

Robert Tyrakowski
DK7NT
Goldbachstr. 1
83052 Bruckmühl-Götting
dk7nt@qsl.net
<http://www.qsl.net/dk7nt>

Miniatur GPS-Empfänger für Out-door- und Fahrzeugnavigation.

Eine der am häufigsten gestellten Fragen bei Fahrten mit dem Auto oder bei Wanderungen in unbekannten Gegenden, ist wohl :
“ Wo bin ich denn jetzt eigentlich ? ”

Aufgabenstellung:

Nachdem es immer wieder vorkommt, dass man bei Wanderaktivitäten unterschiedlichster Art trotz Landkarte sehr häufig sich nicht mehr sicher ist auf dem richtigen Weg zu sein oder viele Kilometer Umweg und Zeitverlust bei Autofahrten in Kauf nehmen muss, liegt die Erkenntnis und der Entschluss nahe: Das passiert mir nicht noch einmal. Im Zeitalter der Satellitennavigation müsste es doch möglich sein, sich mit einem Equipment auszurüsten, welches eine ausreichende Hilfestellung bei der Bestimmung des eigenen Standortes sowohl bei Autofahrten, als auch bei Unternehmungen zu Fuß gibt.

Das Angebot an käuflichen GPS-Gerätschaften ist groß. Es reicht von Handheld GPS-Receiver mit mehr oder weniger guten Displays für den transportablen Einsatz, bis hin zur Lösungen mit erstklassigen Displays und Programmen für die Fahrzeugnavigation. Sucht man jedoch nach einem Gerät, dass die guten Eigenschaften der jeweiligen Lösung in einem vereint, dann wird es zunehmend schwieriger.

Welches sind die Anforderungen an ein tragbares Navigationssystem die für die oben genannten Anwendungsfälle subjektiv betrachtet als optimal erscheinen?

Anzeige

- o Kleine, leichte Anzeigeeinheit mit möglichst großem Farb-Display welches eine Landkarte in ausreichender Qualität darstellen kann (sozusagen als Papierersatz der Landkarte). Die Bereitstellung von stilisierten Karten oder gar nur die Anzeige von geographischer Länge und Breite ist unbefriedigend und schreckt eher ab solche Geräte zu benutzen.
- o Software zur Darstellung von Karten und Navigations-Software muss verfügbar sein.
- o Kartenmaterial guter Qualität und mit ausreichender Auflösung
- o einfache Bedienung
- o eigene Stromversorgung mit geringer Stromverbrauch

GPS Empfänger

- o so klein wie möglich bei geringstem Gewicht
- o eigene Stromversorgung mit geringem Stromverbrauch: Die Auswahl von diversen stromsparenden Modi ist sehr hilfreich , da bei Out-door Anwendungen nicht ständig die Position verfügbar , aber das System im “hot-standby” sein muss .
- o abgesetzte Antenne : Sowohl im Fahrzeug als auch bei tragbarem Einsatz ist es sehr nützlich die Antenne optimal zu positionieren ohne dadurch die Qualität der Anzeigeeinheit und die Ablesbarkeit durch ungünstige Position zu beeinträchtigen. Außerdem erlaubt dies erst stromsparende “hot-standby” Betriebsarten.

Aufgrund dieser Kriterien kamen Lösungen wie Einhandgeräte von Garmin oder Magellan etc. nicht in Frage. Diese hätten zwar den Vorteil relativ preiswert zu sein, würden aber objektiv betrachtet zu viele Kompromisse von vorne herein bedeuten.

Die Wahl fiel schließlich auf eine Lösung, die zugegebenermaßen nicht die billigste Lösung ist, aber dafür einen akzeptablen Kompromiss zwischen den gewünschten Eigenschaften, der Flexibilität des Systems und der Handhabbarkeit bietet. Eine Kombination aus separatem Anzeigeteil und separatem GPS-Empfänger mit abgesetzter Antenne, versprach am nächsten an die gewünschte Ideal-Lösung zu kommen.

Die Anzeigeeinheit:

Fast alle benötigten Eigenschaften des Anzeigeteils für die beabsichtigte Anwendung, bieten sogenannte PDAs (**P**ersonal **D**igital **A**ssistent). Das sind tragbare PCs (Pocket PCs) die von diversen Herstellern angeboten werden. Sie haben die Größe einer Postkarte, haben keine Tastatur, jedoch ein erstaunlich gutes Farbdisplay, welches Kartenmaterial mit hoher Güte darstellen kann. Es ist normalerweise ein PC-ähnliches Betriebssystem (Microsoft WindowsCE) vorhanden und sie können von jedem der PCs kennt bedient werden. Anstelle der Tastatur benutzt man zur Eingabe eine Art Stift, der über das druckempfindliche Display (touch screen) nahezu die gleiche Funktionalität eines PC zulässt. Ebenso wie für PCs, ist für PDAs ein fast unerschöpfliches Reservoir von Programmen und Tools vorhanden, die auch für Navigationsanwendungen keine Wünsche offen lassen.

Darüber hinaus lassen sich mit einem PDA weitere interessante Aufgaben bewältigen, die nichts mit Navigation zu tun haben (z.B. Termine organisieren, Adress-Memo, Callbook, Entfernungsberechnung etc.).

Der GPS-Empfänger:

Da weder sog. GPS-Mäuse, noch GPS-Module, die in den Compact-Flash Slot eines PDA eingesetzt oder als Jacket zum PDA hinzugefügt werden, den gewünschten Komfort bieten konnten, wurde ein Eigenbau erstellt, der exakt auf die benötigten Eigenschaften zugeschnitten wurde. Wird der CF-Slot benutzt, fehlt fast immer externer Speicher und wer möchte außerdem schon ständig mit dem Navigationsgerät in der Hand herumlaufen, damit die Antenne Satelliten sieht und der GPS-Empfänger arbeiten kann.

Da es jedoch keinen Sinn macht, gegen kommerzielle GPS-Empfängerentwicklungen zu konkurrieren, wurde hier auf ein käufliches OEM-GPS Modul zurückgegriffen. Einer der derzeit wohl kleinsten GPS-Empfängermodule ist der TIM der Schweizer Firma i-blox [1]. Er hat die Abmessungen 25,4 mm * 25,4 mm und ist nur 3 mm hoch. Dabei ist das Gewicht nur 3 g. Das Modul ist in einem SMT Gehäuse zur Oberflächenmontage untergebracht. Ausgerüstet ist es mit einem Mikroprozessor, mit Programm- und Datenspeicher, sowie mit RS232 Schnittstellen zur Kommunikation mit der Umwelt. Das HF-Teil ist mit einem **SiRFstarII (GSP2e & GRF2i)** Chipsatz bestückt, der einen Empfang von gleichzeitig 12 Satelliten ermöglicht. Die Stromaufnahme bei 3.3 V ist sehr gering und kann durch die Wahl verschiedener stromsparender Betriebsarten noch weiter gesenkt werden. Zum Betrieb des Empfängermoduls ist lediglich eine Versorgungsspannung, eine Antenne und eine Verbindung über V24 zum PDA oder einer sonstigen Auswerteeinheit erforderlich. Auch für Differential GPS (DGPS) ist der kleine Empfänger ausgelegt. Dafür steht eine zweite serielle Schnittstelle zur Verfügung. Neue Firmware können über ein i-blox Tool in das Flash ROM programmiert werden. Für Normalfrequenzanwendungen steht ein hochgenauer 1PPS Puls zur Verfügung. Das Blockschaltbild des GPS-Empfängermoduls TIM ist in Bild 1 zu sehen. Tabelle 1 fasst die wesentlichsten technischen Daten des TIM zusammen.

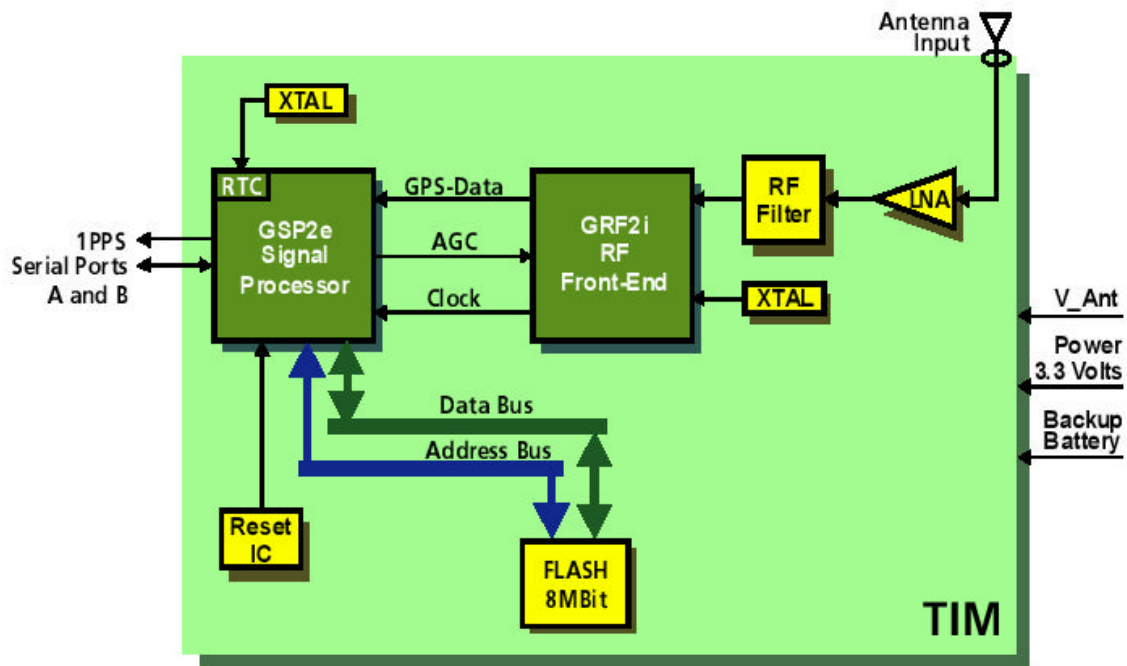


Bild 1: Blockschaltbild des μ -blox TIM GPS Empfängers

Ein Datenblatt und weitere sehr interessante Hinweise zu diesem GPS-Empfänger und zu GPS allgemein kann auf der μ -blox Homepage eingesehen werden [1].

Technische Daten und Features:

GPS Chip Satz:	SiRFstar ^{II} (GSP2e & GRF2i)
Daten Interface:	8 Mbit Flash ROM
Daten Protokolle:	2 x RS232
	1 x 1PPS Output
	NMEA-0183.
	GiRF binary Format
	RTCM-SC104 für DGPS
Versorgungsspannung:	3.3 V (+/- 10%),
	140 mA continuous
	Power Save Mode:
	50 mA (at 1 sec. up-date)
	10 mA (at 8 sec. up-date)
Temperaturbereich:	Industrieller Temperaturbereich
	(-40 bis +85 °C)
Abmessungen:	ca. 25,4 mm x 25,4 mm x 3 mm
HF-Anschluß:	für passive oder active Antenne
Databackup:	externe Batterie 1,6 ...3,7V

Tabelle 1. Übersicht über die wichtigsten technischen Daten des TIM

Die Schaltung:

Das Blockschaltbild im Bild 2 zeigt die Funktionsgruppen des kompletten GPS-Empfängers.

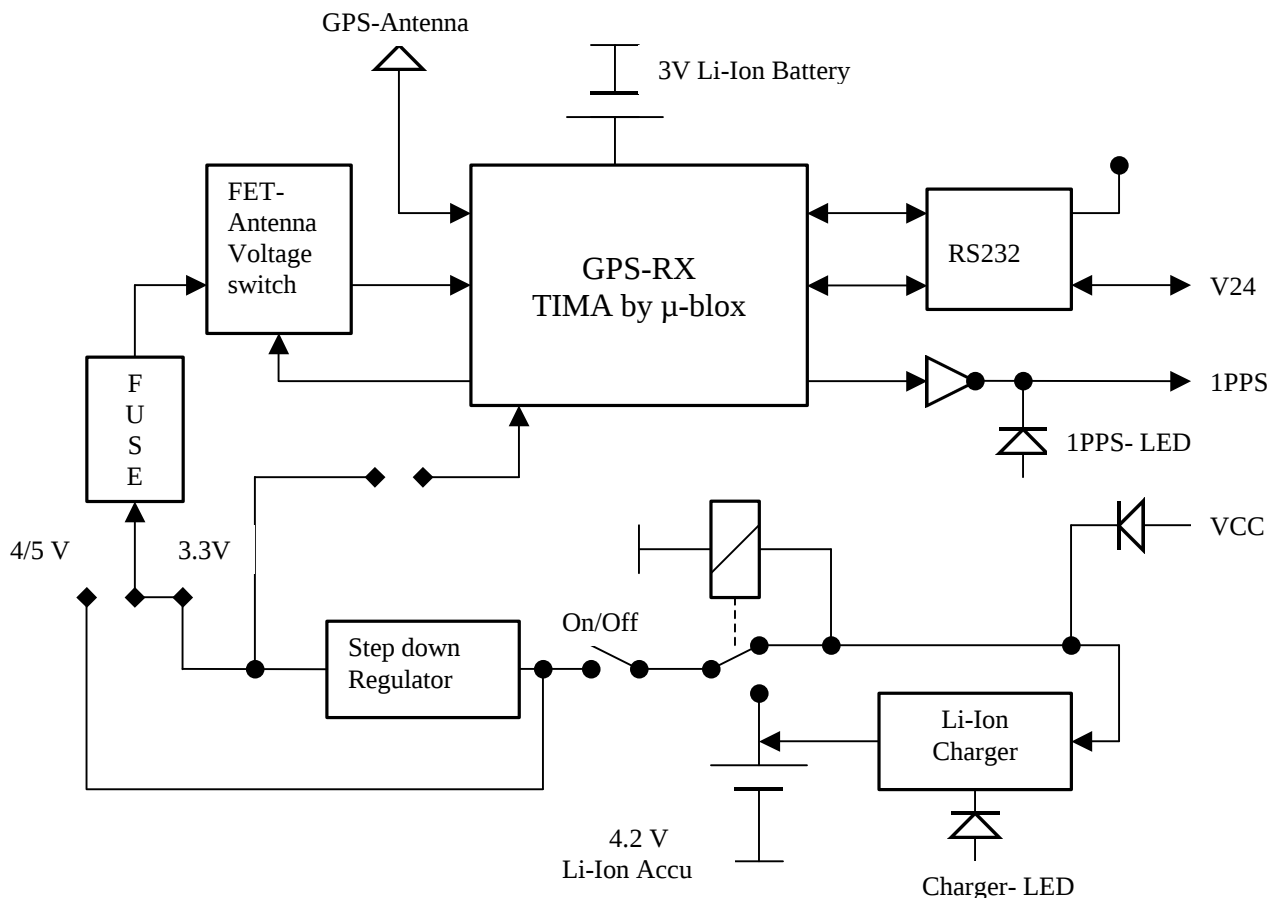


Bild 2. Blockschaltbild des Out-door GPS Empfängers.

Die zusätzliche Beschaltung des OEM-GPS Moduls besteht in erste Linie aus der Stromversorgung, einem Li-Ionen Akku, einer Ladeelektronik für den Akku, den V24-Transceivern zum PDA und einer Elektronik die die Stromversorgung zur Antenne abschaltet wenn der GPS-Empfänger sich "schlafen legt".

Der Schaltplan ist in Bild x, Bild y und Bild z aufgeführt.

Die Stromversorgung des Empfängers übernimmt ein Subminitur Schaltregler MAX1692 von Maxim [9]. Der Schaltregler ist so gewählt, dass er die Versorgung des Empfängers entweder über einen eingebauten Li-Ion Akku oder aus dem USB-Anschluss eines Notebook sicherstellen könnte. Ansonsten dürfen an die Versorgungsklemmen 5V bis 6V angelegt werden. Für den Betrieb an der Autobatterie oder stationär an Netzteilen gibt es einen zusätzlichen externen Schaltregler der aus 8V bis 16V die nötige Spannung von ca. 6V für das Modul erzeugt. Ein Relais, das nur erregt wird wenn eine externe Spannung anliegt, klemmt den Akku vom Modul ab und schaltet das integrierte Ladegerät an.

Das integrierte Ladegerät (MAX1811) lädt den Akku immer wenn eine externe Spannung zwischen 5.5 V und 6 V von extern anliegt. Durch das Relais wird der Akku vom Verbraucher abgekoppelt. Die Stromversorgung des Empfängers erfolgt dann von extern. Eine LED zeigt

den Ladestatus an. Der Akku bleibt immer angeschlossen , kann aber nicht überladen werden.

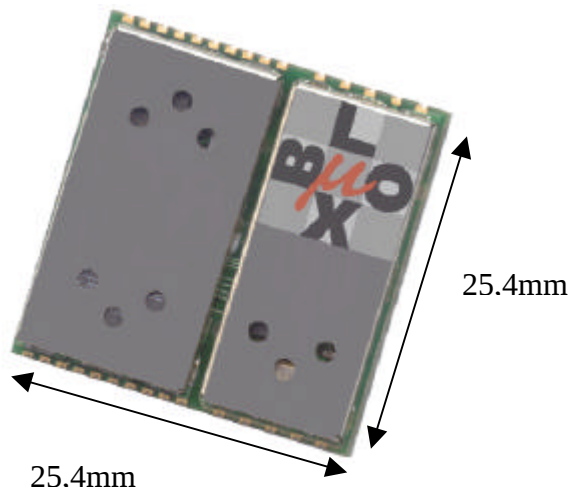


Bild 3: TIMA in Briefmakengröße.

Beim Anschluss von aktiven Antennen ist eine Versorgungsspannung des Verstärkers in der Antenne nötig. Diese Spannung liegt zwischen 3 V und 5 V. Je nach Antennentyp kann entweder die interne 3.3 V Versorgung vom Schaltregler oder per Jumper die externen 5 V bis 6 V gewählt werden. Über eine Verpolungsschutzdiode ist dann die Antennenspannung im zulässigen Bereich. Eine Multifuse-Sicherung sorgt bei Kurzschluss am Antenneneingang für ausreichenden Schutz der internen Elektronik.

Zur weiteren Senkung des Stromverbrauchs sorgt eine zusätzliche Elektronik für das Abschalten der Antennenspannung in den Betriebspausen wenn der GPS-Empfänger in einer der Stromsparbetriebsarten arbeitet.

Als V24-Transceiver wurde der MAX3232 von Maxim gewählt [9] . Der 3.3 V Transceiver kann direkt ohne zusätzliche Klemmschaltung mit dem TIM verbunden werden. Da im Normalbetrieb nur eine Schnittstelle zum PDA nötig ist, ist auch nur eine serielle Schnittstelle herausgeführt. Für die zweite Schnittstelle sind nur internen Anschluss auf Pfostenstecker verdrahtet, falls der Zugang einmal nötig sein sollte.

Zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit der Real-Time Clock und zum Speicher des Almanachs bei ausgeschaltetem GPS-Modul, ist eine standard Li-Ion Batterie vorhanden, die nach ca. 2 Jahren verbraucht ist und ausgetauscht werden muss.

Die Platine:

Sämtliche Bauteile sind in SMD-Technik ausgeführt um optimal den verfügbaren Platz ausnutzen zu können. Die zugehörige Platine ist zweiseitig mit Leiterbahnen versehen und durchkontaktiert. Deshalb musste auch auf professionelle Fertigung zurückgegriffen werden. Bild 6 und Bild 7 zeigen die bestückte Platine, die wegen der Bauhöhe des Akkumulators in der Mitte getrennt und zweistöckig verlötet wird.

Da der Einbau der Antennenbuchse, des Ein/Ausschalters und der Kabeldurchführung einerseits und das GPS-Modul andererseits etwas mehr Platz benötigt, muss die Platine vorher bearbeitet , d.h. getrennt und mit entsprechenden Aussparungen versehen werden.

Gehäuse, Bedienelemente und nächste Version:

Als Bedienelemente ist nur eine Miniatur EIN/AUS-Schalter vorgesehen, eine LED für die Ladekontrolle und eine LED für den 1PPS Puls. Als Antennenanschlussbuchse wurde ein SMA Steckverbinder benutzt. Die Stromversorgung und die V24 Verbindung werden über ein festverdrahtetes Kabel das über eine metallene Kabeltülle herausgeführt wird, an einen SUB-D Stecker geführt oder direkt mit dem PDA verbunden.

Die aufgebauten Prototypen wurden zunächst in ein nicht allgemein verfügbares Gehäuse gesetzt. Eine überarbeitet und noch etwas weiter verkleinerte Version wird in ein käufliches Gehäuse (SERPAC Nr. M-4) eingepasst werden. Diese Version wird dann auch anstelle des fest verdrahteten V24-Anschlusskabels, eine Steckmöglichkeit wie sie von Handys bekannt ist bekommen.

Die Abmessungen (ohne Stecker) sind dann 7,1 cm * 5,6 cm * 1,8 cm und das Gewicht weniger als 150 Gramm inklusive Akku.

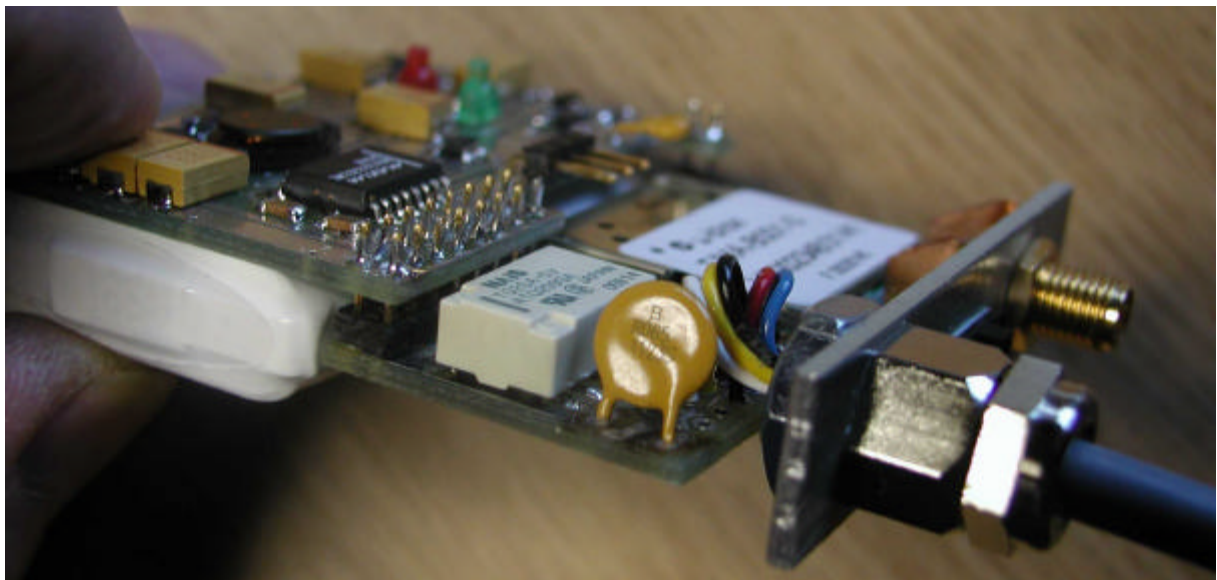


Bild 4. Doppelstöckiger Aufbau der GPS-RX Platinen.

Bestückung:

Bild 6 zeigt die Bestückung der Oberseite auf der die meisten Bauteile untergebracht sind. Die Brücke SJ100 sollte zunächst nicht bestückt werden. Wichtig ist, dass alle SMD Bauteile beim Auflöten plan auf der Platine aufliegen. Zu aller erst sollte der TIMA eingelötet werden, weil man durch den zweistöckigen Aufbau seine Lötstellen nicht mehr richtig erreicht. Besondere Sorgfalt muss man beim Einlöten des Schaltreglers walten lassen. Es handelt sich um ein superkleines IC im sog. **imax** Gehäuse mit 0,5 mm Rasterabstand! (Eine Lupe sowie geeignetes Lötgerät ist durchaus angebracht)



Bild 5. GPS-RX Unterseite mit Li-Ion Akku und Li-Ion Backup Batterie.

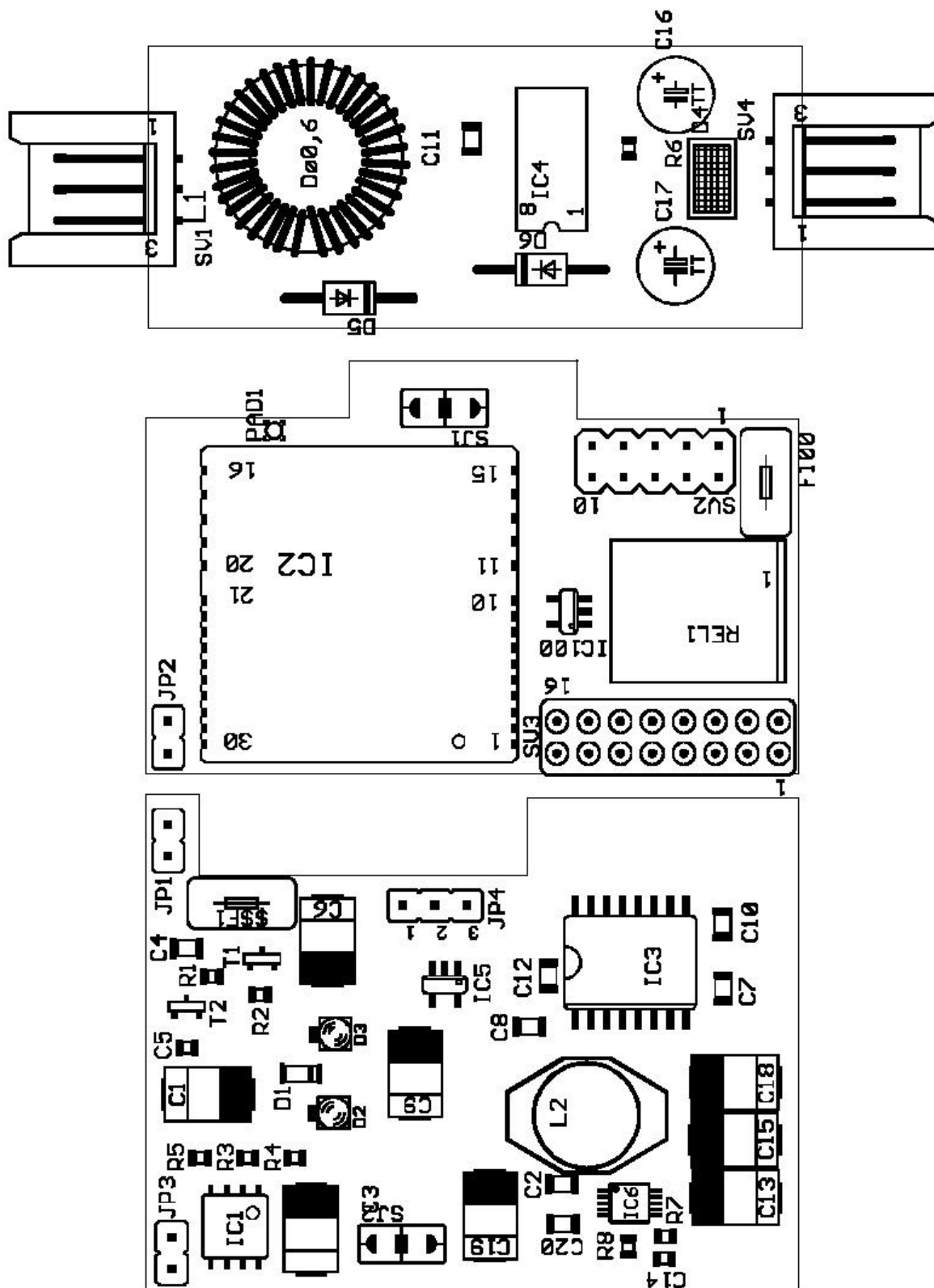
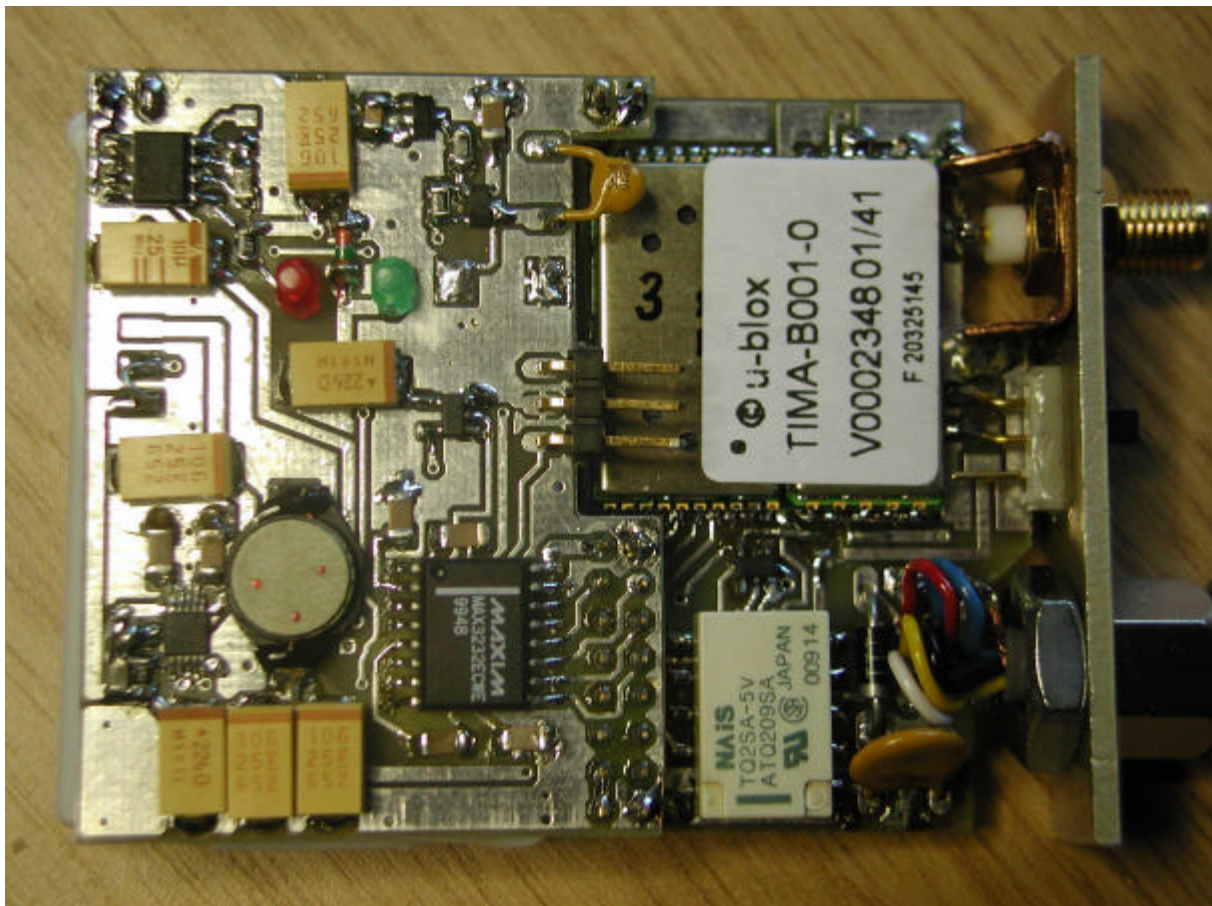


Bild 4. Bestückung oben

Inbetriebnahme :

Vor Inbetriebnahme muss eine genau Kontrolle der Verdrahtung und der vorhandenen Spannungen vorgenommen werden. Bei Verwendung einer aktiven Antenne ist eine Brücke entweder von Jumper SJ2-3 nach SJ2-2 für eine 3.3 V oder von SJ2-1 nach SJ2-2 bei einer

5 V Antenne vorhanden sein. Die Antenne ist zunächst aber nicht nötig. Wenn die Versorgungsspannung nachgemessen wurde, kann die Brücke SJ100 geschlossen werden. Das Verbindungskabel vom GPS-Empfänger zum PDA kann dann belieben verdrahtet sein. Dabei ist aber darauf zu achten, dass der externe Versorgungsspannungsanschluss möglichst nicht mit auf dem 9 bzw. 25-poligen Stecker liegt, sondern separat herausgeführt wird (sofern man erst über einen SUB-D Stecker und nicht gleich zum PDA geht). Werksseitig und nach Reset ist beim TIM das SIFR Protokoll für den Datentransfer zum PC aktiviert. Die Default Baudrate beträgt 19200 Baud. Um in das gängige NMEA-0183 Format umzuschalten, sollte entweder das Programm **SIRFDEMO.EXE** oder besser das von μ -blox bereitgestellte **i-CENTER.EXE** benutzt werden. Dabei sind zunächst nur die Umstellungen auf NMEA-0183 und ggf. der Baudrate sinnvoll. Danach kann der GPS-Empfänger Daten an eine externe Auswerteeinheit liefern. Es empfiehlt sich zunächst z.B. das Programm VISUALGPS[10] oder ähnliche kostenlose Programme zum Testen zu verwenden.



Betriebshinweise:

Wenn sich der GPS-Empfänger im continuous Mode befindet, Satelliten empfängt und einen 3D-fix hat, blinkt die LED die am 1PPS Ausgang angeschlossen ist. Falls ein Stromsparmodus aktiviert ist, blinkt die LED nicht. Es ist dann nur an der Schalterstellung zu erkennen, ob der Empfänger eingeschaltet ist oder nicht.

Zum Umschalten auf unterschiedliche NMEA-0183 Datensätze die von diverse Programme benötigt werden oder zum Ein- und Aufschalten der Stromsparmodi, steht ein vom Verfasser erstelltes Tool zur Verfügung, das unter WindowsCE auf dem PDA läuft. (Bild 8) Damit sind z.B. voreingestellt Datensätze diverser Navigationsprogramme einfach auswählbar, ohne dass man sich die Parameter merken muss.

Erfahrungen:

Die realisierte Lösung erfüllt in vollem Umfang die Erwartungen, wenn man ein paar Dinge berücksichtigt, die einmal mit dem PDA zu tun haben und andermal die äußere Verbindung der Komponenten betreffen.

PDA: Die Bedienung des PDAs muß "sitzen" (sollte also sinnvollerweise einige male im Trockenen geübt werden). Wer erst im Auto oder im Gebirge an seinem PDA herumprobieren muss um z.B. einen Kartenausschnitt zu verkleinern, die Sprachausgabe einschalten oder eine neuen Karte zu laden, wird (z.B. bei nahendem Schlechtwettereinbruch) keine Freude an seinem Navigationssystem haben. Für die Auswahl von Programm zum Darstellen von Karten oder der Navigations Software sowie für das Kartenmaterial selbst, sollte man sich viel Zeit nehmen, auch die Angebote der Hersteller annehmen und Testversionen ausprobieren. Eine gute Quelle um sich einen Überblick über verfügbare Navigationsprogramm und Karten zu verschaffen, sowie über PDA's und Tools allgemein, ist die Homepage von Klaus Hirschelmann, DJ7OO [2].

Es soll nicht verschwiegen werden, dass es ein Nachteil älterer PDA's ist, dass das Display bei grellem Sonnenlicht relativ blass erscheint und schwer abzulesen ist. Man muss irgendwie künstlich Schatten erzeugen um bei Sonnenlicht etwas zu erkennen. Neuere Pocket PCs haben diesen Nachteil nicht mehr. Sie benutzen ein Anzeige bei der eine reflektierende Folie unter das Display gelegt ist, die das Sonnenlicht reflektiert und so die "Beleuchtung" von unter quasi verstärkt.

Verbindung der Komponenten: Von Anfang an sollte man darauf bedacht sein, dass die benötigten Kabelverbindungen zwischen dem PDA und dem GPS-Empfänger (und ggf. der Stromversorgung) nur so lang wie nötig sind. Lieber einen Kabelsatz mehr für eine bestimmte Konfiguration herstellen, als verwirrenden Kabelsalat im Auto herumhängen oder in den Jackentaschen stecken zu haben.

Einsatz im Auto:

Die Befestigung des PDA's im Fahrzeug des Verfassers wurde sehr einfach durch eine Befestigungseinheit der Firma Dicota Keeper 1 realisiert [5]. Mit Hilfe eines sehr guten Saugnapfes wird die Halterung über einen Schwanenhals an der Windschutzscheibe befestigt. Dabei ist es wichtig den PDA im Sichtbereich zu haben und jedoch nicht zu hoch zu setzen, um zu vermeiden, dass das Display direkt von der Sonne beschienen wird. Die Halterung verbleibt immer im Fahrzeug, der PDA selbst wird bei Bedarf über zwei einfach zu bedienende Klemmbacken daran befestigt. Dieser Halterung hält "bombenfest" und hat sich selbst nach mehreren Wochen nicht gelöst. Der GPS-Empfänger verschwindet zusammen mit der Stromversorgung des PDA und des Empfängers im Handschuhfach. Über den Zigarettenanzünder ist dann alles mit dem Bordnetz verbunden. Die Antenne ist innen zwischen Konsole und Windschutzscheibe geklemmt und mit einem kurzen Kabel mit dem GPS-Empfänger verbunden. (Bild 10)

Die gesamte Anordnung ist also in einer Minute installiert und wieder ausgebaut.

Für die Fahrzeugnavigation wurde vom Verfasser das Programm **P1** von Distefora [4] gewählt. Diese Software ist mit einer Sprachausgabe versehen und ansonsten ausreichend leistungsfähig bei günstigem Preis. Es gibt aber eine Reihe von weiteren interessanten

Fahrzeugnavigationsprogrammen die dem einen oder anderen vielleicht besser gefallen, ausführliche Tipps und Hinweise dazu befinden sich ebenfalls auf den Seiten von Klaus Hirschelmann [2].

Out-door Einsatz:

Beim tragbaren Einsatz, z.B. bei Fahrradfahrten oder Wanderungen im Gebirge, kommen die Eigenschaften der hier beschriebenen Navigationslösung voll zum Tragen. Die Antenne und der auf Stromsparmodus geschaltete GPS-Rx können z.B. in der Deckeltasche des Rucksacks verstaut, der PDA (ggf. in einer Schutzhülle) griffbereit in die Jackentasche gesteckt werden.

Dies ist sehr unauffällig, gewährleistet aber sicheren Empfang der GPS-Satelliten und einen schnellen Blick auf die Karte wenn es nötig ist. Der PDA schaltet sich normalerweise selbst aus wenn er für bestimmte Zeit nicht benutzt wird. Das Programm selbst geht aber dabei nicht verloren, sondern ist beim nächsten Einschalten in wenigen Sekunden wieder verfügbar - jedenfalls schneller als man eine Papierkarte aufrollen kann. Diese Betriebsart garantiert für viel Stunden die PDA Betriebsbereitschaft. Nach bisherigen Erfahrungen hält so der GPS-Empfänger sogar über mehrere Tage seinen Betrieb aufrecht, ohne erneut den Akku aufladen zu müssen.



Beim Kartenmaterial haben sich die Karten der Landesvermessungsämter im Maßstab 1:50000 oder 1:200000 bewährt. Wenn diese zusätzlich noch im BSB Format vorliegen (zumindest Teile Süddeutschlands, vgl. Fugawi [7]), entfällt sogar die etwas mühsame Kalibrierung. Der Verfasser benutzt zur Darstellung das Programm Oziexplorer [8], das sich selbst die passenden Teilkarten aus dem Kartenvorrat herausucht, wenn man an Kartengrenzen stößt und sonst auch keine Wünsche bezüglich Tracking offen läßt.

Wichtig ist aber in jedem Fall genügend Speicherkapazität für Karten verfügbar zu haben. PDA's mit Compact-Flash Slot sind da im Vorteil, da doch sehr schnell einige hundert Megabyte an Kartenmaterial zusammenkommen.

Es macht großen Spaß auf diese Weise unterwegs zu navigieren und man kommt meistens auch am gewünschten Ziel an. Solange die Batterien Strom liefern stimmt es wirklich: You never get lost.

Nachbau:

Bei genügend Interesse ist der Verfasser bei der Beschaffung der Platinen und der wichtigsten Bauteile behilflich. Weiter Informationen dazu und zum laufenden Stand der Entwicklung sind auf der Homepage des Verfassers [9] zu finden.

- [1] U-Blox AG, Gloriastr. 35, CH-8092 Zürich, Schweiz. www.u-blox.ch.
- [2] Maxim, www.maxim-ic.com
- [3] VISUALGPS, www.apollocom.com
- [4] Distefora: www.distefora.com/index.htm
- [5] Dicota: www.dicota.de/
- [6] OZIEplorer : www.ozieplorer.com/
- [7] FUGAWI: www.fugawi.de
- [8] DJ7OO - Klaus Hirschelmann : www.kh-gps.de/
- [9] DK7NT - Robert Tyrakowski : www.qsl.net/dk7nt/

