loggers besteht im Wesentlichen aus einer großen Platine, auf welcher die elektronischen Bauteile befestigt sind. Zusätzlich dazu wird eine kleine Platine angefertigt, auf welcher zwei Betriebswahlschalter angebracht sind. Damit lässt sich der Logger ein- und ausschalten, sowie die Betriebsart (Datenausgabe oder Datenaufnahme) wählen.

Zunächst wird mit der Montage der Betriebswahlschalter begonnen. Dazu werden das Reststück einer Punktpasteplatine, eine kleine Säge und zwei Schalter benötigt (vgl. Abbildung 32). Mit der Säge wird daraus ein 50 mm langer und 8 mm breiter Streifen ausgesägt (vgl. Abbildung 33). Dieser Streifen bildet die Platine für die Betriebswahlschalter.

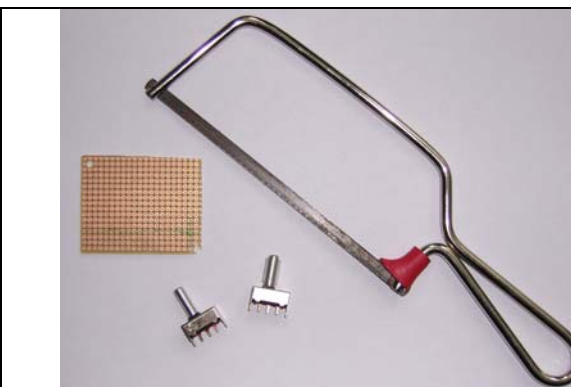


Abbildung 32: Rohstoffe- Betriebswahlschalter

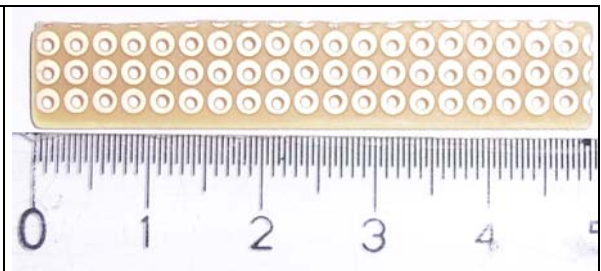


Abbildung 33: Platine für die Betriebswahlschalter

Daraufhin werden die beiden Schalter auf der Platine platziert (vgl. Abbildung 34). Dazu ist es notwendig einige Raster aufzubohren (vgl. Abbildung 35).



Abbildung 34: Platzierung der Schalter

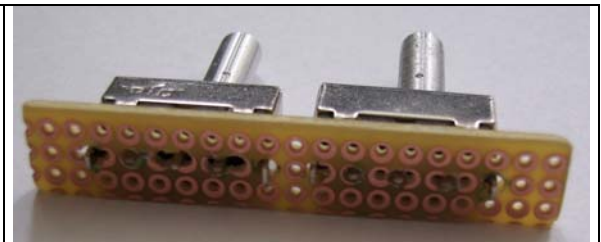


Abbildung 35: Aufgebohrte Raster

Die Kontakte der Schalter werden nun verlötet (vgl. Abbildung 36).



Abbildung 36: Angelötete Schalter



Abbildung 37: Platine am Einbauort

Die Platine sollte nun zwischen Pegelwandler und Gehäusewand Platz finden. Dazu wird die Platine seitlich unter den Pegelwandler geschoben (vgl. Abbildung 37).

Nachdem das Anhalten durchgeführt ist, geht es an die Beschaltung der Betriebswahlschalter. Der eine Schalter soll die Versorgungsspannung von den Batterien hin zum System unterbrechen – er ist also der Hauptschalter.

Um eine möglichst lange Betriebszeit des Batterieclips, der an den Batteriehalter angeschlossen wird (vgl. Abbildung 40) zu erzielen wird dieser mit Schrumpfschläuchen umwickelt und dadurch stabilisiert (vgl. Abbildung 38 und Abbildung 39).

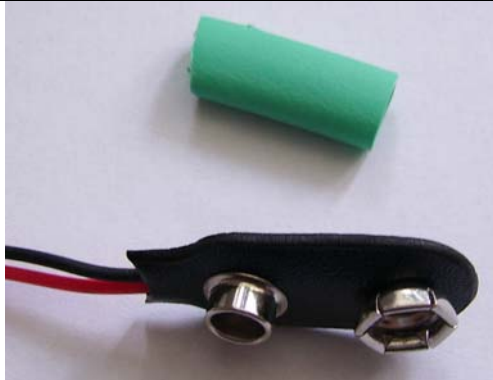


Abbildung 38: Schutz des Batterieclips (1)

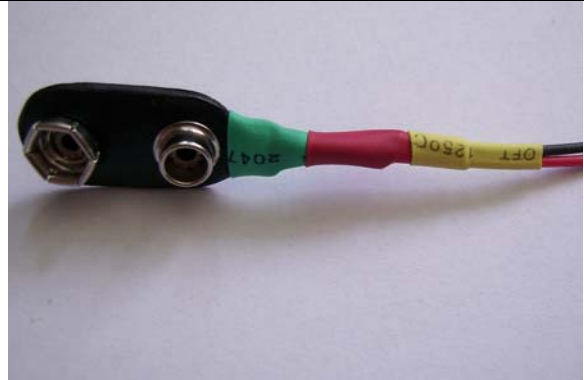


Abbildung 39: Schutz des Batterieclips (2)



Abbildung 40: Batterieclip auf Batteriehalter

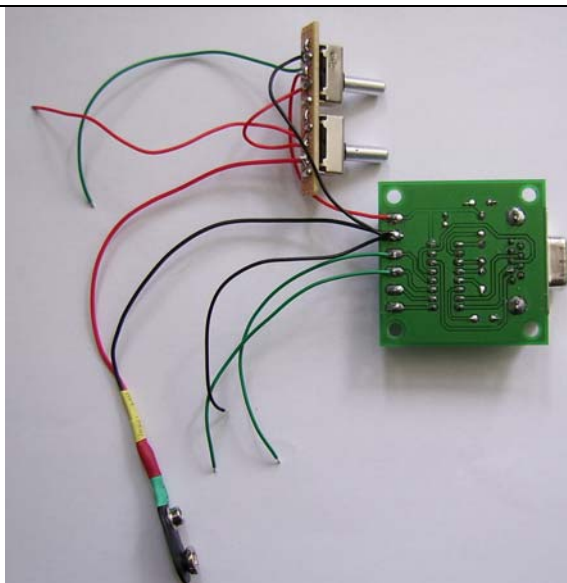


Abbildung 41: Beschaltung des Betriebswahlschalters

Schalter 1 (der untere in n.s. Abbildung):

Der Betriebswahlschalter 1 wird so beschaltet, dass 5 Volt Batterie an Schalter 1 gehen. Ist Schalter 1 ein, dann geht dessen Ausgang an den Eingang von Schalter 2 und zur Stromversorgung der großen Platine (freies rotes Kabel).

Schalter 2 dient dem Erkennen des Betriebsartzustands und dem Einschalten des Pegelwandlers. Daher wird mit Schalter 2 entweder der Ausgang von Schalter 1 oder aber Masse an den Ausgang des Schalters 2 gelegt. Am Ausgang des Schalters 2, ist die Versorgungsspannung (+5V) des Pegelwandlers und ein grünes Kabel, welches zur großen Platine geht, angeschlossen.

Ferner sind RXD und TXD und Masse des Pegelwandlers als Kabel angelötet.

Im nächsten Schritt wird die große Platine erstellt. Diese hat eine Größe von 80mm auf 60mm, mit einer Aussparung, an der Stelle der Betriebswahlschalter (vgl. Abbildung 42 und Abbildung 43). Die Platine erhält ferner 2 Bohrungen (vgl. Abbildung 43) mit einem Durchmesser von 3mm für die Montage auf der Grundkunststoffgehäuseeinheit.

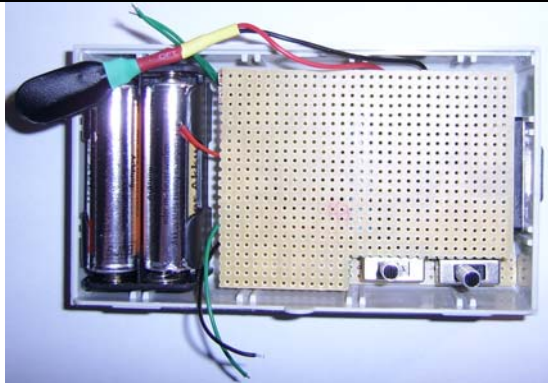


Abbildung 42: Dimension der großen Platine (1)

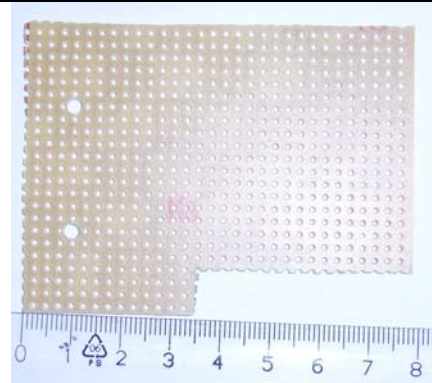


Abbildung 43: Dimension der großen Platine (2)

Um einen ausreichenden Vorrat an kurzen Litzen zu haben, empfiehlt es sich nun eine ausreichend große Menge an Litzen zu verzinnen und für den Einbau bereit zu halten (vgl. Abbildung 44).

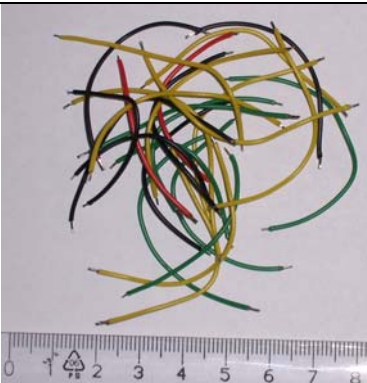


Abbildung 44: Verzinnte Litzen

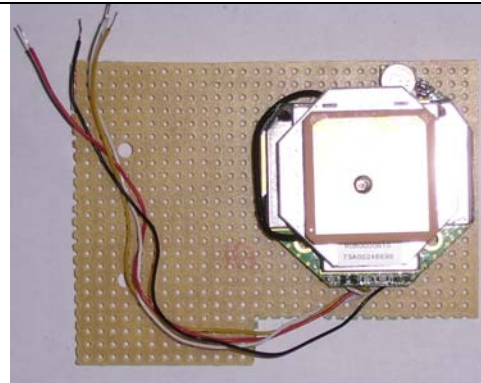


Abbildung 45: Platzierung der GPS-Maus

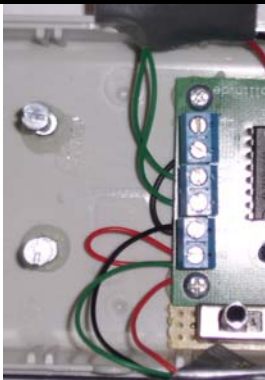


Abbildung 46: Befestigungen für die große Platine

Als erstes Bauteil wird die GPS-Maus auf der Platine mit Epoxykleber befestigt (vgl. Abbildung 45). Dabei werden gleichzeitig zwei Muttern auf der Grundgehäuseplatte befestigt, auf welchen die große Platine anschließend mittels Schrauben befestigt wird (Abbildung 46). Die große Platine sitzt dadurch auf der D-Subbuchse des Pegelwandlers und diesen zwei Schrauben auf.

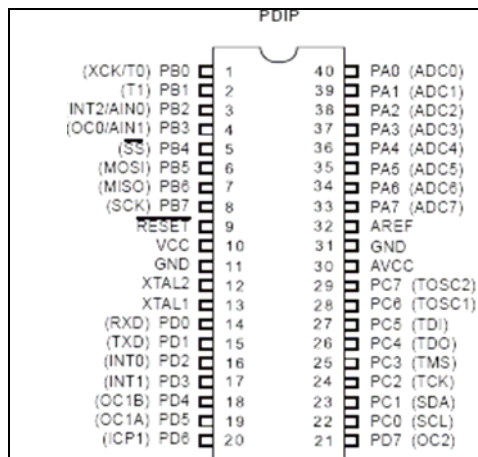


Abbildung 47: Pinbelegung Atmega32
(entnommen aus Datenblatt ATMEL)

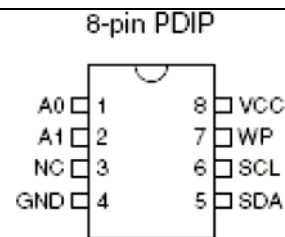


Abbildung 48: Pinbelegung EEPROM
(entnommen aus Datenblatt ATMEL)

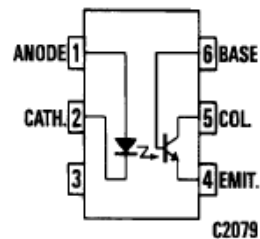


Abbildung 49: Pinbelegung 4N28
(entnommen aus Datenblatt QT)

Als zweites Bauteil wird der IC-Socket für den Atmega32 zusammen mit einem Kondensator zur Spannungsstabilisierung angebracht (vgl. Abbildung 50 und Abbildung 51). Der Kondensator wird zwischen Pin10 und Pin31 geschaltet. Pin 11 wird ebenfalls auf Masse geschaltet. Pin 32 und Pin30 werden auf Versorgungsspannung (+5V) geschaltet.

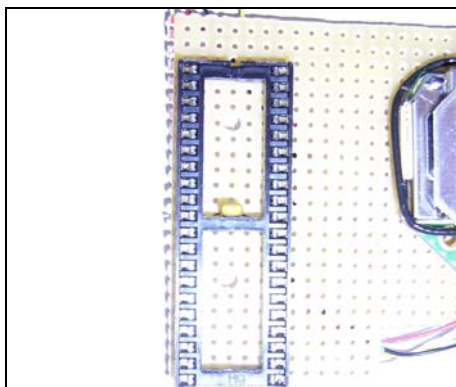


Abbildung 50: IC-Socket für Atmega32 mit Kondensator (oben)

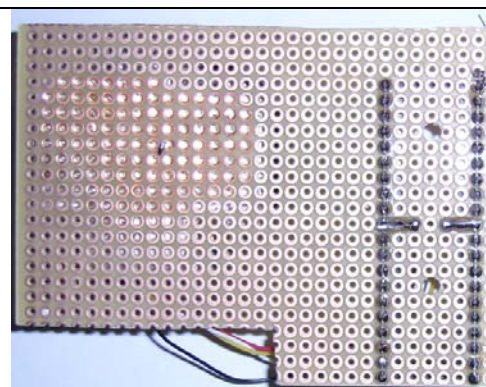


Abbildung 51: IC-Socket für Atmega32 mit Kondensator (unten)

Als drittes Bauteil wird der EEPROM auf der Platine angebracht. Dabei wird an Pin1, Pin2, Pin3, Pin4, Pin7 Masse angelegt. Pin 8 erhält die Versorgungsspannung (rotes Kabel in Abbildung 53). An Pin5 und Pin6 wird ein 10 KOHM Pullupwiderstand angelötet, welcher den Pin schnell gegen Versorgung zieht. Direkt an Pin5 und Pin6 wird jeweils eine grüne Litze angelötet. Pin5 des EEPROM geht dabei auf Pin23 des Atmega32 (SDA) und Pin6 des EEPROM auf Pin22 des Atmega32 (SCL) (vgl. Abbildung 53).

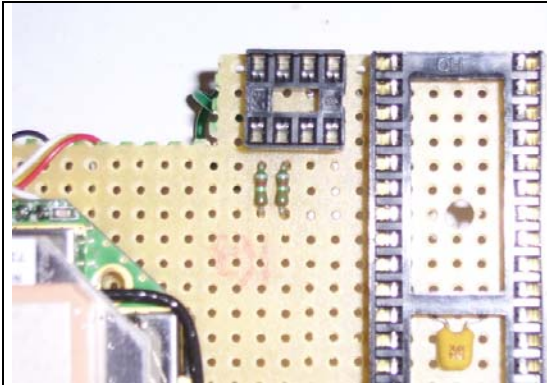


Abbildung 52: IC-Socket für EEPROM mit Kondensator (oben)

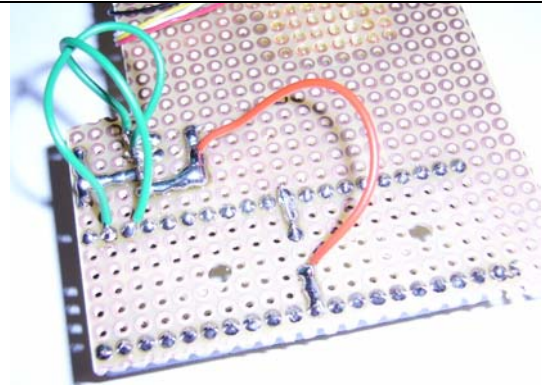


Abbildung 53: IC-Socket für EEPROM mit Kondensator (unten) (es fehlt das GND-Kabel)

Als viertes Bauteil wird die Status-LED (vgl. Abbildung 54), zusammen mit einem 250 Ohm Vorwiderstand auf die große Platine gesetzt. Die LED geht auf Pin7 des Atmega32 (vgl. Abbildung 55 - grünes Kabel). Ferner wird die LED auf ihrem Masseanschluss (kurzes Bein/ Kathode) auf Masse gelegt (vgl. Abbildung 55 - schwarzes Kabel).

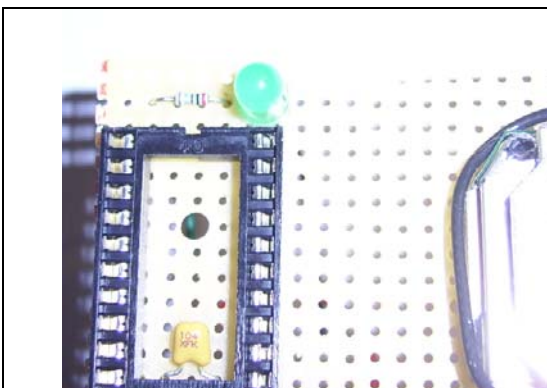


Abbildung 54: Status – LED (oben)

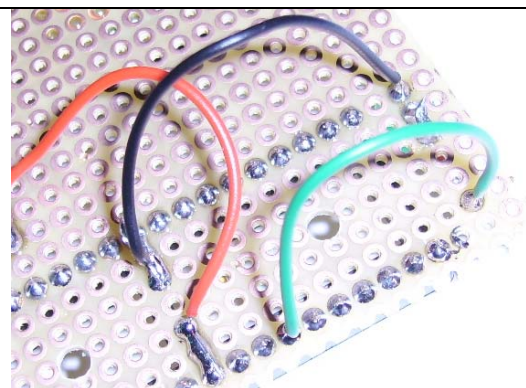


Abbildung 55: Status – LED (unten)

Als fünfte Bauteilgruppe werden nun die Optokoppler auf die große Platine aufgebracht (vgl. Abbildung 56). Dabei werden zunächst alle Pin1 der Optokoppler mit einem Vorwiderstand von 250 Ohm geschützt (vgl. Abbildung 57). Ferner werden alle Pin2 auf Masse gelegt (vgl. Abbildung 58).

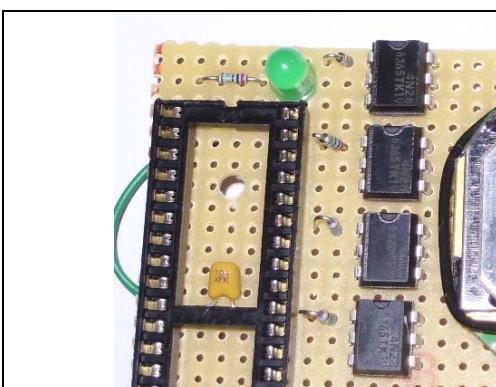


Abbildung 56: Optokoppler (oben)

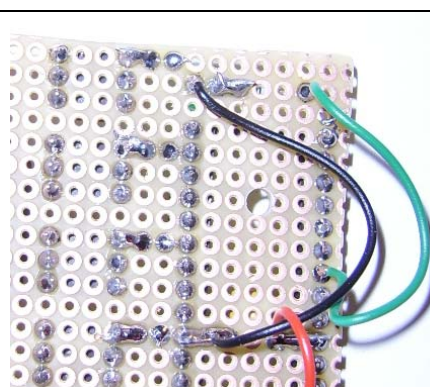


Abbildung 57: Optokoppler (unten 1)

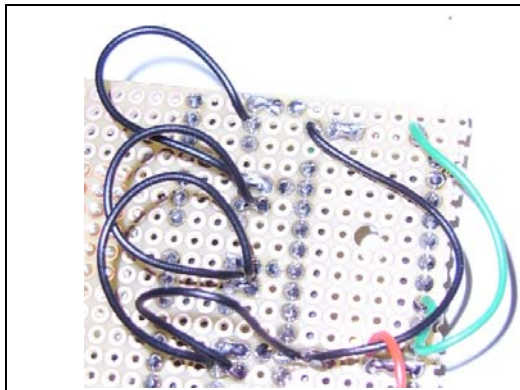


Abbildung 58: Optokoppler (unten 2)

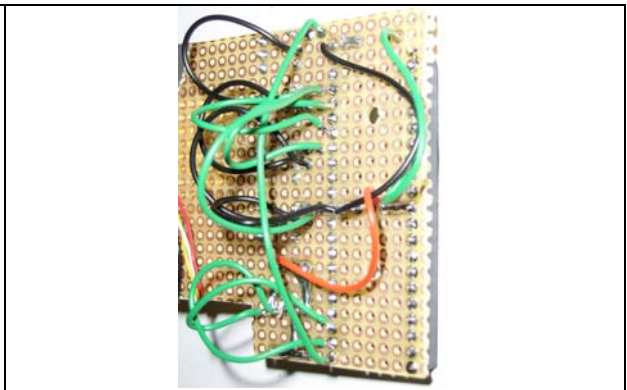


Abbildung 59: Optokoppler (unten 3)

Die Optokoppler tragen Bezeichnungen. Es gibt GPS_RX, GPS_TX, PC_RX, PC_RX. In diesem Fall sind in Abbildung 56:

Optokoppler (von oben)	Bezeichnung des Optokopplers	Anschluss an Pin (Atmega32)
1	RX_PC	21
2	TX_PC	37
3	RX_GPS	38
4	TX_GPS	39

Die Steuereingänge der Optokoppler (Pin1 des 4N28 an den Schutzwiderstand) werden nun an die jeweiligen Pins des Atmega32 angeschlossen (vgl. Abbildung 59).

Nun sind alle Bauteile auf der großen Platine untergebracht, wenn auch noch nicht alle beschaltet sind. Es folgt nun der Anschluss der GPS-Maus. Zunächst werden die feinen Litzen zugentlastet. Dazu werden die Litzen wie aus Abbildung 60 ersichtlich, durch die Punktraster gezogen. Die einzelnen Litzen werden wie folgt an das Restsystem angeschlossen.

Litzenfarbe (GPS-Maus)	Bezeichnung	Anschluss an
schwarz	Masse	Masse (schwarz)
rot	Versorgungsspannung	Versorgungsspannung (rot)
gelb	Datenausgang der Maus	TX_GPS – Pin5 OK4
weiß	Dateneingang der Maus	RX_GPS – Pin5 OK3

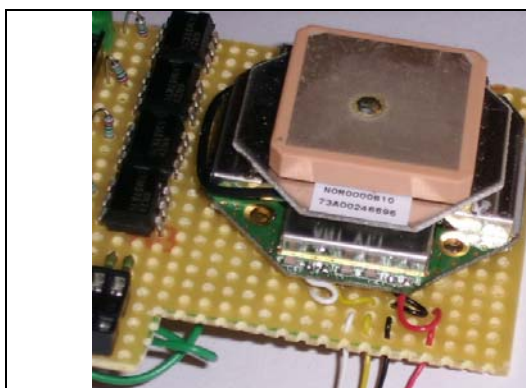


Abbildung 60: Zugentlastung der Anschlusskabel

Die Ausgänge der Optokoppler 1 und 3 – das ist jeweils Pin4 – werden gemeinsam auf TXD des Atmega32 gelegt (Pin15).

Die Ausgänge der Optokoppler 2 und 4 – das ist jeweils Pin4 – werden gemeinsam auf RXD des Atmega32 gelegt (Pin14).

An die Optokoppler 1 und 2 wird der Pegelwandler angeschlossen.

OK1: RXD → (Pegelwandler)

OK2: TXD ← (Pegelwandler)

An dieser Stelle wird der Betriebsartwahlschalter des zweiten Schalters der kleinen Platine direkt an Pin40 des Atmega32 angeschlossen.

3.7. Schritt 6 – Der Anschluss des Displays

Der Anschluss des Displays stellt eine kleine Herausforderung im Umgang mit dem LötKolben dar. Hier gilt es mit Fingerspitzengefühl die kleinen Anschlüsse zu treffen.

Es gibt prinzipiell zwei Möglichkeiten. Diese sind direktes Anlöten ans Display oder Anlöten an das Flachbandkabel (vgl. Abbildung 62). Ich habe mich hier für das direkte Anlöten entschieden (vgl. Abbildung 61).

Die Pinbelegung ist die Folgende:

Pinnummer am Display	Bezeichnung	Anschluss an
1	GND	GND
2	VCC	VCC
3	Kontrast	GND
4	RS	Pin6 am Atmega32
5		GND
6	Enable	Pin5 am Atmega32
7-10	Datenbit 0 bis Datenbit 3	GND
11	Datenbit 4	Pin1 am Atmega32
12	Datenbit 5	Pin2 am Atmega32
13	Datenbit 6	Pin3 am Atmega32
14	Datenbit 7	Pin4 am Atmega32
15-16		GND



Abbildung 61: Direktes Anlöten des Displays– dabei ist auf Zugentlastung der Litzen zu achten

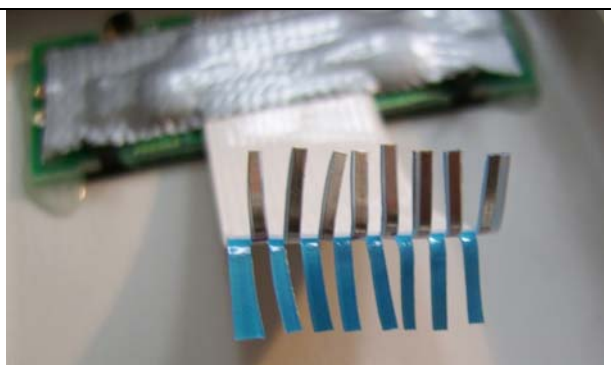


Abbildung 62: Alternative Indirektes Anlöten des Displays – dabei auf Isolierung achten

3.8. Schritt 7 – Endmontage

Nachdem nun alle Platinen verbaut sind, gilt es diese gemeinsam in das Gehäuse zu setzen. Die Versorgungsspannung wird von der kleinen Betriebsartwahlschalterplatine auf die große Platine gezogen und die große Platine mit den am Gehäuseboden angebrachten Muttern verschraubt (vgl. Abbildung 63). Anschließend wird der beschriebene Atmega32 in die Fassung eingesetzt (Abbildung 64). Wie der Atmega32 beschrieben wird, wird im folgenden Kapitel 4.1 näher erläutert.



Abbildung 63: Endmontage der Hauptplatine



Abbildung 64: Endmontage des Loggers

Bei der Montage ist darauf zu achten, dass die Litzen nicht die GPS-Maus verdecken, da diese sonst keinen Empfang hat. Nun sind noch die Akkus in den Batteriehalter einzulegen und dann kann es losgehen. Bevor der Strom eingeschaltet wird, sollte nochmals überprüft werden, ob alle Kabel richtig angeschlossen sind und sich keine Rückstände mehr im Logger befinden.

4. Datenauswertung und Bedienung

4.1. Aufspielen der Software auf den Atmega32

Dieser Vorgang erfolgt einmalig vor der ersten Inbetriebnahme des Loggers.



Abbildung 65: Fusebits mit PonyProg 2000

Das Aufspielen der Software kann direkt mit dem mitgelieferten HEX-File erfolgen. Der Atmega32 wird dabei mit Hilfe eines Programmiergeräts beschrieben. Dieses Programmiergerät ist nicht im Logger enthalten. Ein Beispiel für ein solches Programmiergerät ist das Pollin Evaluationsboard. Denkbar für Nutzer von Bascom ist natürlich auch ein Bootloader.

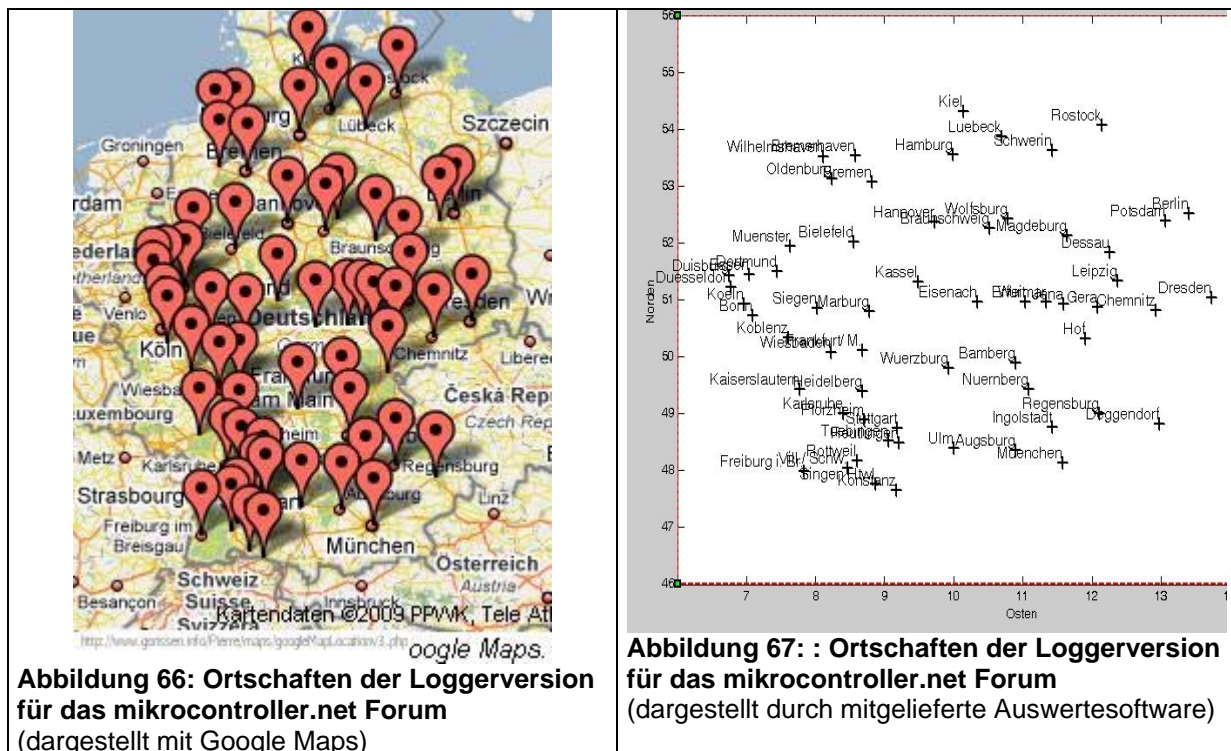
Wie auch immer der Chip nun beschrieben wird (ggF. JTAG), sollten die Configuration and Security wie aus Abbildung 65 ersichtlich gesetzt werden. Diese Einstellungen bedeuten, interner Oszillator mit 1 MHz und die Möglichkeit der Nutzung des JTAG.

4.2. Softwarefunktionen und Umfang der Software

Das mitgelieferte Softwarepaket umfasst neben der Software für den Logger, die als HEX-File und als Textdatei vorliegt, ebenfalls die Software, die zur Auswertung und Interpretation der geloggtten Dateien benötigt wird.

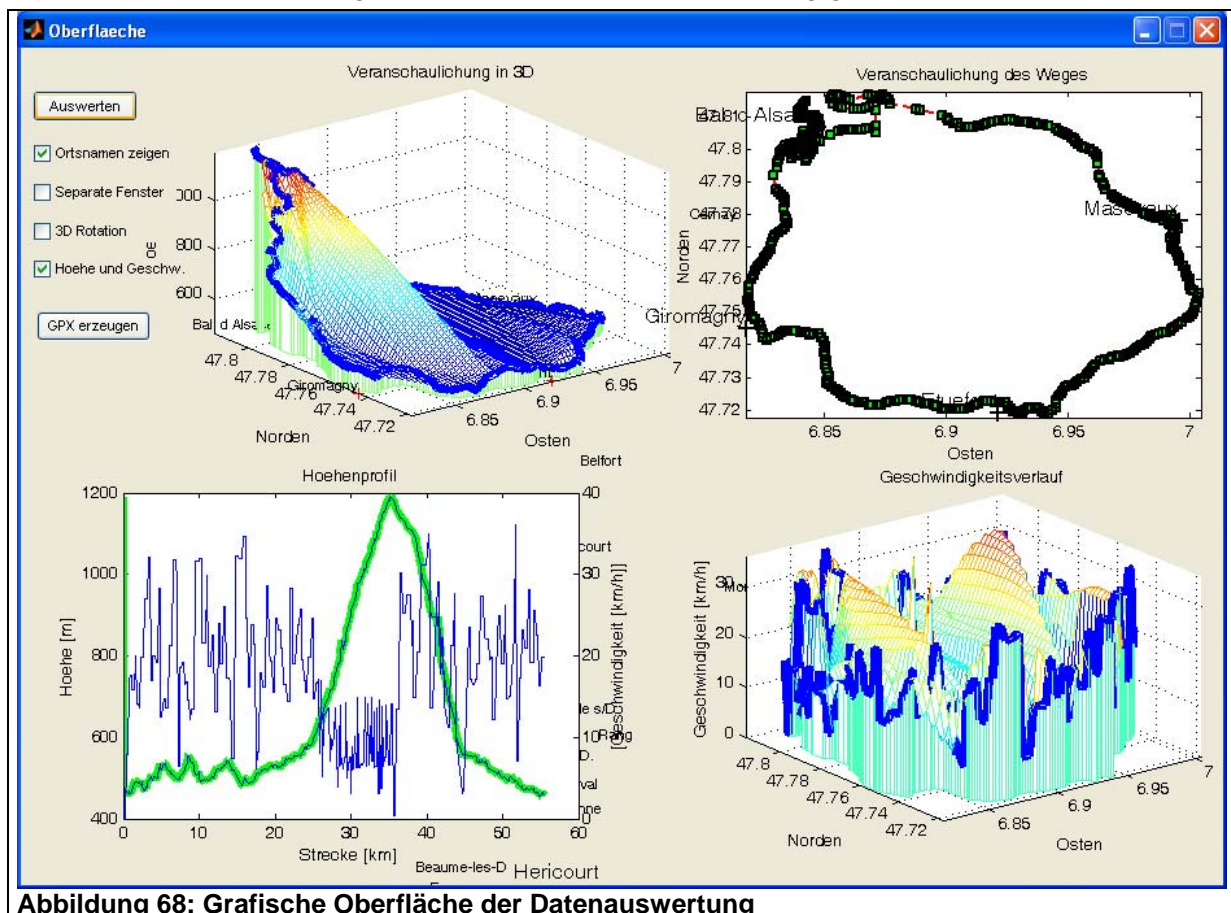
Die Loggersoftware

Die Software, die auf den Atmega32 geschrieben wird, umfasst das Standardpaket des Loggers. Dazu wurden, speziell für den deutschen Raum, 60 größere Ortschaften in den Datenbestand eingepflegt. Diese sind aus Abbildung 66 und Abbildung 67 ersichtlich.



Die Auswertesoftware

Die Auswertesoftware wurde ursprünglich in Octave entwickelt. Anschließend wurde mit Matlab/Simulink eine grafische Oberfläche hinzugefügt. Da Matlab/Simulink viel Geld kostet und keine wirklichen Vorteile gegenüber der kostenlosen Octave-Version hat (Octave ist Spitze!!!), wird es zukünftig nur noch eine Octave-Auswertung geben.



Bestehender Quellcode der Auswertung kann, bis auf die Oberfläche, problemlos aus dem m-File herauskopiert werden, um es in Octave auszuführen. Wer Matlab/Simulink in Version 2007a verwendet, der kann natürlich direkt die Figure-Datei ausführen und hat eine komfortable Oberfläche zur Verfügung.

In der Oberfläche ist ebenfalls die Möglichkeit gegeben, aus bestehenden Datensätzen eine GPX-Datei zu erzeugen. Mit dieser Datei kann dann direkt in Google Earth, Nasa World Wind, oder vergleichbaren Programmen, die Strecke mit real hinterlegter Umgebung dargestellt werden (vgl. Abbildung 69).

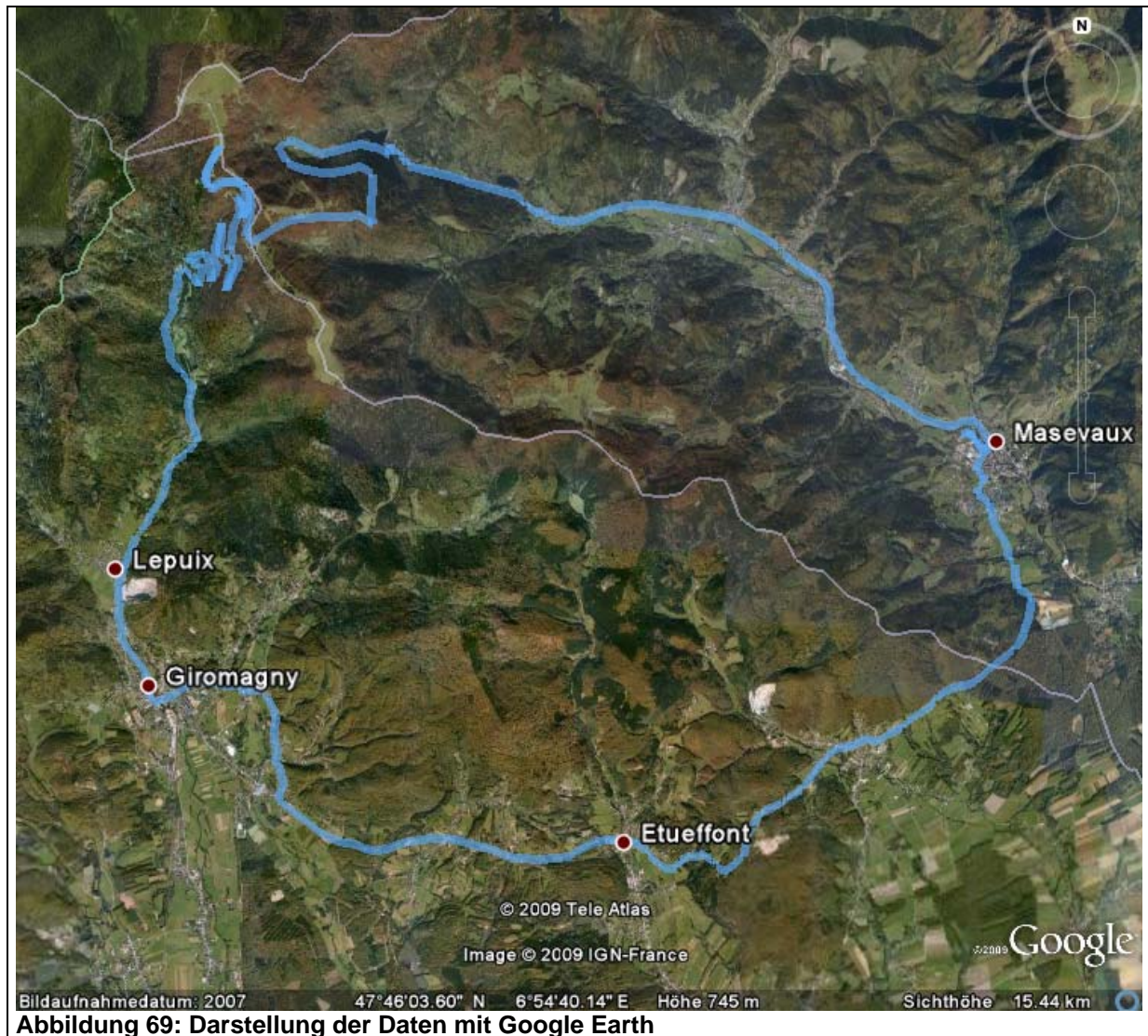


Abbildung 69: Darstellung der Daten mit Google Earth

4.3. Anzeigehalt des Loggerdisplays

Der Logger lässt sich sehr einfach bedienen. Alle für die Aufzeichnung relevanten Parameter werden, auch nach dem Abstellen des Loggers, im internen EEPROM des Atmega32 gespeichert. Ebenfalls die Datenpunkte bleiben auf dem 24C512 erhalten.

Über das Display des Loggers sind in wechselnden Abständen verschiedene Informationen sichtbar. Diese sind: Zeit, Höhe, Position, nächster Ort, zurückgelegte Strecke, benötigte Zeit und Speicherauslastung.



Abbildung 70: Willkommensbildschirm
Anzahl der Systemstarts und
Softwareversion des Loggers



Abbildung 71: Positionsausgabe
Zeit, Höhe, Position



Abbildung 72: Nächstgelegener Ort
Nächstgelegener Ort



Abbildung 73: Streckenangaben
Zurückgelegte Strecke, benötigte Zeit,
Speicherauslastung

Zu diesen Standardbildschirmen, gibt es drei weitere Bildschirm. Dies sind zwei Fehlermeldungen für einen vollen EEPROM-Speicher, sowie der Hinweis auf einen fehlenden, oder defekten EEPROM-Speicherbaustein.

Fehlermeldung	Fehler	Abhilfe
EEPROM Fehler!	Tritt bei Systemstart auf. Fehlt der EEPROM oder ist falsch angeschlossen, liefert die Selbstkontrolle diesen Fehler. Es ist nur noch das Fenster aus Abbildung 71 sichtbar.	EEPROM einsetzen, richtig anschließen oder Kontakte reinigen
Speicher voll!	Der EEPROM scheint voll zu sein.	EEPROM-Größe richtig einstellen oder EEPROM leeren.
PC-Modus	Logger zeigt keine Informationen an.	Schalter 2 schalten und neu starten.

4.4. Konfiguration des Loggers

Um den Logger zu konfigurieren bedarf es eines PCs, Handheld PCs, PocketPCs, oder eines Gerätes, dass irgendwie in der Lage ist, Daten über die serielle Schnittstelle auszutauschen und anzuzeigen.

Die Kommunikationseinstellungen sind:

4800 Bit/s, 1 Stopbit, keine Parität, keine Flusssteuerung.

Zur Kommunikation mit einem externen Gerät, muss der Betriebsartenwahlschalter 2 umgelegt werden. Es erscheint „PC-Modus“ im Display des Loggers. Anschließend wird, beim extern angeschlossenen Gerät, ein Bildschirm, wie in Abbildung 74 ausgegeben.

Das Menü kann intuitiv durch Eingabe von Zahlenwerten gefolgt von Enter (<CR> <LF>) gewechselt werden.

<pre> *****Konfigurationsmenue***** * * 1 - Entwickler * 2 - Datenausgabe * 3 - Kalibrierung * 4 - Softwarestand * 5 - GPS-Maus durchschalten * 6 - Hilfsprogramme * 7 - Menue verlassen * *Nummer eingeben mit ENTER bestaetigen* ***** </pre> <p>Abbildung 74: Konfigurationsmenü des Loggers</p>	<pre> ***** * 1 - Entwickler * * Board entwickelt von Niels Keller * Keine Garantie/ Gewährleistung * Experimentalstadium * Zusaetzliche Anmerkungen * *****mikrocontroller.net Version***** * * Diesen Text aendern? (1 = ja) * ***** </pre> <p>Abbildung 75: Menüpunkt 1</p>
<pre> * 3 - Kalibrierung * * *Aktuelle Schrittweite: 1.0m* * Diesen Wert aendern? (1 = ja) * *Aktuelle Genauigkeit: 10.0m* * Diesen Wert aendern? (1 = ja) *Aktuelle EEPROM-Groesse: 5333 Messpunkte *Groesse in Kilobit: 511968 kBit * Diesen Wert aendern? (1 = ja) </pre> <p>Abbildung 76: Menüpunkt 3</p>	<pre> ***** * 4 - Softwarestand * * * Version 0.3 - 60 Orte * Rottweil, den 03.08.2009 * ***** </pre> <p>Abbildung 77: Menüpunkt 4</p>
<pre> *Hilfsprogramme* EEPROM-TEST - 1 Datenwiederherstellung - 2 - </pre> <p>Abbildung 78: Menüpunkt 6</p>	<pre> Gesendet: 30 Gelesen: 30 **Teilttest OK** **Test <<Speicherfunktion fuer Integer>>** ***Integer-Wert?*** Geschrieben: 3 Gelesen: 3 **Test <<Speicherfunktion fuer Single>>** ***Single-Wert?*** Geschrieben: 3.450000044 Gelesen: 3.450000044 ***EEPROM OK*** **Test beendet** </pre> <p>Abbildung 79: EEPROM- Test (Menüpunkt 6-1)</p>

Zu Abbildung 75: Im Logger kann eine zusätzliche Notiz hinterlegt werden. Dies ist z. B. dann sinnvoll, wenn im Speicher besondere Datensätze stehen, o. ä.

Zu Abbildung 76: Durch die Kalibrierung kann der Logger personalisiert werden. So kann man ihn den aktuellen Bedürfnissen anpassen.

- Schrittweite: In welchen Abständen werden einzelne Messpunkte aufgenommen?
 - Beim Radfahren sind hier 30 Meter optimal. (160 km)
 - Beim Autofahren sind 200 Meter angepasst. (1066 km)
- Genauigkeit: Wie gering muss die Genauigkeit der Messung sein, damit ein Punkt abgespeichert werden soll?
 - Im bewaldeten Gebieten sollte dieser Wert bei ungefähr 6 Meter liegen.
 - Auf offener Strecke sind 3 Meter optimal.
- Größe des EEPROMS: Welcher EEPROM wird verwendet?
 - Die Angabe erfolgt hier nach Groesse in Kilobit. Der Logger errechnet daraus die Anzahl der Messpunkte. EEPROMs vom Typ 24C04 werden nicht unterstützt.

Zu Abbildung 77: Gibt die aktuelle Loggersoftwareversion aus.

Zu Abbildung 78: Es gibt zwei Hilfsprogramme. Dies sind ein EEPROM-Test und eine Datenwiederherstellung.

➤ EEPROM-Test:

- Der EEPROM-Test überprüft, ob der EEPROM korrekt geschrieben und gelesen werden kann. Dieser Test wird automatisch bei jedem Start des Loggers (unbemerkt vom Anwender) ausgeführt. Ein Beispiel für einen solchen Test ist in Abbildung 79 aufgeführt.

➤ Datenwiederherstellung:

- Mit der Datenwiederherstellung ist es möglich Datensätze auch nach erfolgtem Auslesen wieder lesbar zu machen. Dies geht solange bis der jeweilige Datensatz überschrieben wird. Wird z. B. die Software des Atmega32 ausgetauscht, so können die alten, auf dem EEPROM befindlichen, Datensätze erneut ausgelesen werden.

4.5. Die Datenausgabe des Loggers

Um Datensätze vom Logger auszugeben, muss ein Programm diese auf dem PC aufzeichnen. Dafür eignet sich das Programm Hyperterminal (Abbildung 80).

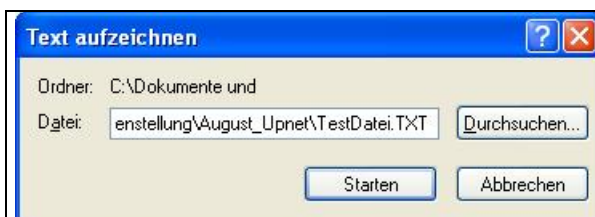


Abbildung 80: Datenaufzeichnung mit Hyperterminal

834	48.162429808	8.611039159	726
834	48.162376402	8.611096379	726
834	48.162391661	8.611089704	726
834	48.162429808	8.611067768	729
834	48.162429808	8.611051556	732
835	48.162429808	8.611029622	728
835	48.162429808	8.611001012	725
835	48.162429808	8.6109848	723

Abbildung 81: Auszug aus einem Datensatz



Abbildung 82: Auszug aus einer Übertragung

Die Datensätze kommen ASCII-formatiert aus dem Logger (vgl. Abbildung 82). Um diese durch die bereits beschriebene Software auslesen zu können, müssen diese von zusätzlichen Textschnipseln getrennt werden. Dies erfolgt recht einfach durch ein Editorprogramm wie z. B. Notepad. Anschließend sind die Datensätze für die Software lesbar (vgl. Abbildung 81).

5. Erweiterung

5.1. Ändern der Loggersoftware

Die Loggersoftware ist in Bascom geschrieben. Bascom ist – warum auch immer - nicht beliebt, obwohl es Sprachen wie C in vielen Punkten ebenbürtig ist. Da eine C-Adaption nicht geplant ist, wird sich an der Sprache nichts ändern. Um Änderungen vorzunehmen, muss folglich der Bascomtext umgestellt werden.

Eine Änderung wird hier beschrieben. Dabei handelt es sich um das Hinzufügen von zusätzlichen Ortschaften. Diese Prozedur ist zugegeben etwas länglich. Daher befindet sie sich auch im Anhang.

Zunächst einmal muss eine Liste der Ortschaften, um welche der Logger erweitert werden soll angefertigt werden. Diese Liste wird in einer Wordtabelle erstellt, die wie aus Abbildung 83 ersichtlich, eine eigenwillige Formatierung aufweist.

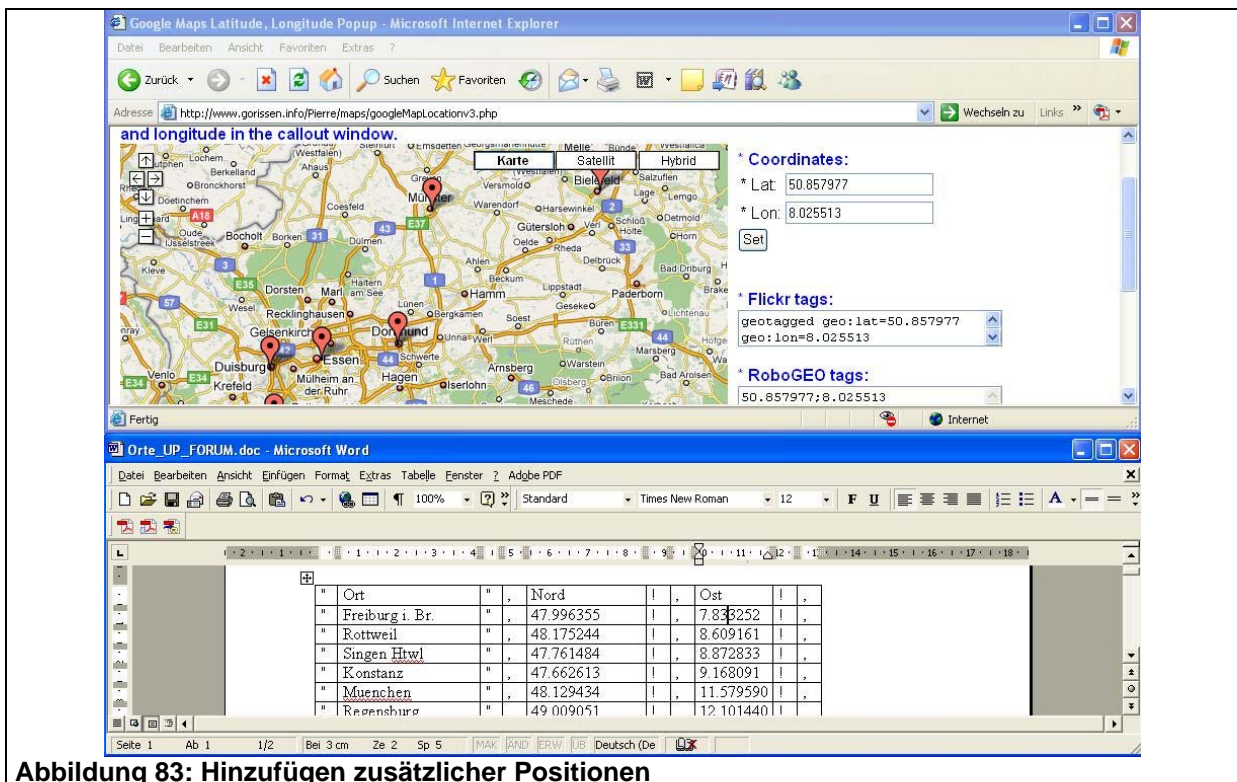


Abbildung 83: Hinzufügen zusätzlicher Positionen

Nach Abschluss dieser Tätigkeit wird die Tabelle umformatiert und dazu ein Editor kopiert.



Abbildung 84: Kopieren der Orte ...

Abbildung 85: ... in Notepad und Ersetzen ...

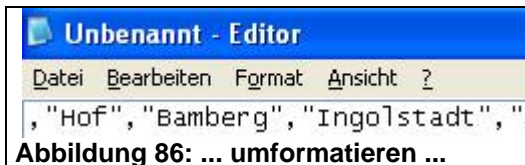


Abbildung 86: ... umformatieren ...

Ortsname:
Data "Freiburg i. Br.", "Rottweil", "Singen Htwl",

Abbildung 87: ... so dass es bascomkonform wird.

Das Ganze wiederholt man für die Ost/Nord-Koordinaten.

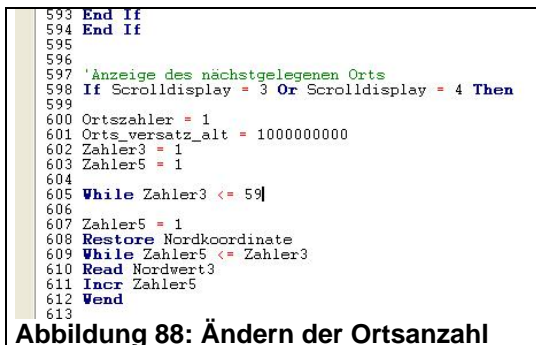


Abbildung 88: Ändern der Ortsanzahl

Um zu überprüfen, ob die Koordinaten stimmen, verwendet man Octave und ergänzt die entsprechenden Dateien Ost.txt, Nord.txt sowie das Ortscellarray um die neuen Orte. Man erhält dann von Octave die Anzahl der Ortschaften.

Diese Anzahl muss im Bascom Quelltext eingetragen werden (bei 60 Ortschaften wird 59 eingetragen).

Nach Abschluss der Änderungen wird das neue Hex-File auf den Atmega32 gezogen.

5.2. Geplante Erweiterungen

Logger

Geplant sind Erweiterungen im Bereich der Landkartenfunktion. Dazu wird es eine MMC-Kartenlösung geben, die bereits in Vorbereitung ist. Auf dieser werden dann, sortiert nach Längen und Breitengrad, alle größeren Ortschaften hinterlegt sein. Dazu kommt ein Grafikdisplay, sowie an Stelle der seriellen Schnittstelle ein USB-Serielladapter, auf der Grundlage von CDC.

Auswertung

Die Auswertung wird auf vollständig auf Octave umgestellt. Die Bedienung wird teilautomatisiert durch ein Turboprogramm gesteuert.

5.3. Dateien, die mitgeliefert werden

