

<http://www.qsl.net/dk7nt>

## **Miniatur GPS-Empfänger als Signalquelle für Normalfrequenzgenerator.**

Empfänger für die Nutzung des globalen Positionierungssystems GPS werden hauptsächlich zur Ortsbestimmung verwendet. Da die Bestimmung des Standortes über die Messung der Laufzeitunterschiede der elektromagnetischen Wellen zwischen den GPS-Satelliten und dem Empfänger durchgeführt wird, ist die Bereitstellung einer exakten Zeitreferenz im GPS-System unerlässlich. Die extrem hohe Genauigkeit der Zeitreferenz wird im GPS-Satelliten durch die Verwendung mehrerer Atomuhren erreicht. Die Verfügbarkeit dieser Zeitreferenz eröffnet dem Funkamateurliebhaber hochinteressante Anwendungsmöglichkeiten. Ebenso wie der in [7] beschriebene Empfänger für atomnormalgeführten Fernsender kann mit Hilfe von GPS-Empfängern eine hochgenaue Normalfrequenz erzeugt werden. Bei TV-gestützten Lösungen werden die Synchronimpulse des FBAS-Signals ausgenutzt. Bei der GPS-Variante wird entweder ein Standardfrequenzgang (5/10 Mhz) oder meistens der 1 Hz Ausgang verwendet. Dazu ist allerdings eine etwas aufwendigere Elektronik notwendig. Diese Signale einem Zähler oder einer anderen Synchronisierungsschaltung zur direkten Verarbeitung zuzuführen, würde in keinem Fall das gewünschte Ergebnis liefern. Die in [5] und [6] beschriebenen, auf TV-Signalen basierenden Schaltungen, sind ein Schritt in die gleiche Richtung, nutzen aber längst nicht die in den jeweiligen Systemen steckenden Möglichkeiten.

Bei fast allen auf dem Markt befindlichen GPS-Empfängern (Garmin, Magelan) ist der 1 Sekundentakt nicht zugänglich. Standardfrequenzen liefern normalerweise nur teure kommerzielle GPS-Empfänger. In Abhängigkeit von der internen Erzeugung ist selbst ein verfügbares 1Hz Signal nicht immer für den oben genannten Zweck geeignet [11].

In diesem Beitrag soll daher zunächst ein GPS-Empfänger und die dazu passende Basisbaugruppe beschrieben werden, die ebenso wie der TV-Tuner aus [7], optional als Signalquelle für eine Regelung von ultragenauen Oszillatoren benutzt werden kann. Mit der praktischen Erzeugung der eigentlichen Normalfrequenz beschäftigt sich ein späterer Beitrag.

Neben weiteren experimentellen Anwendungen, kann mit dem hier vorgestellten GPS-Empfänger natürlich auch der Standort bestimmt werden. Entsprechend des primären Verwendungszwecks, der Normalfrequenzerzeugung, wurde auf eine Datenauswertung und Anzeige verzichtet. Soll dieser Empfänger für die Positionsbestimmung verwendet werden, so muß er noch mit einer externen Auswerte- und Anzeigeeinheit (PC, Notebook) verbunden werden.

### **GPS-Empfänger Modul:**

Die zentrale Komponente des hier vorgestellten GPS-Empfängers ist das kommerzielle OEM-GPS Modul MS1 der Firma u-blox. Das Modul hat die Abmessungen 30mm \* 30mm und passt in eine 84-polige PLCC-Fassung. 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 SiRFstar/LX Chipsatz bestückt, der einen Empfang von gleichzeitig 12 Satelliten ermöglicht. Die Stromaufnahme bei 3.3V ist relativ gering und kann durch die Wahl verschiedener Betriebsarten noch weiter gesenkt werden. Zum Betrieb des Empfängermoduls ist lediglich eine Versorgungsspannung, eine Antenne sowie eine Verbindung über V24 zum PC oder einer sonstigen Auswerteeinheit erforderlich. Auch für Differential GPS (DGPS) ist der Empfänger ausgelegt. Dafür steht eine zweite serielle Schnittstelle zu Verfügung. Neue Firmware oder sogar eigene Anwenderprogramme können über ein u-blox Tool in das Flash ROM geladen werden.

Das Blockschaltbild des GPS-Empfängermoduls MS1 ist in Bild 1 zu sehen. Tabelle 1 faßt die wesentlichen technischen Daten zusammen.

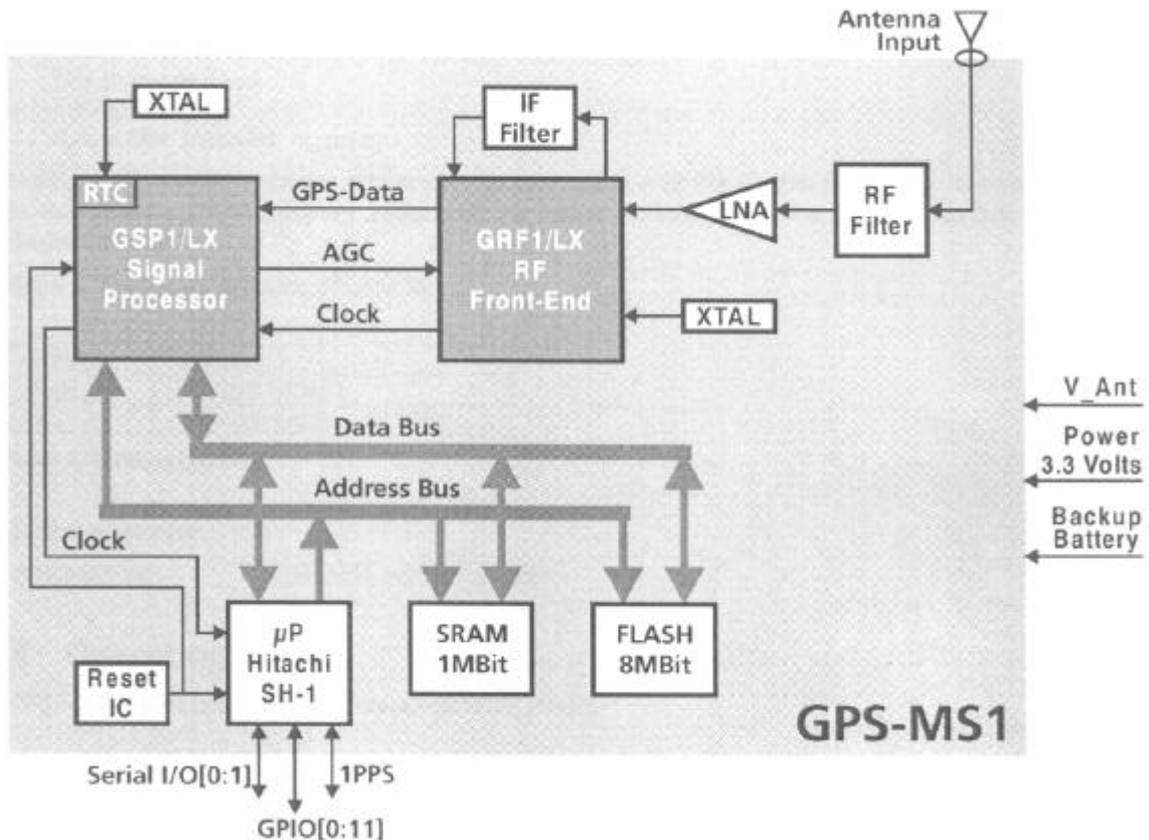


Bild 1. Blockchaltbild des u-blox GPS-Empfängermoduls MS1

Technische Daten und Features:

GPS Chip Satz:	SiRFstar/LX GRF1/LX : low power RF front-end IC GSP1/LX : low power GPS DSP mit Real Time Clock(RTC)
Prozessor:	Hitachi SH-7020 RISK-CPU, mit 1Mbit static RAM, 8Mbit Flash ROM
Daten Interface:	2 x RS232 12 x General Purpose I/Os 1 x 1PPS Output
Daten Protokolle:	NMEA-0183. GiRF binary Format RTCM-SC104 für DGPS
Versorgungsspannung:	3.3V(+ 10%), max 0.5W
Temperaturbereich:	Industrieller Temperaturbereich (-40 bis +85 °C)
Abmessungen:	ca. 30,2mm x 29,5mm x 7,55mm , PLCC84
HF-Anschluß:	M/A-COM SSMT Coaxial Connector, passive oder aktive Antenne
Databackup:	externe Batterie oder Goldcap Kondensator

Tabelle 1. Übersicht der wichtigsten technischen Daten des MS1.

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

Die wichtigste Eigenschaft des GPS-Empfängers ist für die hier beschriebene Anwendung die Bereitstellungen des 1 Hz Taktes am 1PPS Ausgang mit einer Präzision von +- 180 ns (bezüglich UTC). Werden zusätzlich DGPS-Korrekturdaten eingespeißt, steigt die Genauigkeit auf ca. +-60 ns. Mit der Präzision dieses 1 Hz Signals steht und fällt die Eignung als Normalfrequenz-Referenzquelle. Die

Grundgenauigkeit des GPS-Zeitsignals von  $1 \cdot 10^{-13}$  oder besser [11] wird von der United States Naval Observatory (USNO) und des National Institute of Standard and Technology (NIST) bereitgestellt. Die künstliche Verschlechterung des Signals durch Selective Availability (SA) macht sich natürlich auch hier bemerkbar. Durch Mittelung über längere Zeit kann man diesen nachteiligen Effekt etwas vermindern.

Mit amateurmäßigen Mitteln ist diese Genauigkeit in unserem GPS-Empfänger jedoch nicht wiederherstellbar. Theoretisch läßt sich unter günstigen Voraussetzungen mit unserem Empfängerkonzept eine Genauigkeit von kleiner  $1 \cdot 10^{-12}$  / Tag erreichen.

### **Die Schaltung:**

Die zusätzliche Beschaltung besteht in erste Linie aus einer universellen Stromversorgung und den V24-Transceivern zum PC und zum DGPS-Empfänger. Der Schaltplan lehnt sich an eine Applikation in der Electronic Aktuell Magazin 4/99 [2,3] und dem Datenblatt von u-blox an.

Die Stromversorgung des Empfängers übernimmt entweder ein Schaltregler oder die nötigen 5V können direkt vom PC oder Notebook eingespeist werden. Der Schaltregler (LM2594)[8] erzeugt aus 8 bis 16V verlustarm die 5V-Versorgungsspannung für die aktive GPS-Antenne und ein weiteres IC's. Die 3.3V für den MS1 und die V24-Treiber liefert dann eine kleiner Low Drop Festspannungsregler.

Als V24-Transceiver wurde der MAX3232 von Maxim gewählt [9] . Der 3.3V Transceiver kann direkt ohne zusätzliche Klemmschaltung mit dem MS1 verbunden werden.

Obwohl es nicht unbedingt notwendig ist, empfiehlt sich die Bestückung des Boards mit einem Goldcap Kondensator. Nach Abschalten der Versorgungsspannung sorgt der Goldcap über einen längeren Zeitraum dafür, daß wichtige Initialisierungsdaten nicht verloren gehen. Dies beschleunigt die Bereitschaft des Empfängers nach erneutem Anschalten der Versorgungsspannung.

### **Die Platine:**

Da für den Betrieb des MS1 Moduls nur eine minimale äußere Beschaltung notwendig ist, konnte das Layout für die restliche benötigte Schaltung auf einer einzigen Platinenlage der Größe von ca. 80mm \* 80mm untergebracht werden. Die Oberseite sollte auf jeden Fall durchgehend Massefläche sein. Wer das doppelseitige Ätzen beherrscht, kann sich auch noch die sonst nötigen Drahtbrücken und das Aufbohren den NICHT-MASSE-Verbindungen auf der Oberseite sparen. Die mit X gekennzeichneten Bohrungen dürfen nicht freigebohrt werden, die nicht gekennzeichneten müssen hingegen freigebohrt werden. Die Bohrungen sind den Bauteilen entsprechend auszuführen.

Bild 2 und 3 zeigt das Layout der Basisplatine im Maßstab 1:1. Bild 4 zeigt die Positionen der Freibohrungen, der Durchkontaktierungen und der Drahtbrücken.

### **Bestückung:**

Nach einer optischen Kontrolle der Ober- und Unterseite sollten die Durchkontaktierungen, in denen keine Bauteile stecken , beidseitig eingelötet werden. Dann wenn nötig die Drahtbrücken einlöten. Anschließend können die SMD-Bauteile auf der Unterseite aufgelötet werden. Dabei wenig Zinn und einen geeigneter LötKolben verwenden. Danach alle Bauteile auf der Oberseite bestücken. Der LM2594 kann gesockelt werden, das GPS-Modul muß in einem 84 poligen PLCC-Sockel untergebracht werden. Der PLCC-Sockel sollte vorher noch so präpariert werden, so daß das GPS-Modul ohne Gewalt leicht in die Fassung geht. Die Antennenbuchse muß zur Seite der 2 D-SUB Stecker zeigen. Das Modul selbst soll fest im Sockel sitzen und darf nicht verkantet sein. Die Drossel des Spannungswandlers kann mit einer Plastikschraube auf der Platine befestigt werden.

Bild 5 zeigt die Bestückung der Oberseite. Bild 6 zeigt die Bestückung der Unterseite.

Für Nachbauinteressenten ist eine ausführliche Bauanleitung auf der Homepage des Verfassers zu finden.

### **Inbetriebnahme:**

Vor Inbetriebnahme sollte eine genau Kontrolle der Verdrahtung und der vorhandenen Spannungen vorgenommen werden. Die Dipschalter 1 bis 3 müssen offen sein. Schalter 4 muß bei Verwendung einer aktiven Antenne geschlossen sein. Das Verbindungskabel vom GPS-Board zum PC benötigt einen

männlichen Stecker auf der GPS Seite und einen weiblichen Stecker auf der PC Seite. Die Verdrahtung ist eins zu eins , also keine 0-Modem Verbindung. Werksseitig und nach Reset ist ein SIFR Protokoll für den Datentransfer zum PC aktiviert. Die default Baudrate beträgt 19200 Baud. Um in das gängige NMEA0183 Format umzuschalten, muß das Programm SIFRDEMO.EXE benutzt werden. Dabei sind zunächst nur die Umstellungen auf NMEA0183 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. Es sei speziell darauf hingewiesen, daß das Modul nicht gegen Verpolung und Überspannung geschützt ist.

#### Schalterstellungen:

Schalter	offen	geschlossen
1 TRICKLE Power Mode	AUS	EIN
2 Aktiviert FLASH Programmierung	normal	FLASH Progr.
3 RESET für MS1	kein RESET	RESET
4 +5V für aktive Antenne	AUS	EIN

#### Steckerbelegung:

##### ML10:

- 1 VCC (+6 bis +16V) für Schaltregler. Verpolungsgeschützt!
- 3 1 Hz Ausgang,CMOS-TTL, invertiert
- 5 1 Hz Ausgang,CMOS-TTL, nicht invertiert
- 7 LED (Anode) , Kathode an GND, kein Vorwiderstand nötig
- 8 NC
- 9 +5V , Eingang wenn VCC(+6 bis +16) nicht benutzt wird!
- 2,4,6,10 GND

##### V24 - NMEA und V24 - DGPS/UPDATE

- 2 TXD V24 Senderdaten vom MS1
  - 3 RXD V24 Empfängerdaten zum MS1
  - 5 GND
- (alle anderen Pins sind nicht belegt.)

#### Bezugsquellen:

Neben diversen Bezugsquellen, die auf der Homepage von u-blox zu finden sind, sei für private Interessenten H-TRONIC in Hirschau [4] genannt. Es sollte nicht vergessen werden für die Antenne ein geeignetes Anschlusskabel mit zu beschaffen, da auf dem Modul eine äußerst spezielle Anschlussbuchse verwendet wurde die eigentlich keine Bastellösung zulässt. Auch sollte auf jeden Fall auf die Mitlieferung der SiRF Software (SIRFDEMO.EXE) geachtet werden.

Dank an Andreas, DF7YC, für die Unterstützung und die Erstellung der detaillierten und bebilderten Bauanleitung.

- [1] U-Blox AG, Gloriastr. 35, CH-8092 Zürich, Schweiz. <http://www.u-blox.ch>.
- [2] "Gläserner Globus – GPS mit dem kleinsten Empfänger der Welt",?,Electronic Aktuell Magazin 4/99.
- [3] "GPS-Empfängermodul, GPS1-MS1(T)",?,Electronic Aktuell Magazin 4/99.
- [4] H-TRONIC, 92238 Hirschau, Tel: 09622-7020-0
- [5] „Das andere Frequenznormal“, Ewald Göbel, DK2DB, UKW-Berichte 3/99
- [6] "Präzises Frequenznormal mit Mikroprozessorsteuerung", Norbert Friedrich, Funkamateure 3/99
- [7] „Mini-Controller für Philips Desktop TV-Tuner FI1216MK2“, Robert Tyrakowski, CQ-DL 11/98.
- [8] National Semiconductors Datasheet LM2594 und Software SMS49.EXE , NationalSemiconductors.
- [9] Maxim, [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
- [10] VISUALGPS, <http://www.apollocom.com/>
- [11] NIST, Using a GPS-Receiver as a NIST Traceable Frequency Reference,

<http://gpsmonitor.timefreq.bldrdoc.gov/gpscal.htm>