

# Funktransceiver

## TRX433-10-B3/12-B3

## TRX868-10-B3/12-B3

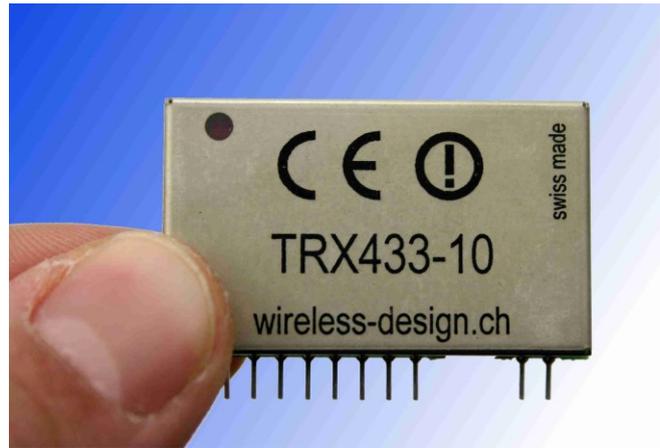


### Versionenliste

Datum	Version	Beschreibung
12.08.2005	0.1	Entwurf, Befehlssatz und Timing Diagramme fehlen.
24.08.2005	0.2	Befehlssatz Version B2 (V 2/34/05) hinzugefügt.
04.10.2006	1.0	Timing Diagramme erstellt, Befehlssatz Version B3, typ. Initialisierungssequenz in C hinzugefügt, Inhaltsverzeichnis erstellt.
28.11.2008	1.1	Zeitangaben und Werkseinstellung hinzugefügt, Logo angepasst, Typenschildbezeichnung erweitert.
28.04.2010	1.2	Beschreibung RF-Bitrate im UART-mode angepasst

## Inhaltsverzeichnis

Versionenliste.....	1
Inhaltsverzeichnis .....	2
Kurzbeschreibung .....	3
Eigenschaften .....	3
Anwendungen .....	3
Familienübersicht Funktransceiver .....	4
Dimensions .....	5
Pin description .....	5
Allgemeine Informationen zur Funktionalität.....	6
Konfigurationsschnittstelle (RS232) .....	6
Modulationsart.....	6
Datencodierung .....	6
Funkdatenrate und Kanalbreite.....	7
Rekalibration .....	7
Stromsparmodi und Verhalten bei Reset, Powerup, Wakeup und sleep.....	7
RSSI (Received Signal Strenght Indicator).....	9
Speisespannung.....	10
Dateninterface mit 5V Systemen.....	10
MCLR\ Reset.....	10
Status LED .....	10
Timing Diagramme Kommunikation.....	11
Asynchroner UART mode, Jitter Sendedaten / Empfangsdaten .....	11
Asynchroner UART mode, delay Sendedaten / Empfangsdaten.....	12
Synchroner NRZ- und Manchestermode .....	12
Technische Daten TRX433-10B .....	14
Technische Daten TRX868-10B .....	15
Funkreichweite .....	16
Aufbau Funkprotokoll .....	16
Vereinfachtes Schema TRXnnn-10 .....	17
Anwendungsbeispiel für TRXnnn-10B.....	18
Frequenztabelle TRX433-10B .....	19
Frequenztabelle TRX868-10B .....	20
Befehlssatz zur Konfiguration (Version B3).....	21
Befehlsstruktur .....	21
Konfigurationen im RAM oder EEPROM .....	21
Befehlsübersicht Version B3.....	22
Initialisierungsbeispiel in C.....	23
Funktionsbeschreibungen im Detail.....	25
Funktionsgruppe READ .....	25
Funktionsgruppe WRITE .....	35
Funktionsgruppe REPORT .....	46
Funktionsgruppe ERROR .....	48
Werkseinstellung.....	49
Codierung Typenschild.....	50
CE Konformitätserklärung.....	51



### **Kurzbeschreibung**

Das Transceivermodul TRXnnn-10B mit integriertem Mikroprozessor wird über die serielle Schnittstelle mit einfachen Kommandos parametrierbar (Frequenz, Bandbreite, Modulationsart usw.). Das Modul arbeitet für den Anwender völlig transparent und übermittelt Logikpegel ähnlich wie eine Drahtverbindung. Somit können verschiedenste Protokolle und Ansteuerungsverfahren verwendet werden. Das Modul eignet sich ideal als Upgrade für rein analoge Module anderer Hersteller, wo das Funkprotokoll von einem externen Mikrokontroller verarbeitet wird und wo der Anwender die volle Kontrolle ausüben muss oder will. Ein umfassender, strukturierter Befehlssatz zur Konfiguration gibt dem Anwender ein mächtiges Werkzeug, um seine Applikation in kurzer Zeit zu realisieren, ohne sich dabei um HF-spezifische Probleme kümmern zu müssen. Mit diesen Transceivern lassen sich hervorragende Funkreichweiten erzielen.

### **Eigenschaften**

- bidirektionaler DATA-I/O erlaubt transparente Betriebsart für beliebige Codierungsarten, einer Drahtverbindung ähnlich. Statische Signalzustände werden mit minimaler Verzögerung übertragen.
- flexibel und einfach konfigurierbar mittels einfacher RS232 Kommandos. Leistungsfähiger Befehlssatz für viele Kommunikationsparameter und Stromsparfunktionen.
- Schmalbandbetrieb mit max. 139 bzw. 159 Frequenzen im 12.5kHz Raster. Einstellbare Funkdatenraten von 1.2kbits/s bis 19.2kbits/s (max. 76.8kbits/s möglich)
- geringer Stromverbrauch und schnelles Setup. Stromsparfunktionen, optimiert für Batteriebetrieb
- maximale Kompatibilität zu Funkmodulen anderer Hersteller
- kompakt und leicht, ideal für portable Geräte
- LED Statusanzeige, per Kommando abschaltbar
- Version ohne Spannungsregler lieferbar für Batteriespannungen von 2.4 ... 3.6V
- drei pin-kompatible Versionen A, B, C decken unterschiedliche Anforderungen ab. Der Befehlssatz ist auf Kundenwunsch erweiterbar

### **Anwendungen**

- hochwertige Fernsteuerungen mit Rückmeldung
- Industrie, Gewerbe, Gebäudeautomation, Sicherheitstechnik
- Ersatz und Upgrade von rein analogen Modulen

Für die komfortable Evaluation oder für den leichten Einstieg wird der Demokit3 empfohlen. Damit kann innerhalb von wenigen Minuten eine bidirektionale serielle PC-PC oder PC-Drucker Verbindung aufgebaut oder die Reichweite im Feld (ohne PC) getestet werden.

### Familienübersicht Funktransceiver

Die Funktransceiver der Familie TRX433 und TRX868 werden in mehreren Ausführungen angeboten, welche sich in der Software und / oder in der Hardware voneinander unterscheiden.

Zurzeit gibt es die drei Versionen A, B und C, welche sich wie folgt unterscheiden

	Version A	Version B	Version C
Datenschnittstelle	RS232	beliebig, transparent	RS232
Konfiguration über RS232	Nur wichtigste Parameter, nur bei Powerup möglich	Umfassender Befehlssatz, jederzeit während Betrieb konfigurierbar	Umfassender Befehlssatz, jederzeit während Betrieb konfigurierbar
Sleep, Powerdown, Wakeupfunktionen	nein	ja	ja
delay TX-RX <sup>1</sup>	$t_{\text{DATA}} + t_{\text{RADIO}}$ , siehe Timingdiagramm	$6 t_{\text{BIT-RADIO}}$ Jitter $\pm 1/8 t_{\text{BIT-RADIO}}$	$8 t_{\text{BIT\_DATA}} + 50 t_{\text{BIT\_RADIO}}$
Fehlerprüfung	CRC16	keine	mit / ohne CRC16
Retransmit nach Fehler	Solange, bis Daten vom Empfänger korrekt quittiert	nein	nein
Buffergrösse TX	2 x 31 Bytes		Ringbuffer, 63 Bytes <sup>2</sup>
Buffergrösse RX	1 x 31 Bytes, Ringbuffer		Ringbuffer, 63 Bytes <sup>2</sup>
Datenhandshake	RTS-CTS, XON-XOFF		RTS-CTS

Die drei Versionen decken die Bedürfnisse verschiedener Anwendung folgendermassen ab:

**Version A** ist für einfache Anwendungen als Kabelersatz z.B. zwischen PC und Peripheriegeräten gedacht, wo die Zeitverzögerung durch die Funkstrecke keine Rolle spielt. Die Daten werden vom Transceiver selbständig auf Fehler geprüft, quittiert und im Fehlerfall wiederholt. Die Daten werden über Funk erst gesendet, wenn der Buffer voll ist oder wenn während der Zeitdauer von 3ms keine weiteren Daten mehr anliegen. Version A ist zusammen mit dem Evakit3 ideal geeignet, um die Funkreichweite zu testen.

**Version B** wird eingesetzt, wenn die maximale Transparenz und Kontrolle über den Funkkanal notwendig ist oder gewünscht wird. Es wird absolut keine Codierung oder Fehlerprüfung gemacht, das senderseitig angelegte Signal wird transparent und mit minimalster Verzögerung 1:1 beim Empfänger ausgegeben, dadurch optimale Kompatibilität zu beliebigen Codierungsarten und Funkmodulen anderer Hersteller.

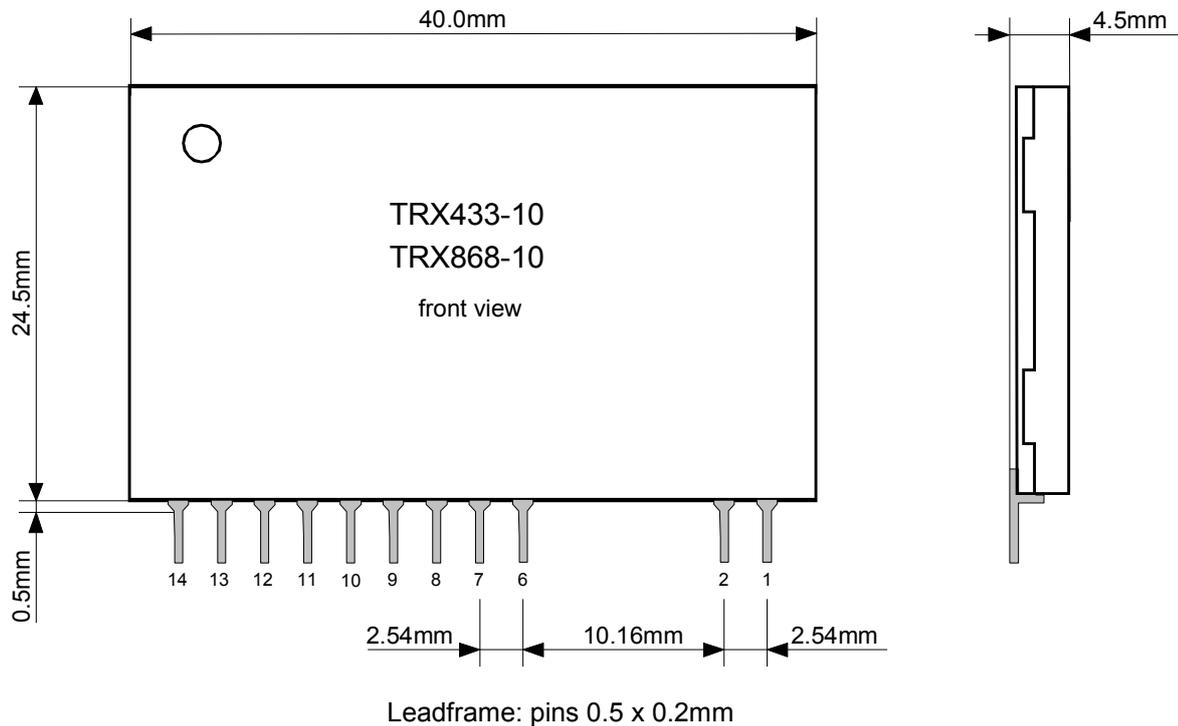
**Version C** mit transparentem Bytemodus wird eingesetzt, wenn kurze Reaktionszeiten bei gleichzeitig einfachster Ansteuerung gewünscht sind. Die byteweise seriell eingehenden Daten werden mit einer kurzen Verzögerung über Funk gesendet, sodass der Empfänger bereits wenige Millisekunden nach der Übertragung des 1. Datenbytes mit der seriellen Datenausgabe beginnen kann.

Wenn die Fehlerprüfung aktiviert ist, werden empfängerseitig nur korrekt übermittelte Daten ausgegeben, ohne die Fehlerprüfung muss diese Aufgabe durch die übergeordnete Applikation erfolgen. Die Version C arbeitet ideal mit Protokollen wie z.B. X, Y, Z-Modem.

<sup>1</sup>  $t_{\text{BIT\_DATA}}$ : Zeitdauer für 1 Bit der seriellen Eingangsdaten beim Sender  
 $t_{\text{BIT\_RADIO}}$ : Zeitdauer für 1 Bit der eingestellten Funkdatenrate

<sup>2</sup> ist die Funkdatenrate im Verhältnis zur RS232 Baudrate genügend hoch eingestellt, entsteht ein kontinuierlicher Datenfluss ohne Unterbrechung durch den Handshake

## Dimensions



## Pin description

Pin	Name	I/O	Description	level	condition
1	RF	I/O	RF- in/out for lambda / 4 antenna (~ 50 Ω)	0 V	DC-path to GND
2	GND		RF Signal Ground		
6	V_P	O	Programming voltage (do not connect)	VCC	
7	MCLR\	I	Reset input, active low. <sup>3</sup>	VCC	Normal operation
8	RSSI	O	Received Signal Strength Indicator (analog out)	0 V	-128 dBm
9	DATA WKUP	I/O I	Transmitted or received data. <sup>4</sup> sleep mode: Pin change terminates sleep <sup>5</sup>		
10	TxD	O	Configuration Transmit Data (digital out)	VCC	Stop bit or no data
11	RxD	I	Configuration Receive Data (digital in)	VCC	Stop bit or no data
12	TX_EN CLK WKUP	I O I	UART mode: Transmitter enable if high NRZ or Manchester mode: Data clock output sleep mode: Pin change terminates sleep <sup>5</sup>	0 V 0 V	Receive mode During sleep
13	V+		Positive supply voltage <sup>6</sup>		
14	GND		Ground		

<sup>3</sup> connect an external reset controller, if supply voltage is not always within specified limits or if voltage ramp is slower than 50ms from 0V to 3.5V.

<sup>4</sup> data direction according to Transmit or Receive-mode

<sup>5</sup> Wakeup after low/high or high/low transition.

Sleep command defines, if Pin9 or Pin12 is used for wakeup (see command list)

<sup>6</sup> VCC = 3.3V is the internal regulated supply voltage (standard version with 3.3V regulator)  
VCC = V+ in case of no internal voltage regulator See simplified schematic of Transceiver

## Allgemeine Informationen zur Funktionalität

### Konfigurationsschnittstelle (RS232)

Der Transceiver wird über eine serielle, bidirektionale Vollduplexschnittstelle konfiguriert. Es steht ein umfassender Befehlssatz zur Verfügung. Die letzte Konfiguration bleibt im internen EEPROM gespeichert, falls das EEPROM zum Beschreiben freigegeben ist. Im Autobaud-modus erkennt der Transceiver selbständig alle Baudraten von 1.2kbaud bis 115.2 kbaud, jedoch entsteht in diesem Mode während jedem 1. Byte einer Konfiguration eine Funkempfangslücke, weil der Prozessor während des ersten Bytes mit der Analyse der Baudrate beschäftigt ist. Wenn eine fixe Baudrate konfiguriert wird, besteht dieser Nachteil nicht mehr. Wenn sehr oft konfiguriert werden muss, wird deshalb empfohlen, eine fixe Baudrate einzustellen.

### Modulationsart

Es stehen die drei Modulationsarten FSK, GFSK und ASK zur Verfügung. Die bevorzugte Einstellung ist GFSK, da hier das Frequenzspektrum besonders effektiv genutzt wird.

ASK kann nur mit Manchestercodierung verwendet werden und nicht in den Betriebsarten NRZ und UART. Dabei wird der Clock vom Transceiver vorgegeben (Pin 12, CLK), sodass nur die entsprechenden fixen Bitraten zur Verfügung stehen. Mit ASK Modulation werden etwas geringere Empfindlichkeiten erzielt im Vergleich zu FSK und GFSK.

Wenn die Transceiver mit Modulen anderer Hersteller kommunizieren sollen, so muss die entsprechende Modulationsart, Funkdatenrate und Kanalbreite der Gegenstelle verwendet werden.

### Datencodierung

Es stehen die drei Codierungsarten NRZ, Manchester und UART zur Verfügung. Je nach Anwendung bzw. Encoder/Decoder ergeben sich folgende Vor- oder Nachteile:

NRZ		Manchester		UART	
+	Ergibt volle Funkbitrate	-	Nur halbierte Funkbitrate	+	Ergibt volle Funkbitrate
	Ab 50 kHz Kanalbreite gleiche Empfindlichkeit wie im Manchestermode	+	Ergibt beste Empfindlichkeit bei Kanalbreite 12.5/25 kHz		Ab 50 kHz Kanalbreite gleiche Empfindlichkeit wie im Manchestermode
	Synchrone Datenschnittstelle mit CLK und Data. CLK wird vom Transceiver vorgegeben.		Synchrone Datenschnittstelle mit CLK und Data. CLK wird vom Transceiver vorgegeben.		Braucht keinen CLK, deshalb „quasi“ asynchron mit einer Abtaste von 8 x der gewählten Funkdatenrate
	DATA Flankenwechsel ist nur synchron zum CLK möglich, d.h. 1x pro Bit		DATA Flankenwechsel ist nur synchron zum CLK möglich, d.h. 1x pro Bit	+	DATA Flankenwechsel ist an 8 Positionen pro Bit möglich
+	CLK und DATA weisen nur geringen Jitter auf	+	CLK und DATA weisen nur geringen Jitter auf	-	Max. DATA Jitter = 2/8 Bit der gewählten Funkdatenrate (Sender zu Empfänger)
	DATA delay Sender-Empfänger = 6 bits der gewählten Funkdatenrate		DATA delay Sender-Empfänger = 6 bits der gewählten Funkdatenrate		DATA delay Sender-Empfänger = 6 bits der gewählten Funkdatenrate
	Nur fixe Funkdatenraten, dafür wird CLK generiert und die Decodierung erleichtert		Nur fixe Funkdatenraten, dafür wird CLK generiert und die Decodierung erleichtert	+	Beliebige Signalformen und Bitraten möglich (siehe Jitter)
	Einfache Softwarecodierung und Decodierung mit uC		Einfache Softwarecodierung und Decodierung mit uC		Direkter Anschluss eines UART's möglich (RS232)
	Umschaltung von Senden auf Empfang mit Softwarebefehl		Umschaltung von Senden auf Empfang mit Softwarebefehl		Umschaltung von Senden auf Empfang mit Softwarebefehl oder Hardwareleitung

### Funkdatenrate und Kanalbreite

Diese beiden Parameter müssen in einem definierten Zusammenhang gewählt werden, da eine höhere Funkdatenrate auch eine grössere Kanalbreite erfordert. Wir empfehlen die folgenden Kombinationen:

Funkdatenrate	B4H	Kanalbreite	B5H	ZF-Bandbreite	FM-Deviation	Bemerkung
2.4 kbit/s	0	12.5 kHz	0	9.6 kHz	+ - 2.025 kHz	433 MHz
	0	12.5 kHz	0	12.3 kHz	+ - 2.025 kHz	868 MHz
4.8 kbit/s	1	25.0 kHz	1	19.2 kHz	+ - 4.050 kHz	
9.6 kbit/s	2	50.0 kHz	2	25.6 kHz	+ - 4.950 kHz	
19.2 kbit/s	3	100 kHz	3	51.2 kHz	+ - 9.900 kHz	
38.4 kbit/s <sup>7</sup>	4	150 kHz	4	102.4 kHz	+ - 19.80 kHz	
76.8 kbit/s <sup>7</sup>	5	200 kHz	5	153.6 kHz	+ - 36.00 kHz	
76.8 kbit/s <sup>7</sup>	5	500 kHz	6	307.2 kHz	+ - 36.00 kHz	

Funkdatenraten >19.2kbits/s sind möglich, erfordern jedoch ein entsprechend dimensioniertes Loopfilter bzw. eine Bestückungsänderung. Dadurch wird die Empfängerempfindlichkeit bei kleinen Funkdatenraten reduziert. Die Standardversion TRXnnn-10B3 ist mit einem Loopfilter für max. 19.2kbits/s bestückt. Die höchste RF-bitrate von 76.8kBits/s erfordert einen 16MHz Processorclock.

### Rekalibration

Bei Temperaturschwankungen > 40°C oder Schwankungen der Speisespannung von > 0.25 Volt (für Version ohne Spannungsregler) muss der VCO nachkalibriert werden. Die Kalibration kann automatisch in definierten Intervallen von 2 bis 150 Minuten oder nur jeweils einmalig beim Kalibrierbefehl durchgeführt werden. Während der Kalibration, die typ. 50ms dauert, ist kein Funkempfang möglich. Beginn, Ende und Ergebnis der Kalibration werden rückgemeldet.

Bei jedem powerup wird automatisch eine Kalibration gemacht. Während dem sleep bleibt die letzte Kalibration im RAM gespeichert, der Transceiver ist somit nach dem wakeup schnell (bei 19.2kbit/s Funkdatenrate nach 3ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate nach 5ms) wieder betriebsbereit. Wenn sich während dem sleep die Temperatur oder Speisespannung wesentlich ändern können, muss nach dem wakeup zuerst rekaliert werden.

### Stromsparmodi und Verhalten bei Reset, Powerup, Wakeup und sleep

Mit dem Steuerbefehl **Power-control** kann der HF-Teil des Transceivers ein- und ausgeschaltet werden, ebenso die LED. Im abgeschalteten Zustand wird der Stromverbrauch stark reduziert, der Prozessor bleibt jedoch weiterhin im aktiven Betrieb und benötigt Strom.

Für batteriebetriebene Geräte, welche die meiste Zeit inaktiv sind und nur während der Funkkommunikation Strom verbrauchen dürfen, wird der **sleep** Befehl verwendet. Dadurch kann der Verbrauch während des sleeps bis auf typ. 3µA (Version ohne internen Spannungsregler) reduziert werden. Die Version mit Spannungsregler benötigt ca. 100µA im sleep. Während dem sleep ist der Transceiver inaktiv, alle Einstellungen und die letzte Kalibration bleiben jedoch im RAM erhalten.

Infolge des geringen Standbyverbrauches im sleep und der kurzen setup-Zeit nach einem wakeup von 3ms bei 19.2kbit/s Funkdatenrate bzw. 5ms bei 2.4kbit/s Funkdatenrate, wird eine sehr hohe Batterielebensdauer erzielt, da der mittlere Stromverbrauch praktisch nur vom Verhältnis Sendezeit / Sendeintervall abhängt.

Der sleep- Befehl deaktiviert den HF-Teil und die LED und stoppt danach den clock des Mikrokontrollers. Mit dem Befehlsparameter WKUP\_mode des sleep-Befehls wird das Verhalten während des sleeps, die Bedingung für das wakeup sowie das Verhalten nach einem wakeup definiert. Während dem sleep sind alle Timer für automatische Ausgaben, Rekalibration usw. eingefroren.

Der Sleepmodus wird durch einen Flankenwechsel am WKUP Pin beendet. Dabei wird entweder das Programm dort weitergeführt, wo die Ausführung beim Sleep-Kommando unterbrochen wurde oder es erfolgt ein interner Reset, wobei ein kompletter Neustart erfolgt.

<sup>7</sup> Funkdatenraten > 19.2kbits/s erfordern eine Modifikation des Loopfilters, also eine Bestückungsänderung

Der Befehl **powerup mode** ist verwandt mit dem sleep-Befehl. Der sleep-Befehl wird sofort wirksam, der Befehl powerup-mode jedoch wirkt sich erst beim nächsten Powerup aus. Der Transceiver kann mit PWUP\_mode so konfiguriert werden, dass er nach einem Powerup automatisch in den Sleepmode wechselt, bis er von aussen aufgeweckt und neu konfiguriert wird. Dies ist wichtig bei Batteriegeräten, damit nach einem Batteriewechsel das Funkmodul nicht selbst aktiv wird und unbemerkt die Batterie entleert.

**Hinweise:**

- Wenn die Speisung geschaltet wird, speziell den Abschnitt Speisespannung und MCLR\ Reset beachten!
- Mit der sleep- Funktion kann in der Regel am meisten Batteriekapazität gespart werden. Es wird empfohlen, anstelle einer geschalteten Speisung die sleep- Funktion zu verwenden.

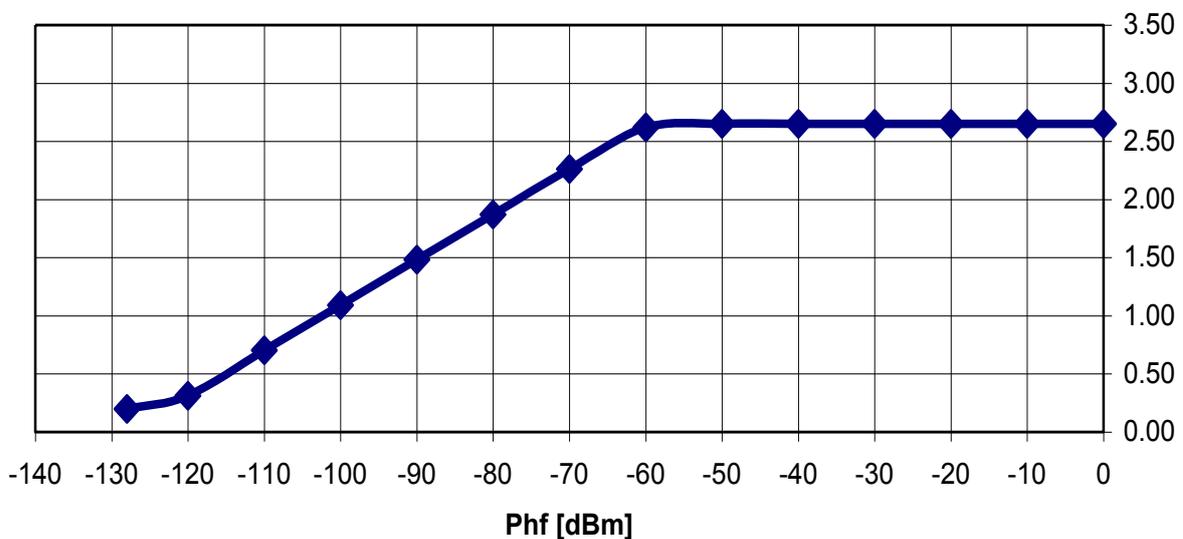
**RSSI (Received Signal Strength Indicator)**

An Pin 8 (RSSI) liegt eine Spannung, welche direkt proportional zur HF-Empfangsfeldstärke ist. Der Transceiver tastet die Feldstärke alle 3ms ab und gibt den RSSI-Wert als Analogspannung am Pin 8 aus.

Die Spannung am RSSI-Ausgang folgt der Gleichung:

$$P_{RF} [\text{dBm}] = -128 + \frac{U_{RSSI}}{1.5 * 3.3V} * 127$$

Nullpunkt bei -128 dBm, Steigung: 25.7dB/V, Messbereich -120...-60 dBm  
Der RSSI-Ausgang weist einen Innenwiderstand von ca. 10kΩ auf.

**RSSI Kennlinie**

P<sub>RF</sub> kann als RSSI Wert auch digital ausgelesen werden mit dem Befehl „READ RSSI aktuell“, wobei der Wert im Zweierkomplement direkt in der Einheit dBm ausgegeben wird.

Beispiele

- P<sub>RF</sub> = -128 dBm ergibt ein RSSI von 128dec bzw. 080H (unter der Rauschgrenze)
- P<sub>RF</sub> = -120 dBm ergibt ein RSSI von 136dec bzw. 088H
- P<sub>RF</sub> = -110 dBm ergibt ein RSSI von 146dec bzw. 092H
- P<sub>RF</sub> = -100 dBm ergibt ein RSSI von 156dec bzw. 09CH
- P<sub>RF</sub> = -60 dBm ergibt ein RSSI von 196dec bzw. 0C4H (Sättigungsgrenze)

Der Maximalwert des RSSI wird vom Transceiver gespeichert (peak hold) und kann ebenfalls ausgelesen werden mit dem Befehl „READ RSSI peak“. Jeder Lesevorgang und jede automatische peak-RSSI Ausgabe initialisiert dabei den Maximalwert, sodass der Maximalwert die Zeitspanne zwischen zwei Lesevorgängen repräsentiert. Unmittelbar nach einem sleep wird RSSI peak auch initialisiert.

Während dem Sendebetrieb geht RSSI aktuell und RSSI peak auf -128dBm zurück.

### **Speisespannung**

Der Funktransceiver benötigt eine saubere Speisespannung mit min. 3.5V mit einem Ripple von < 10mVpp. Der Sendeverstärker liegt direkt an der eingangsseitigen Speisespannung, die Sendeleistung ist deshalb in geringem Mass von der Speisespannung abhängig.

Wenn die Speisung geschaltet wird, so muss die Spannung nach dem Ausschalten immer auf 0V fallen, bevor erneut eingeschaltet wird. Die Speisespannung muss innerhalb von max. 50ms von 0V auf 3.5V ansteigen, damit der integrierte Mikrokontroller korrekt startet. Die Spannung darf zu keinem Zeitpunkt, auch nicht kurzzeitig, unterhalb 3.3 Volt fallen. Wenn dies nicht gewährleistet werden kann, so muss die Speisung mit einem Spannungsdetektor überwacht werden. Sobald diese unterhalb von ca. 3.3V sinkt, muss der Eingang MCLR\ auf low gezogen werden. Siehe auch Applikationsbeispiel mit Demokit3.

Anstelle einer geschalteten Speisung sollte die sleep- Funktion verwendet werden, siehe Abschnitt Stromsparmodi.

Bei Betrieb ohne internen Spannungsregler direkt an einer Batterie ist der Innenwiderstand der Batterie zu beachten. Als minimale Batteriegrösse wird die CR2032 empfohlen. Je grösser die Batterie und je tiefer deren Innenwiderstand, desto besser kann Kapazität der Batterie ausgeschöpft werden. Über den Einsatz von Batteriespeisungen ist eine Applikationsschrift geplant.

### **Dateninterface mit 5V Systemen**

Die Logikpegel des Transceivers entsprechen dem int. Spannungsregler und liegen bei der Standardversion bei typ. 3.3Volt. Der Transceiver kann direkt an 5Volt Systemen arbeiten, dabei fliesst jedoch während dem High-Pegel des 5V Systems ein zusätzlicher kleiner Querstrom über die internen Seriewiderstände im Transceiver. Die Eingangs- Highpegel beim 5V System müssen kompatibel sein zur 3.3V Logik. Siehe auch vereinfachtes Schema des Transceivers.

### **MCLR\ Reset**

Der Mikrokontroller des Funktransceivers verfügt über keinen internen Resetbaustein, der Reset ist deshalb nach aussen geführt. Für das Verhalten bei Speisespannungen ausserhalb der spezifizierten Werte (d.h. < 3.5V) gelten die Angaben gemäss Datenblatt von Microchip für den 16LF648A. Spezielle Bedingungen wie „brown-out“, d.h. ein Zusammenbrechen der Speisung unterhalb 3.5 Volt, jedoch nicht komplett auf null oder aber langsam ansteigende Betriebsspannungen erfordern einen externen Spannungsdetektor. Die Resetschwelle des Voltagedetektors soll bei einer Spannung von > 3.3V liegen (Standardversion mit int. Spannungsregler). Bei Versionen ohne Spannungsregler und reduzierter Clockfrequenz kann die Resetschwelle bis auf 2.3V reduziert werden.

Wenn die unter dem Punkt Speisespannung definierten Bedingungen eingehalten werden, ist kein externer Resetbaustein bzw. Voltagedetector notwendig.

Nach einem Reset am MCLR\ Resetinput benötigt der Transceiver typ. 75ms, bis das Bereitzeichen ausgegeben wird, da nach einem Reset automatisch der Transceiver kalibriert und konfiguriert wird.

### **Status LED**

Der Zustand der Transceiver- LED wird mit dem Befehl **power-control** definiert. Wird dieser Befehl mit gesetztem Bit7 ausgeführt, so wird die LED bereits beim Powerup entsprechend ein- oder ausgeschaltet.

Nach einem **sleep**- Befehl wird die LED immer ausgeschaltet, nach dem wakeup wird die LED auf den Zustand vor dem sleep zurückgesetzt.

## Timing Diagramme Kommunikation

### Asynchroner UART mode, Jitter Sendedaten / Empfangsdaten

Im asynchronen UART mode erzeugt der Transceiver einen internen CLK mit der 8-fachen Frequenz der eingestellten Funkdatenrate. Die senderseitigen Daten TX\_DATA werden somit pro Zeiteinheit entsprechend einem Bit achtmal abgetastet und daraus die HF moduliert, jeweils synchron mit dem internen CLK. Empfängerseitig wird der Datenpegel entsprechend der HF-Modulation ebenfalls synchron mit dem internen Empfänger CLK ausgegeben. Im Unterschied zum synchronen NRZ- und Manchestermode ist das Signal int. CLK nur intern im Transceiver vorhanden und wird nicht ausgegeben.

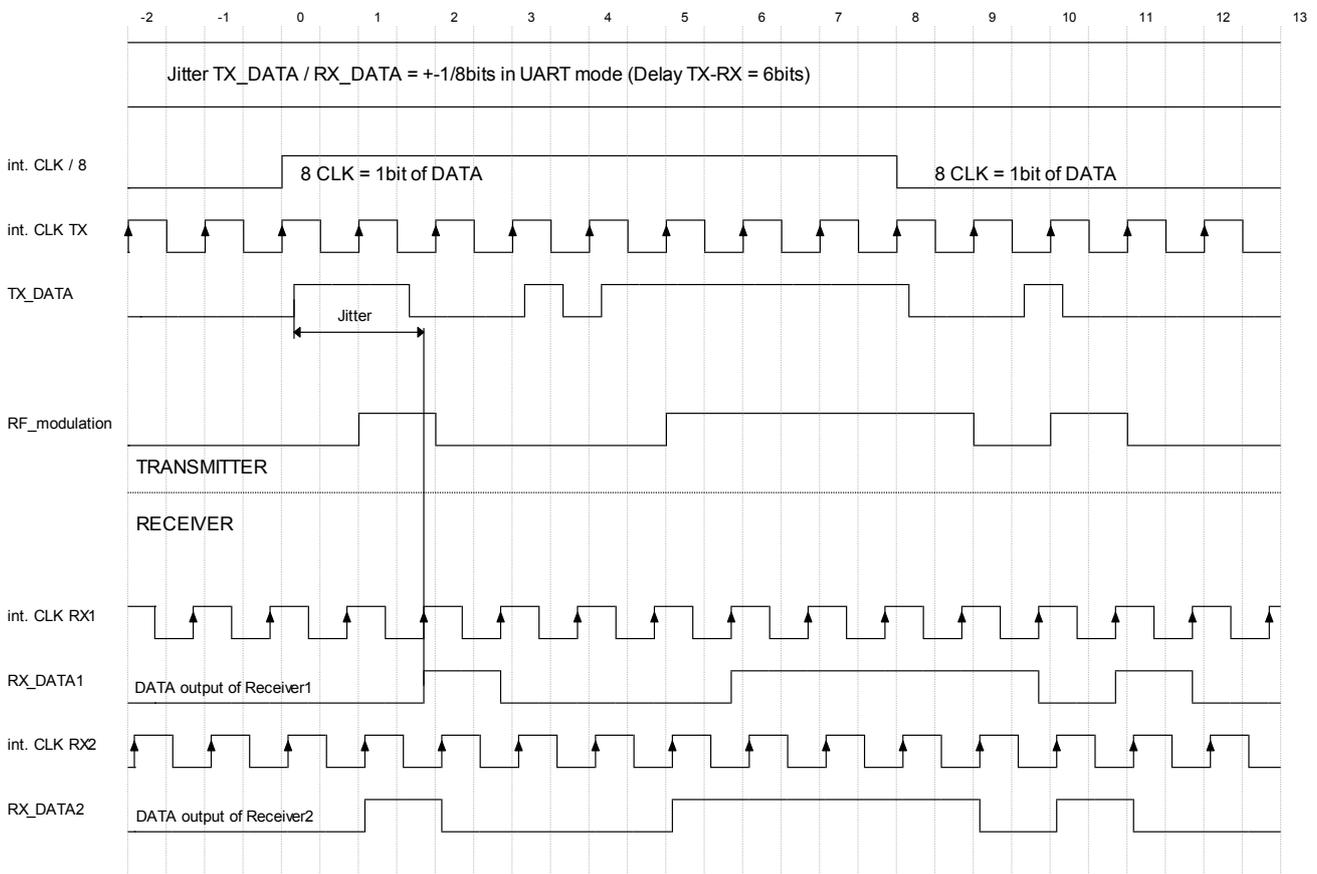
Da CLK\_TX asynchron zu TX\_DATA ist und CLK\_RX wiederum asynchron zu CLK\_TX, ergibt sich daraus ein maximaler Jitter von  $2 \times T_{CLK}$  bzw.  $2/8$  eines Bits der eingestellten Funkdatenrate. Im Jitter- Diagramm sind zwei Situationen dargestellt mit unterschiedlicher Phasenlage des int. CLK zwischen Sender und Empfänger.

TX\_DATA muss mindestens während der Dauer von  $1/8$  eines Bits auf dem gleichen Pegel bleiben, damit dieser vom Sender immer erkannt und moduliert werden kann. Kleinere Pulsbreiten als  $1/8$  Bit werden nur moduliert, wenn diese genau im Abtastmoment des int. CLK TX auftreten, ansonsten geht der Puls verloren.

Im Jitter- Diagramm sind TX\_DATA und RX\_DATA zeitgleich dargestellt, in Wirklichkeit jedoch ist RX\_DATA zusätzlich um  $48 \times T_{CLK}$  bzw. 6 Bits gegenüber TX\_DATA verzögert. Siehe dazu das Delay- Diagramm.

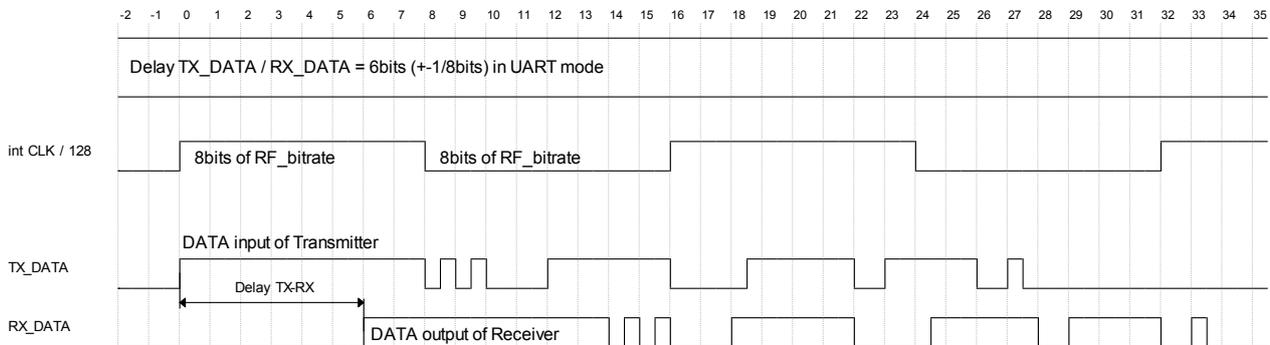
Um eine einwandfreie Übertragung sicherzustellen, darf die maximale Frequenz des TX\_DATA-Signals die Hälfte der eingestellten RF-Bitrate nicht überschreiten. Wird dies nicht eingehalten, kann das RX\_DATA-Signal beim Empfänger unsymmetrisch werden.

$$f_{TX\_DATA\_max} = \frac{\text{eingestellte RF - Bitrate}}{2}$$



**Asynchroner UART mode, delay Sendedaten / Empfangsdaten**

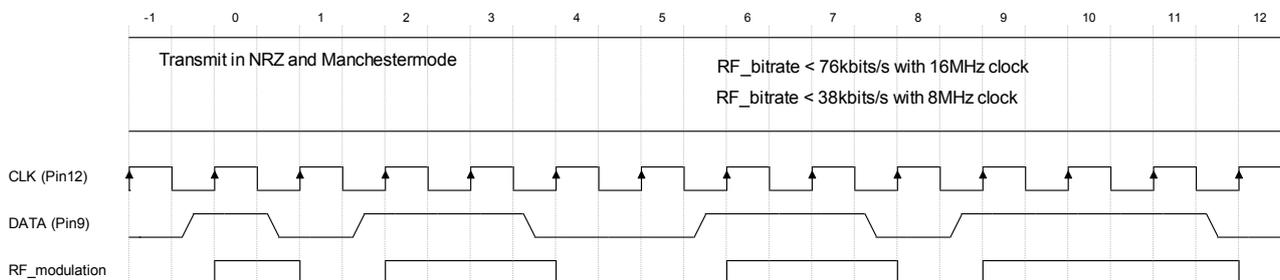
Die Empfangsdaten RX\_DATA werden gegenüber den Sendedaten TX\_DATA zeitverzögert um 6bits der eingestellten Funkdatenrate später ausgegeben.



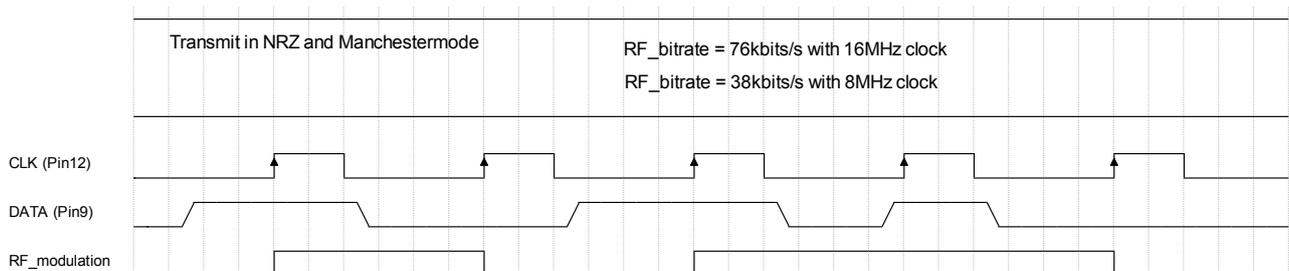
**Synchroner NRZ- und Manchestermode**

Im Gegensatz zum asynchronen UART- mode ist bei den synchronen NRZ- und Manchester- Betriebsarten zusätzlich zum DATA- Signal ein CLK- Signal vorhanden. Das CLK- Signal wird sowohl im Sendebetrieb wie auch beim Empfang vom Transceiver generiert und erleichtert so enorm die Decodierung der empfangenen Daten.

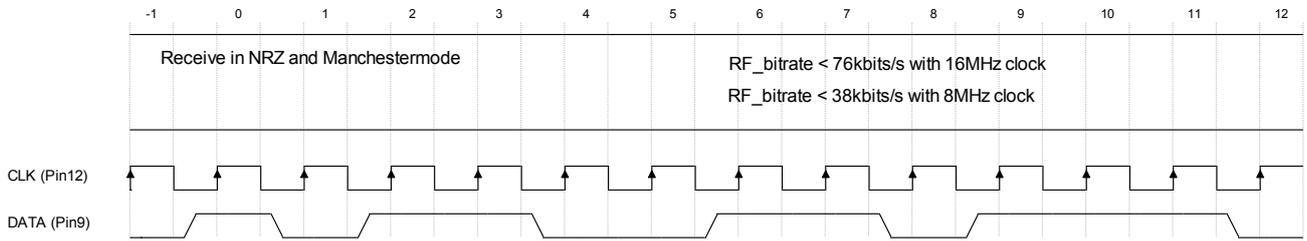
Die Sendedaten müssen am Pin9, DATA während der ganzen high-Periode des CLK stabil anliegen. Ein Pegelwechsel ist nur während der low-Periode des CLK zulässig. Der Transceiver übernimmt DATA bei der positiven CLK-Flanke (bzw. kurz nach der pos. Flanke) und setzt die HF-Modulation entsprechend.



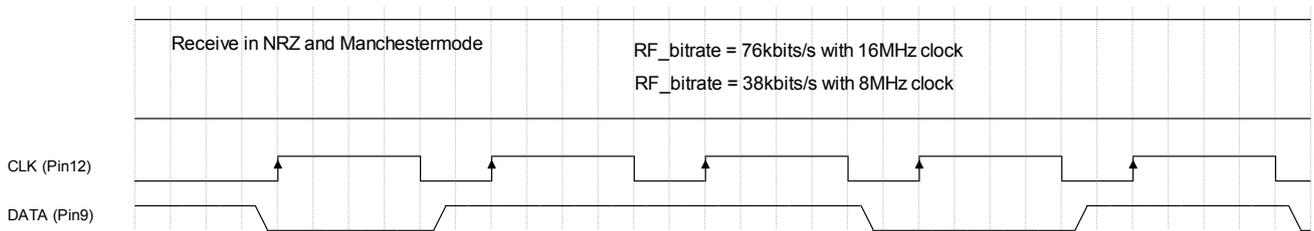
Jeweils bei der höchsten Funkdatenrate wird die high-Periode des CLK kürzer im Sendebetrieb. Auch hier darf das DATA Signal nur während der low-Periode des CLK ändern.



Im NRZ- und Manchestermode kann DATA bei der positiven Flanke des CLK abgetastet werden. Ein Pegelwechsel von DATA findet nur während der low-Periode des CLK statt



Jeweils bei der höchsten Funkdatenrate wird die high-Periode des CLK länger im Empfangsbetrieb. Auch hier findet ein Pegelwechsel von DATA nur während der low-Periode des CLK statt.



**Technische Daten TRX433-10B**

Frequenzbereich	433.0625 .... 434.7875 MHz (12.5 kHz Raster)			
mögliche Parametrierung des Kanalrasters mit zugehöriger Bandbreite, Datenrate und FM-Modulationshub  (Standardversion bis 19.2kbits/s <sup>8</sup> )	Kanalraster	ZF-Bandbreite	Funk-Datenrate	FM-Deviation
	12.5 kHz	9.6 kHz	2.4 kbit/s	+/- 2.025 kHz
	25.0 kHz	19.2 kHz	4.8 kbit/s	+/- 4.050 kHz
	50.0 kHz	25.6 kHz	9.6 kbit/s	+/- 4.950 kHz
	100 kHz	51.2 kHz	19.2 kbit/s	+/- 9.900 kHz
	150 kHz	102.4 kHz	38.4 kbit/s <sup>8</sup>	+/- 19.80 kHz
200 kHz	153.6 kHz	76.8 kbit/s <sup>8</sup>	+/- 36.00 kHz	
500 kHz	307.2 kHz	76.8 kbit/s <sup>8</sup>	+/- 36.00 kHz	
Empfangsempfindlichkeit bei verschiedener Parametrierung (50 Ohm / BER = 1E-3)	-120 dBm	BW = 9.6 kHz, 2.4 kbit/s, FSK, Manchester-mode		
	-118 dBm	BW = 9.6 kHz, 2.4 kbit/s, FSK, NRZ-mode		
	-119 dBm	BW = 19.2 kHz, 4.8 kbit/s, ASK, Manchester--mode		
	-117 dBm	BW = 19.2 kHz, 4.8 kbit/s, FSK, Manchester-mode		
	-115 dBm	BW = 19.2 kHz, 4.8 kbit/s, FSK, NRZ--mode		
	-113 dBm	BW = 25.6 kHz, 9.6 kbit/s, FSK, Manchester-mode		
	-113 dBm	BW = 25.6 kHz, 9.6 kbit/s, FSK, NRZ--mode		
	-110 dBm	BW = 51.2 kHz, 19.2 kbit/s, FSK, NRZ-mode		
-106 dBm	BW = 102.4kHz, 38.4 kbit/s, FSK, NRZ-mode			
-102 dBm	BW = 153.6kHz, 76.8 kbit/s, FSK, NRZ-mode			
Frequenzfehler	± 5ppm standard (Temp. -10°C ... +60°C) ± 2ppm optional (Temp. -10°C ... +60°C)			
Sendeleistung	+12 dBm, Speisung 5.0 V +10 dBm, Speisung 3.5 V			
Modulation	GFSK, FSK, ASK (nur Manchestercodierung)			
Datencodierung	NRZ	für max. Datenrate		
	Manchester	für max. Empfindlichkeit bei halbiertes Bitrate		
	UART	für Spezialanwendungen mit kürzestem Delay		
Funkreichweite bei freier Sicht <sup>9</sup>	2000m	BW = 9.6 kHz, 2.4 kbit/s, GFSK, Manchester-mode		
Leistungsfähiger Befehlssatz unterstützt Funktionen wie:	Power-control, definiert Verhalten bei Powerup, sleep, standby Kalibration, RSSI-Ausgabe, Modultemperatur auslesen, Register lesen und schreiben, direkter EEPROM-Zugriff (lesen, schreiben), Seriennummer, Hardware, Softwareversion usw.			
Datenschnittstelle (für Konfiguration)	seriell über RS232 mit TTL Pegel, 8 Datenbits, 1 Stopbit, no parity Baudraten: 1.2 / 2.4 / 4.8 / 9.6 / 19.2 / 38.4 / 57.6 / 115.2 kbaud automatische Baudratenerkennung			
Speisung	3.5 bis 6 V DC unstabilisiert (Version mit Spannungsregler) 2.4 bis 3.6V ab Batterie (Version ohne Spannungsregler)			
Stromverbrauch	25mA Empfang und Kalibration (typ.) 35mA Senden, (typ.) Speisung 3.5V 50mA Senden, (max.) Speisung 5.0V 0.1mA powerdown (Version mit Spannungsregler) 3uA powerdown (Version ohne Spannungsregler)			
Mikrokontroller	PIC 16LF648A von Microchip, Flash, incircuit-programmierbar			
Funkchipsatz	Chipcon CC1020			
Spezielles	Statusanzeige mit LED, integrierter Temperatursensor			
Montage	horizontal oder vertikal bestückbar Leadframe im 2.54mm Raster, (SMD bestückbar auf Anfrage)			
Modulabmessungen	40.0 x 25.0 x 4.5mm (ohne Anschlusspins)			
Modulgewicht	7.0 g			
	10.0 g vergossene Version auf Anfrage			

<sup>8</sup> Funkdatenraten > 19.2kbits/s erfordern eine Modifikation des Loopfilters, also eine Bestückungsänderung<sup>9</sup> Siehe auch Abschnitt Funkreichweite

**Technische Daten TRX868-10B**

Frequenzbereich	868.0125 .... 869.9875 MHz (12.5 kHz Raster)			
mögliche Parametrierung des Kanalarasters mit zugehöriger Bandbreite, Datenrate und FM-Modulationshub  (Standardversion bis 19.2kbits/s <sup>8</sup> )	Kanalaraster	ZF-Bandbreite	Funk-Datenrate	FM-Deviation
	12.5 kHz	12.3 kHz	2.4 kbit/s	+ - 2.475 kHz
	25.0 kHz	19.2 kHz	4.8 kbit/s	+ - 4.050 kHz
	50.0 kHz	25.6 kHz	9.6 kbit/s	+ - 4.950 kHz
	100 kHz	51.2 kHz	19.2 kbit/s	+ - 9.900 kHz
	150 kHz	102.4 kHz	38.4 kbit/s <sup>8</sup>	+ - 19.80 kHz
200 kHz	153.6 kHz	76.8 kbit/s <sup>8</sup>	+ - 36.00 kHz	
500 kHz	307.2 kHz	76.8 kbit/s <sup>8</sup>	+ - 36.00 kHz	
Empfangsempfindlichkeit (50 Ohm / BER = 1E-3)	-115 dBm	BW = 9.6 kHz, 2.4 kbit/s, GFSK, Manchester-mode		
Frequenzfehler	± 5ppm standard (Temp. -10°C ... +60°C) ± 2ppm optional (Temp. -10°C ... +60°C)			
Sendeleistung	+10 dBm, Speisung 5.0 V + 8 dBm, Speisung 3.5 V			
Modulation	GFSK, FSK, ASK (nur Manchestercodierung)			
Funkreichweite bei freier Sicht <sup>9</sup>	1200m	BW = 12.3 kHz, 2.4 kbit/s, GFSK, Manchester-mode		
Datencodierung	NRZ Manchester UART	für max. Datenrate für max. Empfindlichkeit bei halbiertem Bitrate für Spezialanwendungen mit kürzestem Delay		
Leistungsfähiger Befehlssatz unterstützt Funktionen wie:	Power-control, definiert Verhalten bei Powerup, sleep, standby Kalibration, RSSI-Ausgabe, Modultemperatur auslesen, Register lesen und schreiben, direkter EEPROM-Zugriff (lesen, schreiben) Seriennummer, Hardware, Softwareversion usw.			
Datenschnittstelle (für Konfiguration)	seriell über RS232 mit TTL Pegel, 8 Datenbits, 1 Stopbit, no parity Baudraten: 1.2 / 2.4 / 4.8 / 9.6 / 19.2 / 38.4 / 57.6 / 115.2 kbaud automatische Baudratenerkennung			
Speisung	3.5 bis 6 V DC unstabilisiert (Version mit Spannungsregler) 2.4 bis 3.6V ab Batterie (Version ohne Spannungsregler)			
Stromverbrauch	25mA Empfang und Kalibration (typ.) 35mA Senden, (typ.) Speisung 3.5V 50mA Senden, (max.) Speisung 5.0V 0.1mA powerdown (Version mit Spannungsregler) 3uA powerdown (Version ohne Spannungsregler)			
Mikrokontroller	PIC 16LF648A von Microchip, Flash, incircuit-programmierbar			
Funkchipsatz	Chipcon CC1020			
Spezielles	Statusanzeige mit LED, integrierter Temperatursensor			
Montage	horizontal oder vertikal bestückbar Leadframe im 2.54mm Raster, (SMD bestückbar auf Anfrage)			
Modulabmessungen	40.0 x 25.0 x 4.5mm (ohne Anschlusspins)			
Modulgewicht	7.0 g 10.0 g vergossene Version auf Anfrage			

### **Funkreichweite**

Die Funkreichweite bei einer bestimmten Funkdatenrate und Kanalbreite hängt von vielen Faktoren ab, welche vom Einsatzstandort abhängen.

Wesentliche Faktoren sind: Höhe der Antenne über Boden, Störquellen am Empfängerstandort (PC's, Monitore usw.), andere Funksender oder Funktelefone, die Geländeart, Funksender im gleichen Band auf Nachbarkanälen.

Unter normalen Bedingungen wurden mit dem Demokit3 bei 433 MHz und der kleinsten Funkdatenrate Reichweiten von über 4km im hügeligen Gelände gemessen, die angegebenen Werte sind also eher konservativ angegeben.

Wenn maximale Reichweiten im Gelände wichtig sind, wird das 433 MHz Frequenzband empfohlen. Wenn am Einsatzort bereits Systeme mit 433 MHz im Betrieb sind, können bei 868MHz an diesem Standort eventuell höhere Reichweiten erzielt werden als bei 433 MHz.

Die in den technischen Daten angegebene Funkreichweite ist konservativ angegeben und mit dem Demokit3 im hügeligen Gelände ermittelt.

### **Aufbau Funkprotokoll**

Im Unterschied zu einer drahtgebundenen Datenübertragung müssen bei einer Datenübertragung über Funk einige Punkte berücksichtigt werden, damit optimale Resultate bezüglich Zuverlässigkeit und Reichweite der Übertragung erzielt werden können. Im Speziellen benötigt man einen geeigneten Paketrahmen, in dem die eigentlichen Nutzdaten zur Übertragung eingebunden werden.

Ein typischer Paketrahmen besteht aus folgenden Teilen:

- Preamble: Bitfolge, die es dem Empfänger erlaubt, auf das Trägersignal des Senders einzuschwingen.
- Syncword: Bitfolge, die den Start eines Datenpakets anzeigt und somit dem Empfänger zur Synchronisierung dient.
- Data: Beliebige Nutzdaten (diese sollten eine Checksumme beinhalten, die eine Prüfung der empfangenen Daten ermöglicht).
- Postamble: Dummybits, die nachgesendet werden um die Übertragung robuster zu machen.

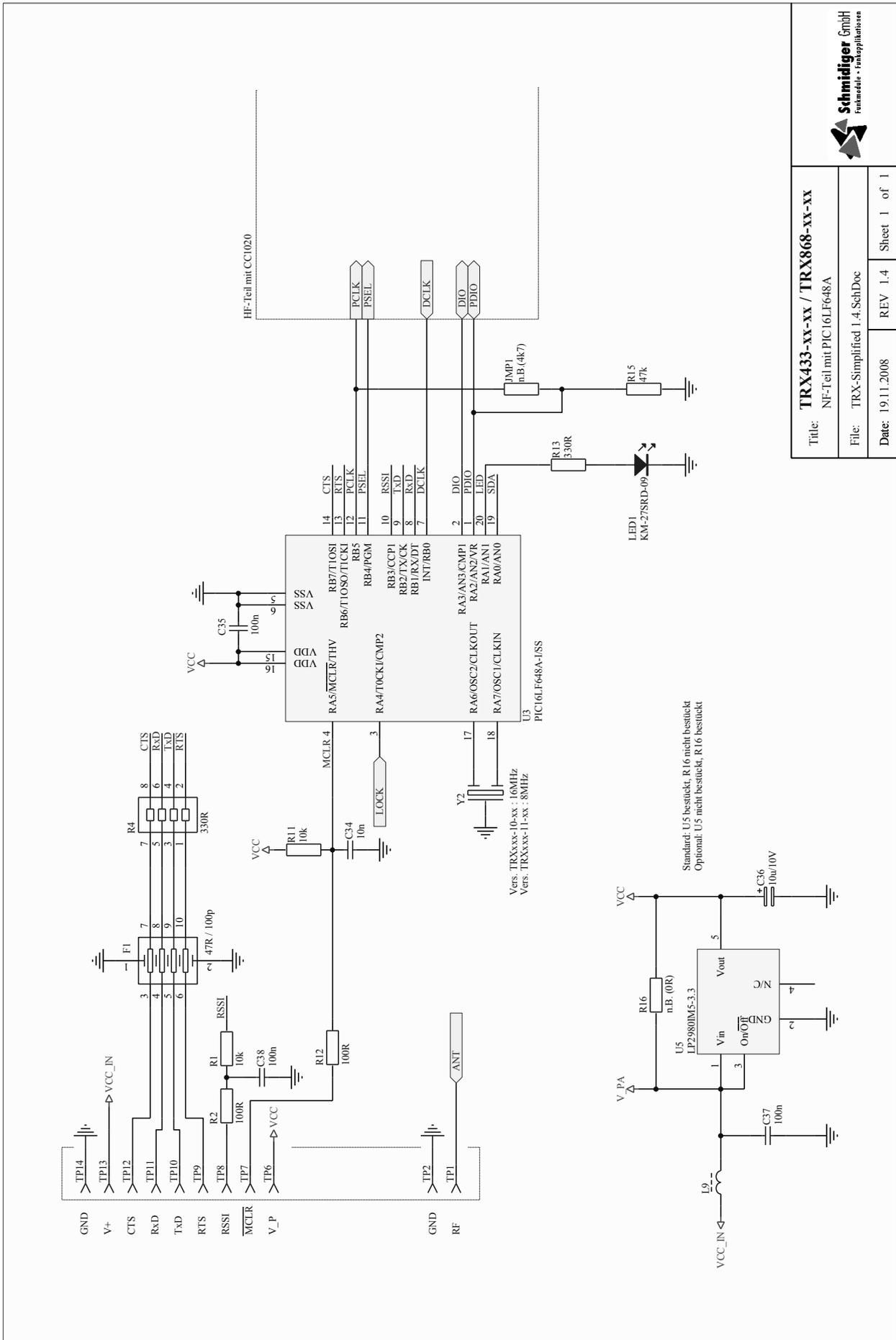
Als Vorschlag für einen solchen Paketrahmen dient folgende Abbildung:



- Preamble: 32Bit 55555555H
- Syncword: 24Bit D391DAH
- Data: xxBit beliebig
- Postamble: 2Bit 0H oder 3H

Bevor das Datenpaket gesendet werden kann, muss nach dem Umschalten auf TX zuerst 1.5ms gewartet werden, bis der Sender bereit ist. Danach kann das Datenpaket gesendet werden. Je länger die Preamble ist, desto zuverlässiger funktioniert der Einschwingvorgang beim Empfänger. Mit einer Preamblelänge von 32Bit kann eine PER (Paket Error Rate) von 0.05% erreicht werden. Das Syncword soll genügend lang sein, damit fehlerhaftes Aufsynchronisieren durch zufällig empfangene Bitfolgen minimiert werden kann. Mit dem vorgeschlagenen Syncword (D391DAH) werden diesbezüglich gute Resultate erzielt. Werden nach den Nutzdaten noch 2 Postamble Bits nachgesendet (egal ob High oder Low), so erhöht dies die Robustheit der Übertragung.

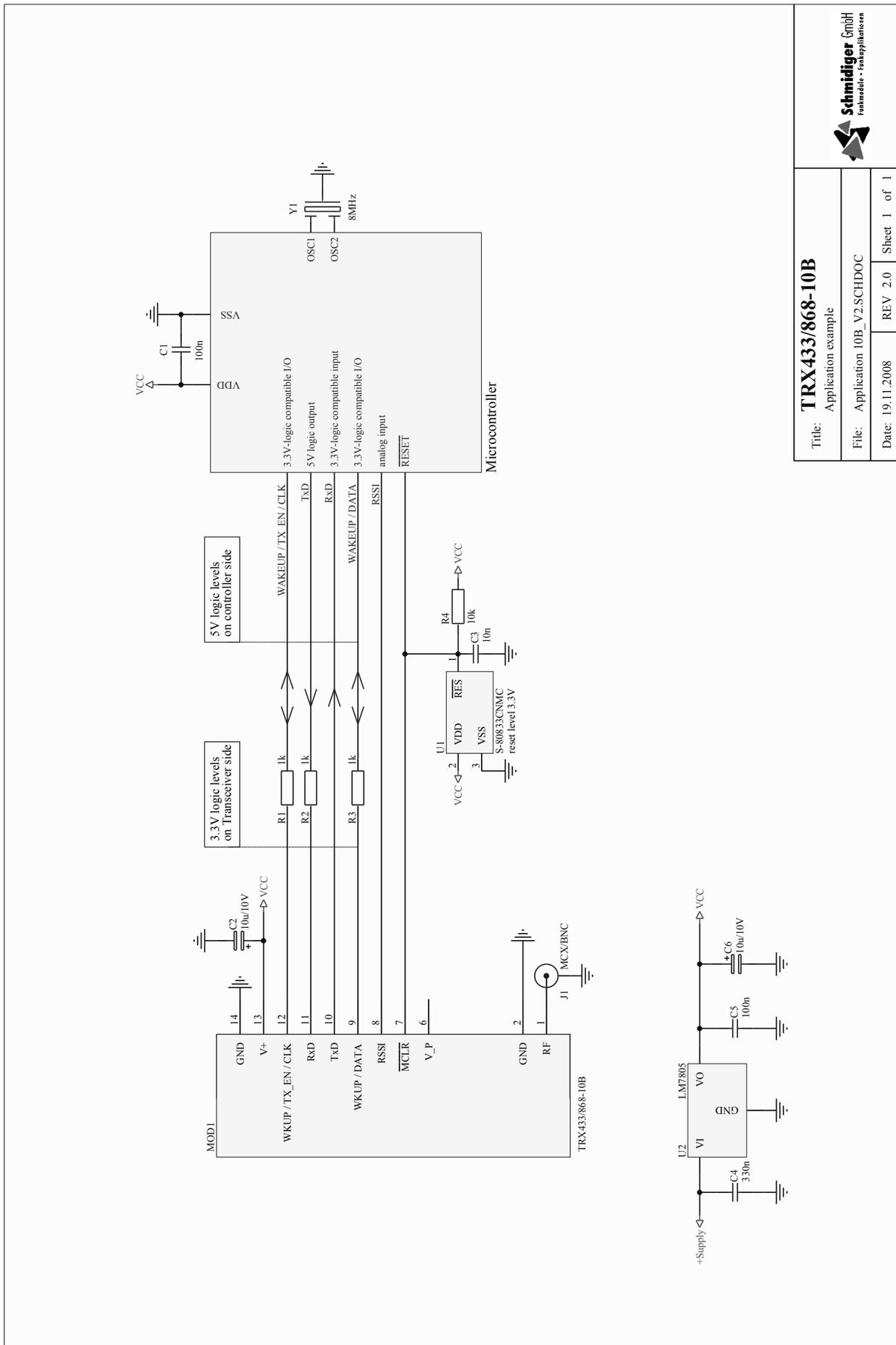
Vereinfachtes Schema TRXnnn-10



Title: <b>TRX433-xx-xx / TRX868-xx-xx</b>	
NF-Teil mit PIC16LF648A	
File: TRX-Simplified 1.4.SchDoc	Date: 19.11.2008
REV 1.4	Sheet 1 of 1



### Anwendungsbeispiel für TRXnnn-10B



**TRX433/868-10B**

Title: Application example

File: Application 10B\_V2.SCHDOC

Date: 19.11.2008 REV. 2.0 Sheet 1 of 1



**Frequenztabelle TRX433-10B**

<b>1</b>	433.0625 MHz	<b>36</b>	433.5000 MHz	<b>71</b>	433.9375 MHz	<b>106</b>	434.3750 MHz
<b>2</b>	433.0750 MHz	<b>37</b>	433.5125 MHz	<b>72</b>	433.9500 MHz	<b>107</b>	434.3875 MHz
<b>3</b>	433.0875 MHz	<b>38</b>	433.5250 MHz	<b>73</b>	433.9625 MHz	<b>108</b>	434.4000 MHz
<b>4</b>	433.1000 MHz	<b>39</b>	433.5375 MHz	<b>74</b>	433.9750 MHz	<b>109</b>	434.4125 MHz
<b>5</b>	433.1125 MHz	<b>40</b>	433.5500 MHz	<b>75</b>	433.9875 MHz	<b>110</b>	434.4250 MHz
<b>6</b>	433.1250 MHz	<b>41</b>	433.5625 MHz	<b>76</b>	434.0000 MHz	<b>111</b>	434.4375 MHz
<b>7</b>	433.1375 MHz	<b>42</b>	433.5750 MHz	<b>77</b>	434.0125 MHz	<b>112</b>	434.4500 MHz
<b>8</b>	433.1500 MHz	<b>43</b>	433.5875 MHz	<b>78</b>	434.0250 MHz	<b>113</b>	434.4625 MHz
<b>9</b>	433.1625 MHz	<b>44</b>	433.6000 MHz	<b>79</b>	434.0375 MHz	<b>114</b>	434.4750 MHz
<b>10</b>	433.1750 MHz	<b>45</b>	433.6125 MHz	<b>80</b>	434.0500 MHz	<b>115</b>	434.4875 MHz
<b>11</b>	433.1875 MHz	<b>46</b>	433.6250 MHz	<b>81</b>	434.0625 MHz	<b>116</b>	434.5000 MHz
<b>12</b>	433.2000 MHz	<b>47</b>	433.6375 MHz	<b>82</b>	434.0750 MHz	<b>117</b>	434.5125 MHz
<b>13</b>	433.2125 MHz	<b>48</b>	433.6500 MHz	<b>83</b>	434.0875 MHz	<b>118</b>	434.5250 MHz
<b>14</b>	433.2250 MHz	<b>49</b>	433.6625 MHz	<b>84</b>	434.1000 MHz	<b>119</b>	434.5375 MHz
<b>15</b>	433.2375 MHz	<b>50</b>	433.6750 MHz	<b>85</b>	434.1125 MHz	<b>120</b>	434.5500 MHz
<b>16</b>	433.2500 MHz	<b>51</b>	433.6875 MHz	<b>86</b>	434.1250 MHz	<b>121</b>	434.5625 MHz
<b>17</b>	433.2625 MHz	<b>52</b>	433.7000 MHz	<b>87</b>	434.1375 MHz	<b>122</b>	434.5750 MHz
<b>18</b>	433.2750 MHz	<b>53</b>	433.7125 MHz	<b>88</b>	434.1500 MHz	<b>123</b>	434.5875 MHz
<b>19</b>	433.2875 MHz	<b>54</b>	433.7250 MHz	<b>89</b>	434.1625 MHz	<b>124</b>	434.6000 MHz
<b>20</b>	433.3000 MHz	<b>55</b>	433.7375 MHz	<b>90</b>	434.1750 MHz	<b>125</b>	434.6125 MHz
<b>21</b>	433.3125 MHz	<b>56</b>	433.7500 MHz	<b>91</b>	434.1875 MHz	<b>126</b>	434.6250 MHz
<b>22</b>	433.3250 MHz	<b>57</b>	433.7625 MHz	<b>92</b>	434.2000 MHz	<b>127</b>	434.6375 MHz
<b>23</b>	433.3375 MHz	<b>58</b>	433.7750 MHz	<b>93</b>	434.2125 MHz	<b>128</b>	434.6500 MHz
<b>24</b>	433.3500 MHz	<b>59</b>	433.7875 MHz	<b>94</b>	434.2250 MHz	<b>129</b>	434.6625 MHz
<b>25</b>	433.3625 MHz	<b>60</b>	433.8000 MHz	<b>95</b>	434.2375 MHz	<b>130</b>	434.6750 MHz
<b>26</b>	433.3750 MHz	<b>61</b>	433.8125 MHz	<b>96</b>	434.2500 MHz	<b>131</b>	434.6875 MHz
<b>27</b>	433.3875 MHz	<b>62</b>	433.8250 MHz	<b>97</b>	434.2625 MHz	<b>132</b>	434.7000 MHz
<b>28</b>	433.4000 MHz	<b>63</b>	433.8375 MHz	<b>98</b>	434.2750 MHz	<b>133</b>	434.7125 MHz
<b>29</b>	433.4125 MHz	<b>64</b>	433.8500 MHz	<b>99</b>	434.2875 MHz	<b>134</b>	434.7250 MHz
<b>30</b>	433.4250 MHz	<b>65</b>	433.8625 MHz	<b>100</b>	434.3000 MHz	<b>135</b>	434.7375 MHz
<b>31</b>	433.4375 MHz	<b>66</b>	433.8750 MHz	<b>101</b>	434.3125 MHz	<b>136</b>	434.7500 MHz
<b>32</b>	433.4500 MHz	<b>67</b>	433.8875 MHz	<b>102</b>	434.3250 MHz	<b>137</b>	434.7625 MHz
<b>33</b>	433.4625 MHz	<b>68</b>	433.9000 MHz	<b>103</b>	434.3375 MHz	<b>138</b>	434.7750 MHz
<b>34</b>	433.4750 MHz	<b>69</b>	433.9125 MHz	<b>104</b>	434.3500 MHz	<b>139</b>	434.7875 MHz
<b>35</b>	433.4875 MHz	<b>70</b>	433.9250 MHz	<b>105</b>	434.3625 MHz		

**Hinweis**

Zwei benachbarte Transceiver, die unabhängig voneinander arbeiten, müssen sich im Kanal mindestens um die Anzahl belegter Kanäle gemäss Frequenzraster unterscheiden, damit sich die Frequenzspektren nicht überlappen.

Beispiel: Bei der Einstellung mit Kanalraster 50kHz werden 4 Kanäle belegt, somit müssen benachbarte Transceiver mindestens 4 Kanäle Differenz aufweisen, wenn diese mit identischen Kommunikationseinstellungen arbeiten.

Je grösser der Kanalabstand gewählt wird, desto besser ist die Reichweite bei gleichzeitig mehreren aktiven Transceivern.

## Frequenztabelle TRX868-10B

<b>1</b>	868.0125 MHz	<b>41</b>	868.5125 MHz	<b>81</b>	869.0125 MHz	<b>121</b>	869.5125 MHz
<b>2</b>	868.0250 MHz	<b>42</b>	868.5250 MHz	<b>82</b>	869.0250 MHz	<b>122</b>	869.5250 MHz
<b>3</b>	868.0375 MHz	<b>43</b>	868.5375 MHz	<b>83</b>	869.0375 MHz	<b>123</b>	869.5375 MHz
<b>4</b>	868.0500 MHz	<b>44</b>	868.5500 MHz	<b>84</b>	869.0500 MHz	<b>124</b>	869.5500 MHz
<b>5</b>	868.0625 MHz	<b>45</b>	868.5625 MHz	<b>85</b>	869.0625 MHz	<b>125</b>	869.5625 MHz
<b>6</b>	868.0750 MHz	<b>46</b>	868.5750 MHz	<b>86</b>	869.0750 MHz	<b>126</b>	869.5750 MHz
<b>7</b>	868.0875 MHz	<b>47</b>	868.5875 MHz	<b>87</b>	869.0875 MHz	<b>127</b>	869.5875 MHz
<b>8</b>	868.1000 MHz	<b>48</b>	868.6000 MHz	<b>88</b>	869.1000 MHz	<b>128</b>	869.6000 MHz
<b>9</b>	868.1125 MHz	<b>49</b>	868.6125 MHz	<b>89</b>	869.1125 MHz	<b>129</b>	869.6125 MHz
<b>10</b>	868.1250 MHz	<b>50</b>	868.6250 MHz	<b>90</b>	869.1250 MHz	<b>130</b>	869.6250 MHz
<b>11</b>	868.1375 MHz	<b>51</b>	868.6375 MHz	<b>91</b>	869.1375 MHz	<b>131</b>	869.6375 MHz
<b>12</b>	868.1500 MHz	<b>52</b>	868.6500 MHz	<b>92</b>	869.1500 MHz	<b>132</b>	869.6500 MHz
<b>13</b>	868.1625 MHz	<b>53</b>	868.6625 MHz	<b>93</b>	869.1625 MHz	<b>133</b>	869.6625 MHz
<b>14</b>	868.1750 MHz	<b>54</b>	868.6750 MHz	<b>94</b>	869.1750 MHz	<b>134</b>	869.6750 MHz
<b>15</b>	868.1875 MHz	<b>55</b>	868.6875 MHz	<b>95</b>	869.1875 MHz	<b>135</b>	869.6875 MHz
<b>16</b>	868.2000 MHz	<b>56</b>	868.7000 MHz	<b>96</b>	869.2000 MHz	<b>136</b>	869.7000 MHz
<b>17</b>	868.2125 MHz	<b>57</b>	868.7125 MHz	<b>97</b>	869.2125 MHz	<b>137</b>	869.7125 MHz
<b>18</b>	868.2250 MHz	<b>58</b>	868.7250 MHz	<b>98</b>	869.2250 MHz	<b>138</b>	869.7250 MHz
<b>19</b>	868.2375 MHz	<b>59</b>	868.7375 MHz	<b>99</b>	869.2375 MHz	<b>139</b>	869.7375 MHz
<b>20</b>	868.2500 MHz	<b>60</b>	868.7500 MHz	<b>100</b>	869.2500 MHz	<b>140</b>	869.7500 MHz
<b>21</b>	868.2625 MHz	<b>61</b>	868.7625 MHz	<b>101</b>	869.2625 MHz	<b>141</b>	869.7625 MHz
<b>22</b>	868.2750 MHz	<b>62</b>	868.7750 MHz	<b>102</b>	869.2750 MHz	<b>142</b>	869.7750 MHz
<b>23</b>	868.2875 MHz	<b>63</b>	868.7875 MHz	<b>103</b>	869.2875 MHz	<b>143</b>	869.7875 MHz
<b>24</b>	868.3000 MHz	<b>64</b>	868.8000 MHz	<b>104</b>	869.3000 MHz	<b>144</b>	869.8000 MHz
<b>25</b>	868.3125 MHz	<b>65</b>	868.8125 MHz	<b>105</b>	869.3125 MHz	<b>145</b>	869.8125 MHz
<b>26</b>	868.3250 MHz	<b>66</b>	868.8250 MHz	<b>106</b>	869.3250 MHz	<b>146</b>	869.8250 MHz
<b>27</b>	868.3375 MHz	<b>67</b>	868.8375 MHz	<b>107</b>	869.3375 MHz	<b>147</b>	869.8375 MHz
<b>28</b>	868.3500 MHz	<b>68</b>	868.8500 MHz	<b>108</b>	869.3500 MHz	<b>148</b>	869.8500 MHz
<b>29</b>	868.3625 MHz	<b>69</b>	868.8625 MHz	<b>109</b>	869.3625 MHz	<b>149</b>	869.8625 MHz
<b>30</b>	868.3750 MHz	<b>70</b>	868.8750 MHz	<b>110</b>	869.3750 MHz	<b>150</b>	869.8750 MHz
<b>31</b>	868.3875 MHz	<b>71</b>	868.8875 MHz	<b>111</b>	869.3875 MHz	<b>151</b>	869.8875 MHz
<b>32</b>	868.4000 MHz	<b>72</b>	868.9000 MHz	<b>112</b>	869.4000 MHz	<b>152</b>	869.9000 MHz
<b>33</b>	868.4125 MHz	<b>73</b>	868.9125 MHz	<b>113</b>	869.4125 MHz	<b>153</b>	869.9125 MHz
<b>34</b>	868.4250 MHz	<b>74</b>	868.9250 MHz	<b>114</b>	869.4250 MHz	<b>154</b>	869.9250 MHz
<b>35</b>	868.4375 MHz	<b>75</b>	868.9375 MHz	<b>115</b>	869.4375 MHz	<b>155</b>	869.9375 MHz
<b>36</b>	868.4500 MHz	<b>76</b>	868.9500 MHz	<b>116</b>	869.4500 MHz	<b>156</b>	869.9500 MHz
<b>37</b>	868.4625 MHz	<b>77</b>	868.9625 MHz	<b>117</b>	869.4625 MHz	<b>157</b>	869.9625 MHz
<b>38</b>	868.4750 MHz	<b>78</b>	868.9750 MHz	<b>118</b>	869.4750 MHz	<b>158</b>	869.9750 MHz
<b>39</b>	868.4875 MHz	<b>79</b>	868.9875 MHz	<b>119</b>	869.4875 MHz	<b>159</b>	869.9875 MHz
<b>40</b>	868.5000 MHz	<b>80</b>	869.0000 MHz	<b>120</b>	869.5000 MHz		

### Hinweis

Zwei benachbarte Transceiver, die unabhängig voneinander arbeiten, müssen sich im Kanal mindestens um die Anzahl belegter Kanäle gemäss Frequenzraster unterscheiden, damit sich die Frequenzspektren nicht überlappen.

Beispiel: Bei der Einstellung mit Kanalraster 50kHz werden 4 Kanäle belegt, somit müssen benachbarte Transceiver mindestens 4 Kanäle Differenz aufweisen, wenn diese mit identischen Kommunikationseinstellungen arbeiten.

Je grösser der Kanalabstand gewählt wird, desto besser ist die Reichweite bei gleichzeitig mehreren aktiven Transceivern.

### **Befehlssatz zur Konfiguration (Version B3)**

Der Transceiver wird über die serielle Schnittstelle (Pin 11, RxD) konfiguriert und gibt die angeforderten Daten am Pin 10, TxD aus.

Das serielle Datenformat ist N,8,1 (no Parity, 8 Databits, 1 Stopbit). Solange keine Baudrate konfiguriert wurde, ist der Transceiver im Autobaud-Modus, wo er jede Baudrate zwischen 1.2 kBaud und 115.2 kBaud automatisch erkennt. Nachdem eine feste Baudrate konfiguriert worden ist, erkennt das Modul nur noch diese fixe Baudrate. Die Baudrate kann während dem Betrieb geändert werden, somit kann auch von einer fixen Baudrate wieder zu Autobaud gewechselt werden.

#### **Befehlsstruktur**

Ein Befehl besteht immer aus 3 Bytes:

<b>Befehl Byte 1</b>	<b>Befehl Byte 2</b>	<b>Befehl Byte 3</b>
Startzeichen [0B0H]	Funktion [00H...0FFH]	Parameter oder Wert [00H...0FFH]

Ein korrekt empfangener Befehl wird vom Transceiver immer mit einer Antwort quittiert. Diese besteht meistens aus zwei Bytes, kann aber je nach Befehl auch mehr Daten enthalten:

<b>Antwort Byte 1</b>	<b>Antwort Byte 2</b>	<b>Antwort Byte 3.....n</b>
Funktion bzw. Echo von Befehl Byte 2	Wert [00H...0FFH]	Wert [00H...0FFH] Anzahl Bytes je nach Funktion

#### **Startzeichen**

Das Startzeichen kennzeichnet den Beginn einer Befehlssequenz und muss den Wert 0B0H aufweisen.

#### **Hinweise:**

- Damit ein Befehl als solcher erkannt wird, müssen die drei Bytes innerhalb von max. 200ms zum Transceiver übertragen werden.
- Erkennt der Transceiver keinen gültigen Befehl oder einen gültigen Befehl mit falschem Parameter so gibt er einen Fehlercode in der eingestellten Baudrate zurück. Siehe auch Abschnitt Fehlercodes.

#### **Konfigurationen im RAM oder EEPROM**

Bei folgenden Ereignissen startet der Transceiver mit der im EEPROM gespeicherten Konfiguration (RS232 Baudrate, Funkfrequenz, Funkdatenrate usw.).

- Powerup
- MCLR Reset
- Wakeup nach sleep, wenn Reset nach sleep konfiguriert ist

Danach können mit der WRITE-Funktion beliebige Parameter geändert werden. Die Änderung wird nach dem Befehl sofort aktiv.

Wenn bei den WRITE- Befehlen 08H..1FH das Bit7 der Funktion (Byte 2) gesetzt ist, wird die Konfiguration sowohl im RAM wie auch zusätzlich im EEPROM dauerhaft gespeichert. Ist das Bit7 gelöscht, wird die Konfiguration nur im RAM gespeichert und steht nach einem Powerup nicht mehr zur Verfügung.

Bei allen anderen Befehlen (ausserhalb 08H..1FH) hat das Bit7 keine Bedeutung und wird deshalb ignoriert.

**Wichtiger Hinweis:** Das EEPROM hat eine begrenzte Anzahl von 100'000 Schreibzyklen pro Parameter. Deshalb dürfen häufig wechselnde Parameter (z.B. Frequenzwechsel bei Frequency- hopping Systemen) nur ins RAM gespeichert werden.

**Befehlsübersicht Version B3**

Die Funktionen sind gegliedert nach den Gruppen READ, WRITE, REPORT und ERROR.

Funktionsgruppe	Byte 2	Befehl oder Funktion	Byte3	Beschreibung	Antwort (Beispiel)	Anzahl Bytes
	Bit0..6					
READ	00H	Interne Konstanten	00H	Softwareversion	00H, 01H, 17H, 05H	4
			01H	Softwaretyp	00H, 02H	2
			02H	Befehlssatzversion	00H, 03H	2
			03H	Hardwareversion	00H, 0AH	2
			04H	Frequenzversion	00H, 01H	2
			05H	Seriennummer 32bit	00H, 12H, 34H, 56H, 78H	5
	01H	Messwerte	00H	RSSI aktuell	01H, 90H	2
			01H	RSSI peak	01H, A3H	2
			02H	Temperatur	01H, 18H	2
	02H	Konfiguration (aus EEPROM)  <b>Hinweis:</b> Die aktuelle Einstellung im RAM kann von der Konfiguration im EEPROM abweichen, wenn der WRITE-Befehl nur ins RAM speichert!	09H	Empfangsfrequenz	02H, 50H	2
			0AH	Sendefrequenz	02H, 50H	2
			0BH	Funkdatenrate	02H, 03H	2
			0CH	Kanalbreite	02H, 03H	2
			0DH	Datencodierung	02H, 00H	2
			0EH	Modulationsart	02H, 01H	2
			0FH	RS232 Konfig. Baudrate	02H, 00H	2
			10H	RX/TX-Switch mode	02H, 01H	2
			11H	Powerup mode	02H, 20H	2
			12H	Power control	02H, 03H	2
03H	EEPROM Register	00H- FFH	EEPROM Register lesen an dieser Adresse	03H, 55H	2	
		04H – 07H	Reserviert für künftige Befehlsweiterungen			
WRITE	08H	Frequenz RX+TX	01H- 9FH	Frequenzkanal TX und RX	08H, 01H	2
	09H	Frequenz RX	01H- 9FH	Frequenzkanal nur RX	09H, 01H	2
	0AH	Frequenz TX	01H- 9FH	Frequenzkanal nur TX	0AH, 01H	2
	0BH	Funkdatenrate	00H- 05H	Funkdatenrate, Deviation	0BH, 01H	2
	0CH	Kanalbreite	00H- 06H	Kanalbreite, Bandwith	0CH, 01H	2
	0DH	Datencodierung	00H- 02H	NRZ, Manchester, UART	0DH, 00H	2
	0EH	Modulationsart	00H- 02H	ASK, GFSK, FSK	0EH, 01H	2
	0FH	Konfig. Baudrate	00H- 08H	RS232 Baudrate für Konfiguration	0FH, 05H	2
	10H	RX/TX Switch mode	00H- 01H	Umschaltung hardware- oder softwaremässig	10H, 00H	2
	11H	Powerup mode	00H- 20H	Konfiguration für powerup, sleep und wakeup	11H, 20H	2
	12H	Power control	00H- 03H	LED und HF ein/ausschalten	12H, 03H	2
	13H	Automat. Rekalibration	00H- 96H	Temperatur- und zeitgesteuerte Kalibration	13H, 3CH	2
	14H	Automat. RSSI Ausgabe	00H- 96H	Zeitgesteuerte Ausgabe der RSSI peak Werte	14H, 0AH	2

Funktions- gruppe	Byte2	Befehl	Byte3	Beschreibung	Antwort (Beispiel)	Anzahl
	Bit0..6	oder Funktion				Bytes
WRITE	20H	RX/TX Switch	00H-01H	Empfangen oder senden	20H, 00H	2
	21H	Sleep	00H-31H	Definiert sleep und wakeup	21H, 21H	2
	22H	Jetzt Rekalibrieren	00H	Start VCO-Kalibration wenn Kalibrat. erfolgreich wenn Kalibrat. fehlerhaft	22H, 00H (typ. 50ms) 22H, 01H 22H, 02H	2 2 2
	23H-2CH	Reserviert für künftige Befehlsweiterungen				
	2DH	EEPROM WR-enable	00H-FFH	Einzelne Adresse zum schreiben freigeben	2DH, 10H	2
	2EH	EEPROM Data	00H-FFH	Dieses Datenbyte ins EEPROM schreiben	2E, 43H	2
	2FH	EEPROM Adresse	00H-FFH	EEPROM Adresse, die beschrieben wird	2EH, 10H	2
REPORT		RSSI peak, Intervall mit Funktion 14H definiert		Peakwert im Intervall seit letzter Ausgabe	30H, A3H	2
		Rekalibration, Intervall mit Funkt. 13H definiert		Kalibration startet	31H, 00H (typ. 50ms)	2
				Kalibration war erfolgreich	31H, 01H	2
				Kalibration fehlgeschlagen	31H, 02H	2
		READY. Bereitzeichen des Transceivers nach powerup, MCLR\ - Reset oder wakeup		Kalibrationswerte OK, nach powerup	32H, 00H	2
				Kalibrationswerte Fehler, nach powerup	32H, 80H	2
			Bereit nach wakeup oder MCLR\ - Reset	32H, 01H	2	
ERROR		Antworten auf ungültige Funktionen oder Funktionsparameter		Ungültige Funktion (Byte2)	38H, 00H	2
				Ungültiger Funktionswert (Byte3)	38H, 01H	2

### Initialisierungsbeispiel in C

Das folgende Beispiel zeigt die Anwendung des Befehlsatzes in der Programmiersprache C. Es wird eine Initialisierungssequenz aufgezeigt, welche den Transceiver in die gewünschte Betriebsart konfiguriert. Die Konfiguration wird im EEPROM des Transceivers gespeichert, da Bit7 des Befehls = 1 ist. Beim nächsten Powerup steht dann diese Einstellung sofort ohne erneute Konfiguration zur Verfügung. Da das EEPROM eine begrenzte Anzahl Schreibzyklen hat, soll die Konfiguration ins EEPROM nur einmalig, z.B. bei der Inbetriebnahme oder wenn Einstellungen geändert werden sollen, ausgeführt werden.

Müssen Konfigurationen zu häufig gewechselt werden, sollen diese ausschliesslich ins RAM erfolgen. Dazu ist im nachfolgenden Code jeweils Bit7 des Befehlsbytes zu löschen.

Am Ende der Initialisierung wird nochmals eine VCO-Kalibration gemacht, um das Ergebnis der Kalibration prüfen zu können. Bei der VCO-Kalibration, welche automatisch bei jedem Powerup gemacht wird, würde ein fünfmaliger Kalibrationsfehler keine Fehlermeldung ergeben.

```

int error_code; // Globale Variable für Fehler-Code

// -----
// Initialisierung eines TRX433-10-B3 direkt ins EEPROM (beschränkte Speicherzyklen beachten).
// Für Initialisierung nur ins RAM Bit7 des Befehlsbytes auf null setzen.
// Die Speisung des TRX-Moduls wird kurz vor oder zu Beginn der Initialisierung eingeschaltet.
//
// input: -

// output: error_code: 0 = Komplette Initialisierung erfolgreich
//                1 = Kein Ready-Report empfangen oder Kalibrationskonstanten fehlerhaft
//                2 = Fehler in RS232 Kommunikation
//                3 = Fehler bei VCO-Kalibration

int init_trx()
{
    error_code = 0; // Init Fehler-Code auf erfolgreich

    // hier wird die Speisung des Transceivers eingeschaltet
    // danach muss sich das Modul mit dem REPORT READY melden

    if(!echo(0x32, 0x00)){ // Ready-Report empfangen (Ready-Report wird 170-180ms nach
                          // Powerup des TRX-Moduls gesendet). Die Funktion echo() soll eine
                          // Timeoutfunktion haben, falls kein Ready-Report vom Modul gesendet wird.
        error_code = 1; // Falls kein Ready-Report empfangen wurde oder Kalibrations-
        return error_code; // konstanten fehlerhaft => Fehler_Code zurückgeben
    } // und Initialisierung abbrechen

    else{ // Ready-Report empfangen. Modul bereit für Initialisierung

        output_rs232(0x88, 0x46); // Frequenz RX+TX : 433.925MHz
        output_rs232(0x8B, 0x01); // Funkdatenrate : 4.8kbit
        output_rs232(0x8C, 0x01); // Kanalbreite : 25kHz
        output_rs232(0x8D, 0x00); // Datencodierung : NRZ
        output_rs232(0x8E, 0x01); // Modulationsart : GFSK
        output_rs232(0x8F, 0x05); // RS232 Baudrate : 19.2kbaud
        output_rs232(0x90, 0x01); // RX/TX switch mode : RX/TX-Umschaltung über RS232
        output_rs232(0x91, 0x35); // Powerup mode : -Continue nach Wakeup
        // -Run nach Powerup
        // -Pin 12 = Wakeup-Pin
        // -Alle Pins bleiben unverändert

        output_rs232(0x92, 0x03); // Power control : LED on, HF on
        output_rs232(0x93, 0x01); // automat. Rekalibration control: -automatisch bei dT>20°C
        output_rs232(0x94, 0x00); // automat. RSSI Ausgabe: -keine automatische RSSI-Ausgabe

        if(error_code){ // War Kommunikation immer erfolgreich?
            return error_code; // Nein. => Fehler_Code zurückgeben und Initialisierung abbrechen
        } // **** Initialisierung war bis hierher erfolgreich ****

        output_rs232(0x22, 0x00); // VCO-Kalibration starten
        if(!echo(0x22, 0x01)){ // Antwort von Kalibration abwarten (typ. 50ms, maximal 250ms)
            error_code = 3; // Fehler! Fehler-Code setzen
        }

        return error_code; // Fehler-Code zurückgeben
    } // error_code == 0 bedeutet Initialisierung erfolgreich
}
// -----
// Gibt einen Befehl gemäss Befehlsliste aus (3 Bytes: Startzeichen == 0xB0, Funktion, Wert).
// Die Antwort wird geprüft. Falls das TRX-Modul keine oder eine falsche Antwort zurückgibt,
// so wird der Befehl maximal 3x wiederholt.
// Danach wird im Fehlerfall der Fehler-Code "Fehler in RS232 Kommunikation" gesetzt.

// input: funktion = Funktion gemäss Befehlssatz
//        wert = Wert gemäss Befehlssatz

// output: -

void output_rs232(int funktion, int wert)
{
    int i = 3; // maximal 3 Wiederholungen

    while(i){ // Solange noch nicht 3 Versuche gemacht...

        putchar(0xB0); // Startzeichen über RS232 ausgeben (0xB0)
        putchar(funktion); // Funktion über RS232 ausgeben
        putchar(wert); // Wert über RS232 ausgeben

        if(echo(funktion, wert)){ // Stimmt Antwort?
            i = 0; // Ja. Kommunikation erfolgreich -> While-Schleife beenden
        }
        else{ // Nein, falsche oder keine Antwort
            if(--i){ // Befehl schon dreimal wiederholt?
                error_code = 2; // Ja, Fehler-Code setzen
            } } }
}
// -----

```

## Funktionsbeschreibungen im Detail

### Funktionsgruppe READ

**Hinweis:** Die aktuelle Einstellung im RAM kann von der Konfiguration im EEPROM abweichen, wenn eine Konfiguration mit dem WRITE-Befehl nur ins RAM gespeichert worden ist!

---

Funktionsname	<b>READ Softwareversion</b>	<b>Funktion 00H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 00H, 00H	
Antwort	00H, VERS, WEEK, YEAR	

aktuelle Softwareversion im Flash-Speicher des Transceivers. Siehe auch READ Softwaretyp

---

Funktionsname	<b>READ Softwaretyp</b>	<b>Funktion 00H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 00H, 01H	
Antwort	00H, 02H	

Softwaretyp 1 entspricht der Bezeichnung „A“, Softwaretyp 2 der Bezeichnung „B“ und Softwaretyp 3 der Bezeichnung „C“. Diese Bezeichnung ist Bestandteil der Modulbezeichnung. Beim TRX433-10B3 kennzeichnet der Buchstabe „B“ den Softwaretyp.

Typ A = Funkmodem, Typ B = Directmode, Typ C = Bytemode  
Nur Softwaretyp und Softwareversion zusammen identifizieren die Firmware des Transceivers eindeutig. Siehe auch READ Softwareversion und Codierung Typenschild.

---

Funktionsname	<b>READ Befehlssatzversion</b>	<b>Funktion 00H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 00H, 02H	
Antwort	00H, 03H	

Befehlssatz-Version des Transceivers. Diese ist Bestandteil der Modulbezeichnung. Beim TRX433-10B3 kennzeichnet die letzte Ziffer die Befehlssatzversion 3.

Die Funktionen des Transceivers können in Zukunft erweitert oder Kundenanforderungen angepasst werden. Mit dieser Funktion kann bei Bedarf die Rückwärtskompatibilität mit früheren Versionen sichergestellt werden. Siehe auch Codierung Typenschild.

---

---

Funktionsname	<b>READ Hardwareversion</b>	<b>Funktion 00H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 00H, 03H	
Antwort	00H, HVERS	

Hardware-Version des Transceivers. Diese ist Bestandteil der Modulbezeichnung und setzt sich zusammen aus Bestückungsart und Modulart.

Beim TRX433-10B3 kennzeichnen die Ziffern 10 die Hardwareversion 10.

Der Transceiver wird in mehreren Bestückungsvarianten hergestellt.

HVERS = 0AH: 16MHz  $\mu$ P Clockfrequenz, interner Spannungsregler 3.3V, Loopfilter 19.2kbaud  
 HVERS = 0BH: 8MHz  $\mu$ P Clockfrequenz, interner Spannungsregler 3.0V, Loopfilter 19.2kbaud  
 HVERS = 0CH: 16MHz  $\mu$ P Clockfrequenz, ohne internen Spannungsregler, Loopfilter 19.2kbaud

In Zukunft können weitere Hardwareversionen dazukommen. Siehe auch Codierung Typenschild.

---

Funktionsname	<b>READ Frequenzversion</b>	<b>Funktion 00H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 00H, 04H	
Antwort	00H, FVERS	

Frequenz- Version des Transceivers. Diese ist Bestandteil der Modulbezeichnung.  
 Beim TRX433-10B3 kennzeichnet die Ziffernfolge 433 die Frequenzversion.

FVERS = 0: 433 MHz Band, 433.0625 - 434.7875MHz  
 FVERS = 1: 868 MHz Band, 868.0125 - 869.9875MHz  
 FVERS = 2: 915 MHz Band, 914.0125 - 915.9875MHz

Siehe auch Codierung Typenschild.

---

Funktionsname	<b>READ Seriennummer</b>	<b>Funktion 00H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 00H, 05H	
Antwort	00H, SER0, SER1, SER2, SER3	

SER0 = LSB, SER3 = MSB der 32Bit-Seriennummer

32bit Unikats Seriennummer des Transceivers.

Siehe auch Codierung Typenschild.

---

---

Funktionsname      **READ RSSI aktuell**      **Funktion 01H**

Funktionsaufruf      0B0H, 01H, 00H

Antwort      01H, RSSI

RSSI im 2er Komplement, Bereich -128 dBm ... -60 dBm, Auflösung 1dBm

Aktueller, momentaner RSSI Wert (**R**eceived **S**ignal **S**trength Indicator = Empfangsfeldstärke) in dBm. Der RSSI-Wert wird alle 3ms ermittelt, unabhängig vom Funktionsaufruf. RSSI stellt also die Feldstärke zu einem Zeitpunkt dar, der max. 3ms zurückliegen kann. Während dem Sendebetrieb ist RSSI = -128dBm.

Der max. messbare Wert liegt bei -60 dBm. Die untere Rauschgrenze hängt vor allem von der eingestellten Kanalbreite (Bandwith) ab.

Siehe auch Abschnitt RSSI und Funktion READ RSSI peak.

---

Funktionsname      **READ RSSI peak**      **Funktion 01H**

Funktionsaufruf      0B0H, 01H, 01H

Antwort      01H, RSSI\_peak

RSSI\_peak im 2er Komplement, Bereich -128 dBm ... -60 dBm, Auflösung 1dBm

Maximalwert (peak hold) des RSSI seit dem letzten Aufruf dieser Funktion bzw. seit der letzten automatischen RSSI Ausgabe.

(**R**eceived **S**ignal **S**trength Indicator = Empfangsfeldstärke) in dBm.

Nach jedem Aufruf dieser Funktion wird RSSI\_peak initialisiert.

Der max. messbare Wert liegt bei -60 dBm. Die untere Rauschgrenze hängt vor allem von der eingestellten Kanalbreite (Bandwith) ab. Während dem Sendebetrieb ist RSSI = -128dBm. Unmittelbar nach einem sleep wird RSSI peak initialisiert.

Siehe auch Abschnitt RSSI und Funktion READ RSSI aktuell.

---

Funktionsname      **READ Temperatur**      **Funktion 01H**

Funktionsaufruf      0B0H, 01H, 02H

Antwort      01H, TEMP

TEMP im 2er Komplement, Bereich -40°C ... +115°C, Auflösung 1°C

Temperatur Transceivermodul in °C.

Die Temperatur wird nur alle 5 Sekunden aktualisiert, egal wie oft diese Funktion aufgerufen wird.

Da während dem Sleep alle Timer angehalten werden, wird auch die Temperatur erst aktualisiert, nachdem der Mikrokontroller des Transceivers 5 Sekunden lang aktiv war. Der HF-Teil des Transceivers muss nicht aktiv sein, um die Temperatur messen zu können.

---

---

Funktionsname	<b>READ Empfangsfrequenz</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 09H		
Antwort	02H, FREQ		

FREQ = Kanalnummer gemäss Frequenztafel  
 Bereich 1...139 für 433 MHz Band  
 Bereich 1...159 für 868 MHz Band

Frequenzkanal für den Funkempfang gemäss Frequenztafel.  
 Das Kanalraster beträgt fix 12.5 kHz, unabhängig von der eingestellten Kanalbreite (Bandwidth).

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

Funktionsname	<b>READ Sendefrequenz</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 0AH		
Antwort	02H, FREQ		

FREQ = Kanalnummer gemäss Frequenztafel  
 Bereich 1...139 für 433 MHz Band  
 Bereich 1...159 für 868 MHz Band

Frequenzkanal für den Sender gemäss Frequenztafel.  
 Das Kanalraster beträgt fix 12.5 kHz, unabhängig von der eingestellten Kanalbreite (Bandwidth).

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

Funktionsname	<b>READ Funkdatenrate</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 0BH		
Antwort	02H, RF_bitrate		

RF_bitrate = 00H:	2.4 kbit/s; FM-Deviation = +- 2.025 kHz bei 433 MHz
RF_bitrate = 01H:	2.4 kbit/s; FM-Deviation = +- 2.475 kHz bei 868 MHz
RF_bitrate = 02H:	4.8 kbit/s; FM-Deviation = +- 4.050 kHz
RF_bitrate = 03H:	9.6 kbit/s; FM-Deviation = +- 4.950 kHz
RF_bitrate = 04H:	19.2kbit/s; FM-Deviation = +- 9.900 kHz
RF_bitrate = 05H:	38.4kbit/s; FM-Deviation = +- 19.80 kHz <sup>8</sup>
RF_bitrate = 06H:	76.8kbit/s; FM-Deviation = +- 36.00 kHz (16 MHz clock) <sup>8</sup>

Funkdatenrate für den Sender und Empfänger.  
 Bei FSK und GFSK ist mit der Funkdatenrate der Modulationshub (FM-Deviation) fest verknüpft  
 Die höchste RF-bitrate von 76.8kBits/s erfordert einen 16MHz Prozessorklock.

Funkdatenraten >19.2kbits/s sind möglich, erfordern jedoch ein entsprechend dimensioniertes Loopfilter  
 bzw. eine Bestückungsänderung. Dadurch wird die Empfängerempfindlichkeit bei kleinen Funkdatenraten  
 reduziert. Die Standardversion TRXnnn-10B3 ist mit einem Loopfilter für max. 19.2kbits/s bestückt.

Mit Manchester Datencodierung halbieren sich die effektiven Funkdatenraten, d.h. die effektive Funkbitrate  
 liegt dann bei 1.2kbit/s bis 38.4kbit/s, also der Hälfte des obigen Wertes.

#### Hinweise:

Funkdatenrate und Kanalbreite hängen voneinander ab, siehe Abschnitt Funkdatenrate und Kanalbreite.  
 Die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

Funktionsname	<b><i>READ Kanalbreite</i></b>	<b><i>(aus EEPROM)</i></b>	<b><i>Funktion 02H</i></b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 0CH		
Antwort	02H, CH_width		
	CH_width = 00H:	12.5 kHz; RF-bandwith =	9.6 kHz (433 MHz)
	CH_width = 00H:	12.5 kHz; RF-bandwith =	12.3 kHz (868 MHz)
	CH_width = 01H:	25.0 kHz; RF-bandwith =	19.2 kHz
	CH_width = 02H:	50.0 kHz; RF-bandwith =	25.6 kHz
	CH_width = 03H:	100 kHz; RF-bandwith =	51.2 kHz
	CH_width = 04H:	150 kHz; RF-bandwith =	102.4 kHz
	CH_width = 05H:	200 kHz; RF-bandwith =	153.6 kHz
	CH_width = 06H:	500 kHz; RF-bandwith =	307.2 kHz

Funkkanalbreite für den Sender und Empfänger.  
Die RF-Bandbreite ist mit der Kanalbreite fest verknüpft

**Hinweise:**

Funkdatenrate und Kanalbreite hängen voneinander ab, siehe Abschnitt Funkdatenrate und Kanalbreite.  
Die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

Funktionsname	<b><i>READ Datencodierung</i></b>	<b><i>(aus EEPROM)</i></b>	<b><i>Funktion 02H</i></b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 0DH		
Antwort	02H, CODE		
	CODE = 00:	NRZ Codierung, ergibt höchste Funkdatenraten	
	CODE = 01:	Manchester Codierung, ergibt beste Reichweite	
	CODE = 02:	UART mode, ergibt höchste Funkdatenrate und grösste Flexibilität	

Art der Datencodierung und Decodierung.  
Weitere Informationen siehe Abschnitt Datencodierung

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

Funktionsname	<b><i>READ Modulationsart</i></b>	<b><i>(aus EEPROM)</i></b>	<b><i>Funktion 02H</i></b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 0EH		
Antwort	02H, MOD		
	MOD = 00:	ASK Modulation (Amplitude Shift Keying)	
	MOD = 01:	GFSK Modulation (Gaussian Frequency Shift Keying)	
	MOD = 02:	FSK Modulation (Frequency Shift Keying)	

Definiert die Modulationsart des Transceivers.  
Die GFSK Modulation wird als Standardeinstellung empfohlen, da diese das Spektrum am besten ausnutzt.

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

Weitere Informationen siehe Abschnitt Modulationsart.

---

---

Funktionsname	<b>READ RS232 Baudrate</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 0FH		
Antwort	02H, BAUD		
	BAUD = 00:	Autobaud, die Baudrate wird automatisch erkannt	
	BAUD = 01:	1.2 kBaud, Toleranz +- 1%	
	BAUD = 02:	2.4 kBaud, Toleranz +- 1%	
	BAUD = 03:	4.8 kBaud, Toleranz +- 1%	
	BAUD = 04:	9.6 kBaud, Toleranz +- 1%	
	BAUD = 05:	19.2 kBaud, Toleranz +- 1%	
	BAUD = 06:	38.4 kBaud, Toleranz +- 1%	
	BAUD = 07:	57.6 kBaud, Toleranz +- 1%	mit 16 MHz clock
		57.6 kBaud, Toleranz -3.5% +-1%	mit 8 MHz clock
	BAUD = 08:	115.2 kBaud, Toleranz -3.5% +-1%	

Die höchste Baudrate von 115 kbaud ist nur mit dem 16MHz clock möglich.

Die Baudraten haben die angegebene typ. Toleranz vom Idealwert. Die jeweils höchste einstellbare Baudrate ist 3.5% tiefer als der Nennwert, d.h. 111.1 kBaud bzw. 55.5kBaud (bei 8MHz clock).

Um Kommunikationsprobleme zu vermeiden, soll die Summe der Toleranzen beider Kommunikationspartner kleiner als ca. 6% (Richtwert) sein.

#### Hinweise Autobaud

Wenn Autobaud eingestellt ist, werden automatische Ausgaben der Funktionsgruppe REPORT und ERROR in der Baudrate ausgegeben, welche bei der letzten Konfiguration verwendet worden ist.

Bei aktivem Autobaud ist der Funkkontakt während der Dauer des Startzeichens (Befehlsbyte 1) blockiert, da während dieser Zeit der Prozessor mit der Erkennung der Baudrate beschäftigt ist. Bei häufiger Konfiguration ist deshalb eine fixe Baudrate empfehlenswert.

Wenn eine fixe Baudrate eingestellt wird, erfolgen danach alle Ausgaben in der eingestellten Baudrate und der Transceiver versteht danach nur noch diese fixe Baudrate.

die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

Funktionsname	<b>READ RX/TX switch mode</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 10H		
Antwort	02H, SW_MODE		
	SW_MODE = 00:	RX/TX-Umschaltung hardwaremässig über TX_EN	
	SW_MODE = 01:	RX/TX-Umschaltung mit Softwarebefehl über RS232	

Art der Umschaltung zwischen Senden und Empfangen.

Dieser Befehl ist nur gültig im UART-mode. Im NRZ- und im Manchestermode ist der Befehl ungültig.

Die Wahl des Umschaltmodus ist nur im UART-mode (siehe Datencodierung) möglich. Im NRZ- und Manchester mode ist alleine die softwaremässige Umschaltung per Funktionsbefehl möglich, da der TX\_EN Anschluss für den Clock verwendet wird.

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

---

Funktionsname	<b>READ powerup mode</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 11H		
Antwort	02H, PWUP_mode	(Bitregister)	

Die einzelnen Bits von PWUP\_mode definieren das Verhalten des Transceivers nach einem Powerup. Der Befehl ist z.B. für Batteriebetrieb oder bei geschalteter Speisung wichtig, damit der Transceiver nach einem Batteriewechsel keinen Batteriestrom verbraucht und nicht zuerst vom externen Controller konfiguriert werden muss.

Die Einstellungen von PWUP\_mode werden nur wirksam, wenn Bit2 = 0 ist, ansonsten startet der Transceiver bei powerup ganz normal auf. Bit2 ist somit der „Hauptschalter“

Dieser Befehl ist verwandt mit dem sleep- Befehl, im Unterschied dazu wird er jedoch ausschliesslich wirksam bei **Powerup** sowie beim automatischen sleep **unmittelbar nach** einem Powerup.

Bit0 und Bit1 sind ausschliesslich nur wirksam für einen wakeup aus einem automatischen sleep nach powerup. (also nicht bei einem normalen wakeup nach einem sleep- Befehl). Bei einem continue nach Wakeup ist der Transceiver sehr schnell (bei 19.2kbit/s Funkdatenrate nach 3ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate nach 5ms) nach dem wakeup wieder bereit und macht nicht zuerst noch eine Kalibration und Konfiguration wie beim Soft-Reset, welche typ. 75ms dauert.

PWUP\_mode, bit0 = 0: Wakeup erzeugt einen internen Soft-Reset, d.h. Programm wird neu gestartet  
 PWUP\_mode, bit0 = 1: Continue nach Wakeup, d.h. Programm macht dort weiter, wo es vor Sleep war  
 PWUP\_mode, bit1: unbenützt, reserviert für Wakeup

PWUP\_mode, bit2 = 0: automatischer sleep nach Powerup. Transceiver muss danach geweckt werden.  
 PWUP\_mode, bit2 = 1: Run nach Powerup, d.h. Transceiver startet nach Powerup mit Konfig. aus EEPROM  
 PWUP\_mode, bit3: unbenützt, reserviert für Powerup

PWUP\_mode, bit4 = 0: Pin12 = Wakeup-Pin, Eingang  
 PWUP\_mode, bit4 = 1: Pin9 = Wakeup-Pin, Eingang

PWUP\_mode, bit5 = 0: alle Pins ausser Wakeup-Pin während sleep auf Ausgang mit low-Pegel setzen.  
 PWUP\_mode, bit5 = 1: alle Pins bleiben unverändert, ausser Wakeup-Pin wird ein Eingang

Mit dem Wakeup-Pin kann der automatische sleep nach Powerup beendet werden. Dazu muss am Wakeup-Pin ein Pegelwechsel auftreten. Nach dem wakeup meldet sich der Transceiver mit der READY Meldung 32H, 01H „bereit nach wakeup“ und alle Pins haben wieder die Bedeutung gemäss EEPROM- Konfiguration.

**Hinweis:** nur die Einstellung im EEPROM ist von Interesse, der Wert im RAM geht bei einem powerdown-powerup Zyklus verloren!

Siehe auch Abschnitt Stromsparmodi und WRITE sleep.

---

---

Funktionsname	<b>READ power control</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 12H		
Antwort	02H, PWR_ctrl	(Bitregister)	
PWR_ctrl, bit0 = 0:	LED Transceiver = OFF		
PWR_ctrl, bit0 = 1	LED Transceiver = ON		
PWR_ctrl, bit1 = 0:	HF-Teil Transceiver = OFF		
PWR_ctrl, bit1 = 1:	HF-Teil Transceiver = ON		

Die einzelnen Bits von PWR\_ctrl schalten Blöcke des Transceivers ein und aus, um Strom zu sparen. Die Kalibrationsdaten bleiben erhalten, wenn der Transceiver mit diesem Befehl aus- und dann wieder eingeschaltet wird.

Dieser Befehl kann dazu verwendet werden, um z.B. die Temperatur auszulesen oder die LED zu schalten, wozu der Funk nicht benötigt wird. Bei abgeschaltetem Funkteil beträgt der Stromverbrauch nur einen Bruchteil des normalen Bedarfs.

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

Funktionsname	<b>READ automat. Rekalibration control</b>	<b>(aus EEPROM)</b>	<b>Funktion 02H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 02H, 13H		
Antwort	02H, ACAL		
	ACAL = 0:	keine automatische VCO-Kalibration	
	ACAL = 1:	automatisch bei $\Delta T = 20^\circ\text{C}$ neu kalibrieren	
	ACAL = mm:	automatisch alle mm Minuten neu kalibrieren	
		mm = 5d ... 150d (Intervall 5...150 Minuten)	

Zeit- oder Temperaturgesteuerte automatische VCO-Kalibration.

Der VCO muss neu kalibriert werden, wenn:

- sich die Speisespannung um mehr als 0.25V ändert. Dies ist bei der Version ohne internen Spannungsregler bei Batteriebetrieb zu beachten.
- Die Temperatur sich um mehr als  $40^\circ\text{C}$  verändert.

Während dieser Zeit ist kein Funkkontakt möglich und der Stromverbrauch entspricht dem Empfangsmodus.

Beginn, Ende und Status der automatischen Rekalibration werden mit der Funktion REPORT rückgemeldet. Normalerweise ist die Kalibration nach typ. 50ms, d.h. auf Anrieb erfolgreich beendet. Wenn der erste Versuch nicht erfolgreich war, wiederholt der Transceiver selber bis zu fünfmal die Kalibration und meldet dann das Ergebnis. Somit kann die Antwort bereits nach 50ms, spätestens aber nach 250ms eintreffen.

Da während dem Sleep alle Timer angehalten werden, führen zeitgesteuerte Ausgaben nur zum erwarteten Resultat, wenn der sleep- Befehl nicht verwendet wird. Dasselbe gilt für die temperaturgesteuerte Kalibration, da nur alle 5 Sekunden eine neue Temperatur ermittelt wird.

Beginn, Ende und Status der automatischen Rekalibration werden mit der Funktion REPORT rückgemeldet.

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

---

Funktionsname      ***READ automat. RSSI peak Ausgabe    (aus EEPROM)      Funktion 02H***

Funktionsaufruf      0B0H, 02H, 14H

Antwort              02H, ARSSI

ARSSI = 0:      keine automatische RSSI peak Ausgabe  
ARSSI = 1:      automatische RSSI peak Ausgabe alle 0.1 Sekunden  
ARSSI = n:      automatische RSSI peak Ausgabe alle 0.1 x n Sekunden  
                         n = 1 ... 150d (Intervall 0.1 ... 15 Sekunden)

Zeitgesteuerte automatische RSSI Ausgabe

Da während dem Sleep alle Timer angehalten werden, führen zeitgesteuerte Ausgaben nur zum erwarteten Resultat, wenn der sleep- Befehl nicht verwendet wird.

Siehe auch Funktion READ RSSI aktuell und READ RSSI peak.

Hinweis: die aktuelle Einstellung (RAM) kann sich von der Einstellung im EEPROM unterscheiden!

---

---

Funktionsname      **READ EEPROM**      **Funktion 03H**

Funktionsaufruf      0B0H, 03H, EE\_ADR

Antwort      03H, EE\_REG

EE\_REG: EEPROM Registerinhalt an der Adresse EE\_ADR  
EE\_ADR = 0 ... FFH

Ein beliebiges EEPROM Registerbyte auslesen.

Der vom Transceiver unbenützte Teil des EEPROM's (Adresse 0D0H...0FEH) kann von der Applikation frei verwendet werden. Die Kalibrationswerte des Transceivers, div. Konstanten sowie die Konfiguration sind ebenfalls in diesem EEPROM abgelegt und sind der Applikation zugänglich.

An der EEPROM- Adresse FFH befindet sich der Schreibschutz EE\_WRPROT für das EEPROM.  
Jedes der 8 Bits von EE\_WRPROT steuert einen EEPROM Bereich wie folgt:

Bitn = 0:      Adressbereich ist beschreibbar und lesbar (Werkseinstellung)  
Bitn = 1:      Adressbereich ist zum Schreiben gesperrt und nur noch lesbar

EE_WRPROT, Bit0	Adresse 00H..1FH	Kalibrationswerte Frequenz und RSSI
EE_WRPROT, Bit1	Adresse 20H..6FH	Kalibrationswerte Temperaturkompensation
EE_WRPROT, Bit2	Adresse 70H..8FH	Kalibrationswerte Reserve
EE_WRPROT, Bit3	Adresse 90H..9FH	Hardwarekonstanten
EE_WRPROT, Bit4	Adresse A0H..AFH	Softwarekonstanten
EE_WRPROT, Bit5	Adresse B0H..CFH	aktuelle Transceiverkonfiguration
EE_WRPROT, Bit6	Adresse D0H..FEH	<b>frei verwendbar für Applikation</b>
EE_WRPROT, Bit7	Adresse FFH..FFH	EE_WRPROT (dieses Byte)

Der Schreibschutz EE\_WRPROT gilt nur für den Zugriff mit den Befehlen WRITE EEPROM und nicht für die anderen WRITE Befehle, welche auch ins EEPROM schreiben.

#### Hinweise:

- Obwohl das ganze EEPROM zum Beschreiben freigegeben ist, darf nur der für die Applikation zugeteilte Block (Adresse 0D0H...0FEH) beschrieben werden.
- Wenn das EEPROM von der Applikation als Speicher benutzt wird, sollte EE\_WRPROT auf b'10111111' = BFH gesetzt werden, um das EEPROM vor ungewollter Veränderung zu schützen.
- Nachdem Bit7 von EE\_WRPROT im EEPROM auf 1 gesetzt worden ist, kann der Schreibschutz als Ganzes nicht mehr verändert werden. Dieser Befehl muss also gut überlegt angewendet werden!
- Werden andere EEPROM –Daten wie z.B. Kalibrationswerte verändert, wird der Transceiver unter Umständen unbrauchbar und muss vom Hersteller neu kalibriert werden.

Siehe auch EEPROM Funktionen 2DH, 2EH, 2FH zum Beschreiben eines beliebigen EEPROM Registers.

---

## Funktionsgruppe WRITE

Wenn die Parameter ins EEPROM und ins RAM gespeichert werden, ist die maximale Anzahl Schreibzyklen des EEPROM's zu beachten. Es wird deshalb empfohlen, Initialisierungen bei powerup im sowie während den Betrieb im Normalfall nur ins RAM zu speichern.

---

Funktionsname	<b>WRITE Frequenz RX+TX</b>	<b>Funktion 08H</b>
---------------	-----------------------------	---------------------

Funktionsaufruf	0B0H, 08H, FREQ
-----------------	-----------------

Antwort	08H, FREQ
---------	-----------

FREQ = Kanalnummer gemäss Frequenztafel  
 Bereich 1...139 für 433 MHz Band  
 Bereich 1...159 für 868 MHz Band

Frequenzkanal für den Funkempfang und Senden gemäss Frequenztafel. Sende- und Empfangskanal werden beide gemeinsam auf die gleiche Frequenz eingestellt.  
 Das Kanalraster beträgt fix 12.5 kHz, unabhängig von der eingestellten Kanalbreite (Bandwith).

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

Ein Frequenzwechsel benötigt bei 19.2kbit/s Funkdatenrate 2ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate 5ms, d.h. nach Ablauf dieser Zeit ist die neue Frequenz eingestellt und kann verwendet werden.

---

Funktionsname	<b>WRITE Frequenz RX</b>	<b>Funktion 09H</b>
---------------	--------------------------	---------------------

Funktionsaufruf	0B0H, 09H, FREQ
-----------------	-----------------

Antwort	09H, FREQ
---------	-----------

FREQ = Kanalnummer gemäss Frequenztafel  
 Bereich 1...139 für 433 MHz Band  
 Bereich 1...159 für 868 MHz Band

Frequenzkanal für den Funkempfang gemäss Frequenztafel. Die Sendefrequenz kann sich von der Empfangsfrequenz unterscheiden.  
 Das Kanalraster beträgt fix 12.5 kHz, unabhängig von der eingestellten Kanalbreite (Bandwith).

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

Ein Frequenzwechsel benötigt bei 19.2kbit/s Funkdatenrate 2ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate 5ms, d.h. nach Ablauf dieser Zeit ist die neue Frequenz eingestellt und kann verwendet werden.

---

Funktionsname **WRITE Frequenz TX** **Funktion 0AH**

Funktionsaufruf 0B0H, 0AH, FREQ

Antwort 0AH, FREQ

FREQ = Kanalnummer gemäss Frequenztafel  
Bereich 1...139 für 433 MHz Band  
Bereich 1...159 für 868 MHz Band

Frequenzkanal für den Sendemodus gemäss Frequenztafel. Die Empfangsfrequenz kann sich von der Sendefrequenz unterscheiden.

Das Kanalraster beträgt fix 12.5 kHz, unabhängig von der eingestellten Kanalbreite (Bandwidth).

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

Ein Frequenzwechsel benötigt bei 19.2kbit/s Funkdatenrate 2ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate 5ms, d.h. nach Ablauf dieser Zeit ist die neue Frequenz eingestellt und kann verwendet werden.

---

Funktionsname **WRITE Funkdatenrate** **Funktion 0BH**

Funktionsaufruf 0B0H, 0BH, RF\_bitrate

Antwort 0BH, RF\_bitrate

RF\_bitrate = 00H: 2.4 kbit/s; FM-Deviation = +- 2.025 kHz bei 433 MHz  
RF\_bitrate = 00H: 2.4 kbit/s; FM-Deviation = +- 2.475 kHz bei 868 MHz  
RF\_bitrate = 01H: 4.8 kbit/s; FM-Deviation = +- 4.050 kHz  
RF\_bitrate = 02H: 9.6 kbit/s; FM-Deviation = +- 4.950 kHz  
RF\_bitrate = 03H: 19.2kbit/s; FM-Deviation = +- 9.900 kHz  
RF\_bitrate = 04H: 38.4kbit/s; FM-Deviation = +- 19.80 kHz<sup>8</sup>  
RF\_bitrate = 05H: 76.8kbit/s; FM-Deviation = +- 36.00 kHz (16 MHz clock)<sup>8</sup>

Funkdatenrate für den Sender und Empfänger.

Bei FSK und GFSK ist mit der Funkdatenrate der Modulationshub (FM-Deviation) fest verknüpft  
Die höchste RF-bitrate von 76.8kBits/s erfordert einen 16MHz Prozessorklock.

Funkdatenraten >19.2kbits/s sind möglich, erfordern jedoch ein entsprechend dimensioniertes Loopfilter bzw. eine Bestückungsänderung. Dadurch wird die Empfängerempfindlichkeit bei kleinen Funkdatenraten reduziert. Die Standardversion TRXnnn-10B3 ist mit einem Loopfilter für max. 19.2kbits/s bestückt.

Mit Manchester Datencodierung halbieren sich die effektiven Funkdatenraten, d.h. die effektive Funkbitrate liegt dann bei 1.2kbit/s bis 38.4kbit/s, also der Hälfte des obigen Wertes.

**Hinweis:** Funkdatenrate und Kanalbreite hängen voneinander ab, siehe Abschnitt Funkdatenrate und Kanalbreite.

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

---



---

Funktionsname	<b>WRITE RS232 Baudrate</b>	<b>Funktion 0FH</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 0FH, BAUD	
Antwort	0FH, BAUD	
	BAUD = 00:	Autobaud, die Baudrate wird automatisch erkannt
	BAUD = 01:	1.2 kBaud, Toleranz +- 1%
	BAUD = 02:	2.4 kBaud, Toleranz +- 1%
	BAUD = 03:	4.8 kBaud, Toleranz +- 1%
	BAUD = 04:	9.6 kBaud, Toleranz +- 1%
	BAUD = 05:	19.2 kBaud, Toleranz +- 1%
	BAUD = 06:	38.4 kBaud, Toleranz +- 1%
	BAUD = 07:	57.6 kBaud, Toleranz +- 1%
		mit 16 MHz clock
		mit 8 MHz clock
	BAUD = 08:	115.2 kBaud, Toleranz -3.5% +-1%

Die höchste Baudrate von 115 kbaud ist nur mit dem 16MHz clock möglich.

Die Baudraten haben die angegebene typ. Toleranz vom Idealwert. Die jeweils höchste einstellbare Baudrate ist 3.5% tiefer als der Nennwert, d.h. 111.1 kBaud bzw. 55.5kBaud (bei 8MHz clock).

Um Kommunikationsprobleme zu vermeiden, soll die Summe der Toleranzen beider Kommunikationspartner kleiner als ca. 6% (Richtwert) sein.

#### **Hinweise Autobaud**

Wenn Autobaud eingestellt ist, werden automatische Ausgaben der Funktionsgruppe REPORT und ERROR in der Baudrate ausgegeben, welche bei der letzten Konfiguration verwendet worden ist.

Bei aktivem Autobaud ist der Funkkontakt während der Dauer des Startzeichens (Befehlsbyte 1) blockiert, da während dieser Zeit der Prozessor mit der Erkennung der Baudrate beschäftigt ist. Bei häufiger Konfiguration ist deshalb eine fixe Baudrate empfehlenswert.

Wenn eine fixe Baudrate eingestellt wird, erfolgen danach alle Ausgaben in der eingestellten Baudrate und der Transceiver versteht danach nur noch diese fixe Baudrate.

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

---

---

Funktionsname	<b>WRITE RX/TX switch mode</b>	<b>Funktion 10H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 10H, SW_MODE	
Antwort	10H, SW_MODE	
	SW_MODE = 00:	RX/TX-Umschaltung hardwaremässig über TX_EN
	SW_MODE = 01:	RX/TX-Umschaltung mit Softwarebefehl über RS232

Definiert die Art der Umschaltung zwischen Senden und Empfangen.

Die Wahl des Umschaltmodus ist nur im UART-mode (siehe Datencodierung) möglich. Im NRZ- und Manchester mode ist alleine die softwaremässige Umschaltung per Funktionsbefehl möglich, da der TX\_EN Anschluss für den Clock verwendet wird.

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

Ein Umschalten von TX auf RX benötigt bei 19.2kbit/s Funkdatenrate 1.2ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate 3.5ms, d.h. nach Ablauf dieser Zeit können Daten empfangen werden.

Ein Umschalten von RX auf TX benötigt unabhängig von der Funkdatenrate 1.5ms, d.h. nach Ablauf dieser Zeit können Daten gesendet werden.

Siehe auch Funktion WRITE RX/TX switch.

---

---

Funktionsname	<b>WRITE powerup mode</b>	<b>Funktion 11H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 11H, PWUP_mode	
Antwort	11H, PWUP_mode (Bitregister)	

Die einzelnen Bits von PWUP\_mode definieren das Verhalten des Transceivers nach einem Powerup. Der Befehl ist für Batteriebetrieb oder bei geschalteter Speisung wichtig, damit der Transceiver nach einem Batteriewechsel keinen Batteriestrom verbraucht und nicht zuerst vom externen Controller konfiguriert werden muss.

Die Einstellungen von PWUP\_mode werden nur wirksam, wenn Bit2 = 0 ist, ansonsten startet der Transceiver bei powerup ganz normal auf. Bit2 ist somit der „Hauptschalter“

Dieser Befehl ist verwandt mit dem sleep- Befehl, im Unterschied dazu wird er jedoch ausschliesslich wirksam bei **Powerup** sowie beim automatischen sleep **unmittelbar nach** einem Powerup.

Bit0 und Bit1 sind ausschliesslich nur wirksam für einen wakeup aus einem automatischen sleep nach powerup (also nicht bei einem normalen wakeup nach einem sleep- Befehl). Bei einem continue nach Wakeup ist der Transceiver sehr schnell (bei 19.2kbit/s Funkdatenrate nach 3ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate nach 5ms) nach dem wakeup wieder bereit und macht nicht zuerst noch eine Kalibration und Konfiguration wie beim Soft-Reset, welche typ. 75ms dauert.

PWUP\_mode, bit0 = 0: Wakeup erzeugt einen internen Soft-Reset, d.h. Programm wird neu gestartet  
 PWUP\_mode, bit0 = 1: Continue nach Wakeup, d.h. Programm macht dort weiter, wo es vor Sleep war  
 PWUP\_mode, bit1: unbenützt, reserviert für Wakeup

PWUP\_mode, bit2 = 0: automatischer sleep nach Powerup. Transceiver muss danach geweckt werden.  
 PWUP\_mode, bit2 = 1: Run nach Powerup, d.h. Transceiver startet nach Powerup mit Konfig. aus EEPROM  
 PWUP\_mode, bit3: unbenützt, reserviert für Powerup

PWUP\_mode, bit4 = 0: Pin12 = Wakeup-Pin, Eingang  
 PWUP\_mode, bit4 = 1: Pin9 = Wakeup-Pin, Eingang

PWUP\_mode, bit5 = 0: alle Pins ausser Wakeup-Pin während sleep auf Ausgang mit low-Pegel setzen.  
 PWUP\_mode, bit5 = 1: alle Pins bleiben unverändert, ausser Wakeup-Pin wird ein Eingang

Mit dem Wakeup-Pin kann der automatische sleep nach Powerup beendet werden. Dazu muss am Wakeup-Pin ein Pegelwechsel auftreten. Nach dem wakeup meldet sich der Transceiver mit der READY Meldung 32H, 01H „bereit nach wakeup“ und alle Pins haben wieder die Bedeutung gemäss EEPROM- Konfiguration.

#### **Hinweis:**

nur die Einstellung im EEPROM ist von Interesse, der Wert im RAM geht bei einem powerdown- powerup Zyklus verloren! Deshalb muss Bit7 von Byte2 high sein, der Parameter also im EEPROM abgelegt werden, damit die Einstellung nach einem Powerup aktiviert wird.

Siehe auch Abschnitt Stromsparmodi und WRITE sleep.

---

---

Funktionsname	<b>WRITE power control</b>	<b>Funktion 12H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 12H, PWR_ctrl	
Antwort	12H, PWR_ctrl	(Bitregister)
PWR_ctrl, bit0 = 0:	LED Transceiver = OFF	
PWR_ctrl, bit0 = 1	LED Transceiver = ON	
PWR_ctrl, bit1 = 0:	HF-Teil Transceiver = OFF	
PWR_ctrl, bit1 = 1:	HF-Teil Transceiver = ON	

Die einzelnen Bits von PWR\_ctrl schalten Blöcke des Transceivers ein und aus, um Strom zu sparen. Die Kalibrationsdaten bleiben erhalten, wenn der Transceiver mit diesem Befehl aus- und dann wieder eingeschaltet wird.

Der HF-Teil ist bei 19.2kbit/s Funkdatenrate nach 3ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate nach 5ms nach Einschalten durch diesen Befehl wieder Betriebsbereit.

Dieser Befehl kann dazu verwendet werden, um z.B. die Temperatur auszulesen oder die LED zu schalten, wozu der Funk nicht benötigt wird. Bei abgeschaltetem Funkteil beträgt der Stromverbrauch nur einen Bruchteil des normalen Bedarfs.

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

---

Funktionsname	<b>WRITE automat. Rekalibration control</b>	<b>Funktion 13H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 13H, ACAL	
Antwort	13H, ACAL	
	ACAL = 0:	keine automatische VCO-Kalibration
	ACAL = 1:	automatisch bei $\Delta T = 20^\circ\text{C}$ neu kalibrieren
	ACAL = mm:	automatisch alle mm Minuten neu kalibrieren mm = 5d ... 150d (Intervall 5...150 Minuten)

Definiert die zeit- oder temperaturgesteuerte automatische VCO-Kalibration.

Der VCO muss neu kalibriert werden, wenn:

- sich die Speisespannung um mehr als 0.25V ändert. Dies ist bei der Version ohne internen Spannungsregler bei Batteriebetrieb zu beachten.
- Die Temperatur sich um mehr als 40°C verändert.

Während der Dauer der Kalibration ist kein Funkkontakt möglich und der Stromverbrauch entspricht dem Empfangsmodus.

Beginn, Ende und Status der automatischen Rekalibration werden mit der Funktion REPORT rückgemeldet. Normalerweise ist die Kalibration nach typ. 50ms, d.h. auf Anrieb erfolgreich beendet. Wenn der erste Versuch nicht erfolgreich war, wiederholt der Transceiver selber bis zu fünfmal die Kalibration und meldet dann das Ergebnis. Somit kann die Antwort bereits nach 50ms, spätestens aber nach 250ms eintreffen.

Da während dem Sleep alle Timer angehalten werden, führen zeitgesteuerte Ausgaben nur zum erwarteten Resultat, wenn der sleep- Befehl nicht verwendet wird. Dasselbe gilt für die temperaturgesteuerte Kalibration, da nur alle 5 Sekunden eine neue Temperatur ermittelt wird.

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

---

---

Funktionsname	<b>WRITE automat. RSSI peak Ausgabe</b>	<b>Funktion 14H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 14H, ARSSI	
Antwort	14H, ARSSI	
	ARSSI = 0: keine automatische RSSI peak Ausgabe	
	ARSSI = 1: automatische RSSI Ausgabe alle 0.1 Sekunden	
	ARSSI = n: automatische RSSI Ausgabe alle 0.1 x n Sekunden n = 1 ... 150d (Intervall 0.1 ... 15 Sekunden)	

Definiert die zeitgesteuerte automatische RSSI Ausgabe

Siehe auch Funktion READ RSSI aktuell und REPORT RSSI peak.

Da während dem Sleep alle Timer angehalten werden, führen zeitgesteuerte Ausgaben nur zum erwarteten Resultat, wenn der sleep- Befehl nicht verwendet wird.

Wenn Bit7 von Byte2 high ist, wird der Parameter auch im EEPROM abgelegt, die Einstellung wird dann nach einem Powerup sofort aktiviert. Die Antwort erfolgt immer mit Bit7 = 0.

---

Funktionsname	<b>WRITE RX/TX switch</b>	<b>Funktion 20H</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 20H, -SWITCH	
Antwort	20H, SWITCH	
	SWITCH = 0: Empfangsmodus (default nach powerup)	
	SWITCH = 1: Sendemodus	

Schaltet zwischen Sende- und Empfangsmodus um.

Nach einem Powerup ist SWITCH immer = 0, d.h. im Empfangsmodus

Dieser Befehl ist ungültig, wenn im UART-mode die hardwaremässige RX/TX Umschaltung über TX\_EN eingestellt ist, dann wird ausschliesslich hardwaremässig umgeschaltet.

Ein Umschalten von TX auf RX benötigt bei 19.2kbit/s Funkdatenrate 1.2ms, bei 2.4kbit/s Funkdatenrate 3.5ms, d.h. nach Ablauf dieser Zeit können Daten empfangen werden.

Ein Umschalten von RX auf TX benötigt unabhängig von der Funkdatenrate 1.5ms, d.h. nach Ablauf dieser Zeit können Daten gesendet werden.

Siehe auch Funktion WRITE RX/TX switch mode.

---

---

Funktionsname ***WRITE sleep*** ***Funktion 21H***

Funktionsaufruf 0B0H, 21H, WKUP\_mode

Antwort 21H, WKUP\_mode (Bitregister)

Versetzt den ganzen Transceiver in den Sleep-mode, um Strom zu sparen. Transceiver und LED werden abgeschaltet und der Clock des Mikrokontrollers wird gestoppt.

Vor dem sleep Befehl, spätestens jedoch 50µs nach der Antwort auf den sleep Befehl muss der wakeup-Pin auf seinem sleep- Pegel sein (high oder low). Danach löst ein Pegelwechsel sofort einen wakeup aus.

Die einzelnen Bits von WKUP\_mode definieren das Verhalten des Transceivers während dem Sleep sowie nach dem Wakeup. Diese Konfigurationen sind für Batteriebetrieb wichtig.

WKUP\_mode, bit0 = 0: Wakeup erzeugt einen Soft-Reset, d.h. Programm wird neu gestartet

WKUP\_mode, bit0 = 1: Continue nach Wakeup, d.h. Programm macht dort weiter, wo es vor Sleep war.

WKUP\_mode, bit1: unbenützt, reserviert für Wakeup

WKUP\_mode, bit2: unbenützt

WKUP\_mode, bit3: unbenützt

WKUP\_mode, bit4 = 0: Pin12 = Wakeup-Pin, Eingang

WKUP\_mode, bit4 = 1: Pin9 = Wakeup-Pin, Eingang

WKUP\_mode, bit5 = 0: alle Pins ausser Wakeup-Pin während sleep auf Ausgang mit low-Pegel setzen.

WKUP\_mode, bit5 = 1: alle Pins bleiben unverändert, ausser Wakeup-Pin wird ein Eingang

Mit dem Wakeup-Pin kann der sleep beendet werden. Dazu muss am Wakeup-Pin ein Pegelwechsel auftreten. Nach dem wakeup meldet sich der Transceiver mit der READY Meldung (32H, 01H).

Alle Pins haben wieder die Bedeutung gemäss EEPROM- Konfiguration, falls ein Soft-Reset ausgeführt wurde bzw. wie vor dem sleep, falls ein continue nach wakeup ausgeführt wurde.

Nach einem wakeup sind immer noch die letzten Kalibrierdaten vor dem sleep aktiv. Falls diese nach dem wakeup nicht mehr gültig sind (z.B. wegen grosser Temp. Änderung), muss nach dem wakeup als erstes neu kalibriert werden. Beim Soft-Reset wird automatisch neu kalibriert und danach die Konfiguration aus dem EEPROM eingestellt. Deshalb ist nach einem Soft-Reset der Transceiver erst nach typ. 75ms bereit, im Gegensatz zum Continue nach Wakeup, das keine automatische Kalibration durchführt und somit bereits nach 3ms (bei 19.2kbit/s Funkdatenrate) bzw. 5ms (bei 2.4kbit/s Funkdatenrate) wieder bereit ist.

Während dem sleep werden alle Timer für automatische Ausgaben usw. angehalten und laufen erst nach einem wakeup weiter. Zeitgesteuerte Ausgaben erfolgen daher nur zum erwarteten Resultat, wenn der sleep- Befehl nicht verwendet wird.

Siehe auch Funktion WRITE powerup mode sowie den Abschnitt Stromsparmodi

---

Funktionsname ***WRITE jetzt rekali*** ***Funktion 22H***

Funktionsaufruf 0B0H, 22H, 00H

Antwort 22H, 00H sofort, wenn Kalibration startet  
22H, 01H nach typ. 50ms, wenn Kalibration erfolgreich beendet

bzw. 22H, 00H sofort, wenn Kalibration startet  
22H, 02H nach typ. 250ms, falls Kalibration nicht erfolgreich war.

Startet unmittelbar eine VCO- Kalibration. Beginn und Ende der Kalibration werden rückgemeldet, ebenso das Ergebnis der Kalibration. Normalerweise ist die Kalibration nach typ. 50ms, d.h. auf Anhieb erfolgreich beendet. Wenn der erste Versuch nicht erfolgreich war, wiederholt der Transceiver selber bis zu fünfmal die Kalibration und meldet dann das Ergebnis. Somit kann die zweite Antwort bereits nach 50ms, spätestens aber nach 250ms eintreffen.

Wenn eine Kalibration nicht erfolgreich war, kann der Aufruf wiederholt werden.

Funktionsname	<b>WRITE EEPROM WR-enable</b>	<b>Funktion 2DH</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 2DH, ADR	
	ADR	EEPROM Adresse, welche zum Schreiben freigegeben wird Adressbereich 0...FFH
Antwort	2DH, ADR	

Das EEPROM-Register an der Adresse ADDR wird für genau einen Schreibbefehl freigegeben.

Es ist erforderlich, die drei Befehle WRITE EEPROM WR-enable, WRITE EEPROM Data und WRITE EEPROM Adresse in dieser Reihenfolge unmittelbar nacheinander auszuführen. Wenn die Zeit vom ersten Befehl an bis zum Ende des dritten Befehls länger als 90ms dauert, wird das EEPROM nicht beschrieben. Dieser Ablauf schützt vor einer unbeabsichtigten Veränderung des EEPROM's.

Der vom Transceiver unbenützte Teil des EEPROM's (Adresse 0D0H...0FEH) kann von der Applikation frei verwendet werden. Die Kalibrationswerte des Transceivers, div. Konstanten sowie die Konfiguration sind ebenfalls in diesem EEPROM abgelegt und sind der Applikation zugänglich.

An der EEPROM- Adresse FFH befindet sich der Schreibschutz EE\_WRPROT für das EEPROM. Jedes der 8 Bits von EE\_WRPROT steuert einen EEPROM Bereich wie folgt:

Bitn = 0:	Adressbereich ist beschreibbar und lesbar (Werkseinstellung)	
Bitn = 1:	Adressbereich ist zum Schreiben gesperrt und nur noch lesbar	
EE_WRPROT, Bit0	Adresse 00H..1FH	Kalibrationswerte Frequenz und RSSI
EE_WRPROT, Bit1	Adresse 20H..6FH	Kalibrationswerte Temperaturkompensation
EE_WRPROT, Bit2	Adresse 70H..8FH	Kalibrationswerte Reserve
EE_WRPROT, Bit3	Adresse 90H..9FH	Hardwarekonstanten
EE_WRPROT, Bit4	Adresse A0H..AFH	Softwarekonstanten
EE_WRPROT, Bit5	Adresse B0H..CFH	aktuelle Transceiverkonfiguration
EE_WRPROT, Bit6	Adresse D0H..FEH	<b>frei verwendbar für Applikation</b>
EE_WRPROT, Bit7	Adresse FFH..FFH	EE_WRPROT (dieses Byte)

Der Schreibschutz EE\_WRPROT gilt nur für den Zugriff mit den Befehlen WRITE EEPROM und nicht für die anderen WRITE Befehle, welche auch ins EEPROM schreiben.

#### Hinweise:

- Obwohl das ganze EEPROM zum Beschreiben freigegeben ist, darf nur der für die Applikation zugeteilte Block (Adresse 0D0H...0FEH) beschrieben werden.
- Wenn das EEPROM von der Applikation als Speicher benutzt wird, sollte EE\_WRPROT auf b'10111111' = BFH gesetzt werden, um das EEPROM vor ungewollter Veränderung zu schützen.
- Nachdem Bit7 von EE\_WRPROT im EEPROM auf 1 gesetzt worden ist, kann der Schreibschutz als Ganzes nicht mehr verändert werden. Dieser Befehl muss also gut überlegt angewendet werden!
- Werden andere EEPROM –Daten wie z.B. Kalibrationswerte verändert, wird der Transceiver unter Umständen unbrauchbar und muss vom Hersteller neu kalibriert werden. Falls jedoch die Kalibrierdaten vom Anwender gespeichert worden sind, können diese erneut ins EEPROM geschrieben werden.

Mit der EEPROM Schreibfunktion muss also vorsichtig umgegangen werden und die Werkskalibrierung darf nicht verändert werden! Es wird sehr empfohlen, ausschliesslich nur den EEPROM-Bereich an der Adresse D0H...FFH zu beschreiben

Siehe auch WRITE EEPROM Data und WRITE EEPROM Adresse.

---

Funktionsname	<b>WRITE EEPROM Data</b>	<b>Funktion 2EH</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 2EH, DATA	
	DATA	EEPROM Datenbyte, welches zum Schreiben an die zuvor freigegebene Adresse gespeichert werden soll.
Antwort	2EH, DATA	

Datenbyte für das EEPROM-Register an der vorher bestimmten Adresse. Das EEPROM wird erst nach dem Erhalt des dritten Befehles mit DATA beschrieben.

Siehe auch WRITE EEPROM WR-enable und WRITE EEPROM Adresse.

---

Funktionsname	<b>WRITE EEPROM Adresse</b>	<b>Funktion 2FH</b>
Funktionsaufruf	0B0H, 2FH, ADR	
	ADR	Bestätigung der EEPROM Adresse, welche zum Schreiben freigegeben wurde. Adressbereich 0...FFH
Antwort	2FH, ADR	

Das DATA-Byte, das zuvor übertragen worden ist, wird nun ins EEPROM gespeichert, falls ADR mit der im ersten Befehl übertragenen Adresse übereinstimmt und die drei Befehle innerhalb max. 90ms eingetroffen sind.

Siehe auch WRITE EEPROM WR-enable und WRITE EEPROM Adresse.

---

## Funktionsgruppe REPORT

Wenn Autobaud aktiviert ist, erfolgen die automatischen Ausgaben in der Baudrate, mit welcher zuletzt eine Konfiguration gemacht wurde. Bei einer fest eingestellten Baudrate erfolgt die Ausgabe mit dieser Baudrate.

---

Funktionsname	<b>REPORT RSSI peak</b>	<b>(automatische Datenausgabe)</b>
Funktionsaufruf	Intervall wurde definiert mit der Funktion WRITE automat. RSSI Ausgabe	
Automat. Ausgabe:	30H, RSSI_peak	
	RSSI_peak im 2er Komplement, Bereich -128 dBm ... -60 dBm, Auflösung 1dBm	

Die RSSI-peak-Werte werden in Intervallen ausgegeben, wie mit dem Befehl WRITE automat. RSSI Ausgabe definiert worden ist.

Maximalwert (peak hold) des RSSI seit dem letzten Intervall bzw. der letzten Ausgabe.

(**R**eceived **S**ignal **S**trength Indicator = Empfangsfeldstärke) in dBm.

Der max. messbare Wert liegt bei -60 dBm. Die untere Rauschgrenze hängt vor allem von der eingestellten Kanalbreite (Bandwith) ab.

Unmittelbar nach einem sleep wird RSSI peak initialisiert.

Siehe auch WRITE automat. RSSI Ausgabe und READ RSSI peak sowie READ RSSI aktuell.

---

Funktionsname	<b>REPORT Rekalibration</b>	<b>(automatische Datenausgabe)</b>
Funktionsaufruf	Intervall wurde definiert mit der Funktion WRITE automat. Rekalibration.	
Automat. Ausgabe:	31H, CAL_status	
CAL_status	00H	automatische Kalibration startet
	01H	typ. 50ms später: automatische Kalibration erfolgreich beendet
	bzw.	
	00H	automatische Kalibration startet
	02H	nach typ. 250ms, automat. Kalibration war nicht erfolgreich

Die automatische Kalibration wird in Intervallen gestartet, wie mit dem Befehl WRITE automat. Rekalibration definiert worden ist.

Meldet den Start und das Ergebnis einer automatischen VCO- Kalibration. Normalerweise ist die Kalibration nach typ. 50ms, d.h. auf Anhieb erfolgreich beendet. Wenn der erste Versuch nicht erfolgreich war, wiederholt der Transceiver selber bis zu fünfmal die Kalibration und meldet dann das Ergebnis. Somit kann die zweite Antwort bereits nach 50ms, spätestens aber nach 250ms eintreffen.

Siehe auch WRITE automat. Kalibration und WRITE jetzt rekalibrieren.

---

Funktionsname	<b>REPORT READY</b>	<b>(automatische Datenausgabe)</b>
Funktionsaufruf	automatisch nach Powerup, MCLR\ - Reset oder Wakeup	
Automat. Ausgabe:	32H, RDY_status	
RDY_status	00H	Mikrokontroller nach Powerup bereit, Prüfsumme Kalibrationswerte OK. (Dauer typ. 170ms bei 16MHz bzw. 180ms bei 8MHz clock)
	01H	Mikrokontroller nach Wakeup oder MCLR\ - Reset bereit.
	80H	Mikrokontroller nach Powerup bereit, Prüfsumme Kalibrationswerte falsch!

Zeigt an, dass der Mikrokontroller des Transceivers bereit ist. Je nach Konfiguration des Transceivers dauert es nach dem wakeup eine gewisse Zeit, bis der Transceiver gültige Daten ausgibt (3ms bei 19.2kbit/s Funkdatenrate, 5ms bei 2.4kbit/s Funkdatenrate).

Wenn die Kalibrationswerte im EEPROM verändert wurden, wird dies nach einem powerup im RDY\_status angezeigt.

**Hinweis:** Beim powerup und MCLR-Reset wird selbständig eine Kalibration durchgeführt und im Fehlerfall 5x wiederholt. Kann die Kalibration nicht erfolgreich beendet werden, wird trotzdem RDY\_status = 00H (bzw. 01H) ausgegeben.

Das Ergebnis der Kalibration kann nur mit dem Kalibrationsbefehlen ermittelt werden.

---

---

## Funktionsgruppe **ERROR**

---

Funktionsname ***ERROR***

Funktionsaufruf Antwort auf eine ungültige Funktion oder Funktionswerte.

Automat. Ausgabe: 38H, ERR\_code

ERR\_code            00H    ungültige Funktion (Byte2)  
                      01H    ungültiger Funktionswert (Byte3)

Zeigt an, dass der Transceiver den Befehl nicht ausführen kann.

Der Transceiver gibt auf jede Konfiguration eine Antwort zurück. Kann kein gültiger Befehl erkannt werden, so wird ein Fehlercode ausgegeben, sodass der Befehl wiederholt werden kann.

---

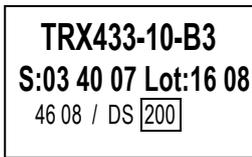
## Werkseinstellung

Ausgeliefert werden die Module mit folgender Einstellung im EEPROM:

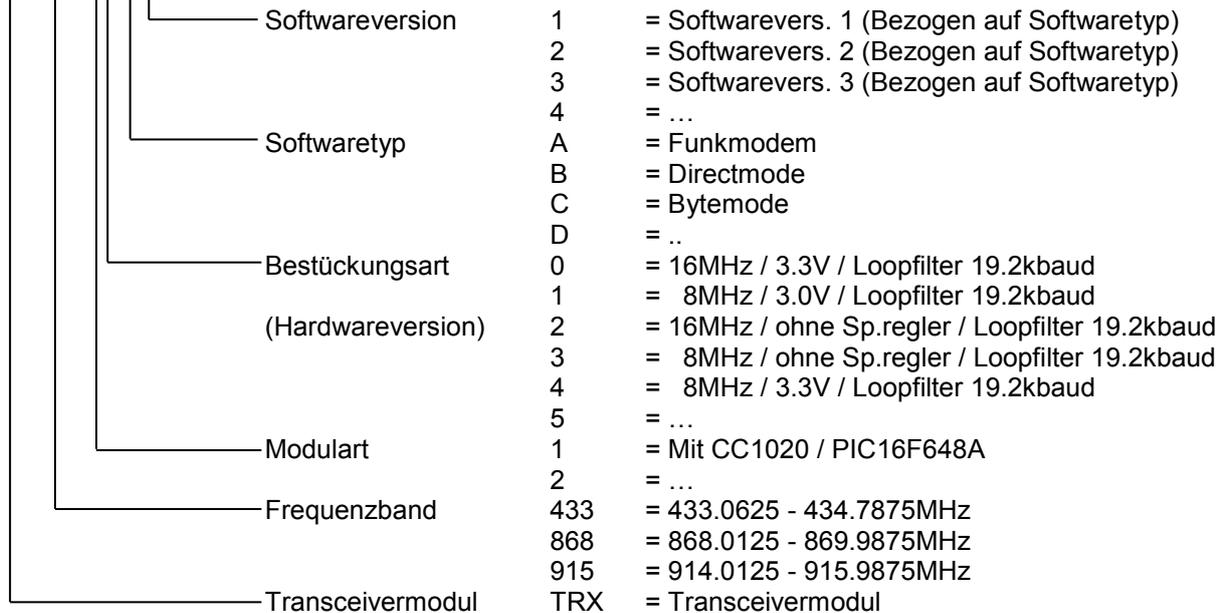
Funktion	Wert	Beschreibung
Frequenz RX	01H	433.0625 MHz bzw. 868.0125 MHz
Frequenz TX	01H	433.0625 MHz bzw. 868.0125 MHz
Funkdatenrate	01H	4.8 kbit/s
Kanalbreite	01H	25.0 kHz; RF-bandwidth = 10.2 kHz
Datencodierung	00H	NRZ Codierung
Modulationsart	01H	GFSK Modulation
RS232 Baudrate	00H	Autobaud
RX/TX switch mode	00H	RX/TX-Umschaltung hardwaremässig über TX_EN
Powerup mode	35H	Continue nach Wakeup Run nach Powerup Pin 9 = Wakeup-Pin, Eingang Alle Pins bleiben unverändert, ausser Wakeup-Pin wird ein Eingang
Power Control	03H	LED Transceiver ON HF-Teil Transceiver ON
Automat. Rekalibration control	01H	automatisch bei $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ neu kalibrieren
Automat. RSSI peak Ausgabe	00H	Keine automatische RSSI peak Ausgabe

## Codierung Typenschild

Beispielkleber:



TRX433-10-B3:

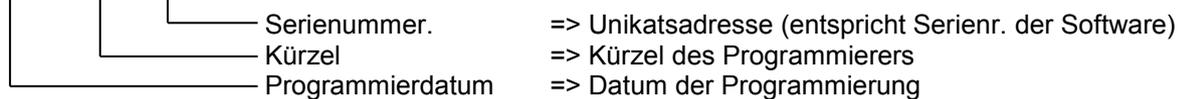


Hardwareversion = Bestückungsart + Modulart

S:03 40 07, Lot:16 08,



46 08, / DS, 200



**CE Konformitätserklärung**

**DECLARATION OF CONFORMITY**  
*KONFORMITÄT SERKLÄRUNG*

---

**Equipment** : Radio Transceiver Module (narrowband)  
*Geräteart*

**Brand** : wireless-design.ch  
*Handelsmarke*

**Type** : TRX433-10A, TRX868-10A, TRX433-10B, TRX868-10B  
*Typ*

**Further Description** : See technical data sheet at: [www.wireless-design.ch](http://www.wireless-design.ch)  
*Weitere Angaben* : *Siehe Technisches Datenblatt unter: [www.wireless-design.ch](http://www.wireless-design.ch)*

The signing legal authorities state, that the above mentioned equipment meets the requirements for EMC, Electrical Safety and for radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity according to

- DIRECTIVE OF COUNCIL 89 / 336 / EEC, Electromagnetic Compatibility EMC
- DIRECTIVE OF THE COUNCIL 1999/5/EC of 9. March 1999 (R&TTE)

*Die Unterzeichnenden erklären als rechtsverbindliche Bevollmächtigte, dass das oben erwähnte Gerät den folgenden EMV-, Elektrischen Sicherheits-Anforderungen und Funkanlagen und Telekommunikationseinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität entspricht, gemäss*

- *RICHTLINIE DES RATES 89 / 336 / EWG, Elektromagnetische Verträglichkeit EMV*
- *RICHTLINIE 1999/5/EG DES RATES vom 9. März 1999 (R&TTE)*

**The following harmonized standards have been used:**  
*Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:*

**ETSI EN 300 220-3 V1.1.1 : 2000**

**ETSI EN 301 489-1 V1.4.1 : 2002**

**ETSI EN 301 489-3 V1.1.1 : 2002**

**Test report / Prüfbericht** : EMCKP585.1A, EMCKP585.2A, EMCKP585.2A, EMCKP585.3A

**Test Laboratory** : EMC-Testcenter Zurich AG, Postfach 268, CH-8052 Zurich  
**accredited according to EN 45001**

*Prüfstelle* : *EMC-Testcenter Zurich AG, Postfach 268, CH-8052 Zürich  
akkreditiert gemäss EN 45001*

**Manufacturer** **Name:** Willi Schmidiger GmbH, Gutenegg, CH-6125 Menzberg  
*Hersteller*

**Authority**  
*Bevollmächtigter*

Menzberg,  
*City*  
*Ort*

12.01.2006  
*Date*  
*Datum*

  
*Signature*  
*Unterschrift*