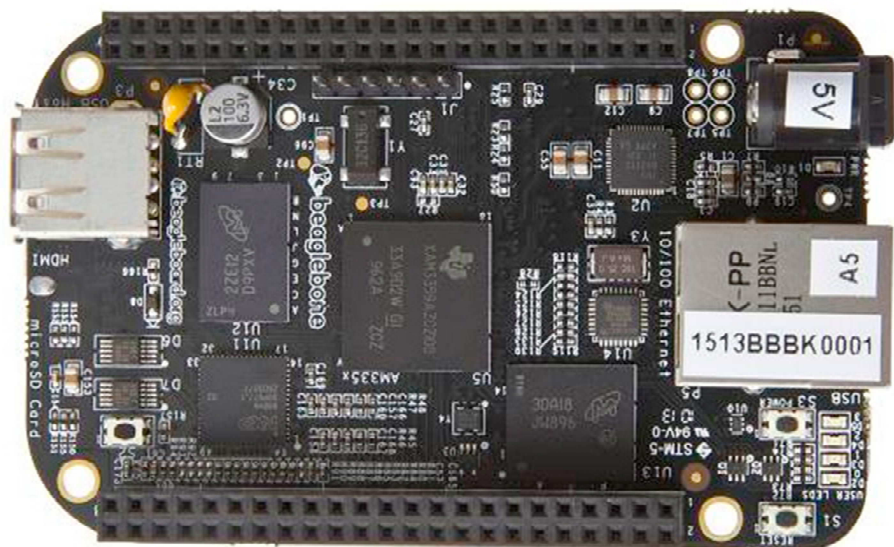


15.12.2014

# Communication-Bone

Fachmodulbericht



**NTB**

Interstaatliche Hochschule  
für Technik Buchs

FHO Fachhochschule Ostschweiz



Studenten:

*Gehrig Marcel*

*Yesil Egemen*

Referent:

*Prof. Laszlo Arato*

Korreferent:

*Prof. René Pawlitzek*

Industriepartner:

*Willner Joachim (Variosystems)*

## Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung.....	3
Ziel des Fachmoduls .....	3
Essentielle Komponenten und kritische Stellen im Layout .....	4
BeagleBone Black .....	4
Kritische Stellen im Layout .....	4
Essentielle und optionale Bauteile .....	4
Display .....	5
WLAN Funktionalität .....	5
Einleitung.....	5
Wichtige Kritikpunkte für WLAN .....	5
Antennendesign .....	5
Möglichkeit 1: WiLink 8 von Texas Instruments.....	6
Übersicht .....	6
Varianten .....	6
Referenzdesigns .....	7
Möglichkeit 2 : TiWi von LS Research.....	7
Varianten .....	8
Referenzdesigns .....	8
Vergleich der Varianten.....	9
Empfehlung .....	9
BLE Bluetooth Low Energy.....	9
Einleitung.....	9
Wichtige Kritikpunkte für Bluetooth .....	9
CSR1010 von CSR.....	9
CC2541 von TI.....	10
Empfehlung .....	10
GSM/GPRS Funktionalität.....	10
Einleitung.....	10
Wichtige Kritikpunkte für das GSM Modul.....	10
GSM Modul Varianten.....	10
Einleitung.....	10
Modul 1: GL 865-Quad-V3.....	11
Modul 2: GE 864-GPS .....	11
Modul 3: GE 910-Quad .....	12

Modul 4: HE 910 Mini PCIe.....	12
Referenzdesigns .....	12
Vergleich der Varianten.....	13
Empfehlung .....	13
Treiberentwicklung.....	13
Grobe Kostenabschätzung.....	14

## Aufgabenstellung

Im Auftrag von unserem Industriepartner Variosystems soll ein eigener, kostengünstiger, auf dem BeagleBone Black basierender Kompakt- $\mu$ P Platine entwickelt werden. Dafür gilt es, ergänzend zu den eigentlichen Funktionen des BeagleBone Blacks, weitere Funktionen wie WLAN, Bluetooth Low-Energy, und GSM/GPRS zu integrieren. Zusätzlich soll ein TFT-Display mit kapazitivem Touch angeschlossen werden und das Ganze als Einheit aufgebaut werden. Das Display wird im Verlauf der Bachelorarbeit von Variosystems gestellt und ist nicht Teil des Fachmoduls. Die Einbindung des Displays ist aber Teil der Bachelor Arbeit.

Ein möglicher Einsatzbereich für das Endprodukt ist der Einsatz als Experimentalknoten für das Internet-der-Dinge (IOT), um zum Beispiel mit Sensorknoten zu kommunizieren und die gesammelten Daten in einer Cloud-Datenbank abzulegen.

Dabei ist für Variosystems wichtig, im Hinblick auf Kundenspezifische Lösungen, Verfügbarkeit und Lieferbarkeit den eigenen BeagleBone Black basierten Rechner leicht weiter modifizieren zu können.

## Ziel des Fachmoduls

Im Laufe des Fachmoduls findet die Einarbeitung in die Bachelorarbeit und die Definition der detaillierten Aufgabenstellung, in Form eines Pflichtenheftes, mit dem Referenten und dem Industriepartner.

Das Ziel des Fachmoduls ist es alle offenen Fragen zu klären. Dazu zählen unter anderem die folgenden Punkte:

- Erwartungen an das Endprodukt
- Kritische Stellen beim Layout
- Optionale und essentiell Komponenten des BeagleBone Black identifizieren
- Definition der endgültigen Module wie WLAN, Bluetooth und GSM/GPRS die integriert werden sollen.
- Grobe Kostenschätzung
- Zeitplan für Bachelorarbeit

## Essentielle Komponenten und kritische Stellen im Layout

### BeagleBone Black

BeagleBone Black ist eine sehr günstige Embedded Computer mit einem 1GHz Dual-Core Sitara™ ARM® Cortex-A8 Prozessor, 512MB DRAM und Gigabit Ethernet für 55.- Dollar. Linux Ångström ist standartmässig vorinstalliert.

Da es sich beim BeagleBone Balck um Open Hardware handelt, sind die Schemas frei im Internet erhältlich. Diese Schemas sind allerdings in OrCAD erstellt, und sind nicht direkt mit dem Altium Designer kompatibel.

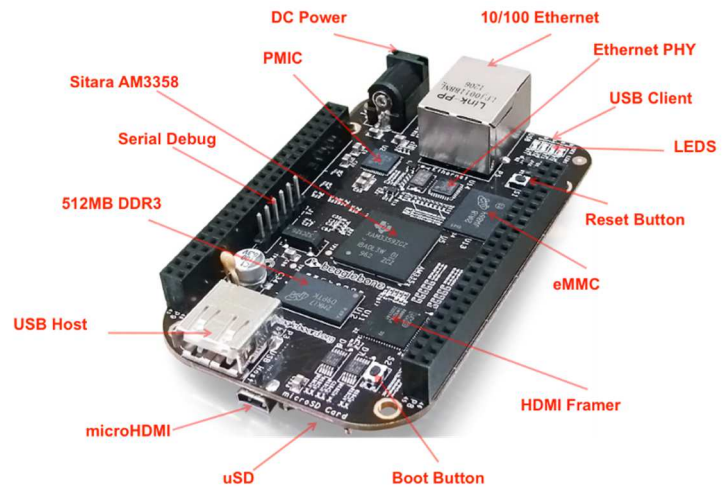


Abbildung 1: BeagleBone Black

### Kritische Stellen im Layout

Im Layout sind besonders die Stellen kritisch, welche digitale Daten mit hohem Durchsatz übertragen. Um die Integrität der digitalen Signale zu erhalten, sollen diese Stellen möglichst unverändert vom originalen Layout übernommen werden. Folgende Komponenten sind kritisch:

- Prozessor
- RAM
- eMMC Speicher
- Display/HDMI Signalfad

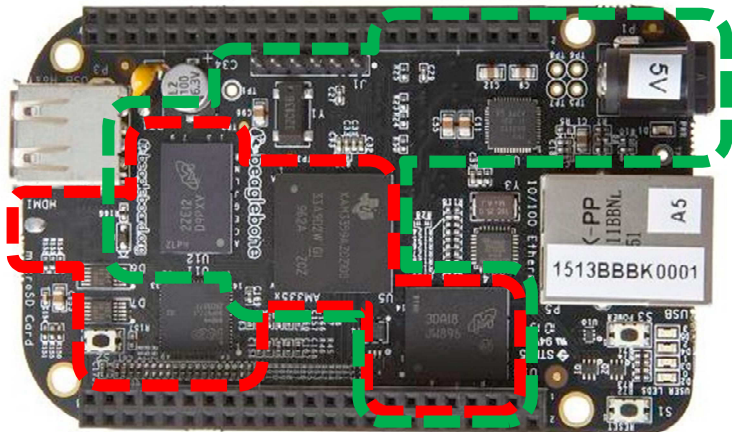


Abbildung 2: Rot: Kritische Stellen; Grün: Essentielle Bauteile

In der Abbildung 2 sind die kritischen Stellen auf dem Layout rot eingezeichnet.

### Essentielle und optionale Bauteile

Essentielle Bauteile sind Komponente, welche unbedingt für die Funktion benötigt werden. Diese Bauteile sind in Abbildung 2 grün eingezeichnet. Diese Bauteile sind unten, ohne Peripheriebauteile, aufgelistet:

- Kernkomponenten: Prozessor, DDR3 Memory, Speicher, EEPROM, Schwingquarz 32 kHz, Schwingquarz 24 MHz
- Power Management: Integrated Power Management Unit, LDO 3V3, DC-Stecker, Taster
- Sonstiges: Inverter 1 Kanal, Buffer 1 Kanal

Optionale Bauteile sind für die Kernfunktionen des BeagleBone nicht notwendig, bieten aber zusätzliche Funktionen. Diese Komponenten sollen gruppiert in Funktionen rund um die essentiellen

Bauteile angeordnet werden, damit sie in einem späteren Design möglichst problemlos weggelassen werden können:

- HDMI: Interface-Chip, Positive Edge Tigger, ESD Clamp, Polyswitch, Schottky Diode, Micro HDMI Buchse
- USB – PC: Mini-USB Buchse, ESD Clamp
- USB – Host: USB-A Buchse, ESD Clamp, 1.5 A Powerswitch
- UART0: Powerdown Isolator, 6 Pin Header
- Benutzer LED: NPN Transistoren, LEDs
- Ethernet: Ethernet PHY, Ethernet Buchse, Schwingquarz 25 MHz
- Mikro SD: Slot
- Sonstiges: Header für Cape, Oszillator für McASP0 Interface

## Display

Für die Anzeige wird ein 5“ TFT Display mit kapazitivem Multi-Touch-Screen zum Einsatz kommen, welcher von Variosystems im Verlauf der Bachelorarbeit gestellt wird. Da uns der Displaytyp noch nicht bekannt ist, können wir keine Aussagen zur Ansteuerung des Displays und Touch-Panel machen. Aus demselben Grund können wir auch nicht die Genauigkeit des Touch-Panels definieren.

Von der Prozessorseite aus stehen I2C, SPI, CAN, USB und UART zur Verfügung. Für die Ansteuerung des Displays hat der Sitara Prozessor einen integrierten LDC Interface Display Driver (LIDD) Controller.

## WLAN Funktionalität

### Einleitung

Alle behandelten Lösungen für WLAN haben ebenfalls Bluetooth Low Energy implementiert. Um aber eine separate Bluetooth Funktionalität mit Intelligenz zu erhalten, wird ein zusätzliches BLE Modul implementiert. Das Verhalten des BLE Modul soll direkt auf dem Chip programmierbar sein, um ihn z.B. in ein Mesh-Netzwerk implementieren zu können.

### Wichtige Kritikpunkte für WLAN

1. Kompatibel mit dem Sitara Prozessor
2. Sind bereits Treiber für Linux Ångström vorhanden?
3. Sind Referenzdesigns für das Hardwarelayout vorhanden? Dies kann besonders wichtig sein, wenn die EMV Problematik berücksichtigt werden soll.
4. Preis

### Antennendesign

Die Antennen für WLAN und Bluetooth können wahlweise als PCB-Antenne oder als Chip-Antenne verwirklicht werden.

## Möglichkeit 1: WiLink 8 von Texas Instruments

### Übersicht

- Der Chip WL1835MOD von TI ist auch auf dem Cape “WL1835MOD W/ CHIP ANTENNA” für BeagleBone Black verbaut. Somit sind auch kompatible Treiber vorhanden.
- TI verspricht „nahtlose“ Integration mit Sitara™ Prozessoren, wie auch einer beim BeagleBone Black verbaut ist.
- Linux Treiber sind vorhanden.
- Inklusive Bluetooth v4 und Bluetooth Low Energy erhältlich. Bluetooth nutzt die selbe Antenne wie WLAN
- WLAN via SDIO <sup>1</sup>Interface
- Bluetooth via UART Interface
- Diverse Referenzdesigns sind vorhanden.
- Unterstützt ein Zwei-Antennen-Design
- FCC<sup>2</sup>, IC, ETSI<sup>3</sup>/CE <sup>4</sup>und TELEC <sup>5</sup>zertifiziert (mit Chip-Antennen)

### Varianten

Die WiLink Chips gibt es in unterschiedlichen, frei wählbaren Optionen:

Variantenübersicht über WiLink Module						
	WiFi			Bluetooth V4 Bluetooth LE	Industrial Temperature	Preis [USD]
	2.4 GHz	5 GHz	MIMO			
WL1801MOD	*					10.99
WL1805MOD	*		*			11.99
WL1807MOD	*	*	*		*	21.49
WL1831MOD	*			*		12.36
WL1835MOD	*		*	*		13.45
WL1837MOD	*	*	*	*	*	24.49

Der Preis stammt direkt von der Produkthomepage von Texas Instruments. (Stand 22.11.20014)

Die beiden Module WL1807MOD und WL1837MOD haben zurzeit einen „Preview“ Status. Diese Produkte können vorerst nicht in grösseren bestellt werden. Samples wären evt. lieferbar. Dies ist auf der Homepage aber nicht genauer ausgeführt. Aus diesem Grund werden diese Module nicht verwendet.

Bei 5GHz Modulen PCB-Antennen nicht möglich. Es werden mindestens Chip-Antennen oder externe benötigt.

<sup>1</sup> Secure Digital Input Output: Erweiterung des SD-Karten Interface. Erlaubt hohe Datenraten.

<sup>2</sup> Federal Communications Commission: Amerikanische Behörde, welche als Zulassungsstelle für elektronische Geräte fungiert und Geräte auf Verträglichkeit mit eigenen und anderen Normen (wie ISA, ISO oder ITU) prüft.

<sup>3</sup> Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen: Europäische Normungsorganisation.

<sup>4</sup> CE-Kennzeichnung: Verwaltungszeichen, welches die Freiverkehrsfähigkeit im Europäischen Binnenmarkt kennzeichnet

<sup>5</sup> Telecom Engineering Center: Japanische Zertifizierungsstelle für Funkprodukte



## Referenzdesigns

Das BeagleBone Cape WL1835MOD kann auch für den BeagleBone Black verwendet werden. Es ist, wie der Name schon sagt, mit einem WL1835MOD von TI bestückt. Diese Variante unterstützt neben Bluetooth auch ein Zwei-Antennen-Design. Der zwingende Abstand von mindestens 62.5mm ist auch der Grund für die ungewöhnliche Form des Capes. Für das Cape sind open OrCAD Schemas vorhanden. Bei BoardZoo.com kostet das Cape 47.95 USD.

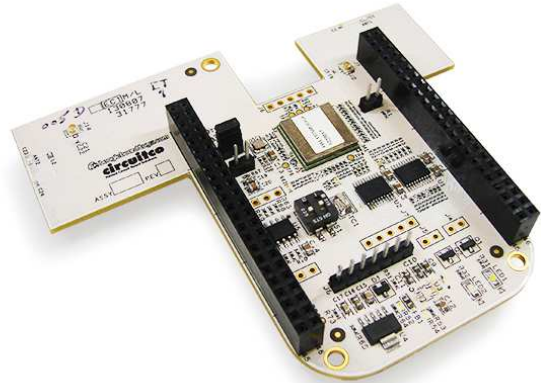


Abbildung 3: BeagleBone Cape: WL1835MOD

Das Cape beruht auf demselben Design wie das Evaluationsmodul. Es hat aber zusätzlich noch zwei Spannungsregler und zwei Pegelwandler für die Kommunikationsleitungen.

Das WL1835MODCOM8 Evaluationsmodul ist ebenfalls mit dem WL1835MOD Chip bestückt. Das Modul ist „FCC Part 15 Class A“ und „IC ICES-003 Class A“ konform. Auf der Webpage von TI kostet das Modul 39.79 USD. Dieses Evaluationsmodul ist kompatibel mit einem 100pin Micro Edge MEC6 Steckverbinder, welcher bei Digi-Key ca. 10 SFR kostet. Mit diesem Steckverbinder ist das eingesteckte Modul parallel zum Haupt-PCB.



Abbildung 4: WL1835MODCOM8 Evaluationsmodul

## Möglichkeit 2 : TiWi von LS Research

- Der Chip TiWi-BLE von LSR ist auch auf dem Cape „TIWI-BLE“ für BeagleBone Classic verbaut. Das Cape ist nicht direkt mit der Hardware vom BeagleBone Black kompatibel. Mit Anpassungen dürfte dies aber machbar sein.
- Das auf dem BeagleBone Black vorinstallierte Linux Ångström Variante liefert keine passende Treiber für dieses Modul mit. Diese Treiber können aber nachinstalliert werden.
- Der Chip basiert auf dem WL1271L von Texas Instruments, welcher von TI nicht mehr unterstützt wird. Der TiWi-BLE wird von LSR, unabhängig von TI, hergestellt und verkauft. LSR liefert auch die Software und Treiber für dieses Produkt.
- LSR verspricht „nahtlose“ Integration mit Sitara™ Prozessoren, wie auch einer beim BeagleBone Black verbaut ist.
- Linux Treiber sind vorhanden.
- Inklusive Bluetooth v4 und Bluetooth Low Energy erhältlich. Bluetooth nutzt die selbe Antenne wie WLAN



Abbildung 5: TiWi5 von LS Research



- Das Modul bietet eine Bluetoothplattform durch die Hardware Kompatibilitätsliste HCL<sup>6</sup>
- WLAN via SDIO Interface
- Bluetooth via UART Interface
- Diverse Referenzdesigns sind vorhanden.
- Unterstützt ein Zwei-Antennen-Design
- FCC, IC, CE zertifiziert (mit Zertifizierten externen- und Chip-Antennen)

## Varianten

Von den TiWi-Chips gibt es zwei Varianten:

- TiWi-BLE: Standard mit Bluetooth und 2.54GHz WLAN. Bei 1000 Stück kostet dieser Chip bei Digi-Key noch 21.31 USD pro Stück
- TiWi5: Unterstützt zusätzlich 5GHz WLAN. Bei 1000 Stück kostet dieser Chip bei Digi-Key noch 33.62 USD pro Stück

## Referenzdesigns

Für beide Chip Varianten sind folgende Referenzdesigns frei verfügbar:

Das Cape ist mit TiWi-BLE beziehungsweise mit einem TiWi5 und einem Anschluss für eine externe Antenne bestückt. Neben diesem Chip sind noch dessen essentiellen Peripheriebausteinen bestückt. Des Weiteren enthält das Cape Spannungsregler für die Stromversorgung und Pegelwandler für die Bluetooth Kommunikation und diverse Steuerleitungen. Das SDIO-Interface geht über ein 6 zu 12 Multiplexer mit integriertem Pegelwandler. Dieser Multiplexer scheint aber nur als Pegelwandler zu dienen. Ein EEPROM zur Identifikation des Capes ist ebenfalls bestückt.

Das Cape wurde für den BeagleBone Classic entwickelt. Mit dem BeagleBone Black ist es aber nicht direkt Pin-Kompatibel. Dies betrifft nur die Pinbelegung der Cape-Header. Kleine Anpassungen am Schema dürften dieses Manko aber beheben. Die Treiber für Bluetooth von der neusten Ångström Version sind nicht mit den TiWi Modulen kompatibel.

Das Evaluationsmodul von LSR ist nur mit den Essentiellen Bauteilen für das W-LAN Modul bestückt. Es sind Designfiles mit Stecker für eine externe Antenne und solche für Chip-Antennen vorhanden. Der 100-Pin Stecker ist von der Form und der Pinbelegung identisch mit dem des Evaluationsmodul für den WL1835MOD von TI.

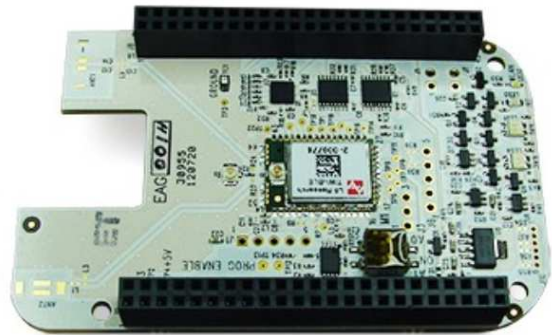


Abbildung 6: TiWi-BLE Cape mit externer Antenne



Abbildung 7: TiWi-BLE Evaluationsmodul COM6L

<sup>6</sup> Hardware Compatibility List  
Marcel Gehrig  
Egemen Yesil

## Vergleich der Varianten

	WiLink 8 von TI; Einzelne Antenne	TiWi von LSR
Freie Referenzdesign vorhanden?	Ja	Ja
Sind Treiber für Ångström vorhanden?	Ja	W-LAN Ja; BT Nein
Sendeleistung: 11 / 54 [dBm]	17.3 / 13.8	18.3 / 14.4 / 12.5
Empfangssensitivität: 11 / 54 [dBm]	-87.9 / -74.9 /	-88 / -74
Preis mit BT 2.5GHz / 5GHz [USD]	12.36 / 24.49	21.31 / 33.62

## Empfehlung

Die beiden Lösungen von TI und von LS Research sind bezüglich Preis und Leistung sehr ähnlich. Trotzdem empfehlen wir die WiLink Module von Texas Instruments. Konkret empfehlen wir das WL1835MOD. Dieses Modul unterstützt ein 2 Antennen Design (MIMO<sup>7</sup>) und Bluetooth. Dieser Chip kann wahlweise auch mit nur einer Antenne und ohne Bluetooth betrieben werden. Bei Bedarf können diese beiden Funktionen später wieder aktiviert werden. Dieses Modul kostet, im Gegensatz zum WL1801MOD ohne Bluetooth und nur einer unterstützten Antenne, 2.50 USD mehr.

## BLE Bluetooth Low Energy

### Einleitung

Bei den folgenden Produkten handelt es sich um System on Chip Lösungen. Die Kosten stellen sich zum einen aus dem Kosten des Chips selber und Initialkosten für die Entwicklerumgebung und dem Serial Programmierer zusammen.

### Wichtige Kritikpunkte für Bluetooth

1. Bluetooth Low Energy mit Mesh-Funktionalität? (Zwingend)
2. Initialkosten
3. Produktkosten

## CSR1010 von CSR

Übersicht:

- Bluetooth v4.1 mit Master oder Slave Modus Unterstützung
- Singel- und Dual-Mode
- 16-bit Mikroprozessor
- UART und I2C Interface
- CSRmesh Entwicklungskitt speziell für Mesh Netzwerke mit 3 Experimentierboards, seriellen Programmierer und SDK<sup>8</sup> für 315 SFR.
- Die SDK ist nur als Teil eines Entwicklungskitts erhältlich.
- Das SDK bietet vollen Stack Support mit GATT Level Interface.
- Kosten pro Chip mit Peripherie ca. 2.60 SFR.

<sup>7</sup> Multiple Input Multiple Output: Die eine Antenne wird zum Senden und die Andere zum Empfangen genutzt. Dadurch kann sich der maximal mögliche Datendurchsatz verdoppeln.

<sup>8</sup> Software Development Kit: Entwicklerumgebung für Software.

## CC2541 von TI

### Übersicht:

- Bluetooth v4.0 konformer Protokoll Stack für Single-Mode BLE
- 8 Bit, 8051 Mikrokontroller
- UART und I2C Interface
- Programmer kostet ca. 50 SFR., die dazugehörige IAR Embedded Workbench aber über 3000 SFR.
- Diverse Hardware Referenzdesigns vorhanden
- Kosten pro Chip mit Peripherie ca. 3.85 SFR.

### Empfehlung

Wir empfehlen den CSR1010 von CSR zu verwenden. Dieser Chip ist, insbesondere bei den Initialkosten, günstiger als das Produkt von TI. Das Dev-Kit verspricht ausserdem einen leichteren Einstieg als die Allrounder Entwicklerumgebung, welche zum Programmieren des CC2541 notwendig ist.

## GSM/GPRS Funktionalität

### Einleitung

Bei der Suche nach einem GSM/GPRS Modul haben wir uns hauptsächlich auf die Produkte von der Firma Telit Wireless Solutions konzentriert, da sie uns von unserem Industriepartner empfohlen wurde.

Zudem bietet Telit zusätzlich zu seinen Hardware Produkten einige nützliche Software Dienstleistungen, dabei fallen für die Entwicklungs-Tools und die bereitgestellte Software keine Kosten an.

### Wichtige Kritikpunkte für das GSM Modul

1. Sind Referenzdesigns für das Hardwarelayout vorhanden? Dies kann besonders wichtig sein, wenn die EMV Problematik berücksichtigt werden soll.
2. Quadband GSM/GPRS (2G) für den Weltweiten Einsatz.
3. Sind bereits Treiber für Ångström vorhanden?
4. Sendeleistung und Empfangssensitivität.
5. Preis.

### GSM Modul Varianten

#### Einleitung

Alle GSM/GPRS Module die hier vorgestellt werden, haben den Quadband Frequenzbereich und den Mobilfunksystem der 2. Generation. Zudem haben die Module weitestgehend die gleichen Grundfunktionen, die von Modell zu Modell um weitere Funktionen erweitert werden.

Telit liefert alle seine Module in Chipgehäusebauformen, die aber in unterschiedlichen Variant vorkommen. Durch die Package-Form der Module wird das Einbauen der Module erleichtert.

Dadurch entfällt das Designen der Schaltungen, es ist nur noch die richtige Anordnung der Pins auf der BeagleBone Platine erforderlich.

Die Module sind Kompatibel mit den Sitara™ Prozessoren, wie auch einer beim BeagleBone Black verbaut ist.

Bei der Software setzt Telit auf Python-Scripts. Die Module haben einen Python-Script-Interpreter integriert, welche die Möglichkeit bietet Python-Scripts direkt auf die Module zu Laden. Dadurch wird die Möglichkeit geboten, unabhängig von den I/O-Befehlen von einem externen Mikrocontroller automatisierte Befehlssätze auszuführen. Telit stellt dafür einzelne Programmierbeispiele für die wichtigsten Funktionen zur Verfügung. Zusätzlich wird auch die Software-Entwicklung in C unterstützt und einzelne Programmierbeispiele in C angeboten. Dazu kann man alternativ über die I/O-Pins mit den vom Telit bereitgestellten AT-Befehlen die Module Ansprechen.

Zusätzlich zu den GSM Modulen wird für die Inbetriebnahme der Module eine GSM-Antenne und eine SIM Karte benötigt.

### Modul 1: GL 865-Quad-V3

Übersicht:

- Chipgehäuse: QFN
- Chip\_Familie: xL865, Pin-to-Pin Kompatibilität zur 3G Variante
- Telit Easy Scan: automatische suche nach GSM Frequenzen auch ohne SIM Karte
- Erweiterte Telefonie-Feature: mehrere Voice-Codecs Unterstützung, Geräuschunterdrückung, SIM Telefonbuch
- Funktionen für den Einsatz in Sicherheit Alarm Systemen: Alarm management, emergency call
- Antennen Anschluss: RF-Pad
- Kosten pro Chip mit Peripherie ca. 39.83 SFR.



Abbildung 8: Telit GL 865-Quad-V3

### Modul 2: GE 864-GPS

Übersicht:

- Chipgehäuse: BGA
- Chip\_Familie: xE864, keine Pin-to-Pin Kompatibilität zur 3G/4G Variante
- Low Power A-GPS Chip
- Telit Easy Scan: automatische suche nach GSM Frequenzen auch ohne SIM Karte
- BeagleBone Cape (Black Kompatibel) mit dem gleichen Modul vorhanden
- Antennen Anschluss: RF-Pad
- Kosten pro Chip mit Peripherie ca. 71.44 SFR.

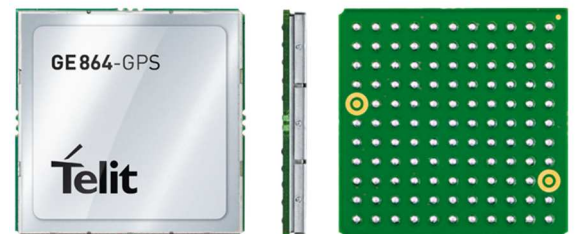


Abbildung 9: Telit GE 864-GPS

### Modul 3: GE 910-Quad

#### Übersicht:

- Chipgehäuse: LGA
- Chip Familie: xE910, umfangreiche Pin-to-Pin Kompatibilität zu 3G/4G Varianten
- Analog/Digital Audio
- On-board ARM11 Prozessor
- Unterstützt USB 2.0 Full Speed
- Antennen Anschluss: RF-Pad
- Kosten pro Chip mit Peripherie ca. 39.83 SFR.

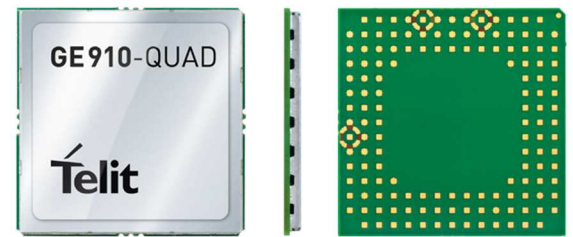


Abbildung 10: Telit GE 910-Quad

### Modul 4: HE 910 Mini PCIe

#### Übersicht:

- Ausführung: Standard Mini PCIe Anschluss
- Chip Familie: xE910
- Mobilfunk: 3G/2G
- USB 2.0 HS Unterstützung
- Optional mit SIM Halterung
- Antennen Anschluss: U.FL
- Low power A-GPS Variante Verfügbar
- Eine passende Buchse, welche das Modul liegend befestigt, ist auf Digi-Key für ca. 1 SFR erhältlich.
- Kosten pro Chip mit Peripherie ca. 151.35 SFR.



Abbildung 11: Telit HE 910 Mini PCIe

### Referenzdesigns

Das BeagleBone Cape BBCapeGPSGPRS-EXPLOIT kann auch für den BeagleBone Black verwendet werden. Es ist mit dem GSM/GPRS Modul GE864-GPS von Telit bestückt. Für den Betrieb mit dem BeagleBone Black ist eine Versorgung über den 5 V DC Anschluss notwendig. Ausserdem ist die Benutzung des HDMI Ausgangs nicht möglich und sollte deaktiviert werden, da sonst Konflikte mit den Hardware Ressourcen auftreten können. Es gibt auf dem Cape zwei Antennenanschlüsse, eine ist für das GSM-Netz und die andere für GPS gedacht.



Abbildung 12: BeagleBone Cape: BBCapeGPSGPRS

Software Beispiele für den Betrieb mit dem BeagleBone sind vorhanden. Für das Cape konnten keine Schemas für das Hardwarelayout gefunden werden. Bei exploits.com kostet das Cape 130 Euro ohne Antennen und Versandkosten.

## Vergleich der Varianten

	GL 865-Quad V3	GE 864-GPS	GE 910-Quad	HE 910 Mini PCIe
Chipgehäuse	QFN	BGA	LGA	Mini PCIe
Chip Familie	xL865	xE864	xE910	xE911
Antennen Anschluss	RF-Pad	RF-Pad	RF-Pad	U.FL
USB 2.0	nein	nein	ja	ja
Upgrade Möglichkeit	3G	keine	3G/4G	4G
GPS	nein	ja	nein	optional
Telit Easy Scan	ja	ja	nein	nein
Erweiterte Tel.-FKT	ja	nein	nein	nein
On-board Prozessor	nein	nein	ja	k.a.
Preis	31 Euro	56 Euro	31 Euro	122 Euro

Die Preise für die Module stammen vom Unternehmen Round Solutions aus der Preisliste:

„Round Solutions Price List Modules & Accessories V1.0.28.04.2014“ (Stand 08.12.14)

Die angegebenen Preise sollten als eine grobe Übersicht dienen, da sie nicht von Telit oder einem seiner Industriepartner stammen und nicht auf die Richtigkeit der tatsächlichen Kosten schliessen.

## Empfehlung

Für das zu verwendende GSM/GPRS Modul empfehlen wir den GE 910-Quad. Dieses Modell bietet gegenüber den anderen vorgestellten Modellen eine Pin-to-Pin Kompatibilität zu vielen anderen Modellvarianten der xE910-Reihe. Dadurch ist ein leichter Upgrade auf 3G/4G oder auch Varianten mit GPS gewährleistet. Das GE 910-Quad hat zudem einen ARM11 Prozessor Im Modul integriert. Zusammen mit der USB 2.0 ist es für unterschiedliche Anforderungen gerüstet.

## Treiberentwicklung

Zurzeit wird für die Softwareentwicklung noch Ångström als Zielbetreibssystem angenommen. Dabei findet die eigentliche Entwicklung der Treiber auf einem PC mit Ubuntu 14.04 und passender Entwicklungsumgebung. Die Treiber gönnen anschliessend über eine Serielle Schnittstelle wie USB oder über eine SSH-Verbindung auf das Board übertragen und installiert werden. Ein Wechsel auf den Linux Betriebssystem Debian ist wahrscheinlich, da es ein paar Vorteile gegenüber Ångström bietet.

Zum Beispiel bietet Debian eine grafische Oberfläche an, wodurch eine direkte Entwicklung und Unterstützung von Entwicklungs-Tools auf dem BeagleBone Black ermöglicht wird und es ist Benutzerfreundlicher als Ångström, was das Programmieren erleichtert.

Welche Entwicklungsumgebungen oder Software benutzt wird kann zurzeit nicht angegeben werden, da diese mit den schlussendlich Verwendeten Modulen zusammenhängen.

Bei den von den einzelnen Herstellern bereitgestellten Treiber, handelt sich hauptsächlich um C-Files welche für unterschiedliche Prozessoren kompiliert werden können.



## Grobe Kostenabschätzung

### Zusammenfassung

		Verwendet?	
WLAN_1_WiLink_8	28.05	1	28.05
WLAN_2_TiWi	31.92		0.00
BLE_1_CSR1010	2.64	1	2.64
BLE_2_CC2541	3.85		0.00
GE 910-Quad	39.83	1	39.83
GE 864-GPS	71.44		0.00
GL 865-Quad-V3	39.83		0.00
HE 910 Mini PCIe	151.35		0.00
Bone_1_Essentiell	45.16	1	45.16
Bone_2_wählbar	12.73		0.00

**115.68**

- Die obige Liste ist ein Auszug aus der etwas detaillierteren groben Kostenrechnung, die als Beilage vorliegt.
- Die Kosten für das PCB und die Herstellung wurden nicht berücksichtigt.
- Die Preise berufen sich in der Regel auf 1000 Stück. Die effektive Menge ist in der groben Kostenrechnung zu finden.
- Bauteile, welche weniger als 10 Rp. kosten, wurden nicht berücksichtigt.