

## Handbuch AMB8420 und AMB2520

---

Version 3.9

SW-V3.0, 3.1, 3.2

### tekmodul GmbH

Willibaldstr. 14a

80687 München

Tel. +49 (0) 89-51399624

Fax +49 (0) 89-51399626

E-Mail [info@tekmodul.de](mailto:info@tekmodul.de)

Internet <http://www.tekmodul.de>

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Kurzbeschreibung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Betriebsmodi</b> .....	<b>5</b>
2.1 Transparente, gepufferte Datenübertragung .....	5
2.2 Kommando-Modus.....	6
2.2.1 Umschaltung in den Kommando-Modus .....	6
2.2.2 Verlassen des Kommando-Modus .....	6
2.2.3 Kommunikation im Kommando-Modus .....	6
<b>3 Adressierungsmodi</b> .....	<b>7</b>
3.1 Überwachung der Funkkommunikation .....	7
<b>4 Elektrische Parameter</b> .....	<b>7</b>
4.1 Eingangsspannung .....	7
4.2 Stromaufnahme .....	8
4.2.1 AMB8420 .....	8
4.2.2 AMB2520 .....	8
<b>5 Abmessung und Gewicht</b> .....	<b>8</b>
<b>6 Pin-Belegung</b> .....	<b>8</b>
<b>7 Serielle Schnittstelle</b> .....	<b>10</b>
7.1 UART .....	10
7.1.1 Unterstützte Datenraten .....	10
7.1.2 Unterstützte Datenformate .....	10
7.2 SPI-Schnittstelle.....	11
<b>8 Einstellung der HF-Parameter</b> .....	<b>11</b>
8.1 AMB8420 .....	11
8.1.1 Band „g1“ .....	11
8.1.2 Band „g3“ .....	11
8.1.3 Band „g4“ .....	12
8.1.4 Band „g“ .....	12
8.2 AMB2520 .....	12
<b>9 Timing-Parameter</b> .....	<b>13</b>
9.1 Reset-Verhalten .....	13
9.1.1 Power-On Reset.....	13
9.1.2 Reset durch /RESET-Pin .....	13
9.2 Wake-Up aus dem Sleep-Modus .....	14
9.3 Latenzzeiten bei der Datenübertragung / Paketbildung .....	14
9.3.1 Transparenter Betriebsmodus .....	14
9.3.2 Kommando-Modus .....	15
<b>10 Batterie-Betrieb</b> .....	<b>15</b>
10.1 Active Mode .....	15
10.2 Stand-By.....	15
10.3 WOR-Mode.....	15
10.4 Sleep-Mode .....	15
<b>11 Die Kommando-Schnittstelle</b> .....	<b>16</b>
11.1 Datenübertragung im Kommando-Modus.....	16
11.1.1 CMD_DATA_REQ .....	16
11.1.2 CMD_DATAEX_REQ .....	16
11.1.3 CMD_DATAEX_IND .....	17

11.1.4 CMD_DATARETRY_REQ .....	17
11.2 CMD_SET_MODE_REQ .....	17
11.3 CMD_RESET_REQ .....	18
11.4 CMD_SET_CHANNEL_REQ .....	18
11.5 CMD_SET_DESTNETID_REQ .....	18
11.6 CMD_SET_DESTADDR_REQ .....	19
11.7 CMD_SET_REQ .....	19
11.8 CMD_GET_REQ .....	20
11.9 CMD_SERIALNO_REQ .....	20
11.10 CMD_RSSI_REQ .....	20
11.11 CMD_ERRORFLAGS_REQ .....	23
<b>12 Konfigurationsparameter .....</b>	<b>23</b>
12.1 Nichtflüchtige Konfigurationsparameter .....	23
12.1.1 UART_CTL .....	26
12.1.2 UART_TCTL .....	26
12.1.3 UART_MCTL .....	26
12.1.4 UART_BR0 .....	26
12.1.5 UART_BR1 .....	26
12.1.6 UART_PktMode .....	27
12.1.7 UART_PktSize .....	27
12.1.8 UART_RTSLimit .....	27
12.1.9 UART_ETXChar .....	27
12.1.10 UART_Timeout .....	27
12.1.11 UART_DIDelay .....	27
12.1.12 MAC_NumRetrys .....	28
12.1.13 MAC_AddrMode .....	28
12.1.14 MAC_DestNetID .....	28
12.1.15 MAC_DestAddrLSB .....	28
12.1.16 MAC_SourceNetID .....	28
12.1.17 MAC_SourceAddrLSB .....	28
12.1.18 MAC_ACKTimeout .....	28
12.1.19 PHY_FIFOPrecharge .....	29
12.1.20 PHY_PAPower .....	29
12.1.21 PHY_DefaultChannel .....	29
12.1.22 PHY_CCARSSILevel .....	29
12.1.23 OpMode .....	29
12.1.24 MSP_RSELx .....	29
12.1.25 MSP_DCOCTL .....	29
12.1.26 WOR_Prescaler .....	29
12.1.27 WOR_Countdown .....	30
12.1.28 WOR_RXOnTime .....	30
12.1.29 CfgFlags .....	30
<b>13 Inbetriebnahme .....</b>	<b>31</b>
13.1 Minimalkonfiguration .....	31
13.2 Übertragung großer Datenmengen .....	31
13.3 Einsatz mehrerer Module, Verwendung von Adressen, Kanalwechsel .....	31
13.4 Verwendung der Low-Power Funktionalität .....	31
13.5 Minimierung von Latenzzeiten .....	31
<b>14 Firmware-Update .....</b>	<b>31</b>
14.1 Update von früheren FW-Versionen (< 3.0.0) .....	31
<b>15 Fertigungshinweise .....</b>	<b>32</b>

15.1 Vorschlag zur Dimensionierung des Footprints .....	32
15.2 Löten.....	33
<b>16 Versionshistorie .....</b>	<b>34</b>
16.1 Software .....	34
16.2 Handbuch .....	34
<b>17 Referenzen.....</b>	<b>35</b>
<b>18 Informationen zur regulatorischen Konformität.....</b>	<b>36</b>
18.1 Wichtige Hinweise.....	36
18.2 Konformitätserklärung AMB8420 .....	37
18.3 Konformitätserklärung AMB2520 .....	38
<b>19 Wichtige Hinweise .....</b>	<b>39</b>
19.1 Haftungsausschluss.....	39
19.2 Warenzeichen.....	39
19.3 Gebrauchsbeschränkung .....	39

## Abkürzungen

PS Prüfsumme

DC Duty Cycle Relative Frequenzbelegungsdauer

## 1 Kurzbeschreibung

Das Modul AMB8420 / AMB2520 wurde als Funk-Unterbaugruppe zur drahtlosen Kommunikation zwischen Geräten wie z. B. Steuerungen, Fernbedienungen, Sensorik etc. konzipiert. Es bietet mehrere Adressierungsmodi und entlastet das jeweilige Host-System von funkspezifischen Aufgaben wie z. B.

- der Prüfsummenbildung
- der Adressauswertung
- der Wiederholung nicht quittierter Telegramme

Es kann überall dort zum Einsatz kommen, wo kleinere Datenpakete (bis 128 Byte) drahtlos zwischen zwei oder mehreren Teilnehmern ausgetauscht werden sollen.

Zur Kommunikation mit dem Host-System steht eine serielle Schnittstelle (UART) zur Verfügung, deren Datenrate und Datenformat sich flexibel einstellen lässt, ab SW-Version 3.2 existiert eine Variante mit SPI-Funktionalität.

Die HF-Datenrate ist einstellbar und kann mittels des Windows-Programms „ACC“ im Bereich von 4,8 bis 250kbps variiert werden.

Aufgrund der kleinen Bauform und der integrierten Antenne lässt sich das Modul ohne weitere Außenbeschaltung einfach in bestehende Systeme einfügen.

## 2 Betriebsmodi

Das Gerät kann in folgenden Betriebsarten verwendet werden:

1. Transparente, gepufferte Datenübertragung
2. Kommando-Modus

Der Betriebsmodus nach Power-Up ist über den Parameter `OpMode` (siehe 12.1.23) einstellbar.

Beim Start im Kommando-Mode meldet sich das Modul mit dem entsprechenden Telegramm (siehe 11.2).

Per Default arbeitet das Modul im transparenten Übertragungsmodus.

### 2.1 Transparente, gepufferte Datenübertragung

In diesem Modus werden Daten über die serielle Schnittstelle empfangen und zunächst zwischengespeichert. Sobald eine entsprechende Bedingungen (siehe 9.3) erfüllt ist, erfolgt die Bildung des HF-Telegramms mit Präambel, Prüfsumme und Adressinformationen (optional).

Die Anzahl der Zeichen, die zusätzlich zu den eigentlichen Nutzdaten im Funktelegramm übertragen werden, hängt vom gewählten Adressierungsverfahren sowie der Datenrate ab und beträgt zwischen 12 und 16 Byte (Paketoverhead).

Falls gefordert, kann das HF-Telegramm vom Empfängermodul quittiert werden (siehe 12.1.12). Bei ausbleibender Quittung wird das Telegramm nach Ablauf eines Timeouts (siehe 12.1.18) selbsttätig wiederholt.

Die Puffergröße an der UART-Schnittstelle beträgt 128 Byte, d.h. es können Pakete mit einer Maximallänge von 128 Byte (reine Nutzdaten ohne Paketoverhead) versendet werden.

Sobald der Versand eines Paketes begonnen hat, können keine weiteren Daten an der seriellen Schnittstelle entgegen genommen werden. Die Belegung des Puffers wird durch das Signal /RTS signalisiert.

**Achtung: Solange das Empfängermodul mit der Ausgabe von Zeichen über die serielle Schnittstelle beschäftigt ist, können keine Daten per Funk empfangen werden! Dieser Effekt macht sich z. B. dann bemerkbar, wenn zunächst ein langes, und im Anschluss ein kurzes Datenpaket gesendet wird. Das Empfängermodul ist in diesem Fall evtl. noch mit der Ausgabe des ersten Paketes über UART oder SPI beschäftigt, das zweite Paket kann verloren gehen.**

## 2.2 Kommando-Modus

Dieser Betriebsmode dient primär der Konfiguration des Moduls, erlaubt aber auch die Übertragung von Nutzdaten per Funk.

### 2.2.1 Umschaltung in den Kommando-Modus

Die Umschaltung in den Kommando-Modus erfolgt:

- bei Erkennung einer fallenden Flanke am Pin /CONFIG oder
- bei Erkennung eines Break-Signals an der UART. Eine Break-Bedingung liegt dann vor, wenn nach Ausbleiben des Stop-Bits der RX-Eingang des Moduls für mindestens 10 weitere Bits auf Low gehalten wird.

Sowohl die Erkennung der fallenden Flanke am Pin /CONFIG als auch die Detektion des Break-Signals sind abschaltbar (siehe 12.1.29).

Die erfolgreiche Umschaltung wird durch ein entsprechendes Kommando (siehe 11.2) quittiert.

Die Umschaltung kann nur erfolgen, falls nicht gerade Daten per Funk oder serieller Schnittstelle empfangen werden (ca. 100 µs nachdem /RTS auf Low gewechselt hat und somit Bereitschaft anzeigt).

### 2.2.2 Verlassen des Kommando-Modus

Der Kommando-Modus kann verlassen werden durch:

1. Senden eines entsprechenden Kommandos (siehe 11.2),
2. bei Erkennung einer erneuten fallenden Flanke am Pin /CONFIG oder
3. bei Erkennung eines erneuten Break-Signals an der UART.

Dieser Vorgang wird wiederum durch Ausgabe der entsprechenden Quittung bestätigt.

### 2.2.3 Kommunikation im Kommando-Modus

Im Kommando-Modus erfolgt die Kommunikation mit dem Modul in Form vordefinierter Kommandos. Diese Kommandos müssen in Telegrammen gemäß des in Tabelle 1 beschriebenen Formates gesendet werden.

Startzeichen	Kommando	Anzahl Daten	Daten (var.)	Prüfsumme
--------------	----------	--------------	--------------	-----------

**Tabelle 1** Telegrammformat im Kommando-Mode

Startzeichen: STX = 0x02

Kommando: Eines der vordefinierten Kommandos gemäß Kapitel 11 (1 Byte)

Anzahl Daten:	Gibt die Anzahl der Daten im folgenden Feld variabler Länge vor und wird auf 128 limitiert um einen Pufferüberlauf zu vermeiden (1 Byte)
Daten:	Variable Anzahl an Daten bzw. Parametern (maximal 128 Byte, LSB first)
Prüfsumme:	XOR-Verknüpfung der vorangegangenen Felder inklusive Startzeichen STX, d.h. $0x02 \wedge \text{Kommando} \wedge \text{Anzahl Daten} \wedge \text{Datenbyte0} \dots$ (1 Byte)

Mittels des entsprechenden Kommandos ist es auch möglich, Daten per HF zu versenden, d.h. das Modul kann komplett im Kommando-Mode betrieben werden. Auf diese Art können z.B. schnelle Kanalwechsel realisiert werden.

Wird nach Empfang des Startzeichens STX für eine Dauer von `UART_Timeout` Millisekunden (siehe 12.1.10) kein neues Zeichen mehr empfangen, wird erneut auf das Startzeichen gewartet.

### 3 Adressierungsmodi

Folgende Adressierungsmodi stehen zur Verfügung:

1. Keine Adressierung (Mode 0): jedes Modul empfängt das versendete HF-Telegramm und gibt die empfangenen Daten über die UART an das Host-System aus. Es werden keine Adress-Informationen im Funktelegramm übertragen.
2. 1 Byte Adresse (Mode 1): Das empfangende Modul gibt die Daten nur dann per UART an das Host-System weiter, wenn die beim Sender konfigurierte Zieladresse (`MAC_DestAddrLSB`, siehe 12.1.15) mit der eigenen Adresse (`MAC_SourceAddrLSB`, siehe 12.1.17) übereinstimmt oder als Zieladresse die Adresse 255 angegeben wurde (Broadcast-Adresse). Es werden sowohl die Ziel- als auch die Quelladresse im Funktelegramm übertragen (zusammen 2 Byte).
3. 2 Byte Adresse (Mode 2): Das empfangende Modul gibt die Daten nur dann per UART an das Host-System weiter, wenn sowohl die Ziel-Netz ID als auch die Zieladresse mit der eigenen Adresse (`MAC_SourceNetID` und `MAC_SourceAddrLSB`, siehe 12.1.16 bzw. 12.1.17) übereinstimmen oder als Zieladresse jeweils die Broadcast-Adresse 255 angegeben wurde. Insgesamt werden 4 Byte an Adressinformationen im Funktelegramm übertragen.

Der zu verwendende Adressierungsmodus wird durch den Parameter `MAC_AddrMode` (siehe 12.1.13) eingestellt.

**Achtung: Empfänger- und Sendemodul müssen im selben Adressierungsmodus betrieben werden!**

### 3.1 Überwachung der Funkkommunikation

Ab Firmware-Version 3.2 kann mittels Bit 7 in den Konfigurationsflags (siehe 12.1.29) die Adressauswertung deaktiviert werden („Packet-Sniffer“). Ein derart konfiguriertes Modul empfängt unabhängig vom Adressierungsmodus alle Datenpakete und reicht diese an die serielle Schnittstelle weiter.

## 4 Elektrische Parameter

### 4.1 Eingangsspannung

Der Eingangsspannungsbereich des Moduls liegt bei 2,7 bis 3,6 Volt.

Um über dem gesamten Spannungsbereich eine konstante Prozessorfrequenz (und damit UART-Taktrate) zu gewährleisten, findet eine permanente Nachregelung der Taktrate auf Basis des vorhandenen Uhrenquarzes statt. Spannungsänderungen während des Empfangs oder der Ausgabe über die serielle Schnittstelle können dazu führen, dass es zwischen zwei Zeichen zu einer Veränderung der Taktrate kommt.

**Achtung: Eine saubere Versorgungsspannung ist Voraussetzung für die korrekte Funktion des Moduls. Eine sinnvolle Maßnahme (ins Besondere bei Verwendung von RS232-Wandlern oder getakteten DC-DC Spannungswandlern) ist ein 100 µF Abblockkondensator in der Nähe des VCC Pins.**

## 4.2 Stromaufnahme

### 4.2.1 AMB8420

Vergleiche Datenblatt [4].

### 4.2.2 AMB2520

Vergleiche Datenblatt [5].

**Achtung: Zur Realisierung einer möglichst geringen Stromaufnahme im Sleep-Mode ist es erforderlich, die Eingangs-Signale des Moduls (/CONFIG, SLEEP, TRX\_DISABLE und /DATA\_REQUEST) entsprechend den Angaben in Tabelle 2 auf definierte Pegel zu legen. Offene (floatende) Pins führen zur einer erhöhten Stromaufnahme!**

## 5 Abmessung und Gewicht

Siehe Datenblatt [4] bzw. [5].

## 6 Pin-Belegung

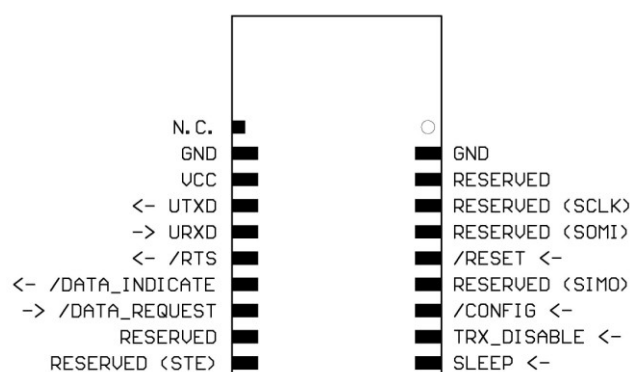


Abbildung 1 Pinbelegung

Bezeichnung	E/A	Beschreibung
-------------	-----	--------------

VCC <sup>1</sup>	Versorgung	Versorgungsspannung
GND	Versorgung	Masseanschluss
UTXD	Ausgang	Ausgang serielle Schnittstelle
URXD	Eingang	Eingang serielle Schnittstelle
/RESET	Eingang	Ein Low-Pegel an diesem Pin führt einen Neustart des Moduls durch. Dieser Pin ist intern über einen Pull-Up-Widerstand von 100 kOhm mit VCC verbunden. <b>Offen lassen falls nicht benötigt.</b>
/CONFIG	Eingang	Dient dem Umschalten des Moduls in den Kommando-Mode (fallende Flanke). Alternativ kann dies über ein UART Break-Signal erfolgen. <b>Auf GND legen falls nicht benötigt.</b> Funktion kann deaktiviert werden (siehe 12.1.29).
SLEEP	Eingang	Aktiviert Sleep-Mode (High-Pegel). <b>Auf GND legen falls nicht benötigt.</b> Funktion kann deaktiviert werden (siehe 12.1.29).
TRX_DISABLE	Eingang	Schaltet das HF-Teil aus (High-Pegel), solange keine Daten versendet werden sollen. <b>Auf GND legen falls nicht benötigt.</b> Funktion kann deaktiviert werden (siehe 12.1.29).
/DATA_REQUEST	Eingang	Veranlasst Funksendung der über die UART empfangenen Daten (fallende Flanke). Solange keine neuen Daten per UART oder Funk empfangen wurden, bleibt der Pufferinhalt gültig und kann durch erneute Signalisierung nochmals gesendet werden. <b>Auf GND legen falls nicht benötigt.</b> Funktion kann deaktiviert werden (siehe 12.1.29). Im Kommando-Modus ohne Funktion.
/RTS	Ausgang	Ready To Send (Active Low). Wenn /RTS Low ist, können Daten über die UART empfangen werden. /RTS geht High, sobald entweder der UART-Puffer voll ist, oder gerade gesendet wird oder gerade der Empfang eines Telegramms per Funk erkannt wird. Ab diesem Moment werden alle über die UART ankommenden Daten ignoriert. Wartezeit nach fallender Flanke: 100 µS.
/DATA_INDICATE	Ausgang	Geht auf Low, sobald ein gültiger Frame per Funk empfangen wurde und bleibt Low, solange die Ausgabe über UART andauert. Kann verwendet werden, um ein „schlafendes“ Host-System auf die Ausgabe von Daten vorzubereiten. Die Verzögerung zwischen der fallenden Flanke und dem Beginn der Ausgabe über die UART ist einstellbar (siehe <code>UART_DIDelay</code> , 12.1.11). Während eines Sendevorgangs signalisiert dieser Pin die

<sup>1</sup> 100µF Abblockkondensator zwischen VCC und GND in unmittelbarer Nähe des Moduls wird empfohlen

		erfolgreiche Quittierung des Funktelegramms (falls eine solche angefordert wurde, siehe <code>MAC_NumRetrys</code> , 12.1.12): <code>/DATA_INDICATE</code> wird in diesem Fall vor der fallenden Flanke des <code>/RTS</code> -Pins auf Low gesetzt, und geht spätestens bei Empfang neuer Daten per Funk oder UART wieder auf High.
RESERVED		Zur Zeit nicht verwendet. Diese Pins müssen offen gelassen werden (nicht verbinden). Einige dieser Pins werden für das optionale SPI-Interface verwendet.
N.C.		Offen, optionaler Antennenanschluss, nur nach Rücksprache nutzen.

**Tabelle 2** Pin-Belegung

## 7 Serielle Schnittstelle

### 7.1 UART

#### 7.1.1 Unterstützte Datenraten

Die Einstellung der Datenrate erfolgt durch direkte Konfiguration der entsprechenden Register des verwendeten Mikroprozessors (siehe `UART_TCTL`, `UART_MCTL`, `UART_BR0` und `UART_BR1`, ab 12.1.1). Aus diesem Grund ist die Datenrate zwischen 0.5 und 115200 Baud frei einstellbar.

Aufgrund der Tatsache, dass die Geschwindigkeit der UART aus dem Takt des verwendeten Uhrenquarzes abgeleitet wird, kann es hierbei zu Abweichungen in einer Größenordnung  $< 0.5\%$  kommen.

Bei Verwendung des PC-Programms „ACC“ ist per Drop-Down Menü die direkte Auswahl folgender Datenraten möglich:

110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 56000, 57600 und 115200 Baud.

Mit dieser Auswahl werden die 3 oben genannten Register automatisch auf den optimalen Wert gesetzt.

Des Weiteren bietet das Programm „ACC“ auch einen Dialog zur Berechnung beliebiger Baudraten.

Die Default-Baudrate des Moduls beträgt 9600 Baud im Fall des AMB8420, 38400 Baud im Fall des AMB2520.

Die Ausgabe von Zeichen an der seriellen Schnittstelle erfolgt mit untergeordneter Priorität. Aus diesem Grunde kann es vorkommen, dass *zwischen* der Ausgabe einzelner Zeichen (z. B. bei Auftreten eines Interrupts) kurze Unterbrechungen auftreten.

#### 7.1.2 Unterstützte Datenformate

Es werden alle vom Prozessor angebotenen Datenformate unterstützt:

- 7 oder 8 Bit
- Keine, gerade oder ungerade Parity

- 1 oder 2 Stopbits

In ACC ist per Drop Down Menü die direkte Auswahl folgender Datenformate möglich:

8n1, 8o1, 8e1, 8n2, 8o2, 8e2, 7n1, 7o1, 7e1, 7n2, 7o2, 7e2.

Auch in diesem Fall erfolgt die Einstellung durch direkte Konfiguration der entsprechenden Register des Mikroprozessors (siehe `UART_CTL`, 12.1.1).

Das Default-Datenformat lautet: 8 Datenbits, keine Parity, 1 Stopbit („8n1“).

## 7.2 SPI-Schnittstelle

Alternativ zum UART-Interface steht auch eine SPI-Schnittstelle zur Verfügung. Diese wird ab der SW-Version 3.2 unterstützt (separate Firmware, kann mit dem Windows-Programm „ACC“ aufgespielt werden). Siehe [6].

## 8 Einstellung der HF-Parameter

Die Einstellung der HF-Parameter (Datenrate, nutzbarer Frequenzbereich etc.) erfolgt über das PC-Programm „ACC“. Je nach eingestellter Datenrate werden hiermit auch weitere Parameter wie z. B. `MAC_ACKTimeout`, `PHY_DefaultChannel` oder `PHY_FIFOPrecharge` entsprechend angepasst.

### 8.1 AMB8420

Die zulässigen Datenraten und Frequenzbereiche werden in den folgenden Kapiteln beschrieben. Im Lieferzustand beträgt die HF-Datenrate 38,4kbps.

**Achtung: Im Frequenzband 868MHz gelten Vorschriften bezüglich der maximalen Kanalbelegungsdauer. Diese wird auch als Duty Cycle (DC) bezeichnet und kennzeichnet die maximale Sendedauer eines Gerätes, bezogen auf eine Stunde. Ein DC von 1% erlaubt z.B. die Belegung eines Kanals von 36 Sekunden pro Stunde.**

#### 8.1.1 Band „g1“

Dieses Frequenzband reicht von 868,0 bis 868,6MHz und erlaubt einen Duty-Cycle von 1%.

Kanal-Nr. Datenrate	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
4,8kbps	868,00	868,05	868,10	868,15	868,20	868,25	868,30	868,35	868,40	868,45	868,50	868,55	868,60
10kbps	868,00	868,05	868,10	868,15	868,20	868,25	868,30	868,35	868,40	868,45	868,50	868,55	868,60
38,4kbps	868,00	868,05	868,10	868,15	868,20	868,25	868,30	868,35	868,40	868,45	868,50	868,55	868,60
76,8kbps	868,00	868,05	868,10	868,15	868,20	868,25	868,30	868,35	868,40	868,45	868,50	868,55	868,60
100kbps	868,00	868,05	868,10	868,15	868,20	868,25	868,30	868,35	868,40	868,45	868,50	868,55	868,60

**Tabelle 3** Kanaltabelle Band "g1". Zulässige Kanäle sind grün gekennzeichnet

Bei dieser Einstellung und einer Datenrate von 38,4kbps handelt es sich um die Default-Konfiguration (Auslieferungszustand).

#### 8.1.2 Band „g3“

Dieses Frequenzband reicht von 869,4 bis 869,65MHz und erlaubt einen Duty-Cycle von 10%. Kanaltabelle folgt.

### 8.1.3 Band „g4“

Dieses Frequenzband reicht von 869,7 bis 870MHz und erlaubt einen Duty-Cycle von 100%. Kanaltabelle folgt.

### 8.1.4 Band „g“

Dieses Frequenzband reicht von 863 bis 868,6MHz und erlaubt einen Duty-Cycle von 0,1% bzw. im Bereich von 865 bis 868,6MHz einen DC von 1%. Kanaltabelle folgt.

## 8.2 AMB2520

Im Lieferzustand beträgt die HF-Datenrate 250kbps.

Das Kanalraster beträgt im Fall des Moduls AMB2520 ca. 500kHz, die Trägerfrequenz lässt sich aus folgender Formel bestimmen:

$$F_C [MHz] = 2400,5 + N_{Channel} \cdot 0,500$$

Hierbei sind die Kanäle 0 bis 165 zulässig. Einen Überblick über die verwendbaren Frequenzen ergibt sich aus Tabelle 4.

**Achtung: Die rot markierten Kanäle bzw. Frequenzen (2405 MHz + n x 13MHz) sollten vermieden werden. Hier ist aufgrund einer Eigenschaft des Funk-ICs mit reduzierten Reichweiten zu rechnen.**

Kanal-Nr.	Freq. [MHz]	Kanal-Nr.	Freq. [MHz]	Kanal-Nr.	Freq. [MHz]	Kanal-Nr.	Freq. [MHz]
0	2400,5	41	2421,0	82	2441,5	123	2462,0
1	2401,0	42	2421,5	83	2442,0	124	2462,5
2	2401,5	43	2422,0	84	2442,5	125	2463,0
3	2402,0	44	2422,5	85	2443,0	126	2463,5
4	2402,5	45	2423,0	86	2443,5	127	2464,0
5	2403,0	46	2423,5	87	2444,0	128	2464,5
6	2403,5	47	2424,0	88	2444,5	129	2465,0
7	2404,0	48	2424,5	89	2445,0	130	2465,5
8	2404,5	49	2425,0	90	2445,5	131	2466,0
9	2405,0	50	2425,5	91	2446,0	132	2466,5
10	2405,5	51	2426,0	92	2446,5	133	2467,0
11	2406,0	52	2426,5	93	2447,0	134	2467,5
12	2406,5	53	2427,0	94	2447,5	135	2468,0
13	2407,0	54	2427,5	95	2448,0	136	2468,5
14	2407,5	55	2428,0	96	2448,5	137	2469,0
15	2408,0	56	2428,5	97	2449,0	138	2469,5
16	2408,5	57	2429,0	98	2449,5	139	2470,0
17	2409,0	58	2429,5	99	2450,0	140	2470,5
18	2409,5	59	2430,0	100	2450,5	141	2471,0
19	2410,0	60	2430,5	101	2451,0	142	2471,5
20	2410,5	61	2431,0	102	2451,5	143	2472,0
21	2411,0	62	2431,5	103	2452,0	144	2472,5
22	2411,5	63	2432,0	104	2452,5	145	2473,0
23	2412,0	64	2432,5	105	2453,0	146	2473,5
24	2412,5	65	2433,0	106	2453,5	147	2474,0

Kanal-Nr.	Freq. [MHz]	Kanal-Nr.	Freq. [MHz]	Kanal-Nr.	Freq. [MHz]	Kanal-Nr.	Freq. [MHz]
25	2413,0	66	2433,5	107	2454,0	148	2474,5
26	2413,5	67	2434,0	108	2454,5	149	2475,0
27	2414,0	68	2434,5	109	2455,0	150	2475,5
28	2414,5	69	2435,0	110	2455,5	151	2476,0
29	2415,0	70	2435,5	111	2456,0	152	2476,5
30	2415,5	71	2436,0	112	2456,5	153	2477,0
31	2416,0	72	2436,5	113	2457,0	154	2477,5
32	2416,5	73	2437,0	114	2457,5	155	2478,0
33	2417,0	74	2437,5	115	2458,0	156	2478,5
34	2417,5	75	2438,0	116	2458,5	157	2479,0
35	2418,0	76	2438,5	117	2459,0	158	2479,5
36	2418,5	77	2439,0	118	2459,5	159	2480,0
37	2419,0	78	2439,5	119	2460,0	160	2480,5
38	2419,5	79	2440,0	120	2460,5	161	2481,0
39	2420,0	80	2440,5	121	2461,0	162	2481,5
40	2420,5	81	2441,0	122	2461,5	163	2482,0
						164	2482,5
						165	2483,0

**Tabelle 4** Frequenzbelegung AMB2520

## 9 Timing-Parameter

### 9.1 Reset-Verhalten

Die Betriebsbereitschaft des Moduls nach einem Reset wird durch einen Low-Pegel am /RTS-Pin signalisiert. Der entsprechende Pegel ist jedoch erst nach der für die interne Initialisierung des Prozessors erforderlichen Zeit (einige  $\mu\text{S}$ ) gültig.

Nach dieser Initialisierung wird /RTS zunächst auf High gesetzt. Nun erfolgt die Kalibrierung des Prozessortakts anhand des Uhrenquarzes. Erst im Anschluss an diesen Vorgang ist das Modul betriebsbereit.

#### 9.1.1 Power-On Reset

Nach Anlegen der Versorgungsspannung und Freigabe des /RESET-Pins (falls beschaltet) wird die Dauer bis zur Betriebsbereitschaft des Moduls maßgeblich durch die Anschwingzeit des Uhrenquarzes bestimmt. Dieser Vorgang kann bis zu 1 Sekunde in Anspruch nehmen, typische Werte hierfür liegen zwischen 200 und 400 ms.

Empfohlene Vorgehensweise: 2 ms nach Anlegen der vorgeschriebenen Versorgungsspannung auf Low-Pegel am /RTS-Pin prüfen. Anschließend sind noch weitere 100  $\mu\text{s}$  bis zur Bereitschaft erforderlich.

#### 9.1.2 Reset durch /RESET-Pin

Um einen Neustart des Moduls mithilfe des /RESET-Pins zu erzwingen, muss dieser zunächst für mindestens 10 ms auf Low gezogen werden.

Nach anschließender Freigabe des Pins wechselt /RTS spätestens nach 100  $\mu\text{s}$  auf High. Da die Anschwingzeit für den Uhrenquarz in diesem Fall entfällt, verkürzt sich der Zeitraum bis zur Betriebsbereitschaft auf wenige ms. Während dieser Zeit erfolgt die Kalibrierung des

Prozessortaktes, dieser Vorgang nimmt je nach Versorgungsspannung und Temperatur zwischen 2 und 20 ms in Anspruch.

Empfohlene Vorgehensweise: 2 ms nach Freigabe des /RESET-Pins auf Low-Pegel am /RTS-Pin prüfen. Anschließend sind noch weitere 100 µs bis zur Bereitschaft erforderlich.

## 9.2 Wake-Up aus dem Sleep-Modus

Der Wechsel in sowie aus dem Sleep-Modus wird ebenfalls über das /RTS-Signal quittiert.

Empfohlene Vorgehensweise: Nach Freigabe des SLEEP-Pins auf Low-Pegel am /RTS-Pin warten. Anschließend sind noch weitere 100 µs bis zur Bereitschaft erforderlich.

## 9.3 Latenzzeiten bei der Datenübertragung / Paketbildung

Die Datenübertragung erfolgt generell gepuffert, d.h. per UART empfangene Daten werden zunächst im Modul zwischengespeichert, bis ein entsprechendes Ereignis (siehe 9.3.1) eintritt. Sodann wird der UART-Empfang unterbrochen (Flusssteuerung durch /RTS-Signal) und die Nutzdaten werden an den internen Speicher des Funktransceivers (FIFO) weitergegeben.

Die Funkübertragung startet, sobald sich die ersten Daten im Speicher des Transceiver befinden; während der laufenden Funkübertragung werden die restlichen Nutzdaten Stück für Stück übertragen.

Auf der Empfängerseite erfolgt das Auslesen des FIFOs sobald ein ankommendes Paket erkannt wird.

Zusammen mit der Verwendung des entsprechenden Verfahrens zur Paketbildung können durch diese Vorgehensweise die sich durch die Zwischenspeicherung ergebenden Latenzzeiten so weit wie möglich minimiert werden.

### 9.3.1 Transparenter Betriebsmodus

Um die Latenzzeiten bei der Paketbildung möglichst gering zu halten, stehen folgende Verfahren zur Steuerung des Sendebeginns zur Verfügung:

1. Sendebeginn nach **Timeout**: die Sendung beginnt, sobald nach Empfang eines Zeichens per UART innerhalb einer konfigurierbaren Zeit kein neues Zeichen mehr erkannt wird. Das Timeout beginnt für jedes empfangene Zeichen erneut. Die Einstellung des Timeouts erfolgt mit dem Parameter `UART_Timeout` (siehe 12.1.10)
2. Sendebeginn bei Erreichen einer festen **Paketgröße**: die Sendung beginnt, sobald die zuvor konfigurierte Anzahl an Bytes (`UART_PktSize`, siehe 12.1.7) im Empfangspuffer der UART abgelegt wurde
3. Sendebeginn durch den Pin **/DATA\_REQUEST**: die Sendung beginnt, sobald eine fallende Flanke am Pin `DATA_REQUEST` erkannt wird. Die Verwendung des /`DATA_REQUEST` Pins kann deaktiviert werden (siehe Parameter `CfgFlags`, 12.1.29)
4. Sendebeginn bei Erkennung eines **Endezeichens**: die Sendung beginnt, sobald ein zuvor konfiguriertes Zeichen über die UART übertragen wird. Das Endezeichen wird über den Parameter `UART_ETXChar` (siehe 12.1.9) konfiguriert.

Die Verfahren 1., 2. und 3. sowie 2., 3. und 4. können kombiniert werden, d. h. es wird gesendet:

- wenn *entweder* das Timeout erreicht wird *oder* die eingestellte Paketgröße erreicht wird *oder* eine fallende Flanke am /`DATA_REQUEST` Pin erkannt wird *oder*

- wenn die eingestellte Paketgröße erreicht wird *oder* das Endezeichen erkannt wird *oder* eine fallende Flanke am /DATA\_REQUEST Pin erkannt wird.

Welche der zuletzt genannten Kombinationen verwendet wird, ist durch den Parameter `UART_PktMode` (siehe 12.1.6) einstellbar.

### 9.3.2 Kommando-Modus

Im Kommando-Modus erfolgt die Pufferung der Daten wie in 9.3.1 beschrieben. Der Sendebeginn jedoch wird ausschließlich vom Eintreffen des entsprechenden Kommandos (11.1.1, 11.1.2 oder 11.1.4) definiert (d.h. mit Eintreffen einer gültigen Prüfsumme).

## 10 Batterie-Betrieb

Über die Pins `SLEEP` und `TRX_DISABLE` kann das Modul in verschiedene, Strom sparende Betriebszustände versetzt werden. Diese sollen nachfolgend beschrieben werden. Einen Überblick über die vorhandenen Möglichkeiten bietet Tabelle 5.

	TRX_DISABLE Low	TRX_DISABLE High
SLEEP Low	<b>Active Mode</b> , Funk- und UART-Kommunikation möglich	<b>Stand-By</b> , nur UART-Kommunikation möglich
SLEEP High	<b>WOR-Mode</b> , Modul wacht regelmäßig auf und geht auf Empfang	<b>Sleep-Mode</b> , weder UART- noch Funkkommunikation möglich

**Tabelle 5** Steuerung des Strombedarfs

### 10.1 Active Mode

In diesem Betriebszustand ist das Modul permanent bereit Daten per UART oder Funk zu empfangen und weiter zu geben. Der Wechsel in einen der anderen Stromspar-Modi erfolgt erst nach Abarbeitung einer evtl. anstehenden Datenübertragung, d. h. /RTS muss Low sein.

### 10.2 Stand-By

In diesem Betriebszustand ist der Transceiver des Moduls deaktiviert. Es ist kein Funkempfang, jedoch der Versandt Daten möglich.

### 10.3 WOR-Mode

Das Modul wacht selbsttätig in einstellbaren Intervallen auf, und geht für eine konfigurierbare Zeit auf Empfangsbereitschaft. Vgl. hierzu auch die Parameter `WOR_Prescaler`, `WOR_Countdown` und `WOR_RXOnTime` (ab 12.1.26).

### 10.4 Sleep-Mode

Das Modul befindet sich im Zustand mit der geringsten Stromaufnahme. Es ist weder Funk- noch UART-Kommunikation möglich. Der Wechsel in einen der anderen Betriebsmodi erfolgt durch Erkennung einer fallenden Flanke am Pin `SLEEP`.

Bezüglich der Stromaufnahme in dieser Betriebsart beachte man auch die Anmerkung in Abschnitt 4.2.

## 11 Die Kommando-Schnittstelle

Die in 2.2.3 bereits erwähnten Kommandos sollen nachfolgend näher beschrieben werden.

### 11.1 Datenübertragung im Kommando-Modus

#### 11.1.1 CMD\_DATA\_REQ

Dieses Kommando dient zur einfachen Datenübertragung im Kommando-Modus. Die Übertragung erfolgt auf dem zuvor eingestellten Kanal (siehe 11.4) an die zuvor parametrisierte Zieladresse (siehe 11.5 und 11.6).

Dieses Kommando eignet sich besonders zur Übermittlung bei einer Punkt-zu-Punkt Verbindung. Die Anzahl der Nutzdatenbytes wird auf 128 limitiert, um einen Pufferüberlauf zu vermeiden.

Format (Limit 128 Nutzdatenbytes):

0x02 **0x00** < Anzahl Nutzdatenbytes > < Nutzdatenbytes > < PS >

Rückgabe:

0x02 **0x40** 0x01 < Status > < PS >

Status:

0x00: ACK erhalten, nur möglich falls MAC\_NumRetrys ungleich 0, siehe 12.1.12

0x01: kein ACK erhalten oder keines angefordert

#### 11.1.2 CMD\_DATAEX\_REQ

Dieses Kommando dient zur Datenübertragung in einem Netzwerk mit mehreren Teilnehmern. Sowohl der zu verwendende Kanal als auch die Zieladresse (je nach parametrisiertem Adressierungsmodus) werden bei diesem Kommando mit übergeben. Die Anzahl der Nutzdatenbytes wird auf 127, 126 bzw. 125 limitiert um einen Pufferüberlauf zu vermeiden.

Format im Adressierungsmodus 0 (Limit 127 Nutzdatenbytes):

0x02 **0x01** < Anzahl Nutzdatenbytes + 1 > < Kanal > < Nutzdatenbytes > < PS >

Format im Adressierungsmodus 1 (Limit 126 Nutzdatenbytes):

0x02 **0x01** < Anzahl Nutzdatenbytes + 2 > < Kanal > < Zieladresse > < Nutzdatenbytes > < PS >

Format im Adressierungsmodus 2 (Limit 125 Nutzdatenbytes):

0x02 **0x01** < Anzahl Nutzdatenbytes + 3 > < Kanal > < Ziel-Netz ID > < Zieladresse > < Nutzdatenbytes > < PS >

Rückgabe:

0x02 **0x40** 0x01 < Status > < PS >

Status:

0x00: ACK erhalten, nur möglich falls MAC\_NumRetrys ungleich 0, siehe 12.1.12

0x01: kein ACK erhalten oder keines angefordert

0x02: ungültiger Kanal gewählt

### 11.1.3 CMD\_DATAEX\_IND

Dieses Telegramm zeigt den Empfang von Datenbytes an und stellt das Pendant zum Kommando CMD\_DATA\_REQ und CMD\_DATAEX\_REQ dar. Neben der Empfangsfeldstärke (RSSI-Wert) wird in diesem Telegramm (je nach parametrimtem Adressierungsmodus) auch die Adresse des Absenders angegeben.

Format im Adressierungsmodus 0 (maximal 127 Byte Nutzdaten):

0x02 **0x81** < Anzahl Datenbytes + 1 > < Datenbytes > < Feldstärke > < PS >

Format im Adressierungsmodus 1 (maximal 126 Byte Nutzdaten):

0x02 **0x81** < Anzahl Datenbytes + 2 > < Absenderadresse > < Datenbytes > < Feldstärke > < PS >

Format im Adressierungsmodus 2 (maximal 125 Byte Nutzdaten):

0x02 **0x81** < Anzahl Datenbytes + 3 > < Absender-Netz ID > < Absenderadresse > < Datenbytes > < Feldstärke > < PS >

Zur Interpretation der Feldstärke siehe 11.10.

### 11.1.4 CMD\_DATARETRY\_REQ

Dieses Kommando löst die erneute Sendung der zuvor mit CMD\_DATA\_REQ bzw. CMD\_DATAEX\_REQ übergebenen Daten aus. Eine erneute Übertragung der Daten über die serielle Schnittstelle kann somit entfallen.

Die gepufferten Daten gehen verloren, sobald neue Daten per UART versendet oder Daten per Funk empfangen werden.

Format:

0x02 **0x02** 0x00 0x00

Rückgabe:

0x02 **0x40** 0x01 < Status > < PS >

Status:

0x00: ACK erhalten, nur möglich falls MAC\_NumRetrys ungleich 0, siehe 12.1.12

0x01: kein ACK erhalten oder keines angefordert

0x03: Keine Daten vorhanden (z. B. überschrieben durch Datenempfang per Funk)

## 11.2 CMD\_SET\_MODE\_REQ

Dieses Kommando dient dem Umschalten des Betriebsmodus und kann z. B. zum Verlassen des Kommando-Modus verwendet werden (derzeit einzige Anwendung).

Format:

0x02 **0x04** 0x01 < gewünschter Betriebsmodus > < PS >

Beispiel (Kommandomodus verlassen):

0x02 0x04 0x01 0x00 0x07

Rückgabe:

0x02 **0x44** 0x01 < neu konfigurierter Betriebsmodus > < PS >

Rückgabe für obiges Beispiel:

0x02 0x44 0x01 0x00 0x47

Folgende Betriebsmodi sind definiert:

- Mode 0 (0x00): transparente Datenübertragung
- Mode 16 (0x10): Kommando-Modus

### 11.3 CMD\_RESET\_REQ

Dieses Kommando löst einen Software-Reset des Moduls aus. Der Reset wird nach Ausgabe der Quittung durchgeführt.

Format:

0x02 **0x05** 0x00 0x07

Rückgabe:

0x02 **0x45** 0x01 < Status > < PS >

Status:

0x00: Erfolg

### 11.4 CMD\_SET\_CHANNEL\_REQ

Dieses Kommando dient der Umschaltung des Funkkanals. Im Gegensatz zum nichtflüchtigen Parameter PHY\_DefaultChannel (siehe 12.1.21) handelt es sich um einen flüchtigen Laufzeitparameter.

Format:

0x02 **0x06** 0x01 < 1 Byte Kanal > < PS >

Beispiel (Auswahl des Kanals 108):

0x02 0x06 0x01 0x6C 0x69

Rückgabe:

0x02 **0x46** 0x01 < Neuer Kanal > < PS >

Rückgabe für obiges Beispiel:

0x02 0x46 0x01 0x6C 0x29

Die Nummer des neu eingestellten Kanals wird zurückgegeben. Bei Überschreiten des zulässigen Frequenzbereichs wird automatisch der jeweils zulässige untere oder obere Kanal konfiguriert und dieser zurückgegeben.

### 11.5 CMD\_SET\_DESTNETID\_REQ

Dieses Kommando dient der Konfiguration der Ziel-Netz ID im Adressierungsmodus 2. Im Gegensatz zum nichtflüchtigen Parameter MAC\_DestNetID (siehe 12.1.14) handelt es sich um einen flüchtigen Laufzeitparameter.

Format:

0x02 **0x07** 0x01 < 1 Byte Ziel-Netz ID > < PS >

Rückgabe:

0x02 **0x47** 0x01 < Status > < PS >

Status:

0x00: Erfolg

### 11.6 CMD\_SET\_DESTADDR\_REQ

Dieses Kommando dient der Konfiguration der Zieladresse im Adressierungsmodus 1 und 2. Im Gegensatz zum nichtflüchtigen Parameter `MAC_DestAddrLSB` (siehe 12.1.15) handelt es sich um einen flüchtigen Laufzeitparameter.

Format:

0x02 0x08 0x01 < 1 Byte Zieladresse > < PS >

Rückgabe:

0x02 0x48 0x01 < Status > < PS >

Status:

0x00: Erfolg

### 11.7 CMD\_SET\_REQ

Dieses Kommando erlaubt die direkte Manipulation der Parameter im nichtflüchtigen Speicher des Moduls. Hierbei wird auf die entsprechenden Parameter mittels der in Tabelle 8 beschriebenen Speicherstelle zugegriffen.

Es können sowohl einzelne als auch mehrere, hintereinander im Speicher liegende Parameter gleichzeitig verändert werden.

Die Eingabe von Parametern mit einem Umfang von 2 Byte oder mehr muss mit dem geringstwertigen Byte voran erfolgen (LSB first).

**Achtung: Es erfolgt keine Gültigkeitsprüfung der übergebenen Parameter. Falsche Werte können zur Fehlfunktion des Gerätes führen!**

**Achtung: Das Abspeichern der Parameter im Flash-Speicher des Moduls erfordert es, dass zunächst das entsprechende Speichersegment komplett gelöscht und sodann aus dem RAM wiederhergestellt wird. Erfolgt während dieses Vorgangs ein Reset (z. B. durch Schwankungen der Versorgungsspannung), so kann der komplette Speicherbereich zerstört werden. Das Modul ist in diesem Fall evtl. nicht mehr verwendbar, die Firmware muss per „ACC“ neu eingespielt werden. Empfehlung: erst die Konfiguration des Moduls mittels `CMD_GET_REQ` verifizieren, nur bei Bedarf schreiben.**

Format:

0x02 **0x09** < Anzahl Bytes + 2 > < Speicherstelle > < Anzahl Bytes > < Parameter > < PS >

Rückgabe:

0x02 **0x49** 0x01 < Status > < PS >

Status:

0x00: Erfolg

0x01: ungültige Speicherstelle (Schreibzugriff auf unerlaubten Bereich > 79 / 0x4F)

0x02: ungültige Anzahl zu schreibender Bytes (Schreibzugriff auf unerlaubten Bereich > 0x4F)

Beispiel 1: Setzen der Anzahl der Funkwiederholungen (Parameter MAC\_NumRetrys, gemäß Tabelle 8 Speicherstelle 20):

0x02 **0x09** 0x03 0x14 0x01 < MAC\_NumRetrys > < PS >

Beispiel 2: Setzen der 3 Register zur Baudrateneinstellung (UART\_MCTL, UART\_BR0 und UART\_BR1). UART\_MCTL hat gemäß Tabelle 8 die Speicherstelle 2:

0x02 **0x09** 0x05 0x02 0x03 < UART\_MCTL > < UART\_BR0 > < UART\_BR1 > < PS >

## 11.8 CMD\_GET\_REQ

Dieses Kommando erlaubt die Abfrage von einzelnen oder mehreren nichtflüchtigen Parametern (siehe 12.1). Es wird die angeforderte Anzahl an Bytes ab der angegebenen Speicherstelle zurückgegeben.

Es können sowohl einzelne als auch mehrere, hintereinander im Speicher liegende Parameter gleichzeitig abgerufen werden.

Die Ausgabe von Parametern mit einem Umfang von 2 Byte oder mehr erfolgt mit dem geringstwertigen Byte voran (LSB first).

Format:

0x02 **0x0A** 0x02 < Speicherstelle > < Anzahl Bytes > < PS >

Beispiel (Abfrage aller Parameter):

0x02 **0x0A** 0x02 0x00 0x80 0x8A

Rückgabe:

0x02 **0x4A** < Anzahl Bytes + 2 > < Speicherstelle > < Anzahl Bytes > < Parameter > < PS >

Ein Lesezugriff auf den Speicherbereich hinter den in Tabelle 8 dokumentierten Parametern wird unterbunden. Speicherstelle und Anzahl der Bytes werden entsprechend limitiert. Somit ist die letzte Speicherstelle, die ausgelesen werden kann 79 (0x4F).

## 11.9 CMD\_SERIALNO\_REQ

Dieses Kommando dient der Abfrage der individuellen Seriennummer des Moduls.

Format:

0x02 **0x0B** 0x00 0x09

Rückgabe:

0x02 **0x4B** 0x04 < 4 Byte Seriennummer > < PS >

Die Rückgabe erfolgt mit dem höchst wertigen Byte voran, wobei dieses Byte das Produkt identifiziert („Produkt-ID“).

## 11.10 CMD\_RSSI\_REQ

Dieses Kommando liefert den aktuellen, vom Transceiver-IC ermittelten Empfangspegel als vorzeichenbehaftete Zahl (Zweier-Komplement) zurück.

Format:

0x02 **0x0D** 0x00 0x0F

Rückgabe:

0x02 **0x4D** 0x01 < Empfangspegel > < PS >

Der Empfangspegel  $RSSI_{dBm}$  in dBm ergibt sich aus dem so erhaltenen Wert gemäß folgender Anleitung:

1. Konvertieren des Hexadezimalen Wertes in einen dezimalen  $RSSI_{dez}$
2. Falls  $RSSI_{dez} \geq 128$ :  $RSSI_{dBm} = (RSSI_{dez} - 256) / 2 - RSSI_{Offset}$
3. Ansonsten ( $RSSI_{dez} < 128$ ):  $RSSI_{dBm} = RSSI_{dez} / 2 - RSSI_{Offset}$

Bei  $RSSI_{Offset}$  handelt es sich dabei um einen von der Datenrate abhängigen Korrekturfaktor gemäß Tabelle 6 (AMB8420) bzw. und Tabelle 7 (AMB2520).

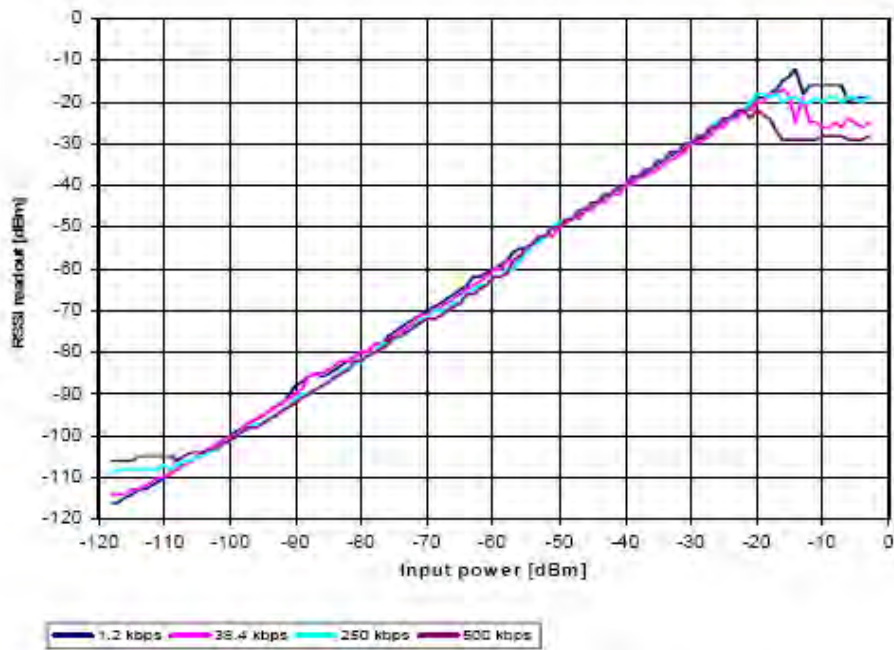
Der Zusammenhang zwischen dem so errechneten Wert und dem physikalischen Empfangspegel in dBm ist nicht im gesamtem Betriebsbereich linear und wird in Abbildung 2 bzw. Abbildung 3 dargestellt.

Datenrate	RSSI-Offset
1.2 kbps	74
38.4 kbps	74
250 kbps	78

**Tabelle 6** Datenratenabhängiger RSSI-Offset für das **AMB8420**  
(aus [2])

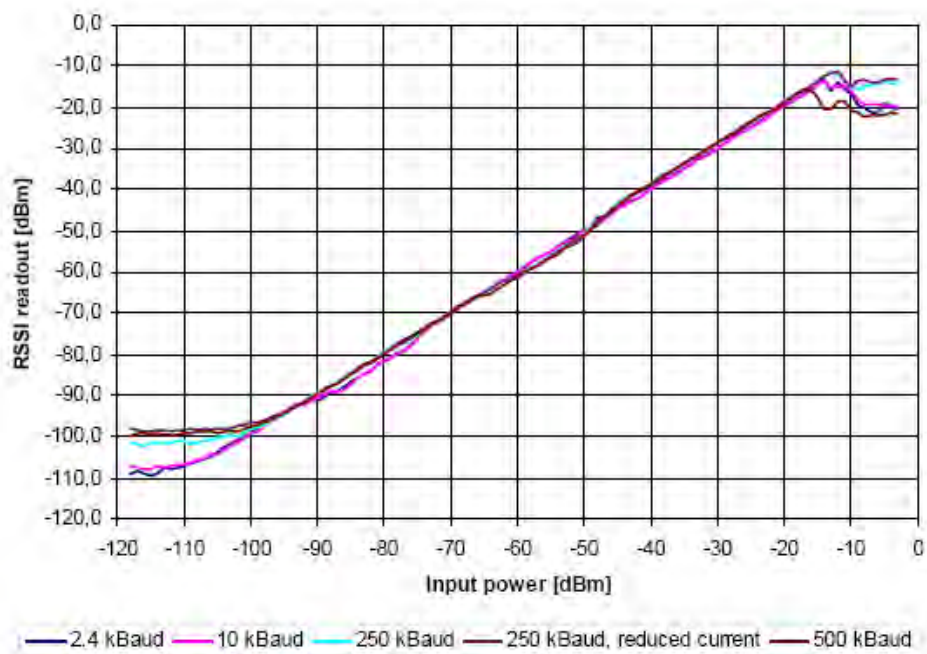
Datenrate	RSSI-Offset
2,4 kbps	71
10 kbps	69
250 kbps	72
500 kbps	72

**Tabelle 7** Datenratenabhängiger RSSI-Offset für das **AMB2520**  
(aus [3])



**Abbildung 2**

Zusammenhang zwischen Empfangspegel und ausgelesenem RSSI-Wert für das **AMB8420** (aus [2])



**Abbildung 3**

Zusammenhang zwischen Empfangspegel und ausgelesenem RSSI-Wert für das **AMB2520** (aus [3])

## 11.11 CMD\_ERRORFLAGS\_REQ

Dieses Kommando liefert interne Fehlerzustände zurück.

Format:

0x02 **0x0E** 0x00 0x0C

Rückgabe:

0x02 **0x4E** 0x02 < Fehlerflags MSB > < Fehlerflags LSB >< PS >

Ein Rückgabewert der Fehlerflags von „0“ bedeutet, dass kein Fehler vorliegt. Nach der Abfrage und bei einem Reset wird der Wert zurückgesetzt.

Die Bedeutung der Fehlerflags wird hier nicht weiter beschrieben.

## 12 Konfigurationsparameter

### 12.1 Nichtflüchtige Konfigurationsparameter

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten nichtflüchtigen Parameter können mittels der entsprechenden Befehle im Konfigurationsmodus (CMD\_SET\_REQUEST, siehe 11.7) des Moduls bzw. durch Verwendung der Windows-Software „ACC“ modifiziert werden. Diese Parameter sind dauerhaft im Flash des Moduls abgelegt.

**Warnung: Es erfolgt keine Gültigkeitsprüfung der übergebenen Parameter. Falsche Werte können zur Fehlfunktion des Gerätes führen!**

Bezeichnung Bezeichnung in ACC	Kurzbeschreibung	Zulässige Werte	Default AMB8420 / AMB2520	Speicher- stelle	Anzahl Bytes
UART_CTL Data Format	Kontroll-Register für Datenformat UART	Vgl. Tabelle 9	16	0	1
UART_TCTL	Kontroll-Register für Baudrate (nur nach Rücksprache ändern!)	32	32	1	1
UART_MCTL MCTL	Kontroll-Register zur Feineinstellung der UART Baudrate, zur Berechnung siehe [1]	0 - 255	0 / 68	2	1
UART_BR0 BR0	Prescaler zur Baudrateneinstellung (LSB), zur Berechnung siehe [1]	0 - 255	113 / 156	3	1
UART_BR1 BR1	Prescaler zur Baudrateneinstellung (MSB), zur Berechnung siehe [1]	0 - 255	2 / 0	4	1
UART_PktMode Packetizing Mode	Wählt Verfahren zur Paketbildung	0 oder 1	0	5	1

Bezeichnung Bezeichnung in ACC	Kurzbeschreibung	Zulässige Werte	Default AMB8420 / AMB2520	Speicher- stelle	Anzahl Bytes
UART_PktSize Packet Size	Anzahl Zeichen für Sendebeginn bei fester Paketgröße	1 - 128	128	7	1
UART_RTSLimit /RTS Limit	Anzahl Zeichen, nach deren Empfang /RTS reagiert	1 - 128	112	8	1
UART_ETXChar ETX Character	Endezeichen zur Kennzeichnung eines Datenpaketes. Empfang löst Funkübertragung aus	0 - 255	10	9	1
UART_Timeout Timeout	Wartezeit nach letztem Zeichen, bevor per UART empfangenen Daten per Funk versendet werden (in Millisekunden)	0 – 65535	5	12	2
UART_DIDelay Data Indication Delay	Delay zwischen Signalisierung durch Pin /DATA_INDICATION und Beginn der Ausgabe per UART	0 – 65535	0	14	2
MAC_NumRetrys Retrys	Anzahl der Funkwiederholungen	0 – 255	0	20	1
MAC_AddrMode Addressing Mode	Zu verwendender Adressierungsmodus	0/1/2	0	21	1
MAC_DestNetID Dest. Net ID	Default Ziel-Netz ID	0 – 255	0	24	1
MAC_DestAddrLSB Dest. Device Address	Default Ziel-Adresse (LSB)	0 – 255	0	25	1
MAC_SourceNetID Local Net ID	Eigene Netz ID	0 – 254	0	28	1
MAC_SourceAddrLSB Local Device Address	Eigene Adresse (LSB)	0 – 254	0	29	1
MAC_ACKTimeout ACK Timeout	Wartezeit auf Funk- Quittung in Millisekunden	0 – 65535	10	32	2
PHY_FIFOPrecharge FIFO Precharge	Füllstand des FIFOs vor Auslösen des Sendevorgangs (nur nach Rücksprache ändern!)	8 – 64	8	40	1

Bezeichnung Bezeichnung in ACC	Kurzbeschreibung	Zulässige Werte	Default AMB8420 / AMB2520	Speicher- stelle	Anzahl Bytes
PHY_PAPower PA Power	Sendeleistung. Wertebereich abhängig von HF- Konfiguration	0 - 255	195 / 255	41	1
PHY_DefaultChannel Default Channel	Verwendeter Funkkanal nach Reset. Wertebereich abhängig von HF- Konfiguration	0 - 255	106 / 79	42	1
PHY_CCARSSILevel CCA RSSI Level	Feldstärkepegel für „Kanal-frei“ Erkennung (noch nicht unterstützt)	0 - 255	0	43	1
OpMode Mode	Betriebsmodus	0,16	0	60	
MSP_RSELx DCO Resistor Sel.	Startwert für Regelschleife DCO Kalibrierung nach System-Reset (nur nach Rücksprache ändern!)	0 - 7	7	61	1
MSP_DCOCTL DCO Control	Startwert für Regelschleife DCO Kalibrierung nach System-Reset (nur nach Rücksprache ändern!)	0 - 255	110	62	1
WOR_Prescaler Prescaler	Dauer eines Wake-Up- Zyklus' für periodisches Aufwachen im WOR- Mode	0 – 65535	4096	64	2
WOR_Countdown Countdown	Anzahl Wake-Up- Zyklen vor Aufwachen im WOR-Mode	0 – 65535	5	66	2
WOR_RXOnTime RX On Time	Dauer Empfangsbereitschaft im WOR-Mode	0 – 65535	1000	68	2
CfgFlags Configuration Flags (Hex.)	Flags zur Einstellung verschiedener Eigenschaften, siehe 12.1.29	0 – 65535	0 (0x0000)	72	2
Synch1 Synch1	Synchwort MSB für Transceiver (nur nach	0 - 255	211	76	1

Bezeichnung Bezeichnung in ACC	Kurzbeschreibung	Zulässige Werte	Default AMB8420 / AMB2520	Speicher- stelle	Anzahl Bytes
	Rücksprache ändern!)				
Synch0 Synch0	Synchwort LSB für Transceiver (nur nach Rücksprache ändern!)	0 - 255	145	77	1

**Tabelle 8** Übersicht über die nichtflüchtigen Konfigurationsparameter

### 12.1.1 UART\_CTL

Mit Hilfe der oberen 4 Bit in diesem Register kann das Datenformat der UART eingestellt werden. Die Bedeutung dieser Bits ergibt sich aus Tabelle 9.

Bit Nr.	Beschreibung
0 bis 3 (0x0F)	Reserviert, muss immer auf 0 stehen
4 (0x10)	Ist dieses Bit gesetzt, beträgt die <b>Zeichenlänge</b> 8 Bit, sonst 7 Bit.
5 (0x20)	Dieses Bit wählt die <b>Anzahl der Stopbits</b> . Ist das Bit gesetzt, werden 2 Stop Bits verwendet, sonst 1.
6 (0x40)	Ist dieses Bit gesetzt, wird <b>gerade Parität</b> , sonst <b>ungerade Parität</b> verwendet.
7 (0x80)	Dieses Bits schaltet die Verwendung von <b>Parität</b> ein (wenn gesetzt).

**Tabelle 9** Einstellung des Datenformates

### 12.1.2 UART\_TCTL

Dieses Register wählt die Quelle zur Erzeugung der UART-Taktrate aus. Im Moment darf hierfür nur der Wert 32 verwendet werden.

### 12.1.3 UART\_MCTL

Die Register UART\_MCTL, UART\_BR0 und UART\_BR1 erlauben die Einstellung der UART Baudrate. Zur Berechnung der entsprechenden Einstellungen siehe [1].

### 12.1.4 UART\_BR0

Die Register UART\_MCTL, UART\_BR0 und UART\_BR1 erlauben die Einstellung der UART Baudrate. Zur Berechnung der entsprechenden Einstellungen siehe [1].

### 12.1.5 UART\_BR1

Die Register UART\_MCTL, UART\_BR0 und UART\_BR1 erlauben die Einstellung der UART Baudrate. Zur Berechnung der entsprechenden Einstellungen siehe [1].

### 12.1.6 UART\_PktMode

Wählt das zur Paketbildung herangezogene Verfahren für den transparenten Betriebsmodus aus. Es sind 2 Verfahren implementiert:

0. Modus 0: Hier wird gesendet, wenn entweder
  - a. das per `UART_Timeout` definierte Time-Out erreicht wurde oder
  - b. die per `UART_PktSize` definierte Anzahl an Bytes empfangen wurde oder
  - c. die Sendung der Daten per `/DATA_REQUEST`-Pin angefordert wurde
1. Modus 1: Hier wird gesendet, wenn entweder
  - a. das per `UART_ETXChar` definierte Zeichen erkannt wurde oder
  - b. die per `UART_PktSize` definierte Anzahl an Bytes empfangen wurde oder
  - c. die Sendung der Daten per `/DATA_REQUEST`-Pin angefordert wurde

### 12.1.7 UART\_PktSize

Anzahl an Bytes, nach der spätestens die Funksendung der über die UART empfangenen Daten erfolgt. Wird sowohl im Paketmodus 0 als auch 1 verwendet.

Wird im Kommando-Modus nicht verwendet.

### 12.1.8 UART\_RTSLimit

Anzahl an Bytes, nach dem das Host-System über `/RTS` zur Unterbrechung der Datenübertragung aufgefordert wird. Ist erforderlich, da je nach Host-System nicht mit einer unmittelbaren Reaktion auf das `/RTS`-Signal gerechnet werden kann (UART FIFO).

### 12.1.9 UART\_ETXChar

Endezeichen, welches die Sendung der über die UART empfangenen Daten auslöst. Wird nur im Paketmodus 1 verwendet. Das ETX-Endezeichen wird bei der Funkübertragung wie ein normales Zeichen behandelt.

Wird im Kommando-Modus nicht verwendet.

### 12.1.10 UART\_Timeout

Wartezeit in Millisekunden nach Empfang des letzten Zeichens auf der UART, bevor mit der Funksendung der über die UART empfangenen Daten begonnen wird. Wird nur im Paketmodus 0 verwendet.

Im Kommando-Modus wird der Sendezeitpunkt durch das eindeutig definierte Ende des Kommandos-Telegramms bestimmt. Der Parameter `UART_Timeout` wird hier dazu verwendet, nach Empfang des Startzeichens STX die bis dahin erhaltenen Zeichen zu verwerfen, falls eine entsprechende Pause erkannt wird. Danach wird erneut auf den Empfang eines STX gewartet.

### 12.1.11 UART\_DIDelay

Dieser Parameter bestimmt die Dauer in Millisekunden zwischen der Signalisierung ankommender Funkdaten über den Pin `/DATA_INDICATION` und der Ausgabe der Daten über die UART. Diese Verzögerung kann genutzt werden, um z. B. ein „schlafendes“ Host-System auf den Empfang der Daten vorzubereiten. Ab SW-Version 3.2 auch im Kommando-Modus gültig.

### 12.1.12 MAC\_NumRetrys

Bestimmt die Anzahl der maximal zu sendenden Funkwiederholungen. Wird dieser Parameter auf einen Wert ungleich 0 gesetzt, wird das Empfängermodul automatisch zur Sendung einer Funk-Quittung aufgefordert.

### 12.1.13 MAC\_AddrMode

Zu verwendender Adressierungsmodus. Folgende Modi sind implementiert:

0. Mode 0: keine Adresse
1. Mode 1: 1 Byte Adresse
2. Mode 2: 1 Byte Netz ID, 1 Byte Geräte-Adresse

**Achtung: Im Adressierungsmodus 0 führt die Verwendung von Funkquittungen zu Problemen, falls mehrere Funkmodule gleichzeitig angesprochen werden. Alle Module quittieren in diesem Fall den Empfang des Paketes gleichzeitig. Dieser Umstand führt dazu, dass die Funkquittung am sendenden Modul aufgrund der Kollision nicht empfangen werden kann, es wird die maximale Anzahl an Wiederholungen gesendet.**

### 12.1.14 MAC\_DestNetID

Nach Reset zur verwendende Ziel-Netz ID im Adressierungsmodus 2. Kann über das Kommando CMD\_SET\_DESTNETID\_REQ zur Laufzeit (flüchtig) geändert werden. Wird die spezielle Broadcast ID und Broadcastadresse auf 255 eingestellt, so wird der Sender von allen empfangen.

### 12.1.15 MAC\_DestAddrLSB

Nach Reset zu verwendende Zieladresse im Adressierungsmodus 1 und 2. Kann über das Kommando CMD\_SET\_DESTADDRESS\_REQ zur Laufzeit (flüchtig) geändert werden. Wird die spezielle Broadcastadresse auf 255 eingestellt (im Falle Adressierungsmodus 2 auch die Broadcast ID 255), so wird der Sender von allen empfangen.

### 12.1.16 MAC\_SourceNetID

Eigene Netz ID im Adressierungsmodus 2.

### 12.1.17 MAC\_SourceAddrLSB

Eigene zu verwendende Geräte-Adresse im Adressierungsmodus 1 und 2.

### 12.1.18 MAC\_ACKTimeout

Wartezeit auf Funkquittung, bevor eine Funkwiederholung ausgelöst wird. Die entsprechenden Werte werden in „ACC“ in Abhängigkeit von der konfigurierten HF-Datenrate selbstständig eingestellt.

HF-Datenrate	ACK-Timeout empfohlen
1,2 kbps	85 ms
2,4 kbps	45 ms
4,8 kbps	25 ms
10,0 kbps	15 ms

38,4 kbps	8 ms
76,8 kbps	6 ms
100,0 kbps	5 ms
250,0 kbps	5 ms
<b>Tabelle 10</b> Empfohlene Timeouts	

### 12.1.19 PHY\_FIFOPrecharge

Anzahl an Bytes, die im FIFO des Transceivers abgelegt werden, bevor der eigentliche Sendevorgang ausgelöst wird. Ist bei HF-Baudraten > 200kbps zur Vermeidung eines Buffer-Underruns erforderlich. Die entsprechenden Werte werden in „ACC“ in Abhängigkeit von der konfigurierten HF-Datenrate selbsttätig eingestellt.

### 12.1.20 PHY\_PAPower

HF-Ausgangsleistung des Moduls. Die maximal zulässige Ausgangsleistung ist von der verwendeten HF-Konfiguration abhängig. Der eingestellte Default-Wert stellt bereits die maximal mögliche Ausgangsleistung dar.

### 12.1.21 PHY\_DefaultChannel

Bestimmt den nach dem Reset des Moduls zu verwendenden Funkkanal.

### 12.1.22 PHY\_CCARSSILevel

Feldstärke, welche zur „Kanal-frei“ Beurteilung herangezogen wird (nicht implementiert).

### 12.1.23 OpMode

Der zu verwendende Betriebsmode nach Power-Up. Hier kann Mode 0 (transparente Datenübertragung) und 16 (Kommando-Mode) ausgewählt werden.

### 12.1.24 MSP\_RSELx

Startwert für ein Register, welches zur Einstellung der Prozessor-Geschwindigkeit verwendet wird. Die Regelung der Geschwindigkeit erfolgt permanent im Hintergrund, wobei zur Kalibrierung die Frequenz des Uhrenquarzes herangezogen wird. Durch entsprechende Einstellung dieses Registers kann die Start-Up-Zeit des Systems optimiert werden (nur nach Rücksprache verändern!).

### 12.1.25 MSP\_DCOCTL

Startwert für ein Register, welches zur Einstellung der Prozessor-Geschwindigkeit verwendet wird. Die Regelung der Geschwindigkeit erfolgt permanent im Hintergrund, wobei zur Kalibrierung die Frequenz des Uhrenquarzes herangezogen wird. Durch entsprechende Einstellung dieses Registers kann die Start-Up-Zeit des Systems optimiert werden (nur nach Rücksprache verändern!).

### 12.1.26 WOR\_Prescaler

Definiert, in welchen Abständen das Modul im Sleep-Mode aufwacht, um einen „Countdown“ (WOR\_Countdown) bis zur tatsächlichen Empfangsbereitschaft herunter zu zählen. Der Abstand (in Sekunden) berechnet sich durch:

$$T_{\text{Prescaler}} = \frac{\text{WOR\_Prescaler}}{4096}$$

### 12.1.27 WOR\_Countdown

Anzahl Prescaler-Zyklen („Countdown“), bevor das Modul im WOR-Mode in den Empfangszustand übergeht. Die Dauer bis zur selbsttätigen Empfangsbereitschaft berechnet sich hiermit wie folgt:

$$T_{\text{WOR}} = \frac{\text{WOR\_NumCycles} \cdot \text{WOR\_Prescaler}}{4096}$$

### 12.1.28 WOR\_RXOnTime

Definiert die Dauer in Millisekunden, die das Modul im WOR-Mode nach dem Aufwachen empfangsbereit ist, bevor es wieder in den Sleep-Mode wechselt.

### 12.1.29 CfgFlags

16 Bit breites Bitfeld, in dem die Verwendung einzelner Pins oder Signale abgeschaltet werden kann. Eine Beschreibung der entsprechenden Flags findet sich in Tabelle 11.

Bit Nr.	Beschreibung
0 (0x0001)	Ist dieses Bit gesetzt, wird die Funktion des Pins <b>/CONFIG</b> abgeschaltet. Ein Umschalten in den Kommando-Mode über diesen Pin ist dann nicht mehr möglich.
1 (0x0002)	Ist dieses Bit gesetzt, wird die Funktion des Pins <b>/DATA_REQUEST</b> abgeschaltet. Daten können daraufhin nicht mehr unter Verwendung dieses Pins versendet werden.
2 (0x0004)	Ist dieses Bit gesetzt, wird die Erkennung des <b>Break-Signals</b> an der UART Schnittstelle unterdrückt. Ein Umschalten in den Kommando-Mode über ein solches Signal ist dann nicht mehr möglich.
3 (0x0008)	Ist dieses Bit gesetzt, wird der Zustand der Pins <b>SLEEP</b> und <b>TRX_DISABLE</b> nicht beachtet. Das Modul kann nicht mehr über diese Pins in die verschiedenen Stromspar-Modi versetzt werden.
4 (0x0010)	Reserviert
5 (0x0020)	Ist dieses Bit gesetzt, wird jedes beliebige Zeichen als gültige <b>Prüfsumme</b> im Kommando-Mode akzeptiert.
6 (0x0040)	Reserviert
7 (0x0080)	Ist dieses Bit gesetzt, unterbleibt die Adressauswertung. Das betreffende Module kann als „Paket-Sniffer“ zur Überwachung einer Funkstrecke verwendet werden (ab Version 3.2).
9 bis 15 (0xFF00)	Reserviert

**Tabelle 11** Konfigurationsflags

**Achtung: Werden sowohl Bit 0 als auch Bit 2 gesetzt, kann das Modul nicht mehr in den Konfigurationsmodus versetzt werden! Ein erneuter Zugriff auf die Betriebsparameter ist nur noch mit Hilfe des Programms „ACC“ möglich.**

## **13 Inbetriebnahme**

### **13.1 Minimalkonfiguration**

Die Module sind im Auslieferungszustand direkt betriebsbereit, folgende Pins sind in der Minimalkonfiguration erforderlich: VCC, GND, UTXD und URXD.

Soll das Modul an einem PC betrieben werden, ist die Verwendung eines Pegelwandlers (TTL auf RS232) erforderlich.

Alle Modul-Eingänge (SLEEP, TRX\_DISABLE, /CONFIG und /DATA\_REQUEST) sind in der Default-Konfiguration aktiviert und müssen, wenn sie nicht genutzt werden sollen, auf GND geschaltet werden (siehe Tabelle 2).

### **13.2 Übertragung großer Datenmengen**

Bei der Übertragung größerer Datenmengen ist die beschränkte Puffergröße im Modul zu beachten, Daten können nur paketweise übertragen werden. In diesem Fall sollte der Pin /RTS verwendet werden (Flusssteuerung).

### **13.3 Einsatz mehrerer Module, Verwendung von Adressen, Kanalwechsel**

In diesem Fall empfiehlt sich der Anschluss des /CONFIG-Pins, um die erforderlichen Einstellungen im Kommando-Modus einfach vornehmen zu können.

### **13.4 Verwendung der Low-Power Funktionalität**

In diesem Fall empfiehlt sich der Anschluss der Pins SLEEP, TRX\_DISABLE und /DATA\_INDICATE. Auch der /CONFIG-Pin sollte auf einem definierten Pegel liegen (siehe Abschnitt 4.2).

### **13.5 Minimierung von Latenzzeiten**

Die bei der Paketbildung auftretenden Latenzzeiten (siehe Kapitel 9) können durch Verwendung des Pins /DATA\_REQUEST minimiert werden, falls weder feste Paketgrößen noch ein festes Zeichen zur Paket-Terminierung zum Einsatz kommen.

## **14 Firmware-Update**

Die Firmware des Moduls kann unter Verwendung des PC-Programms „ACC“ über die serielle Schnittstelle erneuert werden. Falls das Modul nicht an einem PC betrieben wird, sollte für diesen Fall die UART des Moduls z. B. mittels geeigneter Steckkontakte zugänglich gemacht werden. Für diesen Vorgang sind lediglich die Signale UTXD und URXD erforderlich.

Zum Anschluss an den PC ist ein Pegelwandler (TTL auf RS232) erforderlich.

### **14.1 Update von früheren FW-Versionen (< 3.0.0)**

Sollen FW-Versionen < 3.0.0 aktualisiert werden, so ist bei der Verwendung von ACC die Option „Update factory settings“ zu aktivieren. Dieser Vorgang gewährleistet, dass die neu in die Factory-Settings des Moduls hinzugefügten Parameter ebenfalls überschrieben werden. Siehe hierzu Abbildung 4.

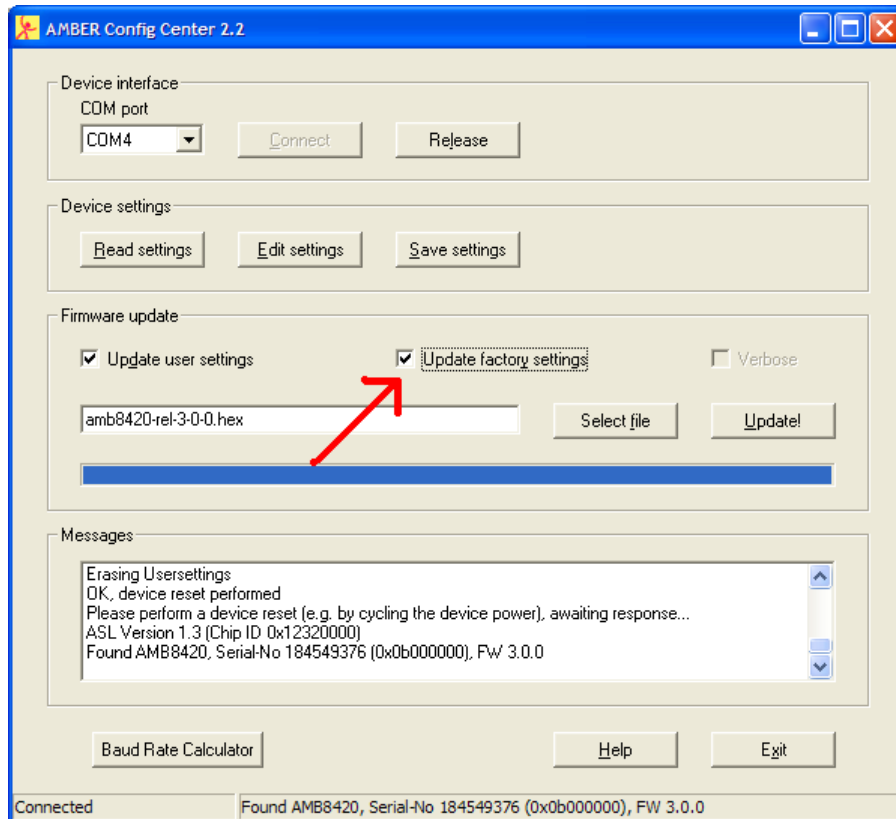
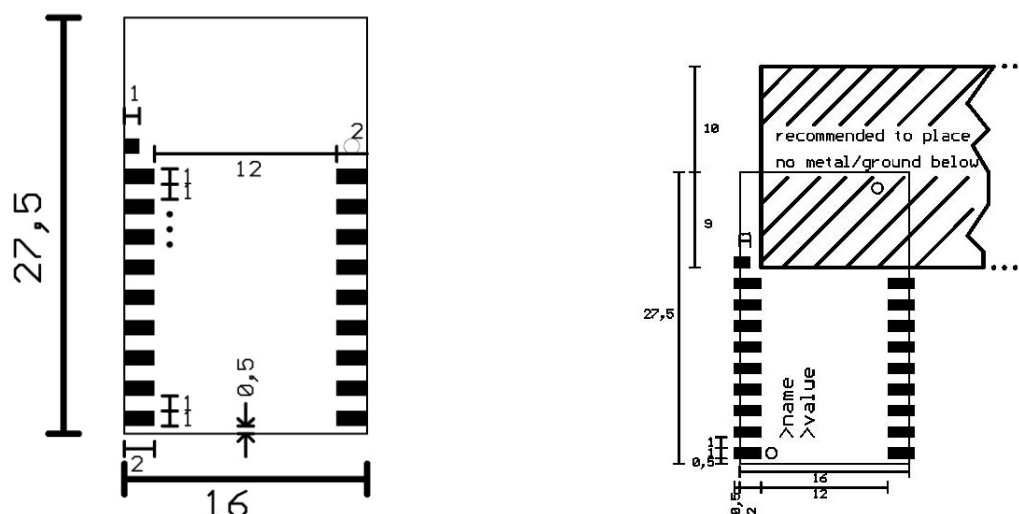


Abbildung 4 FW-Update für Versionen < 3.0.0

## 15 Fertigungshinweise

### 15.1 Vorschlag zur Dimensionierung des Footprints



**Abbildung 5**  
Maßzeichnung AMB8420

**Abbildung 6**  
Vorschlag für Footprint

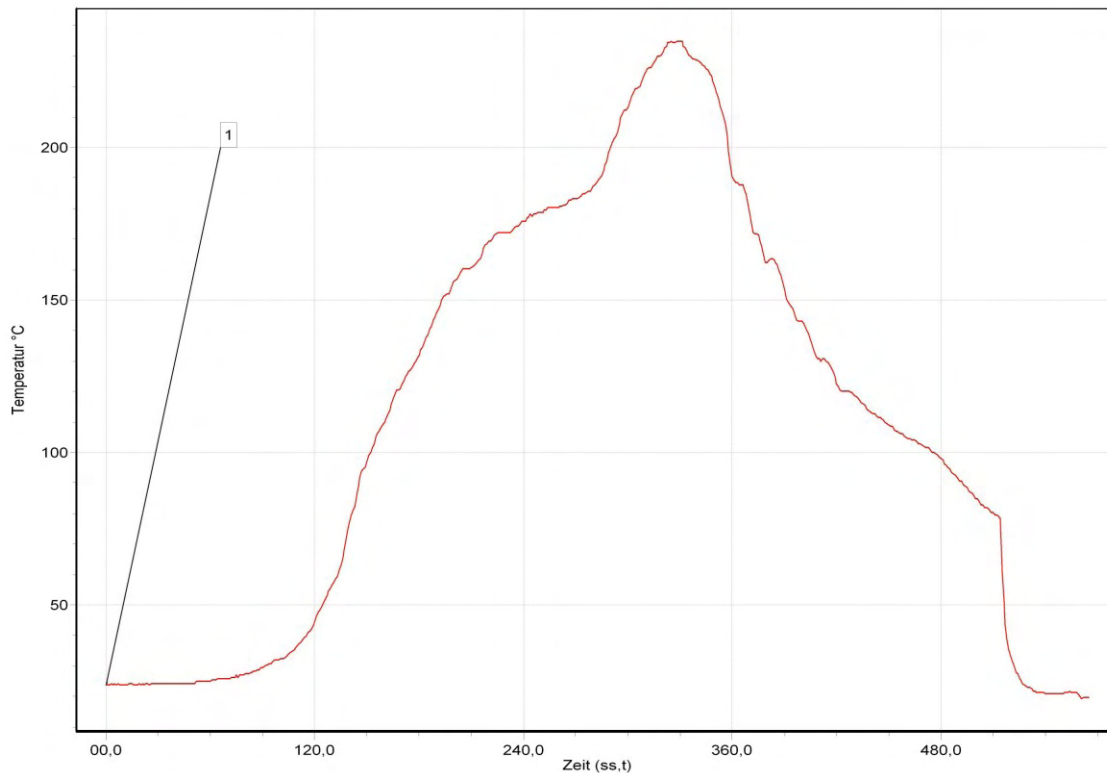
Bemaßung in mm. Beim Layouten einer Trägerplatine für das AMB8420 sind folgende Dinge zu beachten:

- Im Bereich der Keramikantenne soll sich entsprechend Abbildung 6 keine Massefläche oder Metall befinden, d. h. entsprechend der Draufsicht rechts gar nicht, oberhalb, sofern es sich nicht vermeiden lässt in einem Abstand von 10mm.
- Der Toplayer der Trägerplatine sollte unterhalb des AMB8420 frei von Leiterbahnen / Vias gehalten werden, da es lediglich mit Lötstopplack überzogen ist (keine guten Isolationseigenschaften) und sich nicht abgedeckte Durchkontaktierungen auf der Unterseite des AMB8420 befinden.
- Leiterbahnen unter dem AMB8420 sollten nur bei der Ausführung als Mehrfachlayer mit Layer2 als Masselayer auf den somit abgeschirmten unteren Layern gezogen werden.

**Achtung: Wird der Abstand von 12 mm zwischen den Pad Reihen nicht eingehalten, besteht große Kurzschlussgefahr von VCC gegen GND!**

## 15.2 Löten

- Vakuum verpackte Bestellmengen sind Reflow geeignet
- Abhängig von den benutzten Bauteile dürfen die in der J-STD-020 angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden
- Empfehlung für die Temperaturkurve für den Lötoven kann nicht gemacht werden, da diese von der Basisplatine, Anzahl und Beschaffenheit der Bauteile und der benutzten Lötpaste abhängt (eigenen Bestücker zurate ziehen).
- Abbildung 7 zeigt als Beispiel die Lötcurve die, für eine ca. 31cm<sup>2</sup> große, einseitig flächig bestückte Trägerplatine bereits genutzt wurde.



**Abbildung 7:**

Beispiel einer Temperaturkurve – Achtung, muss entsprechend der Beschaffenheit der Trägerplatine angepasst werden!

## 16 Versionshistorie

### 16.1 Software

Version 3.0

- Produktfreigabe

Version 3.1

- Bugfix „Break-Erkennung“

Version 3.2

- Bugfix UART\_DIDelay im Kommando-Modus
- Sniffer-Mode mittels CfgFlags
- SPI-Variante verfügbar

### 16.2 Handbuch

Version 3.6 (gültig für SW-Version 3.0, 3.1 und 3.2)

- Klarstellung Paketbildung im Kommando-Modus (betrifft auch /DATA\_REQUEST)
- Auslesen des RSSI-Wertes: Spezifikation für AMB2520 ergänzt
- Elektrische Parameter AMB2520 ergänzt

- Umschalten in den Kommando-Mode erst mit Verzögerung nach /RTS Low (2.2.1)
- Timing-Parameter ergänzt
- Einschränkungen Kanaltabelle AMB2520 ergänzt

#### Version 3.7

- Konformitätserklärungen aktualisiert

#### Version 3.8

- Rechtschreibfehler korrigiert

#### Version 3.9

- Aussagen zur regulatorischen Konfomität ergänzt

## 17 Referenzen

- [1] Zur Berechnung der Baudratenregister UART\_MCTL, UART\_BR0 und UART\_BR1 ist in ACC das Tool „Baud Rate Calculator“ integriert. Zur Konfiguration einer Standard-Baudrate steht in ACC ein Drop Down Auswahlfeld mit automatischer Berechnung und Parametrierung der Baudratenregister zur Verfügung.
- [2] “CC1100 Single-Chip Low Cost Low Power RF-Transceiver (Rev. B)”, Texas Instruments
- [3] “CC2500 Single-Chip Low Cost Low Power RF-Transceiver (Rev. B)”, Texas Instruments
- [4] “AMB8420 Datenblatt”, AMBER wireless GmbH
- [5] “AMB2520 Datenblatt”, AMBER wireless GmbH
- [6] „AMB8420 / AMB2520 SPI-Betrieb“ AMBER wireless GmbH

## **18 Informationen zur regulatorischen Konformität**

### **18.1 Wichtige Hinweise**

Die Nutzung von Funkfrequenzen unterliegt nationalen Bestimmungen. Das AMB8420 / AMB2520 wurde unter Berücksichtigung der Anforderungen der R&TTE-Richtlinie 1999/5/EG der Europäischen Union (EU) entwickelt.

Das AMB8420 / AMB2520 kann ohne Notifizierung lizenzfrei innerhalb der EU verwendet werden. Gemäß der R&TTE-Richtlinie können aber beispielsweise Beschränkungen des Duty-Cycles oder der maximal zulässigen Sendeleistung gelten.

### **Konformitätsbewertung des Endprodukts**

Die AMB8420 / AMB2520 ist eine Baugruppe und ist bestimmt für die Integration in andere Produkte (ein Produkt, in das ein AMB8420 / AMB2520 integriert wird, wird fortan als „Endprodukt“ bezeichnet).

Es liegt in der Verantwortung des Herstellers des Endproduktes sicherzustellen, dass das Endprodukt den Anforderungen der R&TTE-Richtlinie der Europäischen Union entspricht.

Die von AMBER wireless GmbH durchgeführte Konformitätsbewertung der Baugruppe AMB8420 / AMB2520 ersetzt nicht die Notwendigkeit der Konformitätsbewertung des Endprodukts bezüglich der R&TTE Richtlinie!

### **Haftungsausschlussklausel**

Die relevanten regulatorischen Anforderungen können sich ändern. AMBER wireless GmbH übernimmt keine Garantie für die Richtigkeit und Vollständigkeit der oben aufgeführten Informationen. Richtlinien, technische Standards, Verfahrensanweisungen und ähnliches können von den jeweiligen nationalen Behörden unterschiedlich interpretiert werden. Ebenso können nationale Gesetze und Bestimmungen je nach Land variieren. Im Zweifelsfall oder bei Unsicherheit empfehlen wir, die jeweilig zuständigen Landesbehörden bzw. offiziellen Organisationen zu konsultieren. AMBER wireless GmbH ist von jeglicher Verantwortung und Haftung bezüglich der Einhaltung der regulatorischen Konformität freigestellt.

## 18.2 Konformitätserklärung AMB8420



### DECLARATION OF CONFORMITY Directive 1999/5/EG (R&TTE)

**The manufacturer:** AMBER wireless GmbH  
Albin-Köbis-Straße 18  
51147 Köln  
Tel. +49-2203-699195-0

declares on its sole responsibility, that the following product:

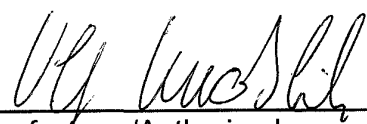
**Type-designation:** AMB8420

**Intended purpose:** 868MHz transceiver module  
Transfer of digital messages

satisfies all the technical regulations applicable to the product within the scope of council directives 2006/95/EC, 2004/108/EC and 99/5/EC if used for its intended purpose and in accordance with the manufacturers operating instructions and that the following norms, standards or documents have been applied:

EN 300 220-2 (2006-04)  
EN 301 489-1 V1.6.1 (2005-09)  
EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08)  
EN 60950-1 (2001 + A11 + corrigendum 2004)  
EN 50371 (2002)

Köln, 17<sup>th</sup> of March 2008  
Place and date of issue

  
\_\_\_\_\_  
Manufacturer/Authorized representative  
Ulf Knoblich

### 18.3 Konformitätserklärung AMB2520



#### DECLARATION OF CONFORMITY Directive 1999/5/EG (R&TTE)

**The manufacturer:** AMBER wireless GmbH  
Albin-Köbis-Straße 18  
51147 Köln  
Tel. +49-2203-699195-0

declares on its sole responsibility, that the following products:

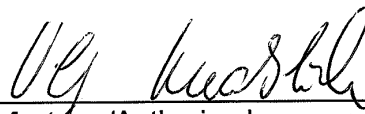
**Type-designation:** **AMB2520**  
**AMB2520-1**

**Intended purpose:** 2,4GHz wireless data modem  
Transfer of digital messages

satisfie all the technical regulations applicable to the product within the scope of council directives 2006/95/EC, 2004/108/EC and 99/5/EC if used for its intended purpose and that the following norms, standards or documents have been applied:

EN 300 440-1 V1.3.1 (2001-09)  
EN 300 440-2 V1.1.2 (2004-07)  
EN 301 489-1 V1.6.1 (2005-09)  
EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08)  
EN 60950 (2006)  
EN 50371 (2002)

Köln, 9<sup>th</sup> of April 2008  
Place and date of issue

  
\_\_\_\_\_  
Manufacturer/Authorized representative  
Ulf Knoblich

## 19 Wichtige Hinweise

### 19.1 Haftungsausschluss

AMBER wireless GmbH geht davon aus, dass die hierin befindlichen Angaben zum Zeitpunkt der Veröffentlichung zutreffend sind. AMBER wireless GmbH behält sich jedoch das Recht vor, technische Spezifikationen oder Funktionen der eigenen Produkte zu ändern, die Herstellung dieser Produkte oder den Support für eines dieser Produkte einzustellen, ohne dass es einer schriftlichen Ankündigung oder Mitteilung der Kunden bedarf. Der Kunde hat sicherzustellen, dass die ihm zur Verfügung stehenden Informationen gültig sind. AMBER wireless GmbH übernimmt keinerlei Haftung für den Gebrauch ihrer Produkte. Amber wireless GmbH erteilt weder Lizenzen an ihren Patentrechten, noch an anderen Rechten an ihrem geistigen Eigentum oder an Rechten Dritter. Der Kunde ist dafür verantwortlich, dass sein System oder seine Einheit, in das die AMBER wireless Produkte integriert wurden, den entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen entspricht.

### 19.2 Warenzeichen

- AMBER wireless® ist ein eingetragenes Warenzeichen der AMBER wireless GmbH.

Alle anderen Warenzeichen, eingetragene Warenzeichen und Produktnamen sind das ausschließliche Eigentum der jeweils Berechtigten.

### 19.3 Gebrauchsbeschränkung

AMBER wireless Produkte sind nicht freigegeben für den Gebrauch in lebensunterstützenden oder lebenserhaltenden Systemen oder Einheiten, oder anderen Systemen, bei den davon ausgegangen werden kann, dass eine Fehlfunktion zu einem wesentlichen Personenschaden beim Nutzer führt. AMBER wireless Produkte sind weiterhin nicht freigegeben für den Gebrauch als wesentlicher Bestandteil jeglichen(r) lebensunterstützenden(r) oder lebenserhaltenden(r) Systems oder Einheit, dessen/deren Fehlfunktion zum Ausfall des/der lebensunterstützenden oder lebenserhaltenden Systems oder Einheit führen kann, oder dessen/deren Sicherheit oder Effektivität beeinflusst werden kann. AMBER wireless Kunden, die diese Produkte in solchen Applikationen verwenden oder sie für solche Verwendungen verkaufen, handeln auf eigenes Risiko und müssen AMBER wireless GmbH von allen Schäden freistellen, die durch den Verkauf zu ungeeigneten Zwecken oder die ungeeignete Verwendung entstehen.

Durch die Verwendung von AMBER wireless Produkten ist der Nutzer an diese Bedingungen gebunden.

Copyright © 2009, AMBER wireless GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

## AMBER wireless GmbH

Albin-Köbis-Straße 18  
51147 Köln  
Tel. +49 (0) 2203-6991950  
Fax +49 (0) 2203-459883  
E-Mail [info@amber-wireless.de](mailto:info@amber-wireless.de)  
Internet <http://www.amber-wireless.de>