

# **LinTech BLE SPP Firmware**

zur transparenten Übertragung von seriellen Daten über eine Bluetooth Low Energy Verbindung

**-LinTech BLE SPP-**

Revision: v1.71 – 16/05/2022

## **Beschreibung LinTech BLE SPP Firmware**

Version Firmware 1.71

Für Bluetooth Module mit Qualcomm Chipsatz CSR 101x

### **Copyright**

Copyright 2021 LinTech GmbH Kommunikationstechnologien. Alle Rechte vorbehalten.  
LinTech behält sich das Recht vor Änderungen am Produkt und an der Beschreibung ohne spezielle Ankündigung vorzunehmen.

### **Technischer Support**

LinTech GmbH Kommunikationstechnologien  
Friedrich-Engels-Straße 35  
D – 13156 Berlin  
E-Mail: supportteam@litech.de

## Revisionsstände

Datum:	Änderung
07.05.2014 (MR)	V1.00
27.05.2014 (MR,SM)	Ergänzung AT+RESE und AT+CONF
11.06.2014 (MR)	Änderung/Ergänzung Peripheral/Central Modusauswahl
17.06.2014 (MR)	Änderung bei AT+CONN Funktion
02.07.2014 (MR)	Ergänzung: AT+WAKE Funktion, PIO Namen und interne Widerstände, Infofunktion für AT-Kommandos
08.07.14(SM)	Änderung Text Jumper( S.12, S.20)
15.07.14(MR)	Ergänzung AT+INFO Funktion, Info zu jedem AT-Kommando, Änderung: nun jeder Befehl mit <CR> am Ende, Anhang BTM 800 überarbeitet
30.07.14(MR)	Snifferfunktion für Advertisingpakete mit AT+SCAN=3 hinzugefügt, Kommando AT+TXPO, AT+RSSI und AT+WAKE=3 (Dormant-Mode) hinzugefügt
15.10.14(MR)	Änderung AT+Wake=3, Kommando AT+ADVD, AT+SECU,AT+PASW, AT+OUTP hinzugefügt, Advertising beschrieben, SPP Service und PASW Service beschrieben
18.06.15(MR)	Wichtig ab 1.4 Änderung SPP Serviceaufbau, Kommando AT+DEBO hinzugefügt, Änderung AT+DISC
20.07.15(MR)	AT+ADVD maximal 10 Byte möglich, Anpassung Advertising, Neu AT+OUTP=2, Mikrocontroller Ausgabe mit AT+Kommando? , Änderung AT+CONF
25.09.15(MR)	AT+SEND hinzugefügt
18.11.15(MR)	AT+OTAU hinzugefügt (11. + 12.20)
17.12.15(MR)	AT+REST hinzugefügt
27.01.17(MR)	Abschnitt AT+COMA hinzugefügt
16.11.17(MR)	Abschnitt AT+INDI hinzugefügt
08.06.20(MR)	Änderung UART Baudraten
03.06.21(MR)	Anpassung Werkseinstellungen

## Dokumente

000 - dieses Dokument

## Inhalt

1. Einführung Bluetooth Low Energy.....	5
2. Konzept LinTech BLE SPP Firmware.....	8
3. Funktionen BLE SPP Firmware.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
4. Unterstützte Hardware .....	8
5. Systemaufbau .....	10
6. Werkseinstellungen.....	11
7. Sicherheit.....	11
8. Auswahl Peripheral- bzw. Central-Modus.....	11
9. Advertising des BLE-SPP Moduls .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
10. Integrierte Services.....	12
11. Over-the-Air Update.....	13
12. AT-Kommandos .....	13
12.1 Wechsel in den Kommandomodus .....	14
12.2 AT+INFO.....	15
12.3 AT+DISC .....	15
12.4 AT+DEBO .....	16
12.5 AT+SCAN.....	16
12.6 AT+CONN.....	17
12.7 AT+PKEY.....	18
12.8 AT+Name .....	18
12.9 AT+UART.....	18
12.10 AT+CONF.....	19
12.11 AT+WAKE .....	20
12.12 AT+RESE .....	21
12.13 AT+REST.....	22
12.14 AT+RSSI .....	22
12.15 AT+TXPO .....	22
12.16 AT+OUTP.....	23
12.17 AT+ADVD .....	23
12.18 AT+SECU .....	24
12.19 AT+SEND .....	24
12.20 AT+COMA .....	24
12.21 AT+INDI.....	25
12.22 AT+OTAU .....	25
13. Allgemeine Hinweise zum Energieverbrauch.....	26
14. LinTech SPP BLE-Testboard .....	26

14.1	Kurze Beschreibung .....	26
14.2	Testboard- Anschlüsse und Funktionen .....	26
14.3	Beschreibung Demo-App.....	28
14.4	Inbetriebnahme Terminalprogramm Docklight .....	31

## 1. Einführung Bluetooth Low Energy

Die Bluetooth Low Energy Technology unterscheidet sich vom klassischen Bluetooth. Obwohl in BLE einige Verfahren des klassischen Bluetooth verwendet werden wie z.B. die Radioarchitektur, Teile des Protokolls, Pairingverfahren usw. ist BLE ein neuer Standard der nicht mit dem klassischen Bluetooth kompatibel ist. BLE ist für kleine, batteriebetriebene Geräte mit geringem Stromverbrauch entwickelt worden.

Im Weiteren werden die Grundlagen der BLE Kommunikation kurz beschrieben. Da in den Dokumentationen und Darstellungen oft engl. Begriffe benutzt werden, die nicht sinnvoll ins Deutsche übersetzt werden können, werden diese verwendet.

Man unterscheidet zwischen Bluetooth Low Energy Single Mode Geräten – auch Bluetooth Smart genannt – diese unterstützen nur BLE – und Bluetooth Dual Mode Geräten – auch Smart Ready genannt – dieses unterstützen sowohl Standard Bluetooth als auch BLE.

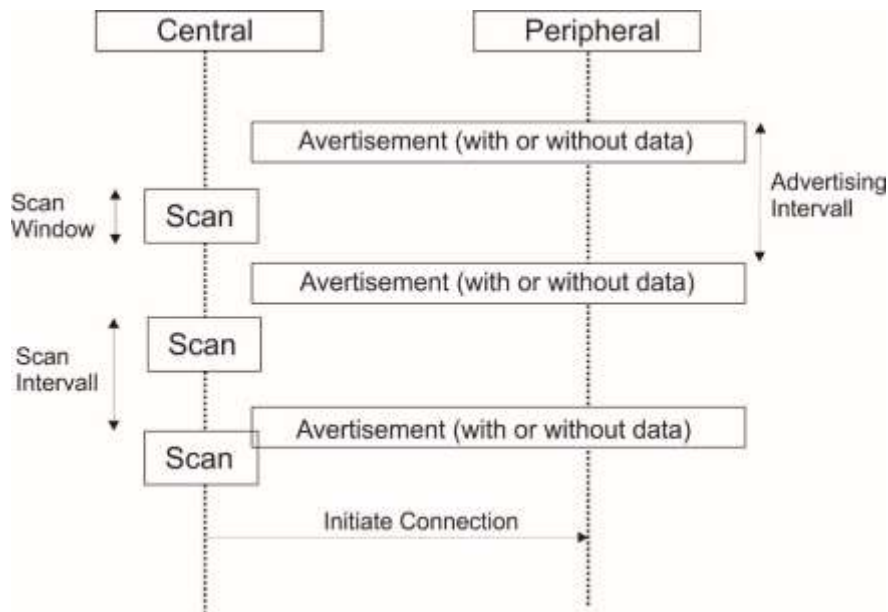
Beim klassischen Bluetooth werden für das Inquiry und den Verbindungsaufbau 32 Kanäle benutzt, d.h. es kann einige Zeit dauern bis die Geräte sich finden und eine Verbindung aufgebaut ist.

Bei BLE ist es etwas anders. Eine Seite – das sog. Peripheral ist immer im Advertising Modus (ähnlich inquiry) und sendet in def. Intervallen Informationen. Hierfür werden nur 3 Kanäle genutzt – 2,402 – 2,426 und 2,480 GHz). Das Finden und der Aufbau der Verbindung gehen schneller.

Eine BLE Verbindung besteht immer zwischen einem CENTRAL und einem PERIPHERAL. Es gibt noch andere Typen( Roles) auf die wird hier aber nicht eingegangen.

Normalerweise verfügt das Peripheral über die Daten und sendet ständig Informationen aus – dieses nennt man „advertisen“ . Das Advertisement ist ein periodischer Rundruf der Daten enthalten kann oder auch nur signalisiert, dass ein Verbindungsaufbau erlaubt ist.

Das Central scannt die Umgebung, wird ein Peripheral gefunden, kann das Central einen Verbindungsaufbau initiieren.



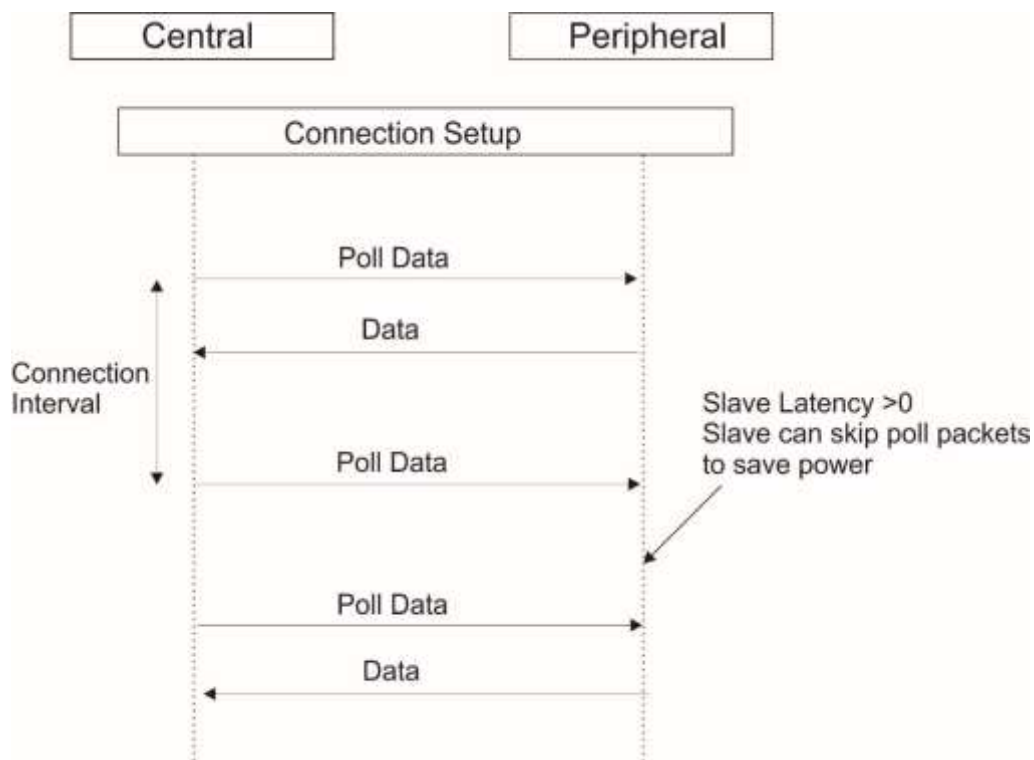
Je kürzer das Advertising Intervall ist, umso schneller wird das Peripheral gefunden aber umso höher ist auch der Stromverbrauch während des Advertiments.

Für das Central sind Scan Intervall und Scan Windows wichtige Parameter, da diese mitbestimmen, wie schnell das Peripheral gefunden wird und wie aktiv das Radio ist.

Es ist ebenfalls möglich, ein gezieltes Advertisement zu einer Bluetooth Adresse zu machen.

Wenn das Central eine Verbindung zum Peripheral aufbaut, ist das Central der Master und das Peripheral der Slave in dieser Verbindung. Ein Master/Slave Switch ist nicht erlaubt. Ein Central kann zu mehr als einem Peripheral verbunden sein, aber ein Peripheral nur mit einem Central.

In einer bestehenden Verbindung „fragt“ (polls) das Central(Master) das Peripheral (Slave) nach Daten. Wie oft die Abfrage erfolgt wird durch das Connection Intervall definiert. Ein kürzeres Intervall bedeutet kürzere Latenzzeiten aber auch einen höheren Stromverbrauch.



Für spezifische Anwendungen kann es notwendig sein Advertising und Connection Intervalle entsprechend anzupassen. Das heißt, es ist immer ein Kompromiss zwischen Stromverbrauch und Optimierung des Verbindungsverhaltens.

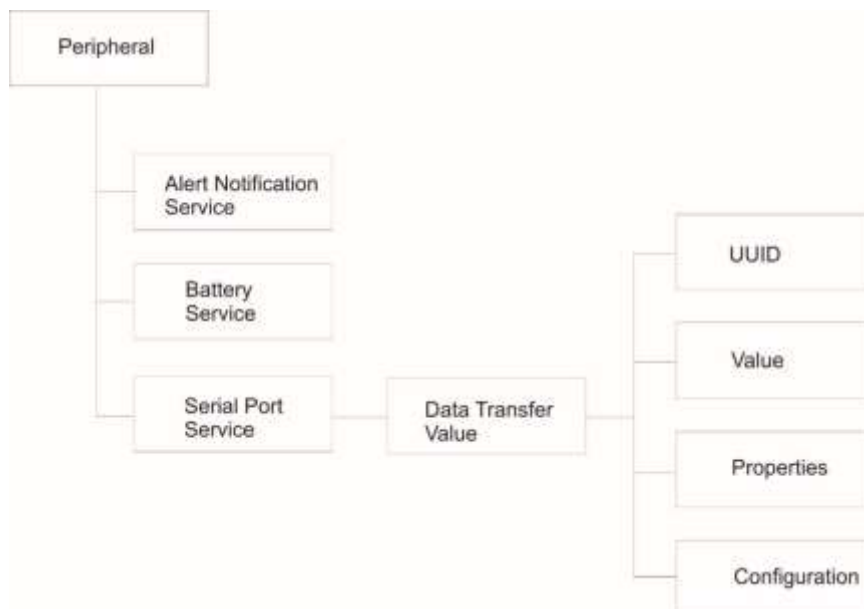
Eine andere Möglichkeit zum Verringern des Stromverbrauch ist die Optimierung der Slave Latency , welche die Anzahl der aufeinanderfolgenden Verbindungsversuche definiert, die durch den Slave ignoriert werden dürfen. Das heißt, wenn das Peripheral keine Daten zum Versand hat, kann es längere Zeit im Sleep Modus bleiben bevor es wieder auf eine Verbindungsanfrage antwortet.

Die Daten des Peripheral sind entsprechend der Definition eines oder mehrerer Dienste (Services) aufgebaut. Dies können gemäß BT Spec. solche Dienste sein wie z.B. ein Benachrichtigungsdienst (Alert Notification Service), ein Beschleunigungsdienst (Accelerometer Service) uvam. Die Bluetooth Profile und viele Standard Dienste sind bereits durch die Bluetooth SIG definiert. Informationen hierzu finden Sie auf [www.bluetooth.org](http://www.bluetooth.org).

Es ist aber auch möglich, eigene Dienste (Services) zu definieren.

Jeder Service beinhaltet ein oder mehrere Characteristics.

Jedes Characteristic besteht aus einer eindeutigen Identifikationsnummer (UUID), einem Wert (Value), Eigenschaften und der Konfiguration. Es kann z.B. ein String sein oder ein 16 bit unsigned integer. Die Eigenschaften legen fest, wie der Wert zugegriffen werden kann und die Konfiguration ist eine benutzerdefinierte Informationen oft eine Zeichenfolge, die den Characteristic beschreibt.



Es gibt mehrere Möglichkeiten für ein Central um auf den Wert eines Characteristics zuzugreifen.

- Schreiben: Das Central kann den Wert des Peripheral schreiben
- Lesen: Das Central kann den Wert des Peripheral lesen
- Benachrichtigung: Das Peripheral schickt automatisch aktualisierte Werte an das Central.

Die Art der möglichen Operationen wird durch die Eigenschaften bestimmt. Daher ist es nicht immer möglich zu schreiben, zu lesen oder Benachrichtigungen zu erhalten.

Es gibt noch weitere Möglichkeiten die definiert werden können, z.B. ein Schreiben mit oder ohne Bestätigung. Hierauf wird aber im Weiteren nicht eingegangen.

Für den Benutzer stellt sich die Sicherheit beim Verbindungsaufbau ähnlich dem Secure Simple Pairing (SSP) beim klassischen Bluetooth dar.

Bluetooth Low Energy unterstützt drei Anwendungsfälle:

Just Works, Passkey Entry, Out of Band

## 2. Konzept LinTech BLE SPP Firmware

Im klassischen Bluetooth gibt es Profile die die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Geräten regeln – unter anderem auch ein Serial Port Profile welches verwendet wird, wenn zwischen einem oder mehreren Geräten Daten übertragen werden sollen.

Die klassischen Bluetooth Profile unterscheiden sich von denen bei Bluetooth Low Energy. Die

Bluetooth Low Energy Profile basieren alle auf dem Generic Attribute Profile (GATT).

GATT wird zur Diensterkennung und zum Lesen/Schreiben von Werten auf einem Gerät genutzt. Es besteht die Möglichkeit, zusätzlich zu den Standard Bluetooth Low Energy Profilen eigene Profile zu entwickeln. Ein Standard Bluetooth Serial Port Profile gibt es bei Bluetooth Low Energy nicht.

Grundsätzlich werden bei der Nutzung der LinTech BLE SPP Firmware Applikationsdaten zwischen seriellem Port und Bluetooth übertragen. Da es bei BLE kein Serial Port Profile gibt hat LinTech ein eigenes Profil (LinTech BLE SPP) definiert.

Dieses gestattet eine transparente serielle Datenübertragung ähnlich dem klassischen Bluetooth SPP Profile.

Viele Funktionen sind so wie beim klassischen SPP Profile. Es gibt allerdings Einschränkungen, die der Technologie geschuldet sind. Dies betrifft z.B. die Datenrate.

Beim klassischen Bluetooth gibt es beim SPP ein Device A und ein Device B, also einen Master und einen Slave. Der Master ist derjenige, der die Verbindung erstmalig initiiert – sprich eine Gerätesuche durchführt und das Koppeln startet. Der Slave wartet sozusagen, dass er angerufen wird. Die klassische Standard Bluetooth SPP Firmware von LinTech unterstützt beide Rollen und erkennt anhand der gesendeten Nachrichten automatisch, welche Rolle – Master oder Slave – verwendet wird.

Bei der BLE SPP von LinTech ist es anders, da die Funktion von der Bluetooth Low Energy Rolle des Gerätes abhängt – also ob das Gerät Central oder Peripheral ist. Hier sind die Rollen so verteilt:

Central/Master – GATT Client

Peripheral/Slave – GATT Server (hat in der Regel die Daten)

Das Peripheral advertised und wird vom Central gefunden, die Verbindung wird vom Central aufgebaut und die Daten werden bidirektional übertragen.

Muss das Central Daten von mehreren z.B. Sensoren Daten abfragen, dann wird durch das Central die Verbindung zu den einzelnen Sensoren nacheinander aufgebaut und die Daten zyklisch abgerufen. .

Die LinTech BLE SPP Firmware unterstützt Central und Peripheral Modi.

Geräte können nur miteinander kommunizieren, wenn beide Seiten das BLE SPP Profile unterstützen.

Ein Datenaustausch findet entweder zwischen

- 2 Geräten mit LinTech BLE SPP Lösung (Central und Peripheral) oder
- einem Gerät (LinTech BLE SPP Peripheral- z.B. Sensor) und einem Smartphone (Central) über eine App statt, die den LinTech BLE SPP Service unterstützt.

- Unterstützt Bluetooth Low Energy / Smart , V. 4.1
- Transparente Vollduplex-Datenübertragung
- Auto-Connect und Auto-Pairing
- Kommunikation und Datenaustausch über UART
- Konfiguration Verbindungsparameter/Grundeinstellungen mit Hilfe von AT-Kommandos über UART möglich

## 3. Unterstützte Hardware



Die LinTech BLE SPP Firmware unterstützt Module mit CSR101x Bluetooth Low Energy Chipsatz z.B. von Rayson .  
Es ist aber auch möglich, andere Hardware/Module mit dem o.g. Chipsatz – CSR101x - zu verwenden.

Bitte beachten: Die BLE Chipsets und Module werden über die SPI Schnittstelle programmiert. Sie sollten daran denken, diese als kontaktierbaren Anschluss herauszuführen um möglicherweise ein nachträgliches Programmieren/Umprogrammieren der Module zu ermöglichen.  
Die Eingänge UART-RX, UART-RTS sind generell softwareseitig mit einem weak-pull-down versehen. Der Eingang SRES soll nur kurzzeitig für einen Reset auf Low gezogen werden und hat intern einen strong-pull-up Widerstand. Da die Modulauswahl über die Eingangsleitung MODE nur zu Systemstart abgefragt wird, werden hier nur kurzzeitig ein strong-pull-up und anschließend ein weak-pull-down Widerstand verwendet.

Die LinTech BLE SPP Firmware verwendet kein Hardware-Handshake im klassischen Sinne. Die UART-RTS Leitung dient dem Wechsel zwischen Transparent- und Kommandomodus. Die CTS-Signalleitung zeigt einen möglichen Überlauf des Datenspeichers beim Senden über BLE an.

Module können über eine einfache Zweidrahtverbindung mit RX und TX Daten übertragen und empfangen. Für eine gesicherte Verbindung mit garantierter Datenübertragung zum Empfängermodul empfiehlt sich die Verwendung einer Vierdrahtverbindung mit CTS und RTS. Die tatsächliche Geschwindigkeit der Datenübertragung hängt vom Funkumfeld ab, weshalb das Modul unter Umständen den Empfang von Daten über UART aussetzen muss (CTS), bis der Sendepuffer wieder ausreichend Kapazität erreicht hat.

Von der LinTech BLE SPP Firmware werden folgende Ein- und Ausgänge des CSR10xx Chipsatzes genutzt.

Tabelle 1: Hardwareschnittstellen Rayson Module

Bezeichnung	PIO	BTM800	BTM840	Ein-/Ausgang	Beschreibung
<b>UART TX</b>	PIO_0	PIN19	PIN22	Ausgang	UART Sendeleitung.
<b>UART RX</b>	PIO_1	PIN20	PIN23	Eingang	UART Empfangsleitung.
<b>MODE</b>	PIO_3	PIN1	PIN24	Eingang	Selector für Peripheral- bzw. Central-Modus.
<b>SRES</b>	PIO_4	PIN2	PIN1	Eingang	Resetleitung, setzt das System auf Werkseinstellungen zurück.
<b>UART CTS</b>	PIO_9	PIN7	PIN6	Ausgang	„Clear to Send“, zeigt mit einem Low-Pegel an, dass das Modul zum Empfang weiterer Daten über UART bereit ist.
<b>UART RTS</b>	PIO_10	PIN8	PIN7	Eingang	„Request to Send“, mit einem Low-Pegel befindet sich das Modul im Transparentmodus und mit einem High-Pegel im Kommandomodus.
<b>Connect LED</b>	PIO_11	PIN9	PIN8	Ausgang	Zeigt eine bestehende Verbindung durch einen HIGH-Pegel an.
<b>WAKE</b>	13(BTM 800)	PIN13	PIN15	Eingang	Im Dormant-Modus wird der Chip über einen High-Pegel über die WAKE-Signalleitung aufgeweckt. Auf dem Testboard

ist der WAKE-Pin nicht  
angeschlossen.

#### 4. Systemaufbau

Die Kommunikation findet in der Regel immer zwischen einem Master (Central) - und einem Slavemodul (Peripheral) statt. Das Slavemodul ist hierbei häufig in ein Gerät eingebaut, welches über eine Kommunikationsverbindung Daten austauschen oder konfiguriert werden soll. Das Mastermodul (Central) könnte hierbei beispielsweise mit einem PC verbunden oder ein Smartphone sein. Generell geht der Verbindungsaufbau vom Mastermodul (Central) aus.



Abb. Kommunikation Smartphone mit Datenlogger über BLE



Abb. Kommunikation Steuereinheit mit Sensorik über BLE

## 5. Werkseinstellungen

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werkseinstellungen zusammengefasst.

Einstellungen	Werte
Connection Intervall	8ms
Slave Latency	0
Advertising Intervall	20 ms
Baudrate (bps)	115000
Datenbit	8
Parität	No
Stoppsbit	1
Hardware Fluss Steuerung	Nein
Betriebsmodus	Auswahl über Jumper J1
Name	LinTech BTLE SPP01
Passkey für Verbindungsaufbau	123456
Tx Power	-2 dbm
Security Mode	1 ( mit Passkey)

## 6. Sicherheit

Zur Verschlüsselung der Bluetooth Low Energy Verbindung wird zusätzlich ein Passkey verwendet. Dieser Schlüssel muss auf dem Master- und Slave-Modul der Gleiche sein und wird manuell einmalig über UART konfiguriert (siehe AT-Kommandos Abschnitt AT+PKEY). Wird eine Verbindung ohne korrekten Passkey aufgebaut, so wird die Verbindung getrennt, weiterhin stellt der Slave für zehn Sekunden jeglichen Funk ein und ist demnach nicht ansprechbar. Der Passkey ist ein Zahlenwert zwischen 0 und 999999.

## 7. Auswahl Peripheral- bzw. Central-Modus

Die Auswahl ob das Gerät im Peripheral- oder Central-Modus arbeitet kann über den PIO\_3 (MODE) gewählt werden. Die Auswahl kann bei jedem Start des Moduls vorgenommen werden. Ein Neustart erfolgt entweder bei einem Softwarereset (siehe 11.12) oder nachdem das Gerät nicht mit Strom versorgt war. Bei einem Low-Pegel an der Signalleitung MODE zum Start wird das Gerät im Peripheral-Modus gestartet. Bei einem High-Pegel kann das Gerät dementsprechend als Central verwendet werden.

Beim LinTech SPP BLE-Testboard (siehe Abschnitt 13) wird die Auswahl über den Jumper\_1 (J 1) durchgeführt. Ist dieser gesteckt, so arbeitet das Gerät als Peripheral sonst als Central.

## 8. Aufbau Advertising Nachricht

Das BLE-SPP Peripheral versendet im unverbundenen Zustand die Advertisingnachrichten aus Tabelle 2 und Tabelle 3. Mit Hilfe dieser ist das Modul eindeutig als BLE-SPP Modul zu erkennen und kann dementsprechend für eine Verbindung ausgewählt werden.

Tabelle 2: Aufbau Advertising Nachricht BLE-SPP

Length	Name	Wert	Verwendung	Beschreibung
<b>3 Byte</b>	Flags[0]	0x02	mandatory	Length
	Flags[1]	0x01	mandatory	Flags Field
	Flags[2]	0x06	mandatory	LE General Discoverable Mode + BR/EDR Not Supported
<b>6-16 Byte</b>	Length	0x07	mandatory	Length
	Type	0xFF	mandatory	Manufacturer Specific Data
	Company ID	0x0144	mandatory	LinTech GmbH (little Endian)
	Device ID	0xFF02	mandatory	LinTech BLE SPP Device(little Endian)
	Byte Adv. Data	0XXXXXXXXXX	optional	Data set by User(big Endian)
<b>3-22 Byte</b>	Length	0x02-0x15	mandatory	Length
	Type	0x09	mandatory	Local Name Complete
	Name	„LinTech BLE SPP01“	mandatory	Name

Sollte der Name nicht mehr komplett in die Advertising Daten passen wird der Name verkürzt angefügt:

<b>13 Byte</b>	<b>Length</b>	<b>0x0D</b>	<b>mandatory</b>	<b>Length</b>
	Type	0x08	mandatory	Local Name Short
	Name	„LinTech BT“	mandatory	Name

Tabelle 3: Advertising des BLE-SPP Moduls - Scan Response Data

Length	Name	Wert	Verwendung	Beschreibung
<b>18 Byte</b>	Length	0x11	mandatory	Length
	Type	0x07	mandatory	Service UUID 128-Bit
	Service UUID 128-Bit	0xf18d63aecadc11e3aacb1a514932ac01	mandatory	Complete UUID of Data Transfer Service (little Endian)

## 9. Integrierte Services

Neben dem Standard GAP-Service werden auch proprietäre Profile zur Datenübertragung und Sicherung der Verbindung verwendet.

Zur Datenübertragung wird der Data-Transfer-Service verwendet und zur Authentifizierung mittels Passwort der Bond-Password-Service (siehe AT-Kommando AT+Secu=2).

## Data-Transfer-Service:

UUID: 0xF18D63AECADC11E3AAAB1A514932AC01

Der Data-Transfer-Service besteht aus drei Charakteristika.

Data\_Transfer\_Control: Reserviert für eine spätere Verwendung.

Data\_Transfer\_Value: Wird verwendet zur Datenübertragung, mittels Write vom Central zum Peripheral und Indication vom Peripheral zum Central.

Rückgabewert: GATT\_STATUS\_SUCCES (0x00) oder GATT\_STATUS\_INSUFFICIENT\_AUTHORIZATION (0x08) im Security Mode 2 bei nicht gesetztem Passwort (siehe 11.18).

Data\_Transfer\_Cmd\_Value: Dient der Übertragung von Kommandobefehlen vom Central zum Peripheral. Diese werden wie AT-Kommandos ausgeführt.

Größe in Byte	Zugriff	Name	UUID
-	Read	DATA_TRANSFER_CONTROL	0xF18D669CCADC11E3AACB1A514932AC01
20	Write / Indicate	DATA_TRANSFER_VALUE	0xF18D68AECADC11E3AACB1A514932AC01
20	Write / Indicate	DATA_TRANSFER_CMD_VALUE	0xF18D67AECADC11E3AACB1A514932AC01

Aufbau DATA\_TRANSFER\_VALUE

20 – Byte vollständig für transparenten Datentransfer

Aufbau DATA\_TRANSFER\_CMD\_VALUE

20 – Byte vollständig für Übertragung von Kommandos, Verwendung der normalen AT-Kommandos nur ohne „AT+“. Bspw. führt die Übertragung von „Name=Testname“ zu einer Umbenennung des Peripherals.

## 10. Over-the-Air Update

Die BLE SPP Firmware wird über eine Bluetooth Low Energy Verbindung upgedatet. Lesen Sie hierzu bitte das Dokument „OTA Update“.

## 11. AT-Kommandos

Die BLE SPP Verbindung wird über AT-Kommandos, welche in den folgenden Abschnitten beschrieben werden gesteuert. Die Eingabe der AT-Kommandos erfolgt immer im ASCII-Format. Zum Abschluss eines Kommandos wird ein Carriage Return <CR> erwartet. Erst nachdem über einen Zeitraum von 10ms kein Zeichen mehr über UART eingegangen ist, beginnt die Kommandoauswertung. Bei der Eingabe eines Fragezeichens nach dem =-Zeichen des Kommandos erfolgt eine Anwendungsinformation zum entsprechenden Kommando.

Beispiel:

```
AT+CONN=?<CR>
```

In der Rückgabe erfolgt bei den meisten Kommandos die Bestätigung mit dem Kommandonamen

bspw. „PKEY und einem „OK“ als Bestätigung. Eine fehlerhafte Eingabe wird mit „ERR“ quittiert. Die Rückgabe erfolgt immer mit einem <CR> und <LF> am Ende.

Die Abarbeitung erfolgt sequentiell, erst nachdem ein Kommando bearbeitet wurde, ist das Modul zum Empfang eines weiteren Kommandos bereit.

Eingang Kommando → **10ms** nach letztem Zeichen → Start Abarbeitung Kommando → Ende Abarbeitung (Rückgabe ERR<\r><\n> oder OK<\r><\n>)

Tabelle 4: Zusammenfassung AT-Kommandos

Kommando	Master	Slave	Kurzbeschreibung
<b>AT+INFO</b>	X	x	Gibt Informationen über relevante Systemeinstellungen und die Firmware Version über die UART Schnittstelle aus
<b>AT+DISC</b>	X	X	Die bestehende Bluetooth Verbindung wird getrennt
<b>AT+DEBO</b>	X	X	Das Bonding wird gelöscht
<b>AT+SCAN</b>	X		Sucht in der Umgebung nach aktiven und unverbundenen Slaves
<b>AT+CONN</b>	X		Stellt die Verbindung zu einem ausgewählten BLE Slave her
<b>AT+PKEY</b>	X	X	Ändert den Passkey
<b>AT+NAME</b>	X	X	Ändert den Gerätenamen des Slaves
<b>AT+UART</b>	X	X	Ändert die Verbindungseinstellungen der UART Schnittstelle
<b>AT+CONF</b>	X	X	Konfiguration der Bluetooth Verbindungseinstellungen
<b>AT+WAKE</b>	X	X	Konfiguration der Sleep-Funktionen des Chips
<b>AT+RESE</b>	X	X	Durchführen eines Werksresets
<b>AT+REST</b>	X	X	Startet das Modul neu
<b>AT+RSSI</b>	X	X	Gibt bei bestehender Verbindung den aktuellen RSSI Wert des letzten empfangenen Paketes an
<b>AT+TXPO</b>	X	X	Ermöglicht die Konfiguration der Sendeleistung des Moduls
<b>AT+OUTP</b>	X	X	Verringert die Kommandoausgaben über UART
<b>AT+ADVD</b>		X	Ermöglicht die Konfiguration des 10-Byte Datenfeldes im Advertising zur verbindungslosen Übertragung von geringen Datenmengen
<b>AT+SECU</b>	X	X	Auswahl des verwendeten Sicherheitsmodus für den Verbindungsaufbau
<b>AT+SEND</b>	X		Senden von Kommandos an ein verbundenes BLE SPP Slave
<b>AT+INDI</b>		X	Ermöglicht die Auswahl der verwendeten Sendart (Indication/Notification) im Peripheral-Modus
<b>AT+COMA</b>	X	X	Ermöglicht die Ausführung eines Kommandos im transparenten Datenmodus
<b>AT+OTAU</b>	X	X	Versetzt das Gerät in den Update-Modus

## 11.1 Wechsel in den Kommandomodus

Das BLE SPP Modul ist bei einem Low-Pegel auf der UART RTS Signalleitung im transparenten Modus. Das bedeutet, dass Daten, welche über UART an das Modul gesendet werden direkt und unverändert an das verbundene Empfängermodul weitergeleitet werden. Der Kommandomodus ermöglicht die Eingabe von AT-Kommandos, welche vom Modul ausgewertet und umgesetzt werden.

Um in den Kommandomodus zu gelangen wird die UART RTS Signalleitung auf High gesetzt. Das

Modul bestätigt den Wechsel vom Transparent- in den Kommandomodus mit einem "CMode On". Folgende eingehende Daten werden nicht mehr übertragen, bis der Wechsel zurück in den Transparentmodus erfolgt. Dies geschieht analog zum obigen Moduswechsel mittels eines Low-Pegels auf der UART RTS Signalleitung und der Meldung "CMode Off".

## 11.2 AT+INFO

Mit Hilfe des Kommandos AT+INFO können wichtige Systeminformationen, wie Einstellungen, Verbindungsstatus und die Firmware Version abgefragt werden. Die Verwendung erfolgt folgendermaßen:

AT+INFO? <CR>		
Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+INFO</b>	AT+INFO=1<CR>	INFO<CR><LF> Firmware Version 1.40<CR><LF> Hardware Version BLE_SPP<CR><LF> BT-Address 00126f6bc7e6<CR><LF> UART Baudrate 9600<CR><LF> Stopbit 1<CR><LF> Parity None<CR><LF> Passkey 123456<CR><LF> Name BLE RS232<CR><LF> Mode Peripheral<CR><LF> Connection Interval Min 6 Frames<CR><LF> Connection Interval Max 6 Frames<CR><LF> Slave Latency 0<CR><LF> Advertising Interval 20 ms<CR><LF> Scanning Interval 375 ms<CR><LF> Scanning Window 250 ms<CR><LF> Bonded None<CR><LF> Used Sleepmode 0<CR><LF> Status Connected<CR><LF> Address 00126f6bc8dd<CR><LF> Transmit Power Level 04<CR><LF> Microcontroller Output 0<CR><LF> Advertising Data <CR><LF> Security-Mode: Using PKEY (1)<CR><LF> Command in transparent mode: Deactivated (0)<CR><LF> Using Indication: Deactivated (0)<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.3 AT+DISC

Mit dem Kommandostring AT+DISC=1 wird eine bestehende Bluetooth Verbindung getrennt. Nach der Verbindungstrennung verbleibt das Gerät unverbunden bis entweder ein Neustart durchgeführt oder manuell eine erneute Verbindung ausgelöst wird.

## 11.4 AT+DEBO

Mit dem Kommandostring AT+DEBO=1 das Gerät entkoppelt. Das Bonding ist somit aufgehoben.

## 11.5 AT+SCAN

Mit dem Kommando AT+SCAN kann der Master in der Umgebung nach aktiven und unverbundenen LinTech LowEnergy SPP Modulen gesucht werden.

Ziffer	Beschreibung
1	Listet alle LinTech LowEnergy SPP Module in der Umgebung auf.
2	Aktiviert den automatischen Scan-Modus. Das Modul verbindet sich anschließend mit dem Slave mit der höchsten Sendestärke
3	Aktiviert den Sniffer-Modus für Advertisingpakete. Hierbei werden sämtliche Advertisingpakete von allen Bluetooth LowEnergy Geräten in der Umgebung gelesen und über die UART-Schnittstelle ausgegeben.

Der Kommandostring AT+SCAN=1 führt zu einer Auflistung sämtlicher LinTech LowEnergy SPP Module in der Umgebung, welche für einen Verbindungsaufbau zur Verfügung stehen. Ausgegeben wird hierbei der Name und die Bluetooth Adresse der entsprechenden Geräte.

Die Ausgabe erfolgt dabei folgendermaßen:

```
Device:[zweistellige Zählnummer]
Name:[Gerätename]
Adresse:[16Bit NAP Hexadezimal] ][8Bit UAP Hexadezimal] [24Bit LAP Hexadezimal]
```

Mit dem Kommandostring AT+SCAN=2 wird das Gerät in den automatischen Scanmodus versetzt. Das Modul verbindet sich anschließend mit dem Slave mit der höchsten Sendestärke (meist das nächstgelegene) in der Umgebung. Das Gerät wird direkt gekoppelt, so dass nach einem Systemreset die Verbindung automatisch wiederhergestellt wird.

Mittels AT+SCAN=3 wird der Sniffer-Modus für Advertisingpakete aller in der Umgebung befindlichen Bluetooth LowEnergy Geräte aktiviert. Hierbei werden alle Daten gelesen und über UART übertragen. Der Modus wird mit einem erneuten AT+SCAN=3 wieder deaktiviert.

Die Ausgabe erfolgt dabei nach folgendem Muster:

```
[STX][LENGTH][TYPE][BT ADDRESS][ADVERTISING DATA][RSSI][ETX]
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
AT+SCAN	AT+SCAN=1<CR>	SCAN<CR><LF> Device:01<CR><LF> Name:BLE USB<CR><LF> Address:00126f6bc8dd<CR><LF>



Ziffer	Länge in Byte	Beschreibung
<b>STX</b>	1	Der Hexadezimalwert 0x02 markiert der Beginn der Nachricht.
<b>LENGTH</b>	1	Länge des Datenfeldes von TYPE bis inklusive RSSI.
<b>TYPE</b>	1	Type 0 entspricht einem Advertisingpaket und Type 4 einer Scan Response.
<b>BT ADDRESS</b>	6	Die Bluetooth Adresse des Senders. Angegeben in folgender Form: [LAP][UAP][NAP]
<b>ADVERTISING DATA</b>	0-31	Der Payload des Advertisingpakets.
<b>RSSI</b>	1	Der <b>Received Signal Strength Indicator</b> (RSSI) als signed Integerwert.
<b>ETX</b>	1	Der Hexadezimalwert 0x03 markiert das Ender der Nachricht.

## 11.6 AT+CONN

Mit dem Kommandostring AT+CONN kann die Verbindung zu einer ausgewählten LinTech BLE SPP Gegenstelle hergestellt werden. Das Gerät wird hierbei über die Bluetooth-Adresse eindeutig identifiziert. Wird eine Verbindung mit einem Slave hergestellt, ist dieses mit dem Master gekoppelt, so dass nach einem Systemreset die Verbindung automatisch wiederhergestellt wird. Die Auswahl der gewünschten Gegenstelle kann auf zwei Arten erfolgen, entweder über die Eingabe der kompletten Bluetooth Adresse oder über die Auswahl aus der Liste, der vorher mit AT+SCAN=1 gescannten Geräte.

Die Eingabe des AT-Kommandos samt Bluetooth Adresse erfolgt folgendermaßen:

```
AT+CONN=[16Bit NAP Hexadezimal] ][8Bit UAP Hexadezimal] [24Bit LAP Hexadezimal]<CR>
```

Wird vor dem Verbindungsaufbau ein Scan durchgeführt, kann die Kopplung wie folgt stattfinden:

```
AT+CONN=d[zweistellige Zählnummer] <CR>
```

Über das Kommando „AT+CONN=?“ können zusätzlich zu jeder Zeit Informationen zum aktuellen Verbindungsstatus abgefragt werden.

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+CONN</b>	AT+CONN=d01<CR>	CONN<CR><LF> Trying to connect...<CR><LF> Bonded with BT-Address 00126f6bc8dd<CR><LF> Status Connected<CR><LF> Name BLE USB<CR><LF> Address 00126f6bc8dd<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.7 AT+PKEY

Zur Änderung des verwendeten Passkeys kann der Kommandostring AT+PKEY verwendet werden. Der Verbindungsschlüssel wird anschließend gespeichert und für alle zukünftigen Verbindungsversuche verwendet. Der Schlüssel wird niemals über die Funkstrecke übertragen, weshalb er bei jedem Teilnehmer über UART eingetragen werden muss. Ein falscher Passkey wird zu einem Verbindungsabbruch mit einer entsprechenden Fehlermeldung über UART.

Die Verwendung des AT-Kommandos:

```
AT+PKEY=[dezimaler Zahlenwert zwischen 0 und 999999] <CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+PKEY</b>	AT+PKEY=123456<CR>	PKEY<CR><LF> Passkey 123456<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.8 AT+Name

Mit dem Kommandostring AT+Name kann der Gerätenamen des Slaves geändert werden. Der Master kann den Gerätenamen des Slaves nur bei einer bestehenden Verbindung ändern. Eine Änderung direkt über die UART-Schnittstelle des Slaves ist dagegen zu jeder Zeit möglich.

Die Eingabe des AT-Kommandos erfolgt folgendermaßen:

```
AT+NAME=[NAME] <CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+NAME</b>	AT+NAME=New_Name<CR>	NAME<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.9 AT+UART

Die Verbindungseinstellungen der UART Schnittstelle können mit dem Kommandostring AT+UART flexibel zur Laufzeit gewählt werden.

Die Eingabe des AT-Kommandos samt Parametern erfolgt folgendermaßen:

```
AT+UART=[UART Baudrate],[Stoppbits],[Parität] <CR>
```

Die möglichen Eingabewerte sind dabei den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 3: UART Baudrate

Baudrate	Wert
1200	0
2400	1
4800	2
9600	3
14400	4
19200	5
38400	6
57600	7
115200	8
230400	9
256000	A

Tabelle 4: Stoppbits

Funktion	Wert
Ein Stoppbit	1
Zwei Stoppbits	2

Tabelle 5: Parität

Funktion	Wert
Keine Parität	0
Ungerade Parität	1
Gerade Parität	2

Beispieleingabe für eine UART Verbindung mit einer Baudrate von 19200 und der Verwendung eines Stoppbits und eines ungeraden Paritätsbits:

```
AT+UART=2,1,1<CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
AT+UART	AT+UART=1,1,0<CR>	UART<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.10 AT+CONF

Die Konfiguration der Bluetooth Einstellungen kann mit dem Kommando AT+CONF erfolgen. Die hier vorgenommenen Einstellungen sind maßgeblich für den Stromverbrauch und die Verbindungsgeschwindigkeit. Werksmäßig sind Einstellungen für einen hohen Datendurchsatz gewählt. Folgende Werte sind standardmäßig eingestellt:

- Connection Intervall Min 6 Frames
- Connection Intervall Max 6 Frames
- Slave Latency 0
- Advertising Intervall 60ms

Die Eingabe des AT-Kommandos samt Parametern erfolgt folgendermaßen:

AT+CONF=[Connection Intervall Min in Frames], [Connection Intervall Max in Frames], [Slave Latency],[Advertising Intervall in ms] <CR>

Ein Frame entspricht 1,25ms weshalb die Standardeinstellung von 6 Frames einem Connection Intervall von 8ms entspricht.

Connection Intervall in ms = Frames x 1,25ms

Das Advertising Intervall kommt nur bei einem Peripheral zum Tragen. Die möglichen Eingabewerte sind dabei der folgenden Tabellen zu entnehmen. Die Werte sind teilweise durch die Bluetooth Spezifikation beschränkt und können nicht beliebig gewählt werden.

Tabelle 7: Bluetooth Verbindungseinstellungen

Funktion	Minimaler Wert	Maximaler Wert
Connection Intervall Min	6	3200
Connection Intervall Max	6	3200
Slave Latency	0	499
Advertising Intervall	20	9000

Beispieleingabe für eine Bluetooth Verbindung mit einem Connection Intervall Min von 8ms, einem maximalen Connection Intervall von 30ms, einer Slave Latency von 0 und einem Advertising Intervall von 60ms:

Kommando	Eingabe	Rückgabe
AT+CONF	AT+CONF=6,24,0,60<CR>	CONF<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.11 AT+WAKE

Soll das BLE Modul stromsparend eingesetzt werden, so empfiehlt sich die Verwendung des Sleepmodes. Mit dem Kommando AT+WAKE=[Ziffer] kann dieser entsprechend gewählt werden.

Ziffer	Beschreibung
0	Der Chip ist zu jederzeit wach, die Stromsparfunktion ist ausgeschaltet. Dies ist die Standardeinstellung.
1	Der Sleepmode ist nur aktiviert, wenn gerade keine Bluetooth-Verbindung besteht. Die UART-Baudrate kann in diesem Modus beliebig gewählt werden. UART-Baudraten über 2400 funktionieren allerdings nur im verbundenen Zustand. Besteht keine Bluetooth Verbindung, so wechselt der Chip automatisch auf eine Baudrate von 2400, um dennoch erreichbar zu sein. Bei einem Bluetooth-Verbindungsaufbau ist anschließend die ursprüngliche Baudrate wieder eingestellt.
2	Der Sleepmode ist dauerhaft aktiviert, hierbei kann nur eine UART-Baudrate von 2400 gewählt werden.
3	Der Dormant-Modus kann mit AT+WAKE=3 aktiviert werden. Der Chip geht hierbei in einen Tiefschlafmodus und ist nur über einen High-Pegel über das Wake-Pin zu wecken. <b>Achtung: Auf dem BLE SPP Testboard ist das Wakepin nicht angeschlossen, der Chip ist deshalb mit dieser Einstellung nicht mehr zu wecken! Notfalls kann der Chip mit einem Neustart (Stromzufuhr war unterbrochen) wieder geweckt werden.</b>

Mit AT+WAKE=3 wird einmalig der Dormant-Modus vom Chip aktiviert. Der Chip geht in den Tiefschlaf und lässt sich nur über einen High-Pegel auf der Wake-Signalleitung wieder wecken. Nach dem Wecken kann der Chip über das AT-Kommando erneut in den Tiefschlaf geschickt werden. Der Dormant-Modus (3) lässt sich mit dem Deep-Sleep Modi 1-2 kombinieren. Wird das BLE Modul beispielsweise aus dem Tiefschlaf mittels High-Pegel auf der WAKE-Signalleitung geweckt, versucht das BLE Modul im Idle je nach eingestelltem Sleepmode dennoch in den Deep Sleep zu kommen. Folgende Tabelle zeigt den zu erwartenden Stromverbrauch unter idealen Bedingungen in den verschiedenen Betriebsmodi.

MODE	Description	Total Typical Current at 3V
<b>Dormant</b>	Functions are shutdown. To wake up toggle the WAKE pin	<600nA
<b>Deep sleep</b>	VDD_PADS = ON, REFCLK = OFF, SLEEPCLK = ON, VDD_BAT = ON, RAM = ON, digital circuits = ON, SMPS = ON (low-power mode), 1ms wake-up time	<5µA
<b>Idle</b>	VDD_PADS = ON, REFCLK = ON, SLEEPCLK = ON, VDD_BAT = ON, RAM = ON, digital circuits = ON, MCU = IDLE, <1µs wake-up time	~1mA
<b>RX / TX active</b>	-	~16mA @ 3V peak current

Die Eingabe des AT-Kommandos erfolgt folgendermaßen:

```
AT+WAKE=[Ziffer] <CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+WAKE</b>	AT+WAKE=1<CR>	WAKE<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.12 AT+RESE

Auf dem lokalen Gerät werden die Einstellungen für Gerätenamen, UART, verwendeten Passkey und die Bluetooth Verbindungseinstellungen mit dem Kommando AT+RESE=1 auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt.

Verwendung des AT-Kommandos erfolgt folgendermaßen:

```
AT+RESE=1<CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+RESE</b>	AT+RESE=1<CR>	RESE<CR><LF> OK<CR><LF>

### 11.13 AT+REST

Mittels AT-Kommando AT+REST kann ein Neustart der Firmware erzwungen werden.

```
AT+REST=1<CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
AT+REST	AT+REST=1<CR>	REST<CR><LF> OK<CR><LF>

### 11.14 AT+RSSI

Mit dem AT-Kommando AT+RSSI=? kann der aktuelle Received Signal Strength Indicator kurz RSSI bei einer bestehenden Verbindung abgefragt werden. Der RSSI kann Auskunft darüber geben wie gut eine Verbindung ist und wie weit ungefähr das verbundene Modul vom eigenen Standort entfernt ist. Verwendung des AT-Kommandos erfolgt folgendermaßen:

```
AT+RSSI=?<CR>
```

Die Antwort erfolgt im ASCII Zeichenformat zum Beispiel:

```
-65
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
AT+RSSI	AT+RSSI=1<CR>	RSSI<CR><LF> -54<CR><LF> OK<CR><LF>

### 11.15 AT+TXPO

Die Sendeleistung des BLE Moduls kann in acht verschiedenen Stufen gewählt werden. Mit der Kommando AT+TXPO kann diese Einstellung vom Benutzer gewählt werden.

Die Verwendung erfolgt folgendermaßen:

```
AT+TXPO=[TX_POWER]<CR>
```

Einstellungen TX-Powerlevel und die entsprechende Veränderung der Sendeleistung:

Wert	Sendeleistung
7	+8 dBm
6	+6 dBm
5	+2 dBm
4	-2 dBm
3	-6 dBm
2	-10 dBm
1	-14 dBm
0	-18 dBm

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+TXPO</b>	AT+TXPO=7<CR>	TXPO<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.16 AT+OUTP

Mit dem Kommando AT+OUTP können die Kommandoausgaben beeinflusst werden. Das Kommando AT+OUTP=1 führt zu einer verringerten Ausgabe von Kommandoinfos über UART und ist insbesondere für die Verwendung mit einem Mikrocontroller gedacht. Mit AT+OUTP=0 wird wieder der normale Ausgabemodus gewählt.

Mittels AT+OUTP=2 werden bis auf wenige Ausnahmen die Ausgaben des Bluetooth Moduls deaktiviert. Die transparente Datenkommunikation wird weiterhin ausgegeben. Ausnahme für Ausgaben des Bluetooth Moduls bilden die Antworten auf gezielte Kommandoanfragen über UART. Beispielsweise führt AT+CONN? Zu folgender Rückgabe:

BOND=00106f6bc863<CR><LF>

CONN=1<CR><LF>

CADR=00106f6bc863<CR><LF>

Auf Kommandoeingaben erfolgen keine Rückgaben mehr.

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+OUTP</b>	AT+OUTP=1<CR>	OUTP<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.17 AT+ADVD

Zur Konfiguration des User-Datenfeldes im Advertising wird das Kommando AT+ADVD verwendet. Die Angabe erfolgt Hexadezimal und wird im „little Endian“-Format für das Advertising übernommen. Das Datenfeld kann bis zu 10-Byte enthalten und mittels Advertising übermitteln.

Beispieleingabe für 2-Byte Datenfeld und die Übertragung von 0x1234 über das Advertising:

```
AT+ADVD=[0x12][0x34]<CR>
```

Das Feld Manufacturer Specific Data im Advertisingdatenpaket sieht dann folgendermaßen aus:

Length	Name	Wert	Beschreibung
<b>8</b>	Length	0x07	Length
	Type	0xFF	Manufacturer Specific Data
	Company ID	0x0144	LinTech GmbH (little Endian)
	Device ID	0xFF02	LinTech BLE SPP Device(little Endian)
	2-Byte Adv. Data	0x1234	Data set by User(big Endian)

Kommando	Eingabe	Rückgabe
----------	---------	----------

<b>AT+ADVD</b>	AT+ADVD=0x01<CR>	ADVD<CR><LF> OK<CR><LF>
----------------	------------------	----------------------------

### 11.18 AT+SECU

Es gibt drei verschiedene Sicherheitsmodi für den Verbindungsaufbau. Diese sind in der folgenden Tabelle beschrieben. Mit AT+SECU=Ziffer werden diese jeweils ausgewählt.

Ziffer	Beschreibung
<b>0</b>	Beim Sicherheitsmodus 0 ist keinerlei zusätzliche Authentifizierung bei Verbindungsaufbau nötig. Jedes Modul kann eine Bonding-Anfrage an das Peripheral stellen.
<b>1</b>	Wird der Sicherheitsmodus 1 gewählt, wird bei Verbindungsaufbau der eingespeicherte Passkey (AT+PKEY) zur Authentifizierung der Verbindung verwendet.

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+SECU</b>	AT+SECU=1<CR>	SECU<CR><LF> OK<CR><LF>

### 11.19 AT+SEND

Sämtliche AT-Kommandos können auch über die BLE Schnittstelle an ein verbundenes Peripheral übertragen werden. Das Peripheral führt diese Kommandos aus und bestätigt die Ausführung (insofern nach Ausführung möglich) über die BLE Schnittstelle mit einem P\_OK oder einem P\_ERR. Die Kommandos werden dabei wie in den obigen Abschnitten beschrieben verwendet, lediglich der Kommandoteil „AT+“ entfällt bei der Verwendung von AT+SEND.

Beispielseingabe für die Veränderung der Sendeleistung beim Peer:

```
AT+SEND=TXPO=7<CR>
```

Bestätigung vom Peer:

```
P_OK<CR><LF>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+SEND</b>	AT+SEND=TXPO=7<CR>	SEND<CR><LF> OK<CR><LF> P_OK<CR><LF>

### 11.20 AT+COMA

Ermöglicht die Benutzung von einzelnen AT-Kommandos im transparenten Datenmodus. Wird die Funktion mittels AT+COMA=1 aktiviert, wird nach dem Zeichensatz „COMMAND:“ nachfolgend ein Kommando ausgewertet. Das Modul wechselt nach Erhalt des Zeichensatzes bis zum Abschluss eines Kommandos mit 0x0D in den Kommandomodus.



Ein Wechsel in den Kommandomodus löscht den Sendepuffer, weshalb dies nicht während eines Sendevorgangs erfolgen sollte. Um eine komplette Datenübertragung nicht zu gefährden, muss zwischen letzten Daten zur Übertragung und dem ersten Zeichen von „COMMAND:“ mind. 10ms liegen.

Nach Aktivierung wird die Interruptfunktion der RTS-Signalleitung deaktiviert, ein Wechsel in den Kommandomodus mittels RTS-Signal ist somit bis zur Deaktivierung nicht mehr möglich.

Aktivierung:

```
AT+COMA=1<CR>
```

Deaktivierung:

```
AT+COMA=0<CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+COMA</b>	AT+COMA=1<CR>	COMA<CR><LF> OK<CR><LF>

Verwendungsbeispiel nach Aktivierung:

```
COMMAND:AT+INFO=?<CR>
```

## 11.21 AT+INDI

### **AT+INDI**

Ermöglicht die Auswahl der verwendeten Sendart im Peripheral-Modus. Standardmäßig wird vom Peripheral eine Notification (unbestätigte Nachricht) verwendet, mit dem Kommando AT+INDI kann die Verwendung einer Indication (bestätigte Nachricht) erzwungen werden.

Die gewünschte Konfiguration wird gespeichert und ist auch nach einem Neustart noch eingestellt.

Aktivierung:

```
AT+INDI=1<CR>
```

Deaktivierung:

```
AT+INDI=0<CR>
```

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+INDI</b>	AT+INDI=1<CR>	INDI<CR><LF> OK<CR><LF>

## 11.22 AT+OTAU

Mittels AT+OTAU=1 wird das BLE Modul in den Update-Modus versetzt. Das Gerät bootet neu und steht anschließend für den Updatevorgang zur Verfügung.

Ein Gerät welches in den Update-Modus versetzt wurde, wechselt nach Ablauf von 60 Sekunden automatisch wieder in den normalen Applikationsmodus.

**Ohne entsprechend vorhandenes Updateimage und Hardware/Software sollte AT+OTAU nicht verwendet werden!**

Kommando	Eingabe	Rückgabe
<b>AT+OTAU</b>	AT+OTAU=1<CR>	OTAU<CR><LF> OK<CR><LF>

## 12. Allgemeine Hinweise zum Energieverbrauch

Bei der Nutzung von LinTech BLE SPP sind die Verbindungseinstellungen des BLE Moduls für einen möglichst hohen Datendurchsatz optimiert. Unter diesen Einstellungen ist die Energieaufnahme im Vergleich zu Anwendungen mit geringem Datendurchsatz wie z.B. beim Find Me Profile relativ hoch. Eine Optimierung der Einstellungen z.B. Scan Intervall, Slave Latency und Advertising Intervall ist für die spezifische Anwendung immer zu empfehlen.

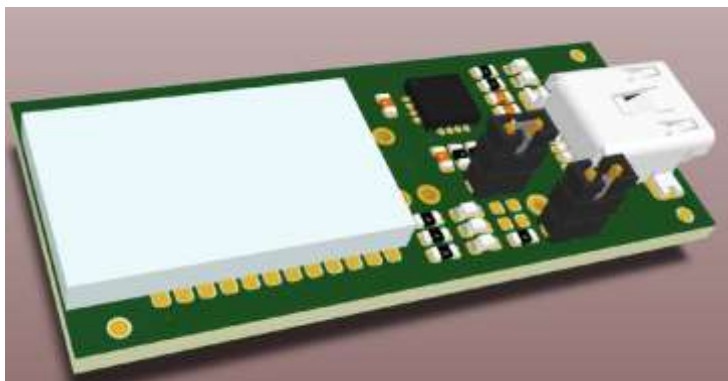
## 13. LinTech SPP BLE-Testboard

### 13.1 Kurze Beschreibung

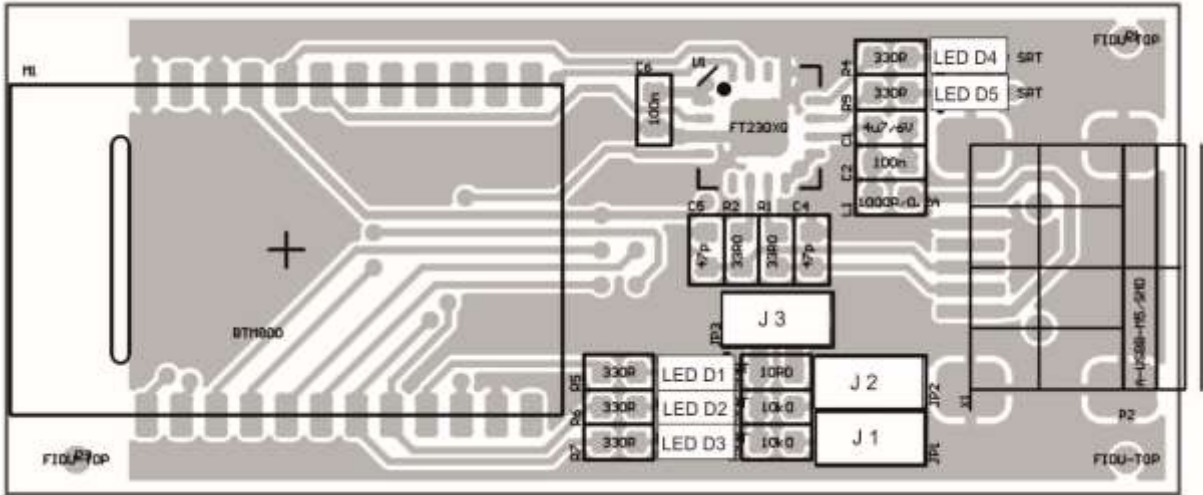
Mit dem LinTech SPP BLE Testboard kann die Verwendung der LinTech BLE SPP Firmware am Einsatzort erprobt werden. Die Testplatine kann beispielsweise über eine USB Schnittstelle mit einem PC verbunden werden. Über den integrierten UART-zu-USB-Wandler kann mit einem Terminalprogramm direkt die Datenausgabe und die Konfiguration der SPP Firmware erfolgen. Das Terminalprogramm Docklight ist im Lieferumfang des Testboards enthalten. Für eine Installation der Testplatine direkt an einem Mikrocontrollersystem sind entsprechende UART-Anschlüsse vorgesehen. Auf der Platine sind fünf LEDs installiert, welche Systemzustände anzeigen.



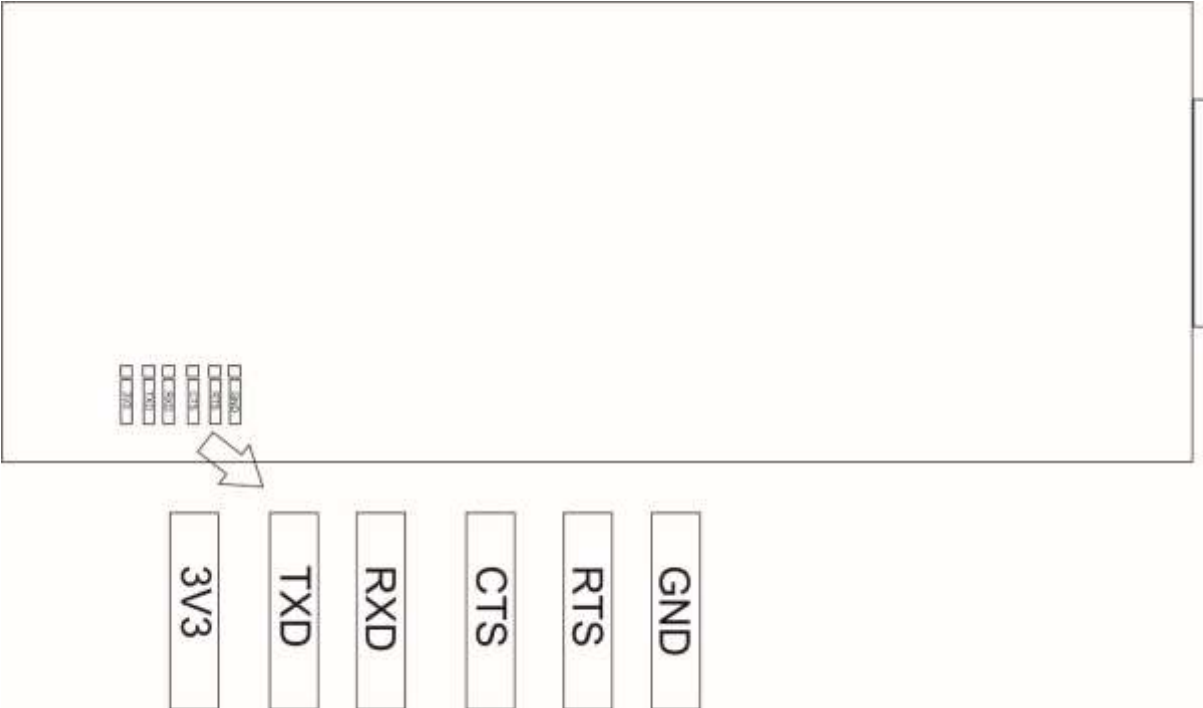
### 13.2 Testboard- Anschlüsse und Funktionen



Grafische Darstellung Testboard



Testboard – Draufsicht



Testboard – Rückseite mit UART - Anschlüssen (0V = Low; 3V3 = High)

LED	Name	Beschreibung
D1	CONN	Zeigt eine bestehende Bluetooth Verbindung an.
D2	RTS	Request-to-Send, ist High-Aktiv. Leuchtet diese LED, so befindet sich das Modul im Kommandomodus.
D3	CTS	Clear-to-Send, ist High-Aktiv. Leuchtet diese LED, so kann das Modul keine weiteren Daten über UART aufnehmen.
D4	RXLED	Zeigt bei Verwendung der USB-Schnittstelle eine Verwendung der UART-RX Datenleitung an.
D5	TXLED	Zeigt bei Verwendung der USB-Schnittstelle eine Verwendung der UART-TX Datenleitung an.

Jumper	Name	Default	Beschreibung
J 1	MODE	gesteckt	Abfrage Betriebsmodi beim Start , gesteckt Peripheral, sonst Central
J 2	SRES	nicht gesteckt	Durch Stecken des Jumpers wird im laufenden Betrieb ein Reset ausgelöst und das Modul wird auf die Werkseinstellung zurückgesetzt.
J 3	Strommessung	gesteckt	Hier kann ein Messgerät zwischengeschaltet werden um den Verbrauch des BT-Moduls zu messen.

### 13.3 Beschreibung Demo-App

Zum Testen der Bluetooth Low Energy SPP Verbindung zwischen einem BLE Peripheral und einem d Smartphone stellt LinTech eine Testapp zur Verfügung.

Die Testapp unterstützt folgende Funktionen:

- Suchen nach BLE SPP Peripherals
- Verbinden mit einem Gerät
- ASCII – Texte ( Zeichentexte) senden und empfangen
- UART Kommandos senden ( Zur Änderung der Einstellungen des Peripherals)
- HEX-String empfangen
- Anzeige umschaltbar zwischen ASCII/HEX
- Vordefinierten Datenblock senden

Bei einigen Geräten kann es notwendig sein, beim Testen der BLE Verbindung WLAN auszuschalten.



Nach Starten der App sucht diese automatisch nach LinTech BLE-SPP Peripherals und zeigt die gefundenen Geräte an. Wählen Sie das gewünschte Gerät aus und verbinden sich mit ihm. Eine bestehende Verbindung wird durch ein „B“ in der oberen rechten Ecke angezeigt.



Das Eingabefeld für Text und Kommandos befindet sich über der blauen Eingabelinie. Wenn Sie dort auf den Bildschirm tippen, wird die Tastatur eingeblendet und Sie können Text oder Kommandos eingeben. Kommandos werden ohne AT+ eingegeben. Bevor Sie Kommandos senden, müssen Sie in den Kommandomodus umschalten.

Gesendete und empfangene Daten werden im oberen Teil angezeigt.

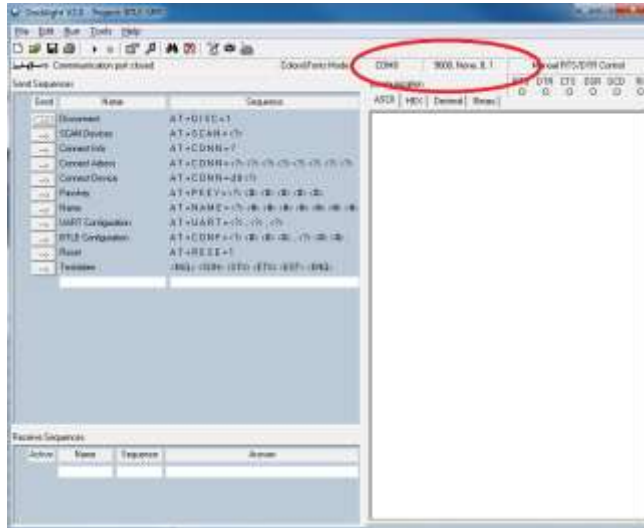
Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, vordefinierte Datenblöcke zu senden. Wenn Sie auf „Block senden“ tippen öffnet sich nachfolgendes Fenster:



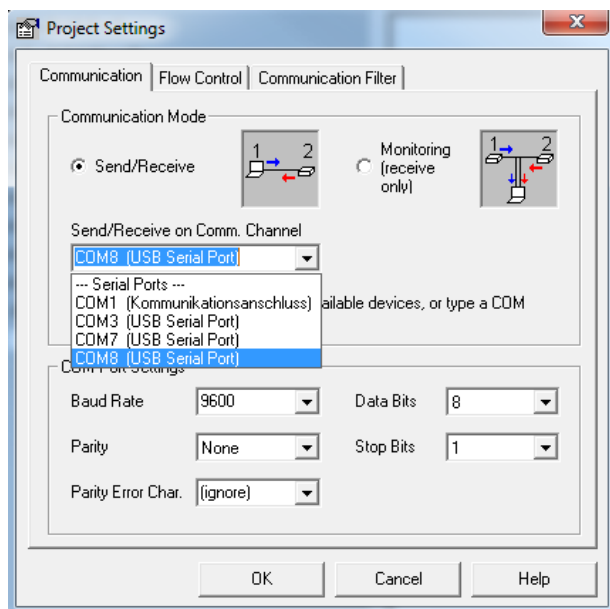
Sie können hier die Blockgröße, die Anzahl der Wiederholungen und die Verzögerung einstellen. Ist der Block Ihren Einstellungen entsprechend versandt worden, erhalten Sie eine Information zur Dauer der Übertragung.

## 13.4 Inbetriebnahme Terminalprogramm Docklight

Das Terminalprogramm ist im Lieferumfang enthalten und beinhaltet bereits ein Script aller Kommandos zum Ändern der Einstellungen des BLE Moduls. Sie können Kommandos und Daten senden. Installieren Sie das Terminalprogramm auf dem Rechner an welchem das Demoboard angeschlossen ist. Starten Sie dann das Docklight Projekt BLE-SPP.ptp.



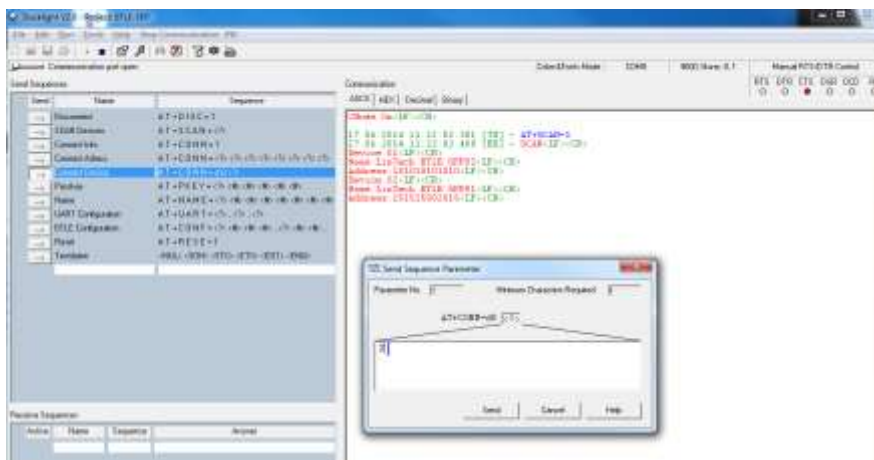
Konfigurieren Sie als erstes die Parameter der Schnittstelle – Doppelklick auf umrahmtes Feld, dann öffnet sich nachfolgendes Fenster zum Eintragen /Auswählen der Parameter.



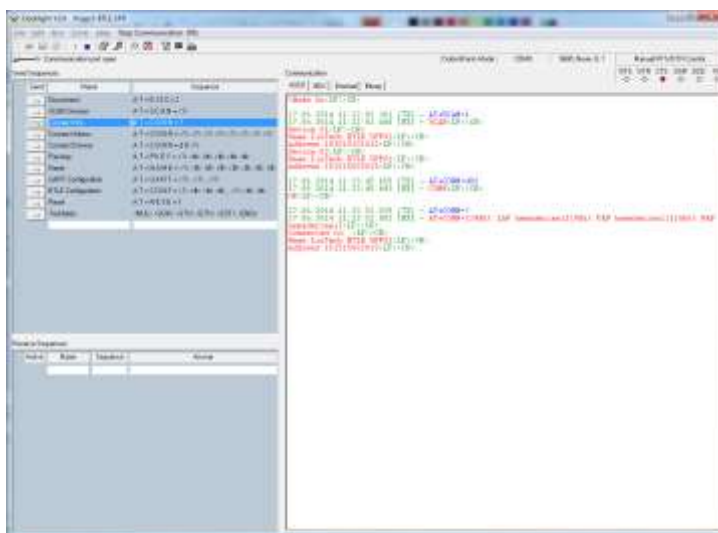
Wenn Sie ein Kommando senden wollen, schalten Sie RTS aus.



Zum Senden eines Kommandos aus der Liste klicken Sie auf den Pfeil vor dem Kommando, es öffnet sich ein entsprechendes Fenster zur Eingabe der Parameter.

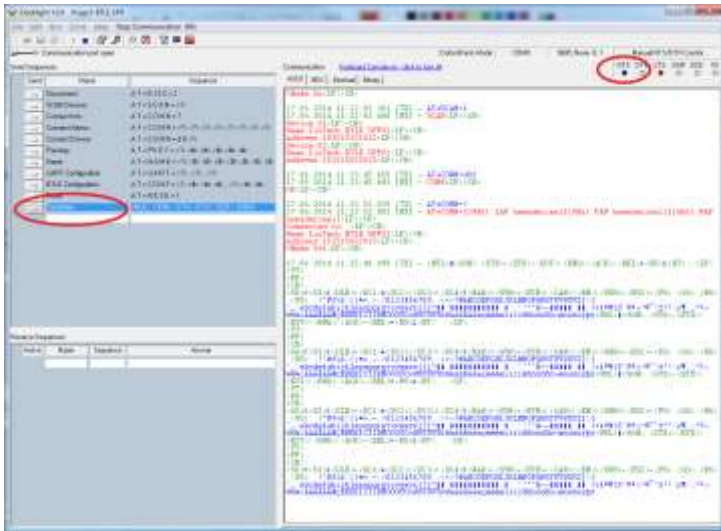


Sie erhalten z.B. nach Senden Connect Info den Namen und die BT Adresse des verbundenen Gerätes. Die gesendeten und empfangenen Daten werden im rechten Fenster angezeigt.



Sie können Daten selbst eingeben oder einfach Testdaten senden. Im Fall, dass Sie Testdaten senden betätigen, wird ein Block von 256 Byte viermal gesendet. Bitte achten Sie darauf, dass beim Senden von Daten RTS an sein muss.





Bitte beachten Sie, dass Kommandos komplett ohne Unterbrechung gesendet werden müssen, weshalb die Eingabe über Tastatur und damit einzelne Übertragung von Zeichen nicht dazu geeignet ist. Wollen Sie weitere Kommandos nutzen, so müssen Sie sich eine eigene Sequenz anlegen.