

## WICHTIGER HINWEIS

Alle Rechte an diesem Handbuch gehören allein SATEL OY (in diesem Handbuch als SATEL bezeichnet). All Rechte vorbehalten. Vervielfältigung dieses Handbuches (ohne die schriftliche Zustimmung des Eigentümers) durch Druck, Kopie, Aufzeichnung oder andere Methoden, oder die volle oder teilweise Übersetzung dieses Handbuches in eine andere Sprache einschließlich aller Programmiersprachen, mittels elektrischer, mechanischer, magnetischer, optischer, manueller oder anderer Methoden oder Geräte ist verboten.

SATEL behält sich das Recht vor, technische Spezifikationen oder Funktionen seiner 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.

SATEL Software und Programme werden geliefert wie sie sind ("as is"). Der Hersteller übernimmt keinerlei Gewährleistung und Garantie für die Funktionalität und Anwendbarkeit einer bestimmten Applikation. Der Hersteller oder Entwickler eines Programms übernimmt in keinem Fall die Verantwortung für irgendwelche Schäden, die durch den Gebrauch des Programms entstanden sind. Die Namen der Programme und die copyrights für diese entsprechenden Programme sind das alleinige Eigentum von SATEL. Jede Übertragung, Lizenzierung für einen Dritten, Leasing, Vermietung, Versendung, sowie das Kopieren, Bearbeiten, Übersetzen, Verändern in eine andere Programmiersprache oder "Reverse Engineering" für jeglichen Gebrauch ist ohne die schriftliche Zustimmung von SATEL verboten

**SATEL PRODUKTE WURDEN WEDER GEBAUT NOCH SIND SIE FÜR DEN GEBRAUCH IN EINER LEBENSUNTERSTÜTZENDEN ODER LEBENSERHALTENDEN EINHEIT ODER EINEM SOLCHEN SYSTEM ODER ALS TEIL EINES ANDEREN KRITISCHEN SYSTEMS BESTIMMT UND ES WIRD KEINE FUNKTIONSGARANTIE ÜBERNOMMEN, WENN SIE IN EINEM SOLCHEN SYSTEM EINGESETZT WERDEN.**

## BETRIEBSEINSCHRÄNKUNGEN

SATELLINE-2ASxE Funkmodems sind für den Betrieb auf bestimmten Frequenzbereichen entwickelt, die je nach Land und Region unterschiedlich sind. Der Anwender des Funkmodems hat darauf zu achten, dass das Gerät nicht unerlaubt außerhalb der durch die Regulierungsbehörde genehmigten und zugewiesenen Frequenzen betrieben wird.

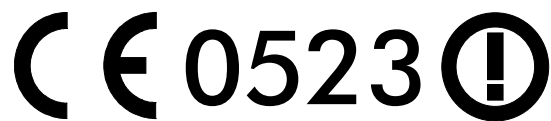
**SATELLINE-2ASxE** (370...470 MHz) darf in den nachfolgend aufgezählten Ländern auf lizenzierten oder lizenzfreien Frequenzen betrieben werden. Weitere Detailinformationen sind bei der lokalen Regulierungsbehörde erhältlich.

Länder\*: AT, AU, BE, CA, HR, DK, EE, FI, FR, DE, GR, HK, HU, IS, IE, IT, LV, LT, MY, NL, NO, PL, RO, SG, ZA, ES, SE, CH, TR und GB

**WARNUNG!** Anwender des SATELLINE-2ASxE Funkmodems in Nord-Amerika müssen beachten, dass der Betrieb auf dem ausschließlich für die Regierung reservierten Frequenzband 406.0 – 406.1 MHz ohne die ausdrückliche Genehmigung strengstens verboten ist.

## PRODUKTKONFORMITÄT

Hiermit erklärt SATEL Oy, dass das Funkmodem SATELLINE-2ASxE den grundlegenden Anforderungen und anderen relevanten Vorschriften (Funkeigenschaften, elektromagnetische Kompatibilität und elektrische Sicherheit) sowie den anderen relevanten Empfehlungen der Directive 1999/5/EC entspricht. Deshalb sind die Funkmodems mit dem folgenden CE-Zeichen etikettiert. Das Ausrufezeichen weist den Anwender darauf hin, dass der Betriebsfrequenzbereich nicht in allen Märkten gleich ist und deshalb die lokale Frequenzverwaltungs-behörde vor der Inbetriebnahme des Gerätes kontaktiert werden sollte.



**SATEL**

**DECLARATION of CONFORMITY**

In Accordance with  
**1999/5/EC Directive**  
of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity

**Doc No: SATEL-DC/RTTE/032**

**Manufacturer:** SATEL Oy  
**Address:** POB 142, | Meirintykatu 17 |  
24101 Salo  
Finland  
**Product:** SATELLINE-2ASxE/125 Radio Modem  
SATELLINE-2ASxE/200 Radio Modem  
SATELLINE-2ASxE/250 Radio Modem  
SATELLINE-2ASc Radio Modem, variant of SATELLINE-2ASxE

**Notified Body Opinion:** acc. to: Annex IV of R&TE Directive  
Document Nr: F0470001  
Issued by: Telecommunications Administration Centre  
Dated On: 2<sup>nd</sup> of January 2004  
Notified Body Nr. 0523

We, the manufacturer of the above mentioned products, hereby declare that these products conform to the essential requirements of the European Union directive 1999/5/EC. This Declaration of Conformity is based on the following documents:

Doc. No	Type of Product	Test Specification	Laboratory / Date of Issue
TL 990276	-2ASxE/125	ETS 300 113	EMCEC / Espoo 17.09.1999
TL 990312	-2ASxE/200	ETS 300 113	EMCEC / Espoo 04.11.1999
TL 990267	-2ASxE/250	ETS 300 113	EMCEC / Espoo 22.09.1999
IL 1000482	-2ASxE/250	EN 300 220-1	EMCEC / Espoo 12.05.2000
1032007	-2ASxE/125	EN 301 489-1,-5	NEMKO / Espoo 05.12.2003
200216221	-2ASxE	IEC 60950	NEMKO / Espoo 23.04.2002

Salo on the 22<sup>nd</sup> of January, 2004.

SATEL OY  
*Paavo Aura*  
Paavo Aura  
Managing Director

**SATEL OY**  
Salo Oy, PO Box 142, FIN-24101 Salo, Finland  
Street address: Salo 17, FIN-24100 Salo, Finland  
Tel: +358 2 377 7800, Fax: +358 2 377 7810, E-mail: info@satel.fi  
www.satel.fi

LOCAL AREA WIRELESS DATA COMMUNICATIONS

INHALT	Seite
WICHTIGER HINWEIS .....	1
BETRIEBSEINSCHRÄNKUNGEN .....	2
PRODUKTKONFORMITÄT .....	3
1 FUNKMODEM SATELLINE-2ASXE .....	7
1.1 FUNKMODEM .....	7
1.2 ANSCHLUSSBELEGUNG RS-232 .....	9
1.3 TECHNISCHE DATEN.....	10
2 ÜBERTRAGUNG MIT DEM FUNKMODEM .....	12
2.1 SENDEN .....	12
A. SENDEN GESTEUERT DURCH CTS- ODER CD-HANDSHAKE.....	12
B. DATEN DIREKT ÜBER DIE AUSGANGSDATENLEITUNG (TD) .....	12
C. TX-STEUERUNG DER RTS-LEITUNG .....	13
2.2 EMPFANGEN .....	13
2.2.1 RSSI-Signal / Feldstärkesignal .....	13
2.3 VERZÖGERUNGEN BEI DER DATENÜBERTRAGUNG .....	14
2.4 BASISVERBINDUNG ZWISCHEN ZWEI FUNKMODEMS.....	15
BASISEINSTELLUNGEN IM PROGRAMMIERMENÜ .....	15
GUNDVERDRAHTUNG ZWISCHEN FUNKMODEM UND DATENTERMINAL .....	16
3 ASYNCHRONE DATENÜBERTRAGUNG UND DATENÜBERTRAGUNGSRATE.....	17
3.1 ASYNCHRONE ZEICHEN .....	17
3.1.1 Sonderzeichen <i>BREAK</i> .....	17
3.2 DATENÜBERTRAGUNGSRATE .....	18
4 REPEATERSTATION MIT EINEM FUNKMODEM .....	19
5 BENUTZEN VON ADRESSEN FÜR DIE DATENÜBERTRAGUNG .....	20
5.1 ALLGEMEINES .....	20
5.2 PUNKT-ZU-PUNKT-VERBINDUNG .....	22
5.3 SYSTEM MIT EINER BASISSTATION UND MEHREREN UNTERSTATIONEN .....	23
5.4 SYSTEM MIT EINER REPEATERSTATION.....	23
5.4.1 <i>Alternierende Adresse bei zwei Funkmodems</i> .....	23
5.5 SYSTEM MIT MEHREREN REPEATERSTATIONEN .....	24
5.6 REPEATERSYSTEM MIT DUAL-ADRESSIERUNG .....	26
6 TESTMODUS .....	27
6.1 TX CARRIER TEST (Tx-TRÄGERTEST) .....	27
6.2 TX Data 80 B (Tx-Daten 80 Byte).....	27
6.3 TX DATA 10 kB (TX-DATEN 10 kB) .....	27

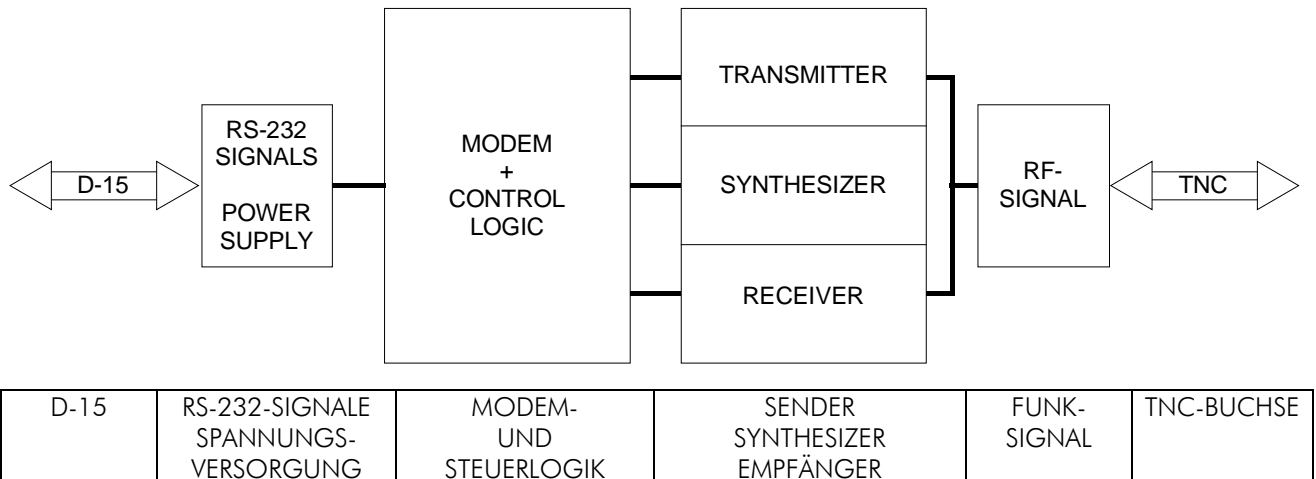
7	PROGRAMMIEREN DES SATELLINE-2ASXE .....	28
7.1	ALLGEMEINES .....	28
7.2	PROGRAMMIERMODUS.....	28
7.2.1	Programmieren der Funkfrequenz (Frequency) .....	29
7.2.2	Programmieren des Kanalabstands (Channel Spacing).....	30
7.2.3	Programmieren der Datenschnittstelle (Data) .....	30
7.2.4	Programmieren der Adressen (Addresses).....	31
7.2.5	Programmieren des Empfangsstatus (Receiver).....	32
7.2.6	Programmieren der Repeaterfunktion (Repeater Function).....	32
7.2.7	Programmieren mit der SL-Befehlsfunktion (SL-commands).....	32
7.2.8	Programmieren der RTS-Leitung (RTS-line) .....	33
7.2.9	Programmieren der Sonderfunktionen (Special functions).....	33
7.2.10	Programmieren der TX Start Verzögerung (TX Start delay).....	33
7.2.11	Programmieren des Testmodus (Tests Mode).....	34
7.3	SL-BEFEHLE.....	34
7.3.1	Programmieren der Adressen .....	34
7.3.2	Programmieren des Kanals .....	35
7.3.3	Speichern der neuen Einstellung.....	35
8	SYNTAX DES SL-BEFEHLS.....	36
8.1	BILDUNG DER ADRESSE FÜR DEN SL-BEFEHL.....	36
9	DATENSYSTEM MIT MEHREREN FUNKMODEMS.....	38
9.1	ABFOLGE DER DATENZEICHEN .....	38
9.2	POLLING .....	38
9.3	MULTI-MASTER .....	38
10	PLANUNG EINES FUNKMODEM-NETZES.....	40
10.1	EINFLUSSFAKTOREN FÜR DIE QUALITÄT UND REICHWEITE DER FUNKVERBINDUNG.....	40
10.2	FELDSTÄRKE (RSSI).....	41
11	INSTALLATION .....	42
11.1	RS-232-SCHNITTSTELLE .....	43
11.2	SPANNUNGSVERSORGUNG .....	44
11.3	ANTENNENINSTALLATION.....	44
12	HARDWARE .....	47
12.1	ANSCHLUSS VON ANTENNEN AN FUNKMODEMS.....	47
12.1.1	Tragbare Geräte .....	47
12.1.2	Geräte in Fahrzeugen.....	47
12.1.3	Basisstation .....	47
12.2	KABEL.....	48
12.2.1	RF-Kabel .....	48
12.2.2	Schnittstellenkabel .....	48

13	CHECKLISTE .....	49
	ANHANG 1 ZEICHENTABELLE.....	50
	ANHANG 2 VERZÖGERUNGEN UND REAKTIONSZEIT DER RS-232-SCHNITTSTELLE BEI EINER DATENÜBERTRAGUNGSRATE VON 9600 BIT/S.....	51

**Unsere Produkte werden laufend weiterentwickelt. SATEL OY behält sich das Recht technischer Änderungen ohne Vorankündigung vor.**

# 1 Funkmodem SATELLINE-2ASxE

## 1.1 Funkmodem



Das Funkmodem SATELLINE-2ASxE besteht aus (z.B.) einem 450-MHz-Sender, einem Empfänger, einem Synthesizer und einer Modem-Platine in einem kompakten Aluminiumgehäuse. Das Modem verfügt über eine RS-232-Schnittstelle und lässt sich daher flexibel an zahlreiche Datennetze und Endgeräte aller Art anschließen.

Das SATELLINE-2ASxE verhält sich ähnlich wie ein Kabel, nur dass die Datenübertragung im **Halbduplex-Verfahren** erfolgt. Bei der Planung einer Funkmodem-Installation sind mögliche Signalverzögerungen (s. Anhang 2) in den Funkmodems und eventuelle Störsignale zu berücksichtigen. Die für den Betrieb des Funkmodems wichtigsten RS-232-Signale werden durch LEDs angezeigt.

Typische Einsatzbereiche des SATELLINE-2ASxE:

- Ersatz für RS-232-Kabel, wo eine Kabelinstallation schwierig, teuer oder unmöglich ist
- Datenübertragung von oder zu mobilen oder ortsveränderlichen Endgeräten
- Drahtlose Übertragung von Alarmmeldungen
- Telemetriefunktionen
- Fernsteuerung und Fernwirken
- Übertragen von Anzeigetexten
- Einsatz zusammen mit dem globalen Positionierungssystem GPS/D-GPS
- ... und vieles mehr

Mit zwei Funkmodems SATELLINE-2ASxE lassen sich problemlos Punkt-zu-Punkt-Verbindungen aufbauen. Die Sendeleistung beträgt max. 1 W.

Je nach Topologie und nach Art und Position der Antenne lassen sich damit Entfernungen zwischen 2 und 40 km überbrücken. Hierbei sind natürlich die jeweils geltenden **nationalen** Funkvorschriften zu beachten.

Das Funkmodem eignet sich gut für den Betrieb in Funk-Datennetzen, in denen der gleiche Kanal von mehreren mobilen Endgeräten genutzt wird. In diesen Netzen kann entweder ein Polling-Protokoll eingesetzt werden (Steuern der Datenübertragung durch eines der Funkmodems als Basisstation) oder ein Multimaster-Protokoll (jedes der Funkmodems kann die Datenübertragung einleiten, wenn der Funkkanal frei ist).

Durch die Verwendung spezieller Frequenz-Synthesizertechniken eignet sich das SATELLINE-2ASxE auch für Systeme mit mehreren Basisstationen, die unterschiedliche Funkkanäle verwenden. Die mobilen Unterstationen können die Frequenz wechseln, um so mit den verschiedenen Basisstationen zu kommunizieren. Hierdurch lässt sich die Flächendeckung des Systems vergrößern, ohne dass aufgrund begrenzter Kapazität der Funkkanäle zusätzliche Verzögerungen eintreten müssen.

Das Handshake-Verfahren der Schnittstelle des SATELLINE-2ASxE ist PC-kompatibel.

Für die Datenübertragung mit dem Funkmodem können die meisten gängigen Telekommunikationsprogramme eingesetzt werden. Hierdurch und durch die Programmierbarkeit des Funkmodems über die Schnittstelle (siehe Abschnitt 7) ist das SATELLINE-2ASxE ein vielseitig einsetzbares Produkt für die drahtlose Datenübertragung.


## 1.2 Anschlussbelegung RS-232

Pin	Leitung	EIN/AUS	Ebene	Bezeichnung
1	DTR	EIN	RS-232	Data Terminal Ready Funktioniert als Ein-Aus-Schalter
2	CD	AUS	RS-232	Carrier Detect Zeigt an, dass ein Signal im Funkkanal anliegt, das oberhalb der Empfindlichkeitsschwelle des Modems liegt (auch Interferenzsignal)
3	-			
4	-			
5	RSSI	AUS	Analogsignal	Receiving Signal Strength Indicator Analoge Ausgangsspannung für die Stärke des empfangenen Eingangssignals
6	CTS	AUS	RS-232	Clear to Send Zeigt an, dass das Modem bereit ist, Daten auf der Ausgangsdatenleitung (TD) entgegenzunehmen
7 , 8	GND	-	Masse	Ground Negativer Pol der Betriebsspannung und Referenzspannung aller Signale
9	RD	AUS	RS-232	Receive Data Eingangsdatenleitung
10	DSR	AUS	RS-232	Data Set Ready Zeigt an, dass das Modem eingeschaltet ist
11	TD	EIN	RS-232	Transmit Data Ausgangsdatenleitung
12	MODE	EIN	offen/Masse	Moduswahl, Programmierschalter*
13	RTS	EIN	RS-232	Request to Send Sende-anforderung an das Funkmodem**
14, 15	VB	-	Spannung	Positiver Pol der Betriebsspannung

\* Wenn Leitung 12 offen ist, befindet sich das Funkmodem im Datenmodus und ist bereit, Daten zu empfangen und zu senden. Wenn Leitung 12 mit Masse verbunden wird, geht das Funkmodem in den Programmiermodus.

\*\* RTS-Leitung: Wird für die normale Datenübertragung nicht eingesetzt, kann jedoch für Spezialanwendungen programmiert werden.

## 1.3 Technische Daten

Das Gerät entspricht ETS 300 113 und ETS 300 279. 

### TRANSCEIVER

Frequenzbereich	370 bis 470 MHz
Kanalabstand	12,5 kHz/20 kHz bzw. 25 kHz
Anzahl Kanäle	160/100 bzw. 80
Frequenzstabilität	$< \pm 1,5$ kHz
Emissionstyp	F1D
Modulationsverfahren	FSK

### Sender

Trägerleistung	max. 1 W (+30 dBm)/50 Ohm
Stabilität der Trägerleistung	+2 dB/-3 dB
Frequenzabweichung	$\pm 1,8$ kHz bzw. $\pm 2,5$ kHz
Nachbarkanalleistung	nach ETS 300 113
Störstrahlung	nach ETS 300 113

### Empfänger

Empfindlichkeit	$< -115$ dBm (BER $< 10^{-3}$ )
Gleichkanalabweisung	$> -8$ dB
Nachbarkanalentkopplung	$> 60$ dB/ $> 70$ dB bzw. $> 70$ dB
Intermodulationsdämpfung	$> 65$ dB
Störstrahlung	$< 2$ nW

### Modem

Schnittstelle	RS-232
Schnittstellenanschluss	D 15-Connector, female
Datenübertragungsrate	1200-4800 Bit/s (12,5/20-kHz-Kanal) 1200-9600 Bit/s (25-kHz-Kanal)
Modulationssignal	NRZ (Non-Return to Zero)
Datenformate	Asynchrone Daten Zeichenlänge: 10 oder 11 Bit

### ALLGEMEINES

Betriebsspannung	+ 9 bis +30 V/DC
Leistungsaufnahme	1,7 VA typisch (Empfang) 6,6 VA typisch (Senden) 0,05 VA typisch (bei DTR=0)
Betriebstemperatur	-25 °C bis +55 °C
Antennenanschluss	TNC, 50 Ohm, female
Konstruktion	Aluminiumgehäuse
Abmessungen (H × B × T)	137 × 67 × 29 mm
Installationsplatte	130 × 63 × 1 mm
Gewicht	250 g

Typenschild:

● **Ser.no.** 98290014      **Fc:** 468.2000 MHz  
Init. Settings: 468.2000 MHz / 25 kHz      ●  
**SATEL OY**  
Tel: +358-2-7777800, Fax: +358-2-7777810

- Seriennummer    Fc = Mittenfrequenz ( $\pm 1$  MHz)
- aktive Frequenz / Kanalabstand
- Kontaktdaten Hersteller oder Distributor

## 2 Übertragung mit dem Funkmodem

### 2.1 Senden

Nach Einschalten der Versorgungsspannung und nachdem die DTR-Leitung auf EIN ist, ist das SATELLINE-2ASxE nach **300 ms** bereit, Daten zu senden.

Es gibt drei verschiedene Methoden, die Datenübertragung einzuleiten:

- A. Senden gesteuert durch CTS- oder CD-Handshake
- B. Daten direkt auf die Ausgangsdatenleitung (TD) senden
- C. TX-Steuerung der RTS-Leitung

Wenn die Verbindung zwischen Funkmodems, z. B. wegen zu geringer Feldstärke, während einer Übertragung abbricht, kann man die Funkmodems wieder verbinden, indem man die Übertragung abbricht und neu startet.

#### **A. Senden gesteuert durch CTS- oder CD-Handshake**

Verwendbar, wenn die Anwendung sicherstellen muss, dass der Funkkanal frei ist und das Modem sendebereit ist:

- CD-Leitung geht auf EIN, wenn der Funkkanal belegt ist (wenn also durch eine andere Übertragung oder durch Störsignale der Sendepiegel höher ist, als die für den betreffenden Kanal eingestellte Mindestempfindlichkeit)
- CTS-Leitung geht auf AUS, wenn das Funkmodem eine gültige Synchronisierungssequenz erkannt hat oder wenn das Modem aus irgendeinem Grund nicht sendebereit ist

#### **Hinweis:**

CTS folgt nicht automatisch CD. **CTS wird von einem Empfangssignal im internen Programm des Funkmodems gesteuert (programmierbare Datenunterdrückung).** *Nur bei tatsächlich empfangenen Daten geht CTS auf AUS.* Dank dieser Funktion ist eine Datenübertragung auch bei externen Störungen möglich.

#### **B. Daten direkt über die Ausgangsdatenleitung (TD)**

Verwendbar, wenn:

- Der angeforderte Kanal vollkommen frei von anderen Sendedaten ist und überlappende Sendevorgänge verhindert wurden
- Die Datenpakete klein sind (unter 500 Byte)

- Beim Übertragen großer Datenpakete (über 500Byte) sollte das Endgerät für 2 Stopbits konfiguriert sein und die Länge eines Zeichens beim Funkmodem auf einen Wert eingestellt werden, der um 1 geringer ist als beim Endgerät. Dies verhindert einen Pufferüberlauf.

## C. TX-Steuerung der RTS-Leitung

Die RTS-Leitung aktiviert den Sendevorgang und verhindert, dass das Funkmodem in Empfangsbereitschaft geht. Die Sendebereitschaft wird vom Funkmodem über die CTS-Leitung signalisiert.

## 2.2 Empfangen

Nach Einschalten der Versorgungsspannung und nachdem die DTR-Leitung auf EIN gegangen ist, ist das SATELLINE-2ASxE nach **300 ms** bereit, Daten zu empfangen.

Geräte, die an das Funkmodem angeschlossen sind, erhalten Informationen über die ankommenden Daten, indem sie Zustandsänderungen der RD-Leitung überprüfen. Der Empfangsstart kann auch anhand des Zustands der CTS- und CD-Leitung erkannt werden (siehe Abschnitt 2.1).

Bei Störsignalen oder wenn die Funktion des Funkmodems durch andere Geräte beeinträchtigt ist, kann es erforderlich sein, das Funkmodem am Empfang zu hindern. Bei Systemen mit Simplex-Datenübertragung kann der Empfang an der Sendestelle deaktiviert werden. Hierdurch wird vermieden, dass das Senden durch externe Störsignale verhindert wird (siehe Abschnitt 7.2.5).

Bei Systemen mit mehreren Funkmodems kann der Datenempfang unter Verwendung der RTS-Leitung gestoppt werden. Hierzu aktiviert man im Programmiermodus die **RD line Control** (siehe Abschnitt 7.2.8). Wenn die RTS-Leitung nicht auf EIN ist, wird der Datenempfang über die RD-Leitung unterbrochen. In diesem Zustand wartet das Funkmodem auf das Ende der Nachricht. Ein Umschalten in den Sendemodus ist **nicht** möglich.

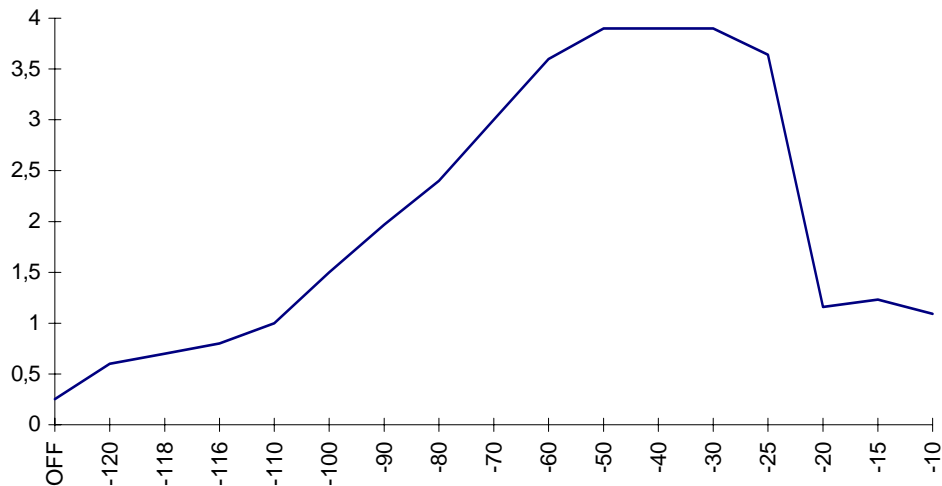
Bei Systemen mit mehreren Funkmodems kann der Datenempfang unter Verwendung der RTS-Leitung gestoppt werden. Hierzu aktiviert man im Programmiermodus die Funktion **Reception Control** (siehe Abschnitt 7.2.8). Wenn die RTS-Leitung auf AUS gesetzt wird, wird der Datenempfang über die RD-Leitung unterbrochen. In diesem Zustand stellt das Funkmodem den Empfang ein (die CTS-Leitung zeigt den aktuellen Zustand an), und die Ausgangsdatenleitung (TD) kann genutzt werden.

### 2.2.1 RSSI-Signal / Feldstärkesignal

Das RSSI-Signal (Received Signal Strength Indicator, Pin 5 des D-Steckers) zeigt an, wie hoch die Feldstärke des ankommenden Signals ist. Dieses Signal kann für die Abschätzung des Signalpegels

auf der aktiven Frequenz verwendet werden.

Die nachstehende Abbildung zeigt einen typischen Spannungsverlauf (Volt) in Abhängigkeit vom Signalpegel (dBm).



## 2.3 Verzögerungen bei der Datenübertragung

Bei Funkmodems treten beim Senden und Empfangen von Daten bestimmte Verzögerungen auf. Diese Verzögerungen sind von der **Datenübertragungsrate abhängig** und belaufen sich auf:

	1200 Bit/s	2400 Bit/s	4800 Bit/s	9600 Bit/s
Aktivierungszeit für DTR AUS/EIN	300 ms			
Rx-Tx-Zykluszeit, Funkschnittstelle	24 ms	12 ms	6 ms	3 ms
Rx-Tx-Zykluszeit, RS-232-Schnittstelle	0 ms			
Tx-Rx-Zykluszeit*	40–270 ms	20–150 ms	10–90 ms	5–60 ms
Tx-Rx-Zykluszeit, typisch	65 ms	47 ms	30 ms	20 ms
Verzögerung einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung**	61–65 ms	47–49 ms	30–32 ms	18–19 ms

\* Je nach Größe des Datenpakets und abhängig von Unterschieden in der Datenübertragungsrate zwischen Datenterminals und Funkmodem

\*\* Verzögerung TD-Leitung Funkmodem 1 / RD-Leitung Funkmodem 2

## 2.4 Basisverbindung zwischen zwei Funkmodems

Um eine Verbindung zwischen zwei Terminals herstellen zu können, die Nachrichten senden und empfangen, sollten die Funkmodems z.B. wie folgt programmiert (Menüpunkt 4-A) und verdrahtet werden. In diesem Fall wird kein externes Protokoll genutzt.

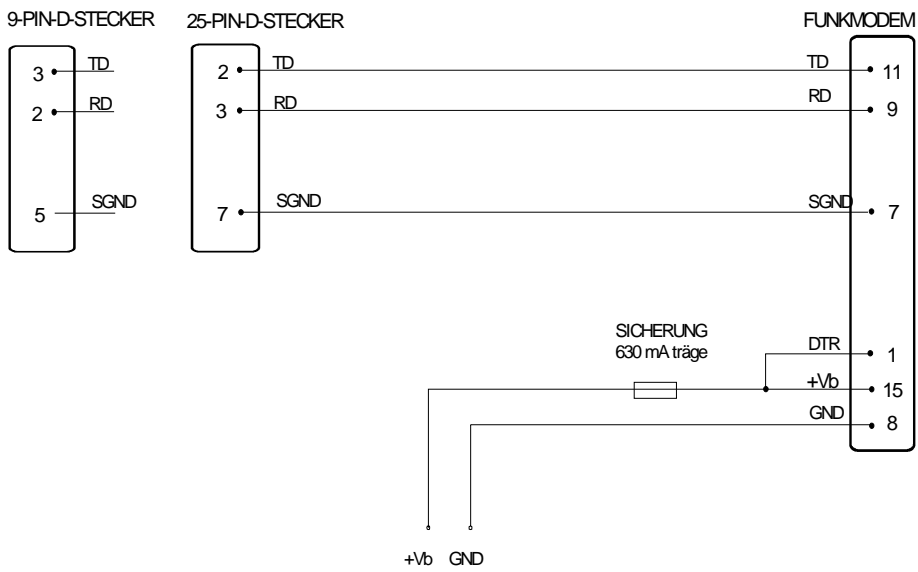
### Basiseinstellungen im Programmiermenü

```
***** SATEL OY      Salo, Finland tel: +358-2-7777800
***** SATELLINE-2ASxE  SW Version 0.68
Center Frequency      456.5000 MHz
Lower Freq. Limit     455.5000 MHz
Upper Freq. Limit     457,5000 MHz

1) Current Frequency   456.2500 MHz
2) Channel Spacing     12.5 kHz
3) Data                4800 bps 10 bits
4) Addresses           tx = 0000 / 0000 (hex) off
                      rx = 0000 / 0000 (hex) off
5) Receiver            on
6) Repeater Function   off
7) SL-commands         off
8) RTS-line            off
9) Special Functions   off
A) TX start delay (ms) 0000 (hex)
T) Tests                off
Q) Quit

Enter selection > 1
```

### Gundverdrahtung zwischen Funkmodem und Datenterminal



### 3 Asynchrone Datenübertragung und Datenübertragungsrate

Wenn Zeichenlänge und Datenübertragungsrate falsch eingestellt sind, treten beim Senden Fehler auf. Beim empfangenden Gerät erscheinen diese als „Fehlerzeichen“ oder manifestieren sich als Fehlfunktion des Modems.

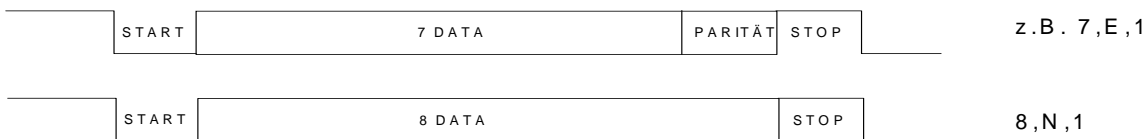
Die Dateneinstellungen aller Stationen im System müssen identisch sein.

#### 3.1 Asynchrone Zeichen

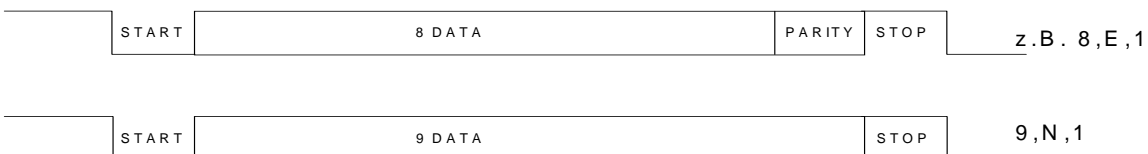
Die Zeichen der asynchronen Daten entsprechen der ANSI-Norm (z.B. ASCII). Je nach Zeichenlänge gibt es zwei Gruppen dieser Zeichen. Die Zeichenlänge beträgt 10 oder 11 Bit einschließlich Startbit, Datenbits, Paritätsbit und Stoppbits.

Das Funkmodem reicht das Paritätsbit unverändert weiter. Die Zeichen sind wie folgt zusammengesetzt (vergleiche auch 7.2.3):

##### 10 BIT

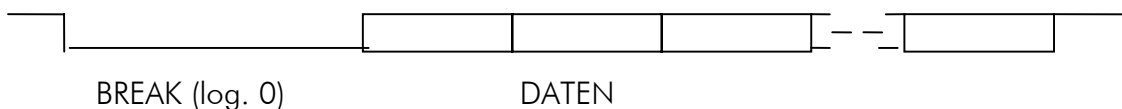


##### 11 BIT



#### 3.1.1 Sonderzeichen BREAK

Das Sonderzeichen BREAK wird in einigen speziellen Protokollen, wie zum Beispiel dem ABB-RCOM-Protokoll, verwendet. Das BREAK-Zeichen ist das erste Zeichen einer Datenfolge, das einen logischen Null-(0)Level aufweist. Das BREAK-Zeichen ist länger als ein normales asynchron übertragenes Zeichen.



Das Funkmodem erkennt das spezielle Startelement BREAK als Anfang einer Datenfolge. Auf der Empfangsseite generiert das Funkmodem das BREAK-Zeichen neu. Die Länge des BREAK-Zeichens ist auf der Sende- und Empfangsseite unterschiedlich.

### **3.2 Datenübertragungsrate**

Die Datenübertragungsrate des SATELLINE-2ASxE beträgt 1200–9600 Bit/s bei einem Kanalabstand von 25 kHz oder 1200–4800 Bit/s bei einem Kanalabstand von 12,5 und 20 kHz.

Die Datenübertragungsrate kann im Programmiermodus ausgewählt werden.

## 4 Repeaterstation mit einem Funkmodem

Kurze Datenpakete von höchstens 135 Byte können in einem einzelnen Funkmodem zwischengespeichert werden. Die Repeater-Funktion muss im Programmiermodus eingestellt werden. Bei der Repeaterfunktion arbeitet das Funkmodem als unabhängige Einheit. Wenn ein Funkmodem ausschließlich als Repeater verwendet wird, braucht es dafür nur eine Stromversorgung und eine Antenne. Andere Einrichtungen werden nicht benötigt.

Funkmodems, die als Repeater eingesetzt werden, können auch zum Senden und Empfangen von Daten genutzt werden. Wenn die Repeaterfunktion aktiv ist, empfängt das Funkmodem Daten wie gewöhnlich. Gleichzeitig werden jedoch die empfangenen Daten zwischengespeichert. Sobald die Daten fertig empfangen sind, kehrt das Funkmodem nicht mehr in den Zustand zurück, in dem es die Schnittstellenleitungen überwacht, sondern sendet direkt die empfangenen und zwischengespeicherten Daten auf demselben Kanal und mit denselben Einstellungen weiter, wie es die Daten empfangen hat. Während des Sendens der Daten über die RS-Leitung unterscheiden sich die Funktionen des als Repeater eingesetzten Modems nicht von denen eines normal arbeitenden Funkmodems.

In einem System mit einer Basisstation kann es mehrere Repeater geben. Die Repeater können auch in Reihe angeordnet sein, wobei dann jede Nachricht mehrere Repeaterstationen durchläuft. In einem System mit mehreren Repeaterstationen **müssen** die Funkmodems Adressen benutzen.

## 5 Benutzen von Adressen für die Datenübertragung

### 5.1 Allgemeines

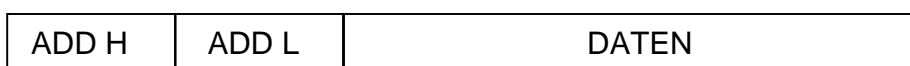
Adressen können sowohl beim Senden als auch beim Empfangen von Daten verwendet werden, so dass jedem Funkmodem eigene Empfängeradressen und eigene Senderadressen zugeordnet werden kann. Eine Adresse besteht aus zwei Datenzeichen (insgesamt 16 Bit). Die Adressen können für beide Richtungen die gleichen sein; es können aber auch für das Senden und Empfangen unterschiedliche Adressen verwendet werden, wenn dies erforderlich ist.

Jedes Modem verfügt über 2 Adressenpaare, die primären (1) und die sekundären (2) Adressen. Sofern nur ein Adressenpaar notwendig ist, sollten sie gleich gesetzt sein, z.B. TX1 = TX2 und RX1 = RX2. Das sekundäre Adressenpaar ist sinnvoll, wenn mit mehreren Repeatern gearbeitet wird.

Die Adressen können daher für beide Richtungen separat festgelegt werden. Eine empfangene Adresse kann auch an die RS-232-Schnittstelle übergeben werden.

Die Adresse besteht aus den ersten zwei Zeichen des Datenpakets. Sie werden jedem gesendeten Datenpaket vorangestellt bzw. bei empfangenen Datenpaketen analysiert

(siehe auch Abschnitt 7.3.1, Befehl SLA xy, wobei ADD H, dem x und ADD L, dem y entspricht)



#### Senden

Adresse Daten

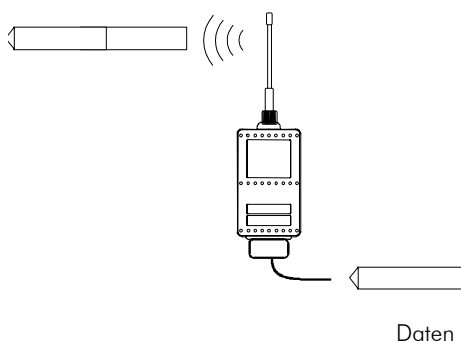


Abb. 1: Adressensendefunktion aktiviert. Das Funkmodem fügt am Anfang des Datenpakets die Adresse ein.

Daten

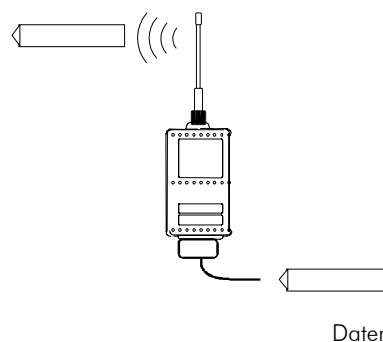


Abb. 2: Adressensendefunktion deaktiviert. Das Funkmodem überträgt das Datenpaket ohne Adresse.

## Empfangen

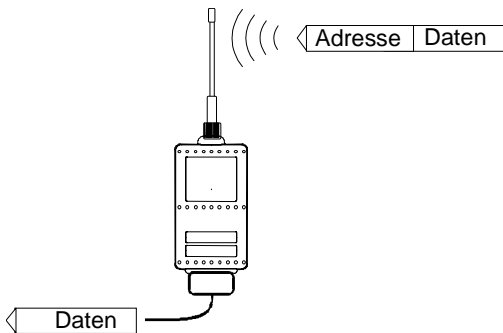


Abb. 3: Adressenempfangfunktion aktiviert. Adresse (1) oder (2) des Funkmodems ist identisch mit der Adresse der empfangenen Nachricht.

Das Funkmodem entfernt die Adresse vom Anfang des Datenpakets und leitet die Daten an die RS-232-Schnittstelle weiter.

Wenn die Funktion „Rx-Adresse an RD-Leitung“ (Programmiermodus) aktiviert ist, sendet das Funkmodem jedoch auch die Adresse an die RS-232-Schnittstelle.

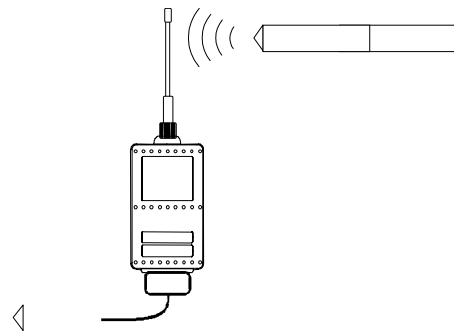


Abb. 4: Adressenempfangfunktion aktiviert. Adresse (1) oder (2) des Funkmodems ist **nicht** identisch mit der Adresse der empfangenen Nachricht.

Das Funkmodem leitet das Datenpaket nicht an die RS-232-Schnittstelle weiter.

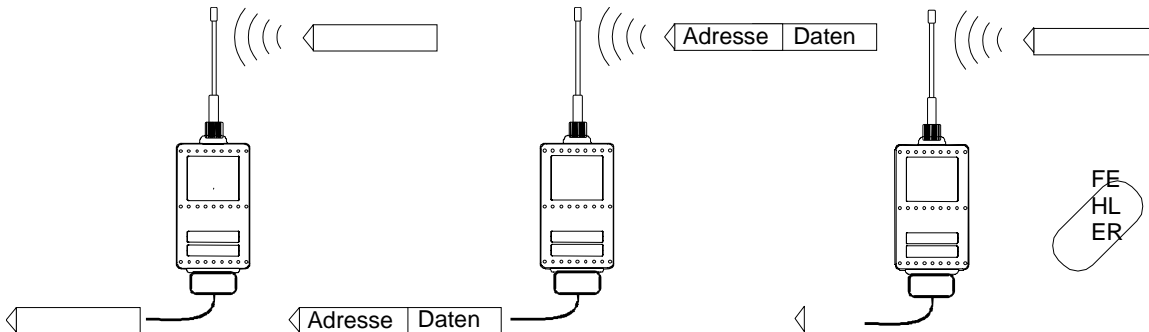


Abb. 5: Adressenempfangsfunktion deaktiviert.

Das Funkmodem leitet alle empfangenen Daten an die RS-232-Schnittstelle weiter.

Abb. 6: Adressenempfangsfunktion deaktiviert.

Das Funkmodem betrachtet die Zeichen der Adresse als Teil der Daten und leitet alle Zeichen an die RS-232-Schnittstelle weiter.

Abb. 7: Adressenempfangsfunktion aktiviert, aber das Datenpaket enthält keine Adresse.

Das Funkmodem leitet die Daten nur dann an die RS-232-Schnittstelle weiter, wenn die ersten zwei Zeichen der eigenen Adresse entsprechen. Das Funkmodem entfernt diese zwei Zeichen aus den Daten.

## 5.2 Punkt-zu-Punkt-Verbindung

Bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen ist es ratsam, Sende- und Empfangsadresse bei beiden Funkmodems auf identische Werte zu setzen. So hat man die Adressen am besten unter Kontrolle, und die Gefahr von Störsignalen anderer Systeme im gleichen Umkreis ist minimal.

Adressen brauchen nicht verwendet zu werden, wenn für die betreffende Anwendung im Umfeld der Modems ein Kanal fest reserviert ist oder wenn das Terminal die Adressierung verwaltet.

## 5.3 System mit einer Basisstation und mehreren Unterstationen

Bei einem System mit mehreren Unterstationen muss die Basisstation wissen, an welche Unterstation eine Nachricht gesendet werden muss bzw. von welcher Unterstation eine Nachricht kommt. Bei der Planung des Systems kann man die Adressen der Funkmodems auf mindestens zwei verschiedene Weisen nutzen. Es ist aber auch denkbar, dass die Terminals die Adressierung verwalten. In diesem Fall wird die Adressierfunktion der Funkmodems nicht benötigt.

Die Adresse der Basisstation kann jederzeit geändert werden, um eine Nachricht von einer Unterstation zur nächsten zu senden. In diesem Fall kann die Basisstation nur auf eine Unterstation zur Zeit „hören“. Bei einem Polling-System ist eine solche Konzeption möglich, weil die Funkmodems in diesem Fall immer paarweise miteinander kommunizieren.

Bei einem CSMA-System dagegen (Carrier Sense Multiple Access) können Adressen an der Basisstation nicht verwendet werden, weil so die Basisstation nicht alle Unterstationen gleichzeitig „hören“ kann. Trotzdem muß in einem Polling-System die Adresse der Basisstation je nach Unterstation variiert werden. Dies sollte durch das Datenterminal bzw. Endgerät der Basisstation vorgenommen werden, indem das Datenterminal die Adressen generiert und den Datenpaketen voranstellt sowie die Adressen der empfangenen Datenpakete auswertet und extrahiert.

In dieser Konfiguration bleibt das Funkmodem an der Basisstation folglich ohne Adresse, während bei den Funkmodems der Unterstationen dagegen jeweils eine Sende- und eine Empfangsadresse festgelegt wird. Die Software der Basisstation muss die eingehenden Adressen analysieren und den abgehenden Datenpaketen die Adressen der Unterstationen voranstellen können.

## 5.4 System mit einer Repeaterstation

Bei Systemen mit mehreren Repeater-, Unter- und Basisstationen müssen die Adressen der Funkmodems genutzt werden – besonders wenn es mehr als eine Repeaterstation gibt. Ein System mit nur einer Repeaterstation dagegen lässt sich auch ohne Adressen konfigurieren. In diesem Fall wird jedoch die Nachricht auf dem Übertragungsweg dupliziert (die Basisstation „hört“ die Nachricht sowohl von der Unterstation als auch von der Repeaterstation).

Es gibt mindestens zwei Möglichkeiten, wie man die Adressen einsetzt. Welche man wählt, hängt davon ab, wie man die Terminals programmieren kann, wie viele Repeaterstationen eingesetzt werden und wie diese räumlich zueinander positioniert sind.

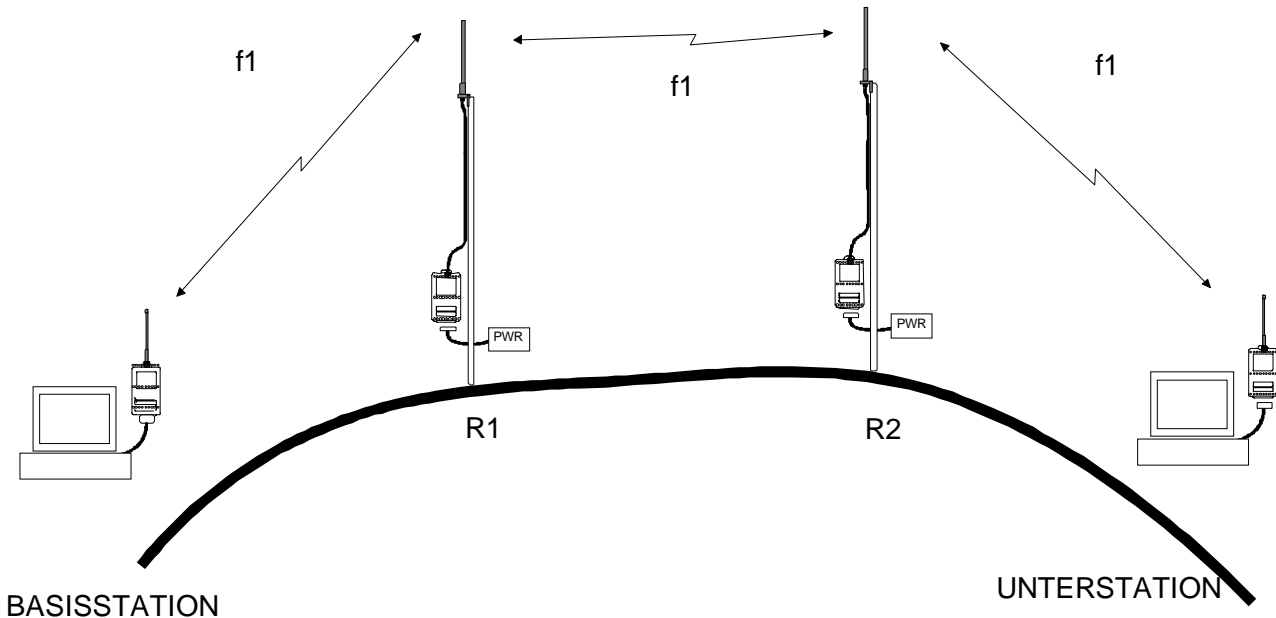
### 5.4.1 Alternierende Adresse bei zwei Funkmodems

Wenn weder das Terminal noch die Unterstationen Adressenfelder generieren können, wohl aber die an sie adressierten Nachrichten identifizieren können, kann man für die Funkmodems alternierende Adressen konfigurieren. Bei dieser Alternierung wechseln Sendeadressen (TX) und Empfangsadressen (RX) des Funkmodems entsprechend der folgenden Tabelle:

	Adresse der Basisstation	Adresse der Repeaterstation 1 und der Unterstationen an der Basisstation	Adresse der Unterstation an der Repeaterstation 1
Tx-Adresse	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 1
Rx-Adresse	Adresse 2	Adresse 1	Adresse 2

Bei alternierenden Systemen wird das Routing in einem Funkmodem zum Zeitpunkt der Installation festgelegt. Die Reihenfolge der Adressen muss entsprechend dem gewünschten Übertragungsweg für die Nachricht eingestellt werden. Bei Systemen mit alternierenden Adressen ist zu beachten, dass Basisstation und Unterstationen die eigene Nachricht erneut „hören“.

### 5.5 System mit mehreren Repeaterstationen



Bei Systemen mit mehreren benachbarten oder parallelen Repeaterstationen sollte man die Adressierfunktion nutzen. Hierdurch wird verhindert, dass die Nachricht hin- und hergesendet wird. Außerdem wird damit sichergestellt, dass nur das angesprochene Funkmodem die Nachricht auch empfängt.

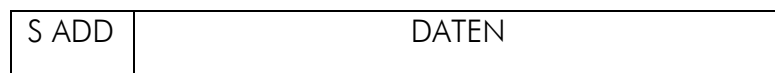
Alle Funkmodems sollten die RX-Adressen auf ON und die TX-Adressen auf OFF gesetzt haben. Die Basisstation und die Unterstationsterminals fügen die Adressen vor dem Datenpaket ein. Die Terminals an Basisstationen und Unterstationen bilden eine Adressenkette. Für das Weiterleiten der Nachricht wird die Adresse wie folgt ausgewertet:



Dies ist die Nachricht vom Funkmodem der Basisstation zum Terminal enthält die Adressen der Repeaterstationen und der Unterstation (R1 ADD ist die Adresse des Repeater 1 und besteht aus 2 Zeichen).



Dies ist die Nachricht von Repeaterstation 1 an Repeaterstation 2 (automatische Weiterleitung nur, wenn die Empfängeradresse programmiert wurde).

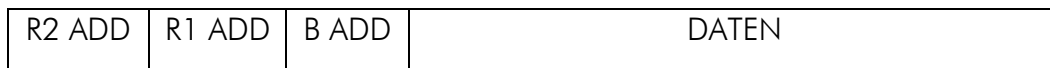


Dies ist die Nachricht von Repeaterstation 2 an Unterstation 4 (automatische Weiterleitung nur, wenn die Empfängeradresse programmiert wurde).



Dies ist die Nachricht, die von Unterstation 4 empfangen und an die RS-232 ausgegeben wird.

Auf dieselbe Weise wird die Adresse generiert, wenn die Unterstation der Basisstation antwortet, aber die Nachricht den umgekehrten Weg nimmt:



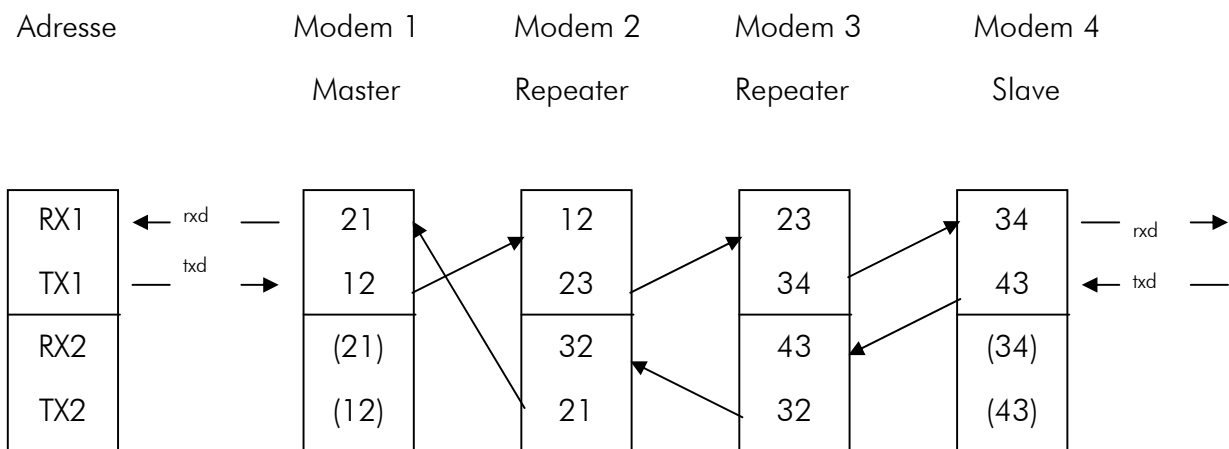
## 5.6 Repeatersystem mit Dual-Adressierung

Wenn die Datenterminals nicht in der Lage sind, Adressenfolgen an den Anfang eines Datenpaketes zu generieren, kann die Dual-Adressierung zwischen zwei Punkten über mehrere Repeater benutzt werden.

Bei der Dual-Adressierung wird jedem Link in jeder Richtung eine eigene Adresse gegeben, so dass die Duplizierung von Daten und das Kreisen von Daten verhindert werden.

Die Grundidee bei der Dual-Adressierung besteht darin, dass normalerweise die primäre Sendeadresse (TX1) benutzt wird, ausgenommen, es wird ein Datenpaket mit der sekundären Empfangsadresse (RX2) empfangen und der Repeatermodus steht auf ON. In diesem Falle würde die sekundäre Sendeadresse (TX2) benutzt werden.

Im folgenden Beispiel werden zwei Repeater eingesetzt. Beachten Sie bitte, wie die Einzeladressen (Pfeile) „über Kreuz“ genutzt werden. Basisstationen und Unterstation dürfen nicht im Repeatermodus ON stehen, ausgenommen eine Unterstation soll **gleichzeitig** eine Repeaterstation sein



## 6 Testmodus

Im Testmodus kann man die Verbindungsqualität zwischen den Stationen mit Hilfe einer internen Funktion des Funkmodems überprüfen. Wenn man das Funkmodem in den Testmodus versetzt, sendet es kontinuierlich – je nach Voreinstellung – entweder ein Datenpaket oder einen Träger. Durch den separaten Testmodus ist es nicht nötig, beim Testen der Verbindung zwischen den verschiedenen Stationen eines Systems an jeder Station ein Terminal anzuschließen.

Wenn für das Funkmodem der Testmodus eingestellt wurde, geht es sofort nach dem Verlassen des Programmiermodus oder nach dem Einschalten in den Testmodus. Um den Testmodus zu verlassen, verbindet man vor dem Einschalten Pin 12 mit Masse (GND). Anschließend kann im Programmiermodus der Testmodus abgeschaltet werden.

Eine normale Datenübertragung ist im Testmodus nicht möglich.

Die Einstellungen für die Datenübertragung (Frequenz, Kanalabstand, Adresse und Datenübertragungsrate) sind im Testmodus die gleichen wie im Datenmodus.

### 6.1 TX Carrier Test (Tx-Trägertest)

Wenn die Funktion *TX Carrier Test* im Programmiermodus aktiviert wurde, sendet das Funkmodem ein kontinuierliches Trägersignal.

### 6.2 TX Data 80 B (Tx-Daten 80 Byte)

Wenn die Funktion *TX Data 80 B* im Programmiermodus aktiviert wurde, sendet das Funkmodem Datenpakete von 80 Byte mit einer Pause von 0,25 s zwischen den einzelnen Datenpaketen.

### 6.3 TX Data 10 kB (Tx-Daten 10 kB)

Wenn die Funktion *TX Data 10 kB* im Programmiermodus aktiviert wurde, sendet das Funkmodem Datenpakete von 10 kByte mit einer Pause von 0,25 s zwischen den einzelnen Datenpaketen.

## 7 Programmieren des SATELLINE-2ASxE

### 7.1 Allgemeines

Das Funkmodem SATELLINE-2ASxE verfügt über eine Reihe von einfach konfigurierbaren Funktionen. Hierfür muss das Funkmodem in den Programmiermodus umgeschaltet werden. Normalerweise befindet sich das SATELLINE-2ASxE im Datenmodus, hierbei ist Pin 12 des D-Steckers offen.

Wenn Pin 12 mit Masse (GND) verbunden wird, z.B. mit dem Programmieradapter (Option), geht das Funkmodem in den Programmiermodus. Im Programmiermodus ist die serielle Schnittstelle eingestellt auf die Parameter 9600 Bit/s, N, 8, 1. In diesem Modus lassen sich die Funktionen des SATELLINE-2ASxE wie in Abschnitt 7.2 beschrieben konfigurieren.

Wenn die SL-Befehlsfunktion aktiviert (ON) ist, lassen sich Kanal und Adresse auch ändern, ohne dass man zuvor in den Programmiermodus wechselt. Die Einstellungen der seriellen Schnittstelle sind in diesem Fall so, wie sie im Programmiermodus festgelegt wurden. Mit der SL-Befehlsfunktion lassen sich die Einstellungen des SATELLINE-2ASxE wie in Kapitel 7.3 beschrieben ändern.

### 7.2 Programmiermodus

Das Funkmodem an ein Terminal oder an einen PC im Terminal-Modus anschließen. Am Terminal die Übertragungsparameter 9600 Bit/s, N, 8, 1 einstellen. Pin 12 mit Masse (GND) verbinden. Das Funkmodem sendet die folgende Nachricht an das Terminal:

```
***** SATEL OY      Salo, Finland tel: +358-2-7777800
***** SATELLINE-2ASxE  SW Version 1.00

Center Frequency      456.6000 MHz
Lower Freq. Limit    455.6000 MHz
Upper Freq. Limit    457.0000 MHz

1) Current Frequency  456.5000 MHz
2) Channel Spacing    12.5 kHz
3) Data               4800 bps 10 bits
4) Addresses          tx = 0000 / 0000 (hex) off
                    rx = 0000 / 0000 (hex) off
5) Receiver           on
6) Repeater Function  off
7) SL-commands        off
8) RTS-line           off
9) Special Functions  off
A) TX Start delay (ms) 0000 (hex)
T) Tests              off
Q) Quit

Enter selection > 1
```

### 7.2.1 Programmieren der Funkfrequenz (*Frequency*)

Die Auswahl der Frequenz erfolgt unter Punkt 1 des Programmiermenüs.

```
Enter a new value ? 456.2500
```

Der Kanal kann innerhalb eines Einstellbereichs von  $\pm 1$  MHz von der festgelegten Mittenfrequenz gewählt werden. Der Kanal wird als numerischer Wert angegeben.

#### **Hinweis:**

**Das Einstellen des Funkmodems auf eine Frequenz außerhalb des in der Anleitung angegebenen Bereichs ist strikt untersagt. Die Verwendung nicht zulässiger Frequenzen kann eine strafrechtliche Verfolgung nach sich ziehen. Satel übernimmt keinerlei Haftung für eine unzulässige Nutzung seiner Funkeinrichtungen.**

## 7.2.2 Programmieren des Kanalabstands (*Channel Spacing*)

Der Kanalabstand wird unter Punkt 2 des Programmiermenüs festgelegt.

1) Set Channel Space	20,0 kHz
2) Set Channel Space	12.5 kHz
Enter selection or ESC to cancel > 2	

Es kann ein Kanalabstand von 20 oder 12,5 kHz gewählt werden. Wenn das Gerät für einen Kanalabstand von 25 kHz ausgelegt ist, ist eine Änderung dieser Einstellung nicht möglich.

### Hinweis:

**Das Einstellen des Funkmodems auf einen Kanalabstand außerhalb des in der Anleitung angegebenen Bereichs ist strikt untersagt. Die Verwendung nicht zulässiger Kanalabstände kann eine strafrechtliche Verfolgung nach sich ziehen. Satel übernimmt keinerlei Haftung für eine unzulässige Nutzung seiner Funkeinrichtungen.**

## 7.2.3 Programmieren der Datenschnittstelle (*Data*)

Die Datenschnittstelle wird unter Punkt 3 des Programmiermenüs konfiguriert.

1) Data Speed	9600 bps
2) Character Length	10 bits
Enter selection or ESC to cancel > 1	



1) 1200 bps	
2) 2400 bps	
3) 4800 bps	
4) 9600 bps	
Enter selection or ESC to cancel > 3	

oder

1) Data Speed	4800 bps
2) Character Length	10 bits
Enter selection or ESC to cancel > 1	



1) 10 bit	
2) 11 bit	
Enter selection or ESC to cancel > 2	

Bei **25 kHz** Kanalabstand beträgt die maximale Datenübertragungsrate **9600 Bit/s**. Bei **12,5/20kHz** beträgt die maximale Datenübertragungsrate **4800 Bit/s**.

## 7.2.4 Programmieren der Adressen (Addresses)

Die Adressen werden unter Punkt 4 des Programmiermenüs konfiguriert.

1) TX Address 1	0000(hex)
2) TX Address 2	0000(hex)
3) RX Address 1	0000(hex)
4) RX Address 2	0000(hex)
5) TX Addresses	off
6) RX Addresses	off
7) Rx Address to RD-line	off

Enter selection or ESC to cancel > 1



Enter a new value ? 1234

1) TX Address 1	1234(hex)
2) TX Address 2	0000(hex)
3) RX Address 1	0000(hex)
4) RX Address 2	0000(hex)
5) TX Addresses	off
6) RX Addresses	off
7) Rx Address to RD-line	off

Enter selection or ESC to cancel > 5



1) Set Function ON
2) Set Function OFF

Enter selection or ESC to cancel > 1

Die Adresse wird als hexadezimale Zahl eingegeben. Es stehen demnach bei vier Stellen 65.536 verschiedene Adressen zur Verfügung. Es gibt eine wählbare Adresse für das Funkmodem, die sowohl für den Empfang wie für das Senden verwendet werden kann. Sende- und Empfangsadresse können bei einem Funkmodem auf identische Werte gesetzt werden, aber auch (zum Beispiel bei Repeatern) für Empfang und Senden unterschiedlich. Wenn zwei Funkmodems ausschließlich miteinander kommunizieren sollen und Adressen gewollt sind, muss für beide Funkmodems die gleiche Adresse eingestellt werden z.B. 1234.

### 7.2.5 Programmieren des Empfangsstatus (Receiver)

Der Empfangsstatus wird unter Punkt 5 des Programmiermenüs aktiviert bzw. deaktiviert.

```
1) Set Function ON
2) Set Function OFF

Enter selection or ESC to cancel > 1
```

Bei Systemen mit Simplex-Datenübertragung kann der Empfang an der Sendestelle deaktiviert werden. Hierdurch wird vermieden, dass das Senden durch externe Störsignale verhindert wird.

### 7.2.6 Programmieren der Repeaterfunktion (Repeater Function)

Die Repeaterfunktion wird unter Punkt 6 des Programmiermenüs aktiviert bzw. deaktiviert.

```
1) Set Function ON
2) Set Function OFF

Enter selection or ESC to cancel > 2
```

Das Funkmodem kann kurze Datenpakete (maximal 135 Byte) auf einer Funkfrequenz weitergeben. Wenn die Repeaterfunktion aktiv ist, empfängt das Funkmodem Daten wie gewöhnlich, gleichzeitig werden jedoch die empfangenen Daten zwischengespeichert. Wenn der Empfang beendet ist, werden die empfangenen und zwischengespeicherten Daten direkt auf demselben Kanal und mit denselben Einstellungen, wie die Daten empfangen wurden, weitergesendet.

Wenn die Adressierung benutzt wird, wird für die Weiterleitung die korrespondierende Adresse des jeweiligen Adressenpaares benutzt. Siehe hierzu Kapitel 5.6

### 7.2.7 Programmieren mit der SL-Befehlsfunktion (SL-commands)

Die SL-Befehlsfunktion wird unter Punkt 7 des Programmiermenüs aktiviert bzw. deaktiviert.

```
1) Set Function ON
2) Set Function OFF

Enter selection or ESC to cancel > 2
```

Bei aktivierter SL-Befehlsfunktion können Funkfrequenz und Adresse direkt über die serielle Schnittstelle des Funkmodems eingestellt werden, ohne dass man Pin 12 mit Masse verbinden muß, siehe Kapitel 7.3.

### 7.2.8 Programmieren der RTS-Leitung (*RTS-line*)

Die Funktion der RTS-Leitung wird unter Punkt 8 des Programmiermenüs aktiviert bzw. deaktiviert.

```
1) Set RTS-Line Functions OFF
2) TX Control
3) RD-Line Control
4) Reception Control

Enter selection or ESC to cancel > 1
```

zu 2)

Die RTS-Leitung aktiviert den Sendevorgang und hindert das Funkmodem daran, in Empfang zu gehen. Die Sendebereitschaft wird vom Funkmodem über die CTS-Leitung signalisiert.

zu 3)

Wenn die RTS-Leitung nicht aktiv ist, wird der Datenempfang über die RD-Leitung unterbrochen, wenn das Ende der Nachricht erreicht ist. Ein Umschalten in den Sendemodus ist nicht möglich, solange eine Datenübertragung auf dem Kanal aktiv ist.

zu 4)

Wenn die RTS-Leitung nicht aktiv ist, wird der Datenempfang über die RD-Leitung unterbrochen. In diesem Zustand stellt das Funkmodem den Empfang ein (die CTS-Leitung zeigt den aktuellen Zustand an), und die Ausgangsdatenleitung (TD) kann genutzt werden.

### 7.2.9 Programmieren der Sonderfunktionen (*Special functions*)

Unter Punkt 9 des Menüs werden Spezialfunktionen aktiviert bzw. deaktiviert.

```
1) Set Special Functions OFF
2) BREAK character detection
3) Slow RX turnaround

Enter selection or ESC to cancel > 1
```

zu 2) erkennen und übertragen des BREAK-Zeichens (siehe auch 3.1.1)

zu 3) Normaleinstellung ist OFF. Bei Datenverlusten kann diese Funktion hilfreich sein.

### 7.2.10 Programmieren der TX Start Verzögerung (*TX Start delay*)

Die Start-Verzögerung des Sendevorganges in Millisekunden wird unter Punkt A konfiguriert.

Normalerweise ist diese Funktion auf 0 gesetzt. Bei anderen Werten wartet das Funkmodem um

diesen Wert mit dem Senden und speichert die zu sendenden Daten in den internen 135 Byte-Puffer.

### 7.2.11 Programmieren des Testmodus (Tests Mode)

Der Testmodus und seine Funktionen werden unter Punkt T des Programmiermenüs konfiguriert.

1) Set Test Functions	OFF
2) Tx Carrier	off
3) Tx Data 80 B	off
4) Tx Data 10 kB	off
Enter selection or ESC to cancel > 1	

**Zu 1) Wenn die Testfunktion auf ON gesetzt ist, wird der Testmodus automatisch aktiv, sobald** der Programmiermodus verlassen wird oder nach dem Einschalten des Funkmodems. Im Testmodus ist keine normale Datenübertragung möglich.

**Zu 2) Das Funkmodem sendet ein kontinuierliches Trägersignal.**

**Zu 3) Es werden Datenpakete mit 80 Byte Größe im Abstand von 0,25 Sekunden kontinuierlich gesendet.**

**Zu 4) Es werden Datenpakete mit 10 KByte Größe im Abstand von 0,25 Sekunden kontinuierlich gesendet.**

## 7.3 SL-Befehle

Bei aktivierter SL-Befehlsfunktion können Funkfrequenz und Adressen direkt von der seriellen Schnittstelle des Funkmodems aus geändert werden, ohne dass Pin 12 mit Masse verbunden wird. Die SL-Befehle werden mit den aktuellen RS-232-Parametern für die Datenübertragung übermittelt. Die Datenlänge muß auf 8 Bit eingestellt sein. **Die Änderungen werden mit einem speziellen Programmierungs-Datenpaket übermittelt.** Dies muss ein separates Paket sein und darf nicht in das übermittelte Datenpaket integriert werden. Es dürfen auch keine zusätzlichen Zeichen enthalten sein. Die Größe des Programmierpakets muss 5 Zeichen betragen. Die Pause vor und nach dem Programmierpaket muss länger als 3 Zeichen sein.

### 7.3.1 Programmieren der Adressen

Das Programmieren der vier Adressen (TX1,RX1,TX2,RX2) kann mit dem Befehl **SLAxy** gleichzeitig vorgenommen werden. x und y sind hier 8-Bit-Zeichen.

Das Programmieren der Empfangsadresse allein geschieht mit dem Befehl **SLRxy** und das Programmieren der Sendeadresse allein mit dem Befehl **SLTxy**

Wenn das Funkmodem das Adressenprogrammierpaket erkannt hat, setzt es das CTS-Signal auf inaktiv und stellt die neue Adresse ein. Die erfolgreiche Einstellung wird vom Funkmodem mit der Ausgabe **OK** quittiert. **Diese kann vom Datenterminal auf RD eingelesen und verarbeitet werden.**

### 7.3.2 Programmieren des Kanals

Das Programmieren des Funkfrequenz geschieht mit dem Befehl

**SLLxy** (lower) oder **SLHxy** (higher)

Die Kanäle von der Mittenfrequenz bis 1 MHz darunter werden mit dem Befehl SLLxy, die Kanäle von der Mittenfrequenz bis 1 MHz darüber werden mit dem Befehl SLHxy programmiert. Die Kanalnummer ist eine zweistellig angegebene Dezimalzahl zwischen 00 und 40, wenn ein 25-kHz-Kanalabstand verwendet wird, und zwischen 00 und 80, wenn ein 12,5-kHz-Kanalabstand verwendet wird. Der gewünschte Funkkanal errechnet sich aus der Formel:

$$\text{Kanal} = \text{Mittenfrequenz} \pm xy * \text{Kanalabstand (z.B. 25 kHz)}.$$

**Beispiel:**

**SLH35** entspricht bei einer Mittenfrequenz von 445,000 MHz und 25 KHz Kanalabstand:  
 $\text{Kanal} = 445,000 \text{ MHz} + 35 * 25 \text{ kHz} = 445,875 \text{ MHz}$

Wenn das Funkmodem den Kanalprogrammierungsbefehl erkannt hat, setzt es das CTS-Signal auf inaktiv und prüft, ob die neue Kanalnummer zulässig ist. Wenn ja, wird dieser Kanal eingestellt. Die erfolgreiche Einstellung wird vom Funkmodem mit der Ausgabe **OK** quittiert. Wenn die Kanalangabe nicht zulässig ist, meldet das Funkmodem **Error**

### 7.3.3 Speichern der neuen Einstellung

Alle anderen SL-Befehle haben keine dauerhaften Auswirkungen auf die Modemeinstellungen. Sie gelten nur bis zum Ausschalten des Funkmodems. Beim nächsten Einschalten lädt das Funkmodem die voreingestellten Werte aus dem nichtflüchtigen Speicher. Eine permanente Änderung erreicht man nur mit dem SL-Befehl **SLSØS** (Ø = Null)

## 8 Syntax des SL-Befehls

Beim Programmieren des Funkmodems mit einem SL-Befehl ist zu beachten, dass die Form der Adresse eine andere ist als im Programmiermodus. Im Programmiermodus wird die Adresse als hexadezimaler Wert angegeben (einem Wert zwischen 0000 und FFFF) – zum Beispiel "2BFA". Beim Programmieren des Funkmodems mit einem SL-Befehl besteht die Adresse aus zwei 8-Bit-Binär-Zeichen.

Dem Funkmodem muss der SL-Befehl als ein zusammenhängendes Paket übermittelt werden. Entweder muss daher für den Befehl eine Datei erstellt werden, oder die höhere Applikationssoftware muss dafür sorgen, dass der Befehl kontinuierlich übertragen wird. Wenn es beim Senden eine Unterbrechung gibt, interpretiert das Funkmodem die Angaben als übermittelte Daten.

### 8.1 Bildung der Adresse für den SL-Befehl

Wenn man beispielsweise Adresse 2B5A (hexadezimal) verwenden will, beginnt man damit, den hexadezimalen Wert in Zeichen umzuwandeln.

Dies kann man beispielsweise mit einer Zeichentabelle tun (Anhang 1). Die Zeichentabelle in dieser Anleitung ist für den Zeichensatz IBM PC-8 bestimmt. Wenn der verwendete Computer einen anderen Zeichensatz verwendet, muss man eine andere Zeichentabelle verwenden oder die Methode aus Beispiel 2 verwenden.

#### Beispiel 1

<i>Hex-Adresse</i>	<i>Zeichen</i>	<i>SL-Befehl</i>
2B5A	"+Z"	"SLA+Z"

Eine ASCII-Datei für das SL-Paket erstellen und sie z.B. AD\_2B5A.TXT nennen.

Die erste Zeile der Datei wäre dann: SLA+Z

Damit kann man jetzt schon die Adresse des Funkmodems ändern. Dazu kopiert man einfach die Datei AD\_2B5A.TXT zur entsprechenden seriellen Schnittstelle: `copy AD_2B5A.TXT com1` Hierbei müssen die Einstellungen der seriellen Schnittstelle die gleichen sein wie die des Funkmodems (siehe auch: DOS-MODE-Befehle).

Die Datei kann auch über eine ASCII-Dateiübertragung mit Hilfe eines Kommunikationsprogramms zum Funkmodem gesendet werden.

Einige Zeichen sind Steuerzeichen, und es gibt dafür keine Taste auf der Tastatur. Wenn man den verwendeten Zeichensatz nicht ganz genau kennt, sollte man die Methode aus Beispiel 2 verwenden.

## Beispiel 2

<i>Hex-Adresse</i>	<i>Dezimal</i>	<i>Zeichen</i>
0AFF	10, 255	LF, DEL (Steuerzeichen)

1. Möglichkeit: Adresse mit einem Hex-Editor erstellen.
2. Möglichkeit: Auf einem PC kann man einige Zeichen mit ALT und den Tasten des Ziffernblocks auf der Tastatur eingeben. Hierzu verwendet man einen einfachen DOS-Editor: ALT-Taste drücken, Dezimalwert 3-stellig über den numerischen Tastenblock eingeben (z.B. 10=010) und ALT-Taste wieder loslassen.

<i>Hex-Adresse</i>	<i>Eingabe über den numerischen Zeichenblock</i>
0AFF	ALT (halten) 0 1 0 ALT (loslassen) ALT (halten) 2 5 5 ALT (loslassen)

## Hinweis:

Im Terminal-Modus können keine SL-Befehle eingegeben werden. Es ist erforderlich, eine ASCII-Datei, die allein den SL-Befehl enthält, zu erstellen und diese zum Funkmodem zu senden.

## 9 Datensystem mit mehreren Funkmodems

(Abschnitt 9 bis 13 enthalten allgemeine Anweisungen, die für alle von SATEL OY hergestellten Funkmodems Geltung haben.)

### 9.1 Abfolge der Datenzeichen

Die Daten sollten in kontinuierlichen Folgen übertragen oder auf Blöcke aufgeteilt werden. Zu kurze Sequenzen (z.B. 1 Zeichen lang) sollte man nicht senden, da hierbei die Verwaltungsinformationen (Synchronisierung plus Terminal-Adresse) unverhältnismäßig umfangreich sind und die Datenübertragung verlangsamen. Die empfohlene Länge eines Datenpakets beträgt 50 bis 500 Zeichen.

Ein System mit nur einem Funkkanal kann umfangreicher ausfallen, wenn der reale zeitliche Rahmen für das Senden von einem bestimmten Terminal gering bleibt. Dies sollte bereits bei der Planung des Systems berücksichtigt werden. Die Bandbreite des System lässt sich durch eine größere Anzahl Basisstationen und Funkkanäle erweitern.

Es ist zu beachten, dass zur gleichen Zeit auf dem gleichen Kanal nur ein Sender aktiv sein darf.

### 9.2 Polling

Das System kann als Master-Slave-Netz konfiguriert werden. Hierbei steuert ein Funkmodem alle anderen Funkmodems im System. Slave-Einheiten können mit der Master-Einheit so lange kommunizieren, wie ihr von der Master-Einheit Zeit zugewiesen wurde.

Der Vorteil der Polling-Methode liegt darin, dass Kollisionen (gleichzeitige Sendevorgänge) vermieden werden. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, dass der Sender der Master-Einheit die halbe Zeit in Situationen aktiv ist, in denen es gar keine Datenübertragung von der Slave-Einheit zum Master gibt.

**Im Lieferumfang des transparenten Funkmodems ist kein Polling-Protokoll enthalten. Dieses Protokoll ist auf einer höheren Ebene der Protokollhierarchie angesiedelt und ist daher vom System bereitzustellen.**

### 9.3 Multi-Master

Das System kann auch als Multi-Master-Netz konfiguriert werden. Hierbei kann jedes beliebige Funkmodem mit dem Sendevorgang beginnen, entweder nachdem es die CTS-Leitung kontrolliert hat oder die CD-Leitung anzeigt, daß der Funkkanal frei ist.

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass der Sender nur während der Datenübertragung eingeschaltet wird. Der Nachteil liegt darin, dass mobile oder entfernte Stationen einander nicht immer „hören“ und es daher zu Kollisionen zum Master kommen kann.

**Im Lieferumfang des transparenten Funkmodems ist kein Multi-Master-Protokoll enthalten. Dieses Protokoll ist auf einer höheren Ebene der Protokollhierarchie angesiedelt und ist daher vom System bereitzustellen.**

## 10 Planung eines Funkmodem-Netzes

### 10.1 Einflussfaktoren für die Qualität und Reichweite der Funkverbindung

- Leistung des Funksenders
- Empfindlichkeit des Funkempfängers
- Störstrahlungsfestigkeit des Funkmodulationssignals
- Verstärkungsleistung der Sende- und Empfangsantenne
- Dämpfung des Antennenkabels
- Aufbauhöhe der Antenne
- Natürliche Hindernisse
- Interferenzen durch andere elektrische Ausrüstungen

Die Sendeleistung des SATELLINE-2ASxE-Basismodells liegt bei max.1 W.

Die Empfindlichkeit des Empfängers beträgt mehr als  $-115$  dBm.

In flachem, freiem Gelände und bei Verwendung einer Viertelwellenantenne (Antennenverstärkung 1dBi) mit einer Antennenhöhe von 1 m lassen sich Reichweiten von 3 bis 4 km erzielen. Wenn Metallwände oder andere Materialien zu überwinden sind, die die Ausbreitung von Funkwellen behindern, kann die Reichweite entschieden geringer sein.

Bei großen Entfernungen lassen sich Probleme durch natürliche Hindernisse oft lösen, indem man die Antenne höher anbringt. Höhere Reichweiten lassen sich auch durch Verwendung von Gewinnantennen erzielen. Bei topografischen Unterschieden und bei größeren Entfernungen kann es erforderlich werden, dass wenigstens eine der Antennen auf 10 bis 20 m erhöht wird.

Wenn die Antenne mehr als 10 m vom Funkmodem entfernt ist, ist es erforderlich, ein dämpfungsarmes Kabel zu verwenden ( $< 0,7$  dB/10 m), damit die Antennenverstärkung nicht wieder verloren geht. Bei problematischen Verbindungen kann man auch durch Einfügen eines Repeaters Abhilfe schaffen. Bei Systemen mit zahlreichen Basisstationen kann ein RSSI-Signal dabei helfen, die Basisstation mit den besten Empfangsverhältnissen auszuwählen. Man kann ein Kommunikationsnetz auch gemischt aus Kabel- und Funkmodemverbindungen aufbauen.

Das Funkmodem SATELLINE-2ASxE arbeitet z.B. im 450-MHz-Band, in dem Störsignale durch menschliche Einwirkung kaum Bedeutung haben. Auf entfernte Störsignale braucht man nicht zu achten, nicht einmal bei speziellen Wetterlagen.

Das SATELLINE-2ASxE toleriert normal starke Störsignale. Diese Störsicherheit kann jedoch bei Störsignalen mit besonders hohem Pegel durchbrochen werden, was dann zu Übertragungsfehlern führt. Beim Einsatz in Fahrzeugen läßt sich die Reichweite verbessern, indem man die gesendeten Daten in Pakete von z.B. 50 bis 500 Bit zerlegt und fehlerhaft übermittelte Pakete noch einmal sendet.

Eine ausreichende Sicherheitsmarge für die Kommunikation erhält man, indem man beim Testen eine zusätzliche künstliche Dämpfung der Antenne um 6 dB bewirkt oder eine Antenne verwendet, die weniger effektiv ist als im späteren Endsystem.

## 10.2 Feldstärke (RSSI)

Ob die Funkübertragung erfolgreich ist, hängt hauptsächlich von der Feldstärke ab. Wenn diese Feldstärke über einem bestimmten Niveau liegt, sind die Ergebnisse im Betrieb sehr gut. Unterhalb dieses Niveaus kann es einen Grenzbereich von wenigen dB geben, in dem erste Fehler durch Rauschen und Störsignale erzeugt werden, die letztlich zu einem Verbindungsabbruch führen.

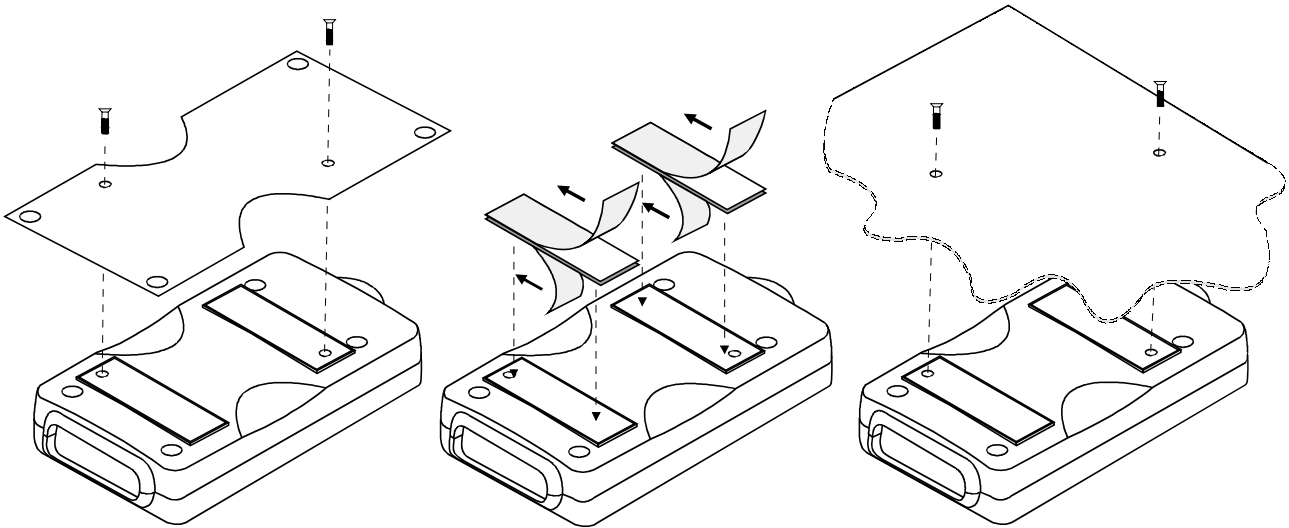
Auf offener Strecke ist die Feldstärke optimal, auch wenn sie mit der Entfernung abnimmt. Es ist dabei zu beachten, dass auch offene Strecken und Räume nicht immer gleich sind (Umgebungsfaktoren, Topografie) und dass bei der Planung des Systems die Auswirkung dieser Unterschiede auf die Übertragungsqualität berücksichtigt werden müssen.

Der Boden, Bodenwellen und Gebäude bewirken eine Dämpfung (Energieverlust durch Absorption) sowie eine Reflektion der Funkwellen. Gebäude reflektieren Funkwellen, und daher ist die Dämpfungswirkung beim Senden über kurze Distanzen nicht so ausgeprägt.

Allerdings verlieren die reflektierten Wellen nach einer gewissen Entfernung an Leistung. Sie vereinen sich mit den direkt gesendeten Funkwellen, was je nach Einzelfall das Signal verstärken oder schwächen kann. In der Praxis kann es selbst bei 40 dB Feldstärke – einem sehr hohen Wert – Dämpfungseffekte geben. Die Auswirkungen bei einer Frequenz von 450 MHz betragen etwa 35 cm Entfernung, so dass eine geringfügige Ortsveränderung der Antenne innerhalb dieses Entfernungsbereiches signifikante Dämpfungseffekte beheben kann.

## 11 Installation

Das Funkmodem kann mit dem mitgelieferten Installationszubehör installiert werden.



1. Möglichkeit:  
Installationsplatte, zu  
befestigen auf der Rückseite  
des Funkmodems.

Die Installationsplatte wird  
unter Verwendung der  
vorgesehenen Bohrungen  
befestigt.

2. Möglichkeit:  
Aufklebbares Klettband, mit  
dem Funkmodem  
mitgeliefert.

3. Möglichkeit:  
Direktmontage auf der  
bauseitigen Anlage.

Optional: Hutschienenmontage

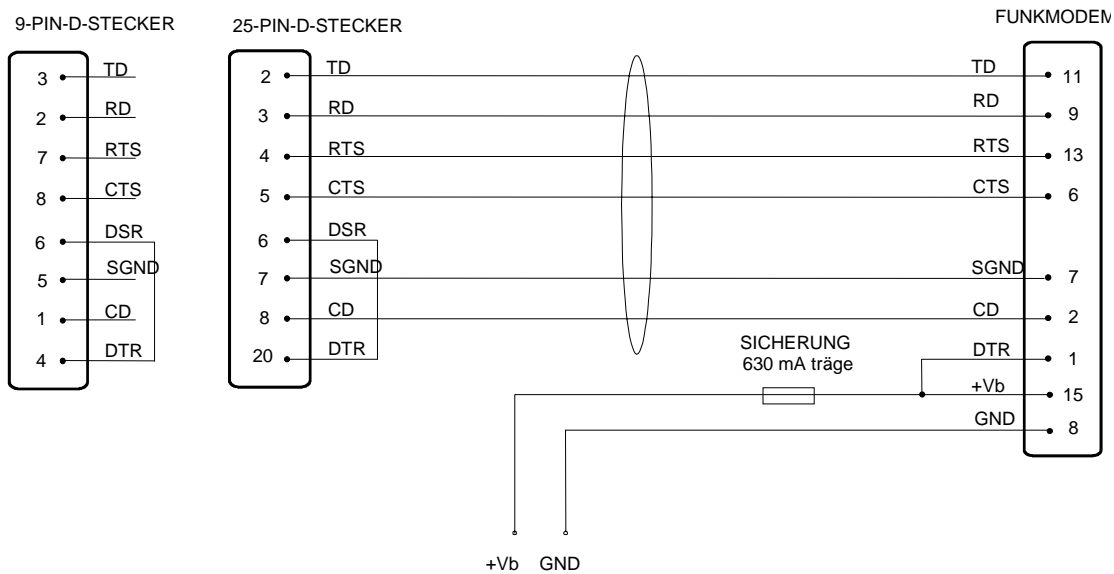
### Hinweis:

Bei der Auswahl des Standorts ist darauf zu achten, dass kein Wasser in das Funkmodem gelangen kann. Das Funkmodem auf einem stark vibrierenden Fundament anzubringen, ist nicht empfehlenswert. Die physische Verbindung sollte mit einem absorbierenden Material abgedämpft werden.

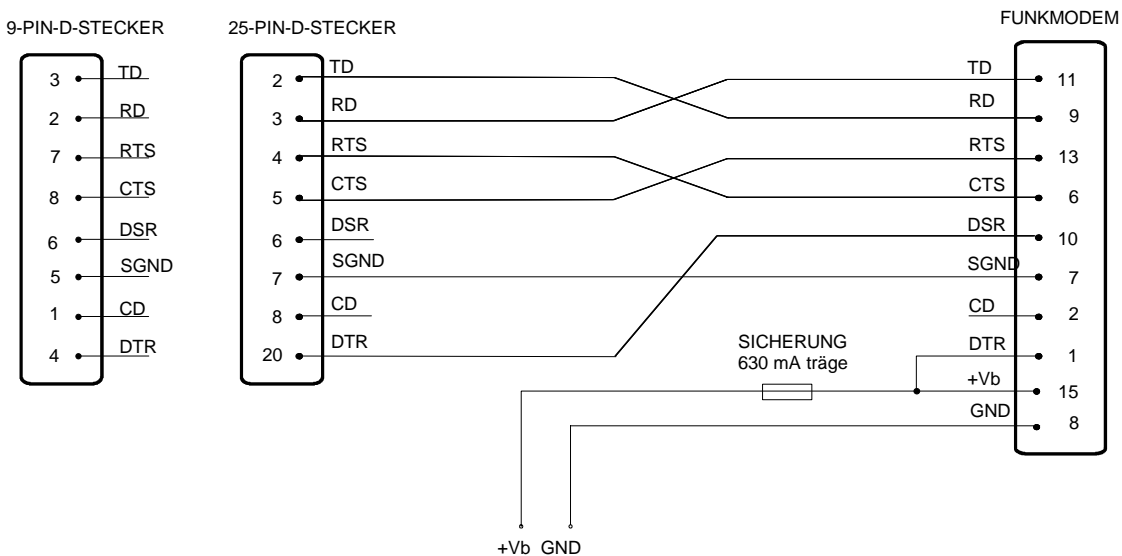
Das Funkmodem erfüllt die Forderungen von ETS 300 113 im Temperaturbereich zwischen  $-25\text{ °C}$  und  $+55\text{ °C}$ . Es funktioniert auch außerhalb dieses Temperaturbereichs, doch werden dann nicht alle Spezifikationen sicher erfüllt.

## 11.1 RS-232-Schnittstelle

Das Funkmodem wird über die RS-232-Schnittstelle an das Terminal angeschlossen. Das nachstehende Diagramm zeigt eine typische Beschaltung unter Nutzung aller Handshake-Leitungen.



In einigen Anlagen ist das Funkmodem mit einer anderen Datenübertragungseinrichtung (Modem) verbunden. In diesem Fall sollten die Leitungen über Kreuz verbunden werden, wie im nachstehenden Diagramm gezeigt:



## 11.2 Spannungsversorgung

Der Eingangs-Spannungsbereich ist 9–30 V/DC. Der *positive* Pol der Spannungsversorgung wird mit den Pins 14 und 15 des D15-Steckers, der *negative* Pol mit den Pins 7 und 8 verbunden.

Die DTR-Leitung an Pin 1 kann zum Ein- und Ausschalten verwendet werden. In diesem Fall entspricht logisch 1 (+5 bis +30 V) EIN und logisch 0 (0V bis –12 V) AUS.

Besonders bei personenmobilen Anwendungen kann die DTR-Leitung (Pin 1) des Funkmodems, auf 0 gezogen werden, um Energie zu sparen.

### **Hinweis:**

Wenn man RS-232-Schnittstellenkabel an ein Gerät anschließt, muss das Gerät auf jeden Fall zuerst abgeschaltet werden.

## 11.3 Antenneninstallation

Bei großen Entfernungen oder unter erschwerten Bedingungen hängt die erfolgreiche Kommunikation noch mehr als sonst von der Antenne und ihrer Installation ab.

Für Antenne, Antennenkabel und Terminal-Adapter sollten ausschließlich Stecker mit vergoldeten Kontakten verwendet werden. Stecker von schlechter Qualität oxidieren und erhöhen so im Lauf der Zeit die Dämpfung. Daher ist auf die Verwendung von Qualitätssteckern und geeignetem Werkzeug zu achten. Es ist auch dafür zu sorgen, dass die Antenne selbst und ihr Befestigungsmaterial Wettereinflüssen und Umweltverschmutzung standhalten können.

Um kleine Antennen herum sollte eine metallfreie Zone von mindestens 0,5 m, um große Antennen von 5 m oder mehr eingehalten werden. Um eine Kombination aus Repeater und Antenne herum muss die metallfreie Zone 10 m oder größer sein. Bei einem großen Netz aus Funkmodems ist der beste Platz für eine Antenne der höchste Punkt des Gebäudes oder sogar ein Funkmast. Wenn ein solcher Mast verwendet wird, kann man die Antenne in einer Seiteninstallation bis zu 2–3 m vom Mast entfernt installieren.

Bei der Wahl des Antennenstandorts ist auch auf mögliche Störsignale zu achten:

- Basisstationen von Mobilfunknetzen
- Basisstationen des Telefon-Festnetzes
- Fernsehsender
- Funkstrecken
- andere Funkmodem-Netze
- PC und Peripheriegeräte (in einem Radius von 5 m um die Antenne)

Bei der Auswahl der Antenne ist darauf zu achten, dass Antennen für einen bestimmten Frequenzbereich konstruiert sind. Einfache Antennen und Yagi-Antennen haben eine relativ hohe Bandbreite. Je mehr Elemente eine Yagi-Antenne enthält, desto höher ist ihr Gewinn und um so genauer ist die Frequenz.

Angesichts der Notwendigkeit, ein System auch zu testen und zu warten, ist es ratsam, ein eher längeres Antennenkabel zu verwenden, damit Funkmodems nicht direkt hoch neben der Antenne installiert werden müssen, wo sie möglicherweise nur schwer zugänglich sind.

Das Antennenkabel ist in Abhängigkeit von der Länge zu wählen. Hierfür gelten die folgenden Empfehlungen:

Länge	Typ 50 Ohm	Dämpfung
< 5 m	RG58	3,0 dB/10 m/450 MHz
5– 20 m	RG213	1,5 dB/10 m/450 MHz
> 20 m	Nokia RFX 1/2"-50	0,5 dB/10 m/450 MHz
> 20 m	AirCom+	0,8 dB/10 m/450 MHz*

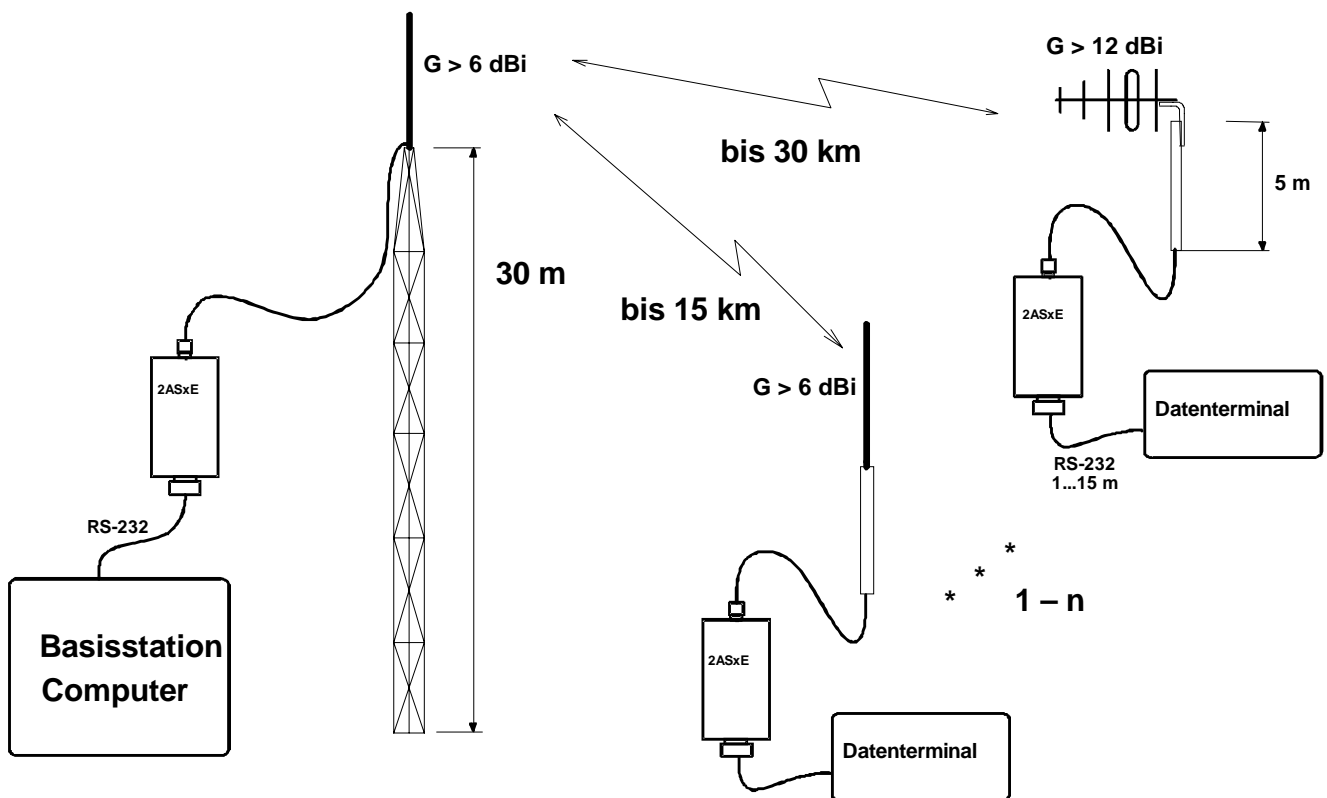
- \* Im AirCom+-Kabel ist das Dielektrikum Luft. Daher ist eine absolut luftdichte Verbindung zwischen Kabel und Steckern erforderlich.

Bei großen Entfernungen, wenn die Antennen in Sichtlinie zueinander stehen, ist eine Antennen-Gewinn von 6 dB ausreichend. Da die Verbindung auch von der Reflektion oder von der Kantenbeugung abhängt, kann die Funkfelddämpfung bis zu 20 dB betragen, je nach Wetterbedingungen. Ein Kurztest ergibt in diesem Fall möglicherweise ein zu positives Bild von der Verbindungsqualität. Die Höhe der Antenne und die topografischen Hindernisse sind daher sorgfältig zu vermessen. In Einzelfällen kann auch eine Verbindung mit einer solchen Dämpfung genutzt werden, wenn das Datenübertragungsprotokoll darauf eingerichtet ist und eine gelegentliche Verlangsamung der Datenübertragung für die Anwendung unkritisch ist.

**Vertikal polarisierte Antennensysteme** werden bei Funkstrecken oft verwendet. Bei Systemen mit einer Basisstation und Unterstationen ist normalerweise die vertikale Polarisierung zu empfehlen. Die Antenne des Funkmodems sollte höhenmäßig nicht mit Antennen anderer Unterstationen im gleichen Gebäude auf derselben Ebene montiert werden. Die beste Unterscheidung von anderen Antennen in der Nachbarschaft erreicht man durch eine Installation möglichst weit von allen anderen Antennen der gleichen Ebene entfernt. Das beste Ergebnis erhält man im Allgemeinen, wenn sich alle Antennen am gleichen Mast befinden. Idealerweise werden die Antennen auf unterschiedlichen Ebenen (Höhen) am Mast montiert, um eine maximale Entkopplung zu erreichen.

Die **horizontale Polarisation** ist für die Datenübertragung zwischen zwei Punkten geeignet. Bei der Polarisationsdämpfung ist eine bessere Unterscheidung zu vertikal polarisierten Störsignalen möglich. Hierbei sind jedoch die Richteigenschaften der Antennen zu beachten. Wenn bei horizontal polarisierten Antennen eine Unterscheidung von einer anderen störenden Antenne gewünscht wird, muss die Hinterkeule stark gedämpft sein. Der Störstrahler sollte sich darüber hinaus hinter der Antenne befinden.

Wenn das System keine Verwendung einer Rundstrahlantenne erfordert, ist es empfehlenswert, Richtantennen zu verwenden, zum Beispiel Yagis mit zwei Elementen in einer festen Installation im Außenbereich. Mit zunehmender Verstärkung durch die Antenne wird die Position der Antenne immer wichtiger. Hoch gelegene Basisstationen sollten mit Bandpassfiltern (4–6 Grad) versehen werden. Je höher die Antenne positioniert ist, desto größer ist die Reichweite. Der Nachteil bei einer zu hoch angebrachten Antenne an der Basisstation besteht darin, dass Störsignale aus einem größeren Bereich auf die Basisstation einwirken oder die Basisstation ihren Kanal in einem zu großen Gebiet belegt.



Beispiel für eine Antenneninstallation: Durch Verwendung einer Antenne mit hohem Gewinn und durch Installation der Antennen an einem hoch gelegenen Punkt lassen sich mit dem SATELLINE-2ASxE große Entfernungen überbrücken.

## 12 Hardware

### 12.1 Anschluss von Antennen an Funkmodems

Die folgenden Antennentypen werden - je nach Einsatzbereich - empfohlen:

#### 12.1.1 Tragbare Geräte

- Viertelwellenantenne (Wellenlänge bei 450 MHz: etwa 70 cm)
- Helixantenne

Die Antenne wird direkt am Antennenanschluss (TNC-Buchse) oben am Funkmodem angeschlossen.

#### 12.1.2 Geräte in Fahrzeugen

- Viertelwellenantenne
- Halbwellenantenne

Im Idealfall ist die Antenne vertikal installiert und hat nach allen Richtungen mindestens *0,5 m* Freiraum. Für ein kleines System reicht eine Viertelwellenantenne. Unter der Antenne sollte sich eine metallene Grundfläche befinden (Motorhaube oder Dach). Bei schlechteren Empfangsbedingungen ist eine Halbwellenantenne am besten geeignet. Sie kann oben auf einem Rohr oder Mast montiert werden, so dass sie möglichst viel Freiraum hat. Wenn die Antenne nicht direkt an das TNC angeschlossen werden kann, muss die Verbindung mit einem 50-Ohm-Koaxialkabel hergestellt werden.

#### 12.1.3 Basisstation

- Rundstrahlantenne (Viertel-, Halb- oder Fünfstachelwellenantenne)
- Richtantenne (Yagi- oder Winkelreflektorantenne)

Die Antenne sollte aufrecht stehend installiert werden. Die genaue Antennenposition hängt von mehreren Faktoren ab – von der Systemgröße bis hin zu den topografischen Gegebenheiten. In der Regel sollte sich die Antenne einer Basisstation am höchsten Punkt möglichst zentral innerhalb des Systems befinden.

Die Antenne der Basisstation kann sich auch im Inneren eines Gebäudes befinden, vorausgesetzt, die Gebäudewände enthalten kein Metall.

## 12.2 Kabel

### 12.2.1 RF-Kabel

Wenn das Antennenkabel kürzer ist als 5 m, kann ein 50-Ohm-RF-Kabel von guter Qualität verwendet werden (z.B. RG58). Wird ein längeres Kabel benötigt, so muss es ein verlustarmes RF-Kabel sein.

Standardmäßig stellen wir 50-Ohm-Kabel RG58 in Längen von 1 m (CRF-1) und 5 m (CRF-5) optional bereit.

#### **Hinweis:**

Es ist darauf zu achten, dass die Kontakte der Kabelstecker vergoldet sind und dass die verwendeten Stecker zuverlässig sind. Minderwertige Stecker oxidieren schnell und führen zu Fehlfunktionen.

### 12.2.2 Schnittstellenkabel

Bei der Standortplanung des Funkmodems ist zu berücksichtigen, dass RS-232-Kabel maximal 15 m lang sein sollten. Das Kabel muss geschirmt sein. Das Stromversorgungskabel kann maximal 2 m lang sein. Als Standardkabel liefern wir optional:

- Kabel mit einem 25-poligen Verbinder CRS-1F oder CRS-1M (F=Kupplung, M=Stecker) oder
- mit einem 9-poligen Verbinder CRS-2F oder CRS-2M.

Die Kabel sind 2 m lang und enthalten sowohl das Schnittstellen- als auch das Stromversorgungskabel.

Es gibt für das Funkmodem SATELLINE-2ASxE auch den Schnittstellenadapter ARS-1F mit Programmierschalter und Stromversorgungskabel. Der Schnittstellenadapter setzt den Verbinder des Modems auf eine 9-polige D-Kupplung um. Außerdem gibt es ein direktes Kabel mit 9-poligem Verbinder, CRS-9.

#### **Hinweis:**

Es ist darauf zu achten, dass die Kontakte der Kabelstecker vergoldet sind und dass die verwendeten Stecker zuverlässig sind. Minderwertige Stecker oxidieren schnell und führen zu Fehlfunktionen.

## 13 Checkliste

Beim Installieren und Konfigurieren des Funkmodems sind folgende Punkte zu beachten:

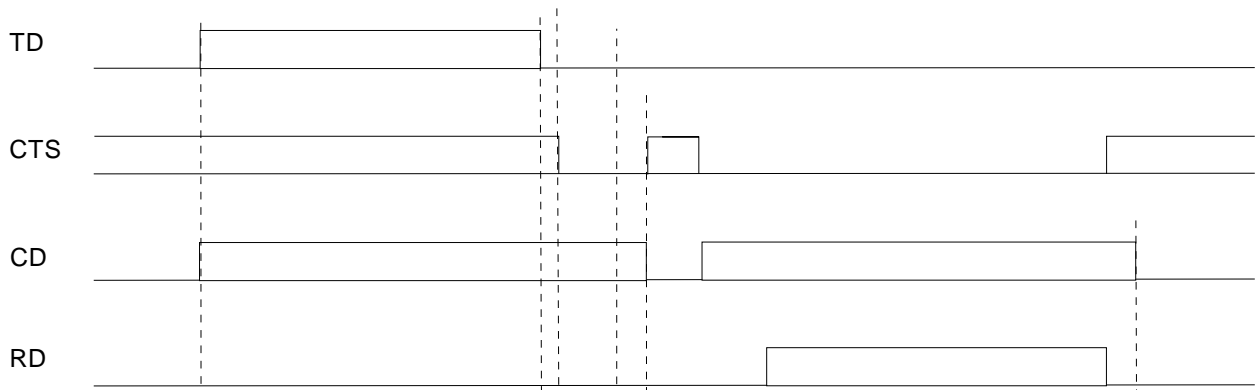
1. Vor dem Anschluss eines RS-232-Kabels an ein Gerät ist darauf zu achten, dass die Betriebsspannung abgeschaltet ist.
2. Für eine optimale Funktion sind die richtigen Standorte zu wählen:
  - Antenne frei stehend und möglichst weit entfernt von allen Störquellen aufstellen.
  - Modem nicht auf einer stark vibrierenden Fläche aufstellen.
  - Modem keinem direkten Sonnenlicht und keiner hohen Feuchtigkeit aussetzen.
3. Kapazität und Stabilität der Spannungsversorgung sind so auszulegen, dass der für den Sender zur Verfügung stehende Strom für die Herstellung einer zuverlässigen Verbindung ausreicht.
4. Antenne nach den Anweisungen in Abschnitt 11 installieren.
5. Die Einstellungen des Funkmodems müssen denen des Terminals entsprechen, und alle Funkmodems im System müssen dieselben Einstellungen haben und zueinander kompatibel sein.
6. Die Funkmodems müssen auf demselben Kanal arbeiten.

## Anhang 1 Zeichentabelle

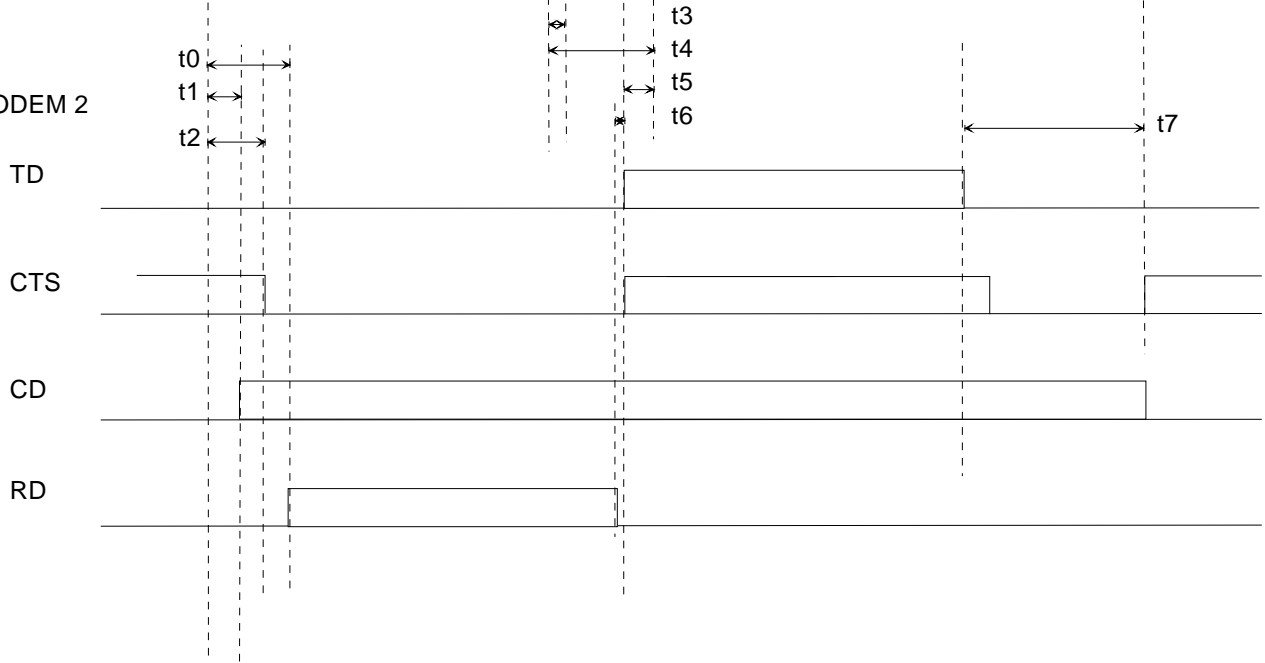
ASCII CHARACTER TABLE																	
D	H	C	D	H	C	D	H	C	D	H	C	D	H	C	D	H	C
000	00		043	2B	+	086	56	U	129	81	ü	172	AC	¼	215	D7	ÿ
001	01	☺	044	2C	,	087	57	W	130	82	é	173	AD	½	216	D8	ÿ
002	02	☹	045	2D	-	088	58	X	131	83	â	174	AE	¾	217	D9	ÿ
003	03	♥	046	2E	.	089	59	Y	132	84	ä	175	AF	»	218	DA	ÿ
004	04	♦	047	2F	/	090	5A	Z	133	85	à	176	B0	»»	219	DB	ÿ
005	05	♣	048	30	0	091	5B	[	134	86	â	177	B1	»»»	220	DC	ÿ
006	06	♠	049	31	1	092	5C	\	135	87	ç	178	B2	»»»»	221	DD	ÿ
007	07	•	050	32	2	093	5D		136	88	è	179	B3	»»»»»	222	DE	ÿ
008	08	■	051	33	3	094	5E	^	137	89	ë	180	B4	»»»»»»	223	DF	ÿ
009	09		052	34	4	095	5F	~	138	8A	è	181	B5	»»»»»»»	224	E0	ó
010	0A		053	35	5	096	60	¸	139	8B	ì	182	B6	»»»»»»»»	225	E1	ô
011	0B	♂	054	36	6	097	61	a	140	8C	î	183	B7	»»»»»»»»»	226	E2	õ
012	0C	♀	055	37	7	098	62	b	141	8D	ï	184	B8	»»»»»»»»»»	227	E3	ö
013	0D	♂	056	38	8	099	63	c	142	8E	ä	185	B9	»»»»»»»»»»»	228	E4	ø
014	0E	♂	057	39	9	100	64	d	143	8F	å	186	BA	»»»»»»»»»»»»	229	E5	ù
015	0F	♂	058	3A	:	101	65	e	144	90	é	187	BB	»»»»»»»»»»»»»	230	E6	ú
016	10	♂	059	3B	;	102	66	f	145	91	æ	188	BC	»»»»»»»»»»»»»»	231	E7	û
017	11	♂	060	3C	<	103	67	g	146	92	œ	189	BD	»»»»»»»»»»»»»»»	232	E8	ü
018	12	♂	061	3D	>	104	68	h	147	93	ø	190	BE	»»»»»»»»»»»»»»»»	233	E9	ú
019	13	!!	062	3E	=	105	69	i	148	94	ö	191	BF	»»»»»»»»»»»»»»»»»	234	EA	û
020	14	¶	063	3F	?	106	6A	j	149	95	ò	192	C0	»»»»»»»»»»»»»»»»»»	235	EB	ü
021	15	§	064	40	@	107	6B	k	150	96	ù	193	C1	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	236	EC	ý
022	16	—	065	41	A	108	6C	l	151	97	ù	194	C2	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	237	ED	ÿ
023	17	±	066	42	B	109	6D	m	152	98	ÿ	195	C3	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	238	EE	-
024	18	†	067	43	C	110	6E	n	153	99	ö	196	C4	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	239	EF	/
025	19	‡	068	44	D	111	6F	o	154	9A	ü	197	C5	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	240	F0	-
026	1A	→	069	45	E	112	70	p	155	9B	ø	198	C6	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	241	F1	-
027	1B	←	070	46	F	113	71	q	156	9C	É	199	C7	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	242	F2	=
028	1C	⌊	071	47	G	114	72	r	157	9D	Ø	200	C8	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	243	F3	¼
029	1D	↔	072	48	H	115	73	s	158	9E	×	201	C9	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	244	F4	¶
030	1E	▲	073	49	I	116	74	t	159	9F	ƒ	202	CA	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	245	F5	§
031	1F	▼	074	4A	J	117	75	u	160	A0	á	203	CB	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	246	F6	÷
032	20		075	4B	K	118	76	v	161	A1	í	204	CC	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	247	F7	÷
033	21	!	076	4C	L	119	77	w	162	A2	ó	205	CD	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	248	F8	ö
034	22	"	077	4D	M	120	78	x	163	A3	ú	206	CE	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	249	F9	·
035	23	#	078	4E	N	121	79	y	164	A4	ñ	207	CF	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	250	FA	·
036	24	\$	079	4F	O	122	7A	z	165	A5	Ñ	208	D0	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	251	FB	·
037	25	%	080	50	P	123	7B	{	166	A6	é	209	D1	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	252	FC	·
038	26	&	081	51	Q	124	7C		167	A7	é	210	D2	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	253	FD	·
039	27	'	082	52	R	125	7D	}	168	A8	é	211	D3	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	254	FE	·
040	28	<	083	53	S	126	7E	~	169	A9	é	212	D4	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»	255	FF	·
041	29	>	084	54	T	127	7F	Δ	170	AA	ı	213	D5	»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»»			
042	2A	*	085	55	U	128	80	Ç	171	AB	½	214	D6	»»			

## Anhang 2 Verzögerungen und Reaktionszeit der RS-232-Schnittstelle bei einer Datenübertragungsrate von 9600 Bit/s

MODEM 1



MODEM 2



$t_0 = 17\text{--}20\text{ ms}$  (typisch 18 ms)

$t_1 = 15\text{--}4\text{ ms}$

$t_2 = 5\text{--}6\text{ ms}$

$t_3 = 2\text{--}10\text{ ms}$  (typisch 3 ms)

$t_4 = 5\text{--}60\text{ ms}$  (typisch 30 ms)

$t_5 = 3\text{--}4\text{ ms}$

$t_6 = 0\text{ ms}$

$t_7 = t_4 + (t_5 - x)$

Verzögerung zwischen TD- und RD-Daten

Tx ein/Rx-CD-Verzögerung

Tx ein/Rx-CTS-Verzögerung

Verzögerung am Ende des Datenpakets

Tx-Pufferleerungszeit

Rx-Tx-Verbindungszeit

Virtuelle Rx-Tx-Verbindungszeit

Tx-Pufferleerungszeit 2 ( $x = \text{TD-Startzeit vor } t_5$ )