

Inhalt

1	Brennen der Firmware.....	2
2	Tastatur.....	3
3	Initialisierungen beim Programmstart	3
4	Menü 1, Messungen.....	5
4.1	Submenü 1.1, Auswahl des Detektors.....	5
4.2	Submenü 1.2, Messung mit Anzeige dBm und W (pW / nW / μ W / mW / W).....	6
4.3	Submenü 1.3, Messung mit Anzeige dBm und V-rms (μ V/mV/V)	6
4.4	Submenü 1.4, Messung mit Anzeige dBm und V-pp (μ V/mV/V)	7
4.5	Submenü 1.5, Verrechnung eines eingeschleiften Abschwächers.....	7
4.6	Submenü 1.6, Offset ohne Signal messen	7
4.7	Submenü 1.7, Power-Relativmessung	8
5	Menü 2, Detektor in 1dB-Stufen kalibrieren	9
5.1	Submenü 2.1, Auswahl des zu kalibrierenden Detektors.....	9
5.2	Submenü 2.2, Sicherheitsabfrage	9
5.3	Submenü 2.3, Messung des Offsets.....	9
5.4	Submenü 2.4, Kalibrierung	10
6	Menü 3, Zweipunktkalibrierung für dB-lineare Detektoren	11
6.1	Submenü 3.1: Auswahl des zu kalibrierenden Detektors.....	11
6.2	Submenü 3.2: Sicherheitsabfrage	11
6.3	Submenü 3.3: Messung des Offsets.....	11
6.4	Submenü 3.4: Kalibrierung	12
7	Menü 4: Kalibrierungspunkte für eine Zweipunktkalibrierung.....	12
7.1	Submenü 4.1: Detektorauswahl	13
7.2	Submenü 4.2a: Bestätigung zur linearen Kalibrierung	13
7.3	Submenü 4.3a: Low Level festlegen.....	13
7.4	Submenü 4.4a: High Level festlegen.....	13
7.5	Submenü 4.2b: Lineare Kalibrierung schon vorhanden	13
7.6	Submenü 4.3b: Vorhandene lineare Kalibrierung löschen	14
8	Menü 5: Frequenzkorrekturen für Detektoren	14
8.1	Submenü 5.1, Auswahl des Detektors.....	14
8.2	Submenü 5.2, Auswahl der Frequenz	14
8.3	Submenü 5.3, Eingabe des Korrekturwertes	15
9	Menü 6, Tatsächliche Ist-Werte der Abschwächer.....	15
10	Menü 7, Anzahl ADC-Konversionen für die Mittelwertbildung.....	15
11	Menü 8, LCD Hintergrundbeleuchtung für Batteriebetrieb	16

1 Brennen der Firmware

Das .hex-File (im Download) kann z.B. mit BASCOM, AVR Studio (ATMEL Studio) oder dem myAVR Prog Tool über ISP gebrannt werden. Einzelheiten sind hier zu finden:

<https://dl6gl.de/avr-programmieren-mit-bascom-und-avr-studio>

Vor dem Brennen sind die Fuses einzustellen, am Beispiel AVR Studio:

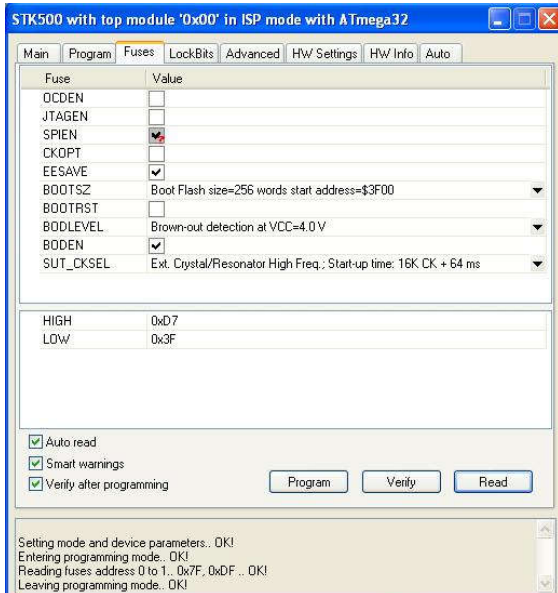


Abb. 1: Einstellung der Fuses (Hi: D7, Lo: 3F hex).

Beim Brennen der Firmware ist folgendes zu beachten:

- Mit dem erstmaligen Brennen eines jungfräulichen ATmega und nachfolgendem Programmstart wird das EEPROM mit einigen Daten initialisiert. Diese Daten werden dann u.a. bei der Kalibrierung mit spezifischen Daten überschrieben.
- Mit dem gesetzten (angehakten) Fuse-Bit **EESAVE** wird verhindert, dass das EEPROM beim Nachladen von Programm-Updates gelöscht wird, womit bereits im EEPROM gespeicherte Daten verloren gingen.
- Brennen mit **BASCOM**
Hier sind keine weiteren Besonderheiten zu beachten.
- Brennen mit **AVR Studio** (ATMEL Studio)
Den standardmäßig gesetzten Haken bei "Erase device before flash programming" wegnehmen.
- Eine nachträgliche Initialisierung des EEPROM kann ggf. wie in Abschnitt 3 beschrieben im laufenden Betrieb erzwungen werden.

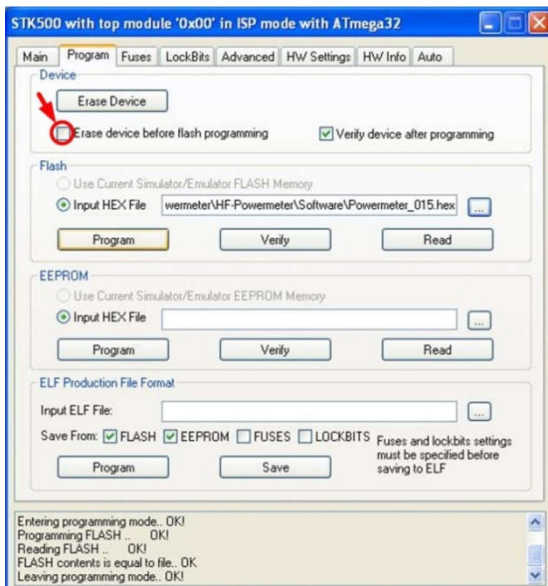


Abb. 2: Programm brennen mit AVR Studio.

2 Tastatur

Der Programmablauf wird mit fünf Tastern gesteuert.

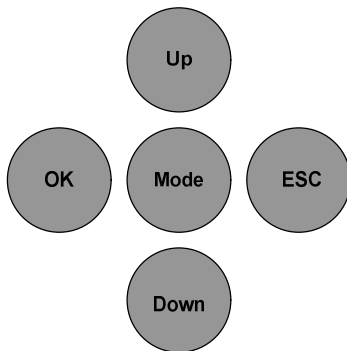


Abb. 3: Tastatur.

Mit dem **Mode-Taster** werden alle acht Hauptfunktionen der Reihe nach angesteuert:

1. Normalbetrieb, Leistungsmessung mit Auswahl des Detektors,
2. Kalibrierung der Detektoren in 1dB-Schritten,
3. Wahlweise Zweipunktkalibrierung von dB-linearen Detektoren,
4. Setzen der Eckpunkte für eine Zweipunktkalibrierung,
5. Frequenzkorrekturen für fest vorgegebene Frequenzen,
6. Festlegen der Ist-Werte der verwendeten Abschwächer,
7. Festlegen der ADC-Wiederholungsmessungen zur Mittelwertbildung,
8. Dimmen der LCD-Hintergrundbeleuchtung für Batteriebetrieb.

Der **OK-Taster** hat zwei Funktionen:

1. Bestätigung von Abfragen, z.B. der Detektornummer, mit **kurzem Druck**,
2. Abspeichern von Werten, z.B. bei der Kalibrierung, mit **langem Druck** (ca. 1 sec.).

Mit dem **ESC-Taster**, **kurz** gedrückt, wird die aktuelle Funktion verlassen.

Im Menü 1 werden, **kurz** gedrückt, die jeweiligen Anzeige-Submenüs vorwärts getaktet, **lang** gedrückt entsprechend rückwärts.

Die **Up- und Down-Taster** dienen zur Auswahl möglicher Zahlenwerte, z.B. Detektoren, Frequenzen und Pegel. Ein langer Druck bei der Pegelauswahl löst, solange der Taster gedrückt ist, ein Autorepeat aus, um schnell zum gewünschten dBm-Wert zu gelangen.

3 Initialisierungen beim Programmstart

Nach dem Splash-Screen mit Versionsnummer und -datum werden folgende Funktionen abgearbeitet:

1. Prüfung der Spannungsversorgung extern oder mit Batterie.
Ab Version 1.03 (08.01.2016) werden folgende Spannungen geprüft:
 - (1) Externe Ladespannung für einen Li-Ionen-Akku, $\geq 10,5V$
 - (2) Minimale Entladespannung des Li-Ionen-Akku, $\geq 6,0V$
 Die Prüfung läuft in zwei Schritten ab:

Zeile 1	Ext. Supply OK
---------	----------------

Externe Spannungsversorgung liegt an und ist ausreichend hoch. Keine weitere Prüfung.
Oder:

Zeile 1	No ext. Supply
---------	----------------

Keine externe Spannungsversorgung oder zu schwach.
In diesem Falle muss die Batterie erhalten. Dann also:

Zeile 2	Batt. 8.0V is OK
---------	------------------

Batterieversorgung vorhanden und ausreichend hoch, hier 8,0V, oder:

Zeile 2	Batt. 6.0V **Low
---------	------------------

Batterieversorgung ist nicht vorhanden oder zu schwach. Das Programm geht auf Stop.

Die Überprüfung der Spannungsversorgung erfolgt anschließend kontinuierlich. Wenn entweder die externe oder die Batteriespannung unter die festgelegten Schwellen absinken, wird dies angezeigt:

Zeile 2	STOP, low supply
---------	------------------

Die Anzeige bleibt solange stehen, bis die Spannungsversorgung wieder hergestellt ist. Anschließend erscheint das Menü 1.

- Bei externer Spannungsversorgung wird die LCD-Hintergrundbeleuchtung hell gesteuert, bei Batterieversorgung auf eine in Menü 8 einstellbare Helligkeit gedimmt.
- Bereitstellen der fest vorgegebenen Daten:
Frequenzen für Anzeigekorrekturen: 1, 10, 30, 50, 145, 435 MHz, 1, 2, 4, 6, 8, 10 GHz.
Abschwächer für Anzeigekorrekturen: 3, 6, 10, 20, 30, 40 dB.

Nachfolgende Messungen werden zunächst immer ohne Korrekturen initialisiert, angezeigt mit "0MHz" in Zeile 1 rechts und "0dB" in Zeile 2 rechts.

- EEPROM-Initialisierung
Nach dem Brennen wird ein jungfräulicher Controller grundsätzlich initialisiert. Das gilt entsprechend und nur dann, wenn das EESAVE-Fuse-Bit (Abb. 1) nicht gesetzt ist. Das EEPROM wird zunächst mit Nullen und einigen Daten initialisiert.

Es werden vorbesetzt:

Nominalwerte der Abschwächer für Anzeigekorrekturen, 3, 6, 10, 20, 30, 40 dB

ADC-Auflösung: 18 bit und

Anzahl der ADC-Einzelmessungen zur Mittelwertbildung: 1.

Letztere kann im Menü 7 angepasst werden.

"Blank"-Werte für die Offsets und die Kalibrierungsdaten der zwei Detektoren. Um auch für eine 18bit-Auflösung zwischen gemessen (< 131.072) und "Blank"-Vorbesetzung unterscheiden zu können, sind die Blank-Werte 150.000. Ein aus dem EEPROM gelesener Wert für einen Offset oder in den Kalibrierungsdaten von 150.000 bedeutet also initialisiert und (noch) nicht gemessen und gespeichert.

Alle anderen Daten werden mit Null vorbesetzt.

Zeile 1	Init EEPROM
Zeile 2	Please wait

- Ein nachträgliches Zurücksetzen der Kalibrierungs- und Offsetdaten im EEPROM kann erzwungen werden, wenn beim Einschalten der Mode-Taster so lange gedrückt gehalten wird, bis die Anzeige "Init EEPROM" erscheint.

Damit lassen sich zerschossene Kalibrierungen eines auszuwählenden Detektors wieder auf Anfang setzen. Eine neue Initialisierung ist insbesondere dann notwendig, wenn ein bereits in 1 dB-Schritten kalibrierter Detektor mit einem neuen Min./Max.-Leistungsbereich neu kalibriert werden soll. Nur dann werden die o.a. Blank-Werte an der unteren und oberen Leistungsgrenze richtig gesetzt. Das ist bei einer Zweipunktkalibrierung nicht notwendig.

Zeile 1	Init EEPROM
Zeile 2	Ini det x OK/ESC

Die Anzeige wartet auf eine Eingabe:

OK: Offset- und Kalibrierungsdaten des Detektors x (1 oder 2) werden neu initialisiert

ESC: Kalibrierungsdaten des Detektors x bleiben erhalten.

6. Überprüfung der I²C-Kommunikation mit dem ADC.
Anzeige in Zeile 1: "Check ADC-I2C..."
Anzeige in Zeile 2: "... is ready" oder "... is not ready".
Im zweiten Fall läuft das Programm auf Stop. Ein Wiedereinschalten hilft, wenn die Kommunikation an sich in Ordnung ist.

4 Menü 1, Messungen

Mit der ersten Inbetriebnahme wird man mit den Menüs 2 (1dB Stufenkalibrierung) und/oder Menüs 3 und 4 (Zweipunktkalibrierung) beginnen müssen.

Die Navigation durch die Submenüs 1.1 bis 1.8 erfolgt mit der ESC-Taste: kurz gedrückt ein Submenü weiter, lang gedrückt eins zurück.

4.1 Submenü 1.1, Auswahl des Detektors

Es sind zwei Detektoren mit jeweils eigenen Kalibrierungen und Frequenzkorrekturen nutzbar.

Zeile 1	Meas. Detector x
Zeile 2	Select Up/Down

"x" = 1, 2, Auswahl mit dem Up- oder Down-Taster.

- Up: Nächster Detektor (1...2)
 Down: Vorheriger Detektor (1...2)
 OK: **Kurz:** Detektorauswahl bestätigen, angezeigter Detektor wird verwendet
 ESC: ./.

Mit der Auswahl des Detektors werden (in dieser Reihenfolge) geprüft:

1. Wurde für diesen Detektor schon ein Offset ermittelt?
Wenn nicht, wird das angezeigt:

Zeile 2	No offset data!
---------	-----------------

 und sogleich zu Submenü 1.7 (Offset messen) verzweigt.
2. Sind für diesen Detektor Kalibrierungsdaten vorhanden?
Wenn nicht, wird das angezeigt:

Zeile 2	No calibr. data!
---------	------------------

 und sogleich zu Menü 2 (Kalibrierung) verzweigt.
3. Sind die im EEPROM für diesen Detektor gespeicherten Kalibrierungsdaten konsistent?
In der Praxis wird möglicherweise der volle Kalibrierungsbereich von -90 bis +20dBm nicht mit Kalibrierungsdaten beschrieben. Am unteren und am oberen Ende des Bereichs werden dann "Blank"-Daten aus der Initialisierung stehen geblieben sein. Nur dort ist das erlaubt, im zusammenhängenden Bereich der gemessenen Kalibrierungsdaten nicht.
Wenn dies dennoch der Fall ist, wird angezeigt:

Zeile 2	Cal.-Err1 xxdBm
---------	-----------------

und sogleich zu Menü 2 (Kalibrierung) verzweigt. Dort ist dann der Kalibrierungswert für das angezeigte "xxdBm" mit einer Messung zu korrigieren.

Die Kalibrierungsdaten müssen stetig aufsteigend im tatsächlich aufgenommenen Kalibrierungsbereich sein. Wird festgestellt, dass ein Kalibrierungswert kleiner als sein Vorgänger bei um 1 dB geringerem Sollpegel ist, wird das angezeigt:

Zeile 2	Cal.-Err2 xxdBm
---------	-----------------

und sogleich zu Menü 2 (normale Kalibrierung) bzw. 3 (Zweipunktkalibrierung) verzweigt. Dort ist dann der Kalibrierungswert für das angezeigte "xxdBm" mit einer Messung zu korrigieren.

Es werden nur die jeweils ersten Vorkommen in den Kalibrierungsdaten angezeigt. Gibt es weitere, wird erneut die Detektorauswahl, Submenü 1.1, angesprungen mit der beschriebenen Korrektur, bis alle Fehler behoben sind.

Es wird zunächst der im EEPROM gespeicherte Offset verwendet. Aktualisierung im Submenü 1.7.

4.2 Submenü 1.2, Messung mit Anzeige dBm und W (pW / nW / µW / mW / W)

Die Messungen 1.2 bis 1.4 werten die ADC-Konversion der anliegenden Messspannung aus. Zur Anzeige wird jeweils aus der festgelegten Anzahl (Menü 7) ADC-Konversionen der Mittelwert gebildet. Der Mittelwert wird um den Offset (Submenü 1.7) korrigiert. Hier wie bei der Kalibrierung (Menüs 2 oder 3) wird bei der Offsetsubtraktion das Ergebnis auf Null gesetzt, wenn der Messwert kleiner als der Offset ist. Mit diesem Wert geht das Programm in die Kalibrierungstabelle aus dem EEPROM, um die zwei Stützstellen zu suchen, zwischen die der Messwert passt. Es werden nur die echten Kalibrierungswerte ausgewertet, nicht die "Blanko"-Werte aus der Initialisierung. Aus einer linearen Interpolation wird der zugehörige dBm-Wert berechnet.

Zeile 1	xxx.xxdBm	xMHz
Zeile 2	xxx.xxmW	xdB

- "mW" = je nach Größe angezeigt als pW/nW/µW/mW/W/kW.
- "xMHz" = dBm-Korrektur für eine per Up-/Down-Taste ausgewählte Frequenz.
"0MHz" = keine Frequenzkorrektur.
- "xdB" = dBm-Korrektur für in Submenü 1.5 ausgewählten Abschwächer.
Eine Korrektur um einen vor dem Messkopf eingefügten Abschwächer wird nach Auswahl in Submenü 1.5 vorgenommen.

Bei der ADC-Konversion und der dBm-Berechnung können drei Dinge schief gehen:

1. Der ermittelte Mittelwert der ADC-Konversion abzgl. Offset liegt unterhalb des Kalibrierungsbereiches. Er wird "< Cal.Rng" angezeigt.
2. Der ermittelte Mittelwert der ADC-Konversion abzgl. Offset liegt oberhalb des Kalibrierungsbereiches. Er wird "> Cal.Rng" angezeigt.
3. Die Messspannung ist größer oder gleich der vom ADC verarbeitbaren Eingangsspannung von 2,048 V. Dies wird blinkend mit "Overload" angezeigt. Hier sollte der **Eingangsspiegel sofort reduziert** werden, um die Schutzdioden im ADC vor Schäden zu bewahren.

Tritt einer dieser Fälle ein, wird Zeile 2 nicht angezeigt. Diese Regeln gelten entsprechend auch für die Submenüs 1.3 und 1.4.

Für vorgegebene Frequenzen (0, 1, 10, 30, 50, 145, 435 MHz, 1, 2, 4, 6, 8, 10 GHz) können die in Menü 5 festgelegten Korrekturwerte ausgewählt werden. Der Korrekturwert wird zum gemessenen dBm-Pegel addiert. 0 MHz: keine Frequenzkorrektur der dBm-Anzeige. Auswahl der Frequenz und damit des zugehörigen Korrekturwertes mit dem Up- bzw. Down-Taster. Der korrigierte dBm-Wert wird sofort nach der Auswahl angezeigt. Gilt entsprechend auch für die Submenüs 1.3 und 1.4.

- Up: Auswahl einer Frequenz, für die eine dBm-Korrektur vorzunehmen ist (vorwärts)
- Down: Auswahl einer Frequenz, für die eine dBm-Korrektur vorzunehmen ist (rückwärts)
- OK: ./.
- ESC: **Kurz:** Nächstes Submenü 1.3
Lang: Zurück nach Submenü 1.1

4.3 Submenü 1.3, Messung mit Anzeige dBm und V-rms (µV/mV/V)

Zeile 1	xxx.xxdBm	xMHz
Zeile 2	xxx.xxVrms	xdB

In Zeile 2 wird die aus dem dBm-Wert berechnete Spannung (RMS-Mittelwert) berechnet und je nach Größe angezeigt als pV, µV, mV oder Vrms. Gültig für eine 50Ω-Umgebung und sauberen Sinus.

- Up: Auswahl einer Frequenz, für die eine dBm-Korrektur vorzunehmen ist (vorwärts)
- Down: Auswahl einer Frequenz, für die eine dBm-Korrektur vorzunehmen ist (rückwärts)
- OK: ./.

ESC: **Kurz:** Nächstes Submenü 1.4
Lang: Zurück nach Submenü 1.2

4.4 Submenü 1.4, Messung mit Anzeige dBm und V-pp ($\mu\text{V}/\text{mV}/\text{V}$)

In Zeile 2 wird die aus dem dBm-Wert berechnete Spannung (peak to peak) berechnet und je nach Größe angezeigt als pV, μV , mV oder Vpp. Gültig für eine 50Ω -Umgebung und sauberen Sinus.

Zeile 1	xxx.xxdBm xMHz
Zeile 2	xxx.xxVpp xdB

Up: Auswahl einer Frequenz, für die eine dBm-Korrektur vorzunehmen ist (vorwärts)
 Down: Auswahl einer Frequenz, für die eine dBm-Korrektur vorzunehmen ist (rückwärts)
 OK: ./.
 ESC: **Kurz:** Nächstes Submenü 1.5
Lang: Zurück nach Submenü 1.3

4.5 Submenü 1.5, Verrechnung eines eingeschleiften Abschwächers

Falls ein Abschwächer im Signalweg vor dem Detektor eingeschleift ist, kann dieser hier ausgewählt werden.

Zeile 1	Attenuator Det x
Zeile 2	xxdB: xx.xxdB

"Det x" = In Submenü 1.1 ausgewählter Detektor 1...2.
 "xxdB" = Nominalwert des Abschwächers 0, 3, 6, 10, 20, 30, 40 dB.
 0dB heißt kein Abschwächer.
 "xx.xxdB" = Tatsächlicher Wert des Abschwächers, festgelegt in Menü 6.

Up: Nächster Abschwächer
 Down: Vorheriger Abschwächer
 OK: ./.
 ESC: **Kurz:** Nächstes Submenü 1.6
Lang: Zurück nach Submenü 1.2

Nach Rückkehr in die Submenüs 1.2 bis 1.4 wird die gewählte Korrektur in der Anzeige berücksichtigt. Der Korrekturwert wird zum gemessenen dBm-Pegel addiert.

4.6 Submenü 1.6, Offset ohne Signal messen

Hierzu muss der Eingang des Messkopfes offen sein.

Die im EEPROM gespeicherten Kalibrierungsdaten sind "Netto", also Offset zum Zeitpunkt der Kalibrierung vom jeweiligen Signalpegel subtrahiert.

Hier wird der aktuelle Offset erfasst und bei den Messungen (Submenüs 1.2-1.4) subtrahiert. Der Offset wird je Detektor gemessen und im EEPROM gespeichert.

Zeile 1	Offset Det x
Zeile 2	Detector open>OK

"Det x" = In Submenü 1.1 ausgewählter Detektor 1...2.

Up: ./.
 Down: ./.
 OK: **Kurz:** Offset für den Detektor messen
 ESC: **Kurz:** Nächstes Submenü 1.7
Lang: Zurück nach Submenü 1.2

Das Programm wartet, bis OK gedrückt wurde. **Nach OK:**

Zeile 2	Offset: xxxxxx
---------	----------------

"xxxxxx" = gemessener Offset (gemittelter ADC-Wert).

Up: ./.

Down: ./.

OK: **Kurz:** Der gemessene Offset wird temporär für Messungen verwendet, aber nicht gespeichert.
Nächstes Submenü 1.7

Lang: Gemessenen Offset im EEPROM speichern, wird bei der Messung verwendet.
Nächstes Submenü 1.7

ESC: ./.

Wird mit einem kurzen OK der aktuell im EEPROM gespeicherte Offset-Wert akzeptiert, ist dieser aber noch die aus der EEPROM-Initialisierung "Blank"-Vorbesetzung, kommt folgende Fehlermeldung:

Zeile 2	NO,Invalid value
---------	------------------

Der Offset-Messwert wird erneut angezeigt. Mit diesem muss der o.g. Blank-Wert überschrieben werden.

Nur nach Speicherung im EEPROM wird der neue Offset für nachfolgende Messungen verwendet, sonst der gespeicherte alte mit der o.a. Einschränkung.

4.7 Submenü 1.7, Power-Relativmessung

Hier kann die zu einem einstellbaren Referenzpegel relative Abweichung in dB angezeigt werden.

Zeile 1	RefPwr -12.34dBm
Zeile 2	>Set ref. Level<

Es wird der aktuell anliegende Pegel als Referenz in Zeile 1 angezeigt, etwa 12.34dBm. Tritt einer der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Fehler bei der dBm-Berechnung auf, werden die Hinweise wie in Abschnitt 4.2 (< CalRng, > Cal.Rng bzw. Overload) angezeigt. Den Referenzpegel nach Wunsch einstellen, nachfolgend z.B. mit -10.02 dBm.

Up: ./.

Down: ./.

OK: **Kurz:** Diesen Referenzpegel verwenden. Zurück nach Submenü 1.2

ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 1.2

Lang: Zurück nach Submenü 1.1

Nach OK:

Zeile 1	RefPwr -10.02dBm
Zeile 2	Level 0.00dB

Der aktuell anliegende Pegel, korrigiert mit Offset, Frequenz- und Abschwächer, wird relativ zum Referenzpegel, d.h. aktueller - Referenzpegel, angezeigt. Hier, unmittelbar nach Festlegung des Referenzpegels, 0dB Abweichung. Tritt einer der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Fehler bei der dBm-Berechnung auf, werden die Hinweise wie in Abschnitt 4.2 (< CalRng, > Cal.Rng bzw. Overload) in Zeile 2 angezeigt.

Up: Erneute Auswahl des Referenzpegels wie oben

Down: ./.

OK: ./.

ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 1.2

Lang: Zurück nach Submenü 1.1

5 Menü 2, Detektor in 1dB-Stufen kalibrieren

Hier werden die Daten initialisiert, die zur Messung erforderlich sind.
Kalibrierungsbereich -90 ... +20dBm in 1dB-Schritten.
Frequenz im Bereich 10 bis 100 MHz, i.d.R. 10 oder 50 MHz.

Der vom ADC konvertierte Wert ist abhängig von:

- Konstanz der internen ADC-Referenzspannung,
- dem ADC-Quantifizierungsfehler,
- dem Offset des vorgeschalteten OpAmp.

Der OpAmp ist hier das schwächste Glied. Der OpAmp-Offset wird vor der Kalibrierung gemessen und gespeichert. Die Kalibrierungsdaten werden um diesen Offset korrigiert gespeichert.

5.1 Submenü 2.1, Auswahl des zu kalibrierenden Detektors

Zeile 1	Cal. Detector x
Zeile 2	Select Up/Down

Up: Auswahl nächster Detektor (1...2)
Down: Auswahl vorheriger Detektor (1...2)
OK: **Kurz:** Aktuellen Detektor kalibrieren
ESC: **Kurz:** Zurück zu Menü 1

Warten auf OK zur Kalibrierung. **Nach OK:**

Wurde der ausgewählte Detektor in Menü 4 als linear zweipunktkalibriert vorgesehen, wird das angezeigt und sogleich zu Menü 3 verzweigt:

Zeile 2	Is lin. detector
---------	------------------

5.2 Submenü 2.2, Sicherheitsabfrage

Wenn bereits eine Kalibrierung für den Detektor vorliegt, erfolgt eine Sicherheitsabfrage:

Zeile 2	Cal. data found
---------	-----------------

Nachfolgend

Zeile 2	New calibration?
---------	------------------

Warten auf OK zur erneuten Kalibrierung. **Nach OK:**

Up: ./.
Down: ./.
OK: **Kurz:** Diese Kalibrierung wiederholen bzw. ergänzen, weiter nach Submenü 2.3
ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 2.1

5.3 Submenü 2.3, Messung des Offsets

Zeile 1	Offset	Det x
Zeile 2	Detector open>OK	

Up: ./.
Down: ./.
OK: **Kurz:** Offset für den Detektor messen
ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 2.1

Warten auf OK zur Offset-Bestimmung. **Nach OK:**

Zeile 2	Offset: xxxxxx
---------	----------------

"xxxxxx" = gemessener Offset (gemittelter ADC-Wert).

Up: ./.

Down: ./.

OK: **Kurz:** Messung ignorieren, weiter nach Submenü 2.4

Es wird der gespeicherte (**alte**) Offset verwendet.

Lang: Offset im EEPROM speichern

Es wird dieser **neue** Offset verwendet.

ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 2.1

Wird mit einem kurzen OK der aktuell im EEPROM gespeicherte Offset-Wert akzeptiert, ist dieser aber noch die aus der EEPROM-Initialisierung "Blank"-Vorbereitung, kommt folgende Fehlermeldung:

Zeile 2	NO,Invalid value
---------	------------------

Der Offset-Messwert wird erneut angezeigt. Mit diesem muss der o.g. Blank-Wert überschrieben werden.

Nach OK (kurz oder lang): Einstellen der HF-Leistung für ***dBm.

5.4 Submenü 2.4, Kalibrierung

Zeile 1	Cal Detx ***dBm
Zeile 2	aaaaaa bbbbbb

Detx = aktueller Detektor 1...2

***dBm = -90...+20dBm, aufsteigend, beginnend mit -90dBm.

aaaaaa = im EEPROM gespeicherter (alter) ADC-Wert.

= 150.000: Wert aus der EEPROM-Initialisierung, kein realer Wert.

bbbbbb = gemessener ADC-Wert zur aktuell anliegenden Leistung.
Dieser ist um den Offset korrigiert (Offset subtrahiert).

Up: **Kurz:** Nächst höheres dBm (-90...+20dBm)

Lang: Dito, mit Autorepeat

Down: Nächst niedrigeres dBm, kurz/lang wie bei Up

OK: **Kurz:** nächst höheres dBm, Messung ignorieren

Lang: ADC-Wert "bbbbbb" im EEPROM speichern

Zeile 2, Pos. 16: "S" (=stored), weiter mit nächst höherem dBm

ESC: **Kurz:** Diese Detektorkalibrierung verlassen, Zurück nach Submenü 2.1

Vor dem Abspeichern (OK lang) wird der Messwert überprüft:

1. ADC mit einer zu hohen Spannung übersteuert (Overflow)?

Zeile 2	No! ADC overflow
---------	------------------

Es wird nicht gespeichert. Der aktuelle dBm-Sollpegel bleibt stehen für eine Wiederholungsmessung.

2. Der aktuell gemessene Wert ist kleiner als der für den nächst kleineren dBm-Sollpegel. Es wird eine stetige Steigerung je 1 dB Sollpegelanstieg erwartet.

Zeile 2	No! Low Value <<
---------	------------------

Es wird nicht gespeichert. Der aktuelle dBm-Sollpegel bleibt stehen für eine Wiederholungsmessung.

Nach letztem Wert +20dBm in Zeile 2:

Zeile 2	Calib. finished
---------	-----------------

Zurück nach Menü 1.

6 Menü 3, Zweipunktkalibrierung für dB-lineare Detektoren

Für dB-lineare Detektoren wie z.B. den AD8307 werden hier an den in Menü 4 festgelegten Eckpunkten kalibriert. Zwischen diesen Eckpunkten wird die Geradengleichung einer dB-linearen Kalibrierungsgeraden berechnet und im EEPROM gespeichert.

6.1 Submenü 3.1: Auswahl des zu kalibrierenden Detektors

Zeile 1	Cal. linear Det x
Zeile 2	Select Up/Down

Up: Auswahl nächster Detektor (1...2)
 Down: Auswahl vorheriger Detektor (1...2)
 OK: **Kurz:** Aktuellen Detektor kalibrieren
 ESC: **Kurz:** Zurück zu Menü 1

Warten auf OK zur Kalibrierung. **Nach OK:**

Wurde der ausgewählte Detektor in Menü 4 nicht als linear zweipunktkalibriert vorgesehen, wird das angezeigt und sogleich zu Menü 2 verzweigt:

Zeile 2	No lin. detector
---------	------------------

6.2 Submenü 3.2: Sicherheitsabfrage

Wenn bereits eine Kalibrierung für den Detektor vorliegt, erfolgt eine Sicherheitsabfrage:

Zeile 2	Cal. data found
---------	-----------------

Nachfolgend

Zeile 2	New calibration?
---------	------------------

Warten auf OK zur erneuten Kalibrierung. **Nach OK:**

Up: ./.
 Down: ./.
 OK: **Kurz:** Diese Kalibrierung wiederholen bzw. ergänzen
 ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 3.1

6.3 Submenü 3.3: Messung des Offsets

Zeile 1	Offset	Det x
Zeile 2	Detector open>OK	

Up: ./.
 Down: ./.
 OK: **Kurz:** Offset für den Detektor messen
 ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 3.1

Warten auf OK zur Offset-Bestimmung. **Nach OK:**

Zeile 2	Offset: xxxxxx
---------	----------------

"xxxxxx" = gemessener Offset (gemittelter ADC-Wert).

Up: ./.
 Down: ./.
 OK: **Kurz:** Messung ignorieren, weiter nach Submenü 3.4
 Es wird der gespeicherte (**alte**) Offset verwendet.
Lang: Offset im EEPROM speichern
 Es wird dieser **neue** Offset verwendet, weiter nach Submenü 3.4
 ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 3.1

Wird mit einem kurzen OK der aktuell im EEPROM gespeicherte Offset-Wert akzeptiert, ist dieser aber noch die aus der EEPROM-Initialisierung "Blank"-Vorbereitung, kommt folgende Fehlermeldung:

Zeile 2	NO,Invalid value
---------	------------------

Der Offset-Messwert wird erneut angezeigt. Mit diesem muss der o.g. Blank-Wert überschrieben werden.

Nach OK (kurz oder lang): Einstellen der HF-Leistung für ***dBm.

6.4 Submenü 3.4: Kalibrierung

Zeile 1	Cal Detx ***dBm
Zeile 2	aaaaaa bbbbbb

Detx = aktueller Detektor 1...2
 ***dBm = Beginn mit dem in Submenü festgelegten unteren dBm-Eckpunkt.
 aaaaaa = im EEPROM gespeicherter (alter) ADC-Wert.
 = 150.000: Wert aus der EEPROM-Initialisierung, kein realer Wert.
 bbbbbb = gemessener ADC-Wert zur aktuell anliegenden Leistung.
 Dieser ist um den Offset korrigiert (Offset subtrahiert).

Up: Oberer dBm-Eckpunkt (festgelegt in Menü 4)

Down: Unterer dBm-Eckpunkt (festgelegt in Menü 4)

OK: **Kurz:** nächst höheres dBm, Messung ignorieren

Lang: ADC-Wert "bbbbbb" im EEPROM speichern

Zeile 2, Pos. 16: "S" (=stored), weiter mit nächst höherem dBm

ESC: **Kurz:** Diese Detektorkalibrierung verlassen, Zurück nach Submenü 3.1

Vor dem Abspeichern (OK lang) wird der Messwert überprüft:

1. ADC mit einer zu hohen Spannung übersteuert (Overflow)?

Zeile 2	No! ADC overflow
---------	------------------

Es wird nicht gespeichert. Der aktuelle dBm-Sollpegel bleibt stehen für eine Wiederholungsmessung.

2. Der aktuell gemessene Wert für den oberen Eckpunkt ist kleiner als der für den unteren Eckpunkt.

Zeile 2	No! Low Value <<
---------	------------------

Es wird nicht gespeichert. Der aktuelle dBm-Pegel bleibt stehen für eine Wiederholungsmessung.

Nach Kalibrierung des oberen Eckpunktes in Zeile 2:

Zeile 2	Calib. finished
---------	-----------------

Nach Berechnung und Speicherung der aus den beiden Eckpunkten berechneten Kalibrierungsgeraden wird der Vollzug gemeldet:

Zeile 2	Cal. line stored
---------	------------------

Zurück nach Menü 1.

7 Menü 4: Kalibrierungspunkte für eine Zweipunktkalibrierung

Steht kein präziser Stufenabschwächer zur Aufnahme einer Kalibrierungskurve in 1dB-Schritten zur Verfügung, bieten logarithmische, d.h. dB-lineare Verstärker wie der AD8307, einen Ausweg über eine Zweipunktkalibrierung, z.B. mit dem Kalibrierungsgenerator 0 und -60dBm auf dieser Website. Mit einem von DG1KPN entwickelten AD8307-Detektor sind wir allerdings zu kaum glaublichen -90dBm vorgestoßen. Die Genauigkeit der Messungen steht und fällt dann allerdings mit der Linearität des Verstärkers, beim AD8307 typisch $\pm 0,5$ dB, ggf. noch etwas schlechter.

7.1 Submenü 4.1: Detektorauswahl

Zeile 1	Setup lin. Det 1
Zeile 2	Select up/Down

Up: Auswahl nächster Detektor (1...2)
 Down: Auswahl vorheriger Detektor (1...2)
 OK: **Kurz:** Aktuellen Detektor kalibrieren
 ESC: **Kurz:** Zurück zu Menü 1

Fall 1: Es wurde noch kein Zweipunkt-Setup für diesen Detektor durchgeführt:

7.2 Submenü 4.2a: Bestätigung zur linearen Kalibrierung

Zeile 2	No lin. Cal, >OK
---------	------------------

Up: ./.
 Down: ./.
 OK: **Kurz:** Aktuellen Detektor auswählen
 ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 4.1

7.3 Submenü 4.3a: Low Level festlegen

Nach OK:

Zeile 2	Lo level -90dBm
---------	-----------------

Up: **Kurz:** Level um 1 dB-Schritt erhöhen
Lang: Erhöhen mit Auto Repeat
 Down: **Kurz:** Level um 1 dB-Schritt erniedrigen
Lang: Erniedrigen mit Auto Repeat
 OK: **Lang:** Eingestellten Level speichern, Rückmeldung mit "S"=Stored
 ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 4.1

7.4 Submenü 4.4a: High Level festlegen

Nach OK (lang):

Zeile 2	Hi level +20dBm
---------	-----------------

Sinngemäß wie oben. Danach zurück zur Detektorauswahl.

Die hier festgelegten Eckpunkte der Zweipunktkalibrierung legen wie bei der Vollkalibrierung in 1dB-Schritten den Kalibrierungsbereich fest.

7.5 Submenü 4.2b: Lineare Kalibrierung schon vorhanden

Fall 2: Es wurde schon ein Zweipunkt-Setup für diesen Detektor durchgeführt:

Zeile 1	Linear Cal Det 1
Zeile 2	>Calib found >OK

Up: ./.
 Down: ./.
 OK: **Kurz:** Weiter nach Submenü 4.3b
 ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 4.1

7.6 Submenü 4.3b: Vorhandene lineare Kalibrierung löschen

Zeile 2	Del lin cal >OK
---------	-----------------

Es ist keine Anpassung eines vorhandenen Setup vorgesehen. Nach OK:

Zeile 2	Delete sure? >OK
---------	------------------

Up: ./.

Down: ./.

OK: **Lang:** Lineare Kalibrierung für diesen Detektor löschen

ESC: **Kurz:** Nicht löschen, zurück nach Submenü 4.1

Nach OK (lang)

Zeile 2	Lin cal deleted!
---------	------------------

Zurück nach Menü 1.

8 Menü 5: Frequenzkorrekturen für Detektoren

Zum Ausgleich der Frequenzabhängigkeit von HF-Detektoren können hier Korrekturen für eine Auswahl von Frequenzen bezogen auf die Kalibrierungsfrequenz festgelegt werden.

Vorgegebene Frequenzen: 1, 10, 30, 50, 145, 435 MHz, 1, 2, 4, 6, 8, 10 GHz.

Der hier festgelegte Korrekturwert (in dB) wird zum gemessenen Leistungspegel in den Submenüs 1.2 bis 1.4 addiert.

Mögliche Korrekturwerte: 0 ... ± 9,99 dB in 0,01 dB-Schritten.

8.1 Submenü 5.1, Auswahl des Detektors

Zeile 1	Freq. Detector x
Zeile 2	Select Up/Down

Up: Auswahl nächster Detektor (1...2)

Down: Auswahl vorheriger Detektor (1...2)

OK: **Kurz:** Aktuellen Detektor bearbeiten

ESC: **Kurz:** Zurück zu Menü 1

Nach OK:

8.2 Submenü 5.2, Auswahl der Frequenz

Zeile 1	Det. x: > xxxMHz
Zeile 2	Corr. +/- x.xxdB

Auswahl eine der o.g. Frequenzen.

">" in Zeile 1 zeigt an, dass die Frequenzauswahl aktiv ist.

" +/- x.xxdB": Im EEPROM gespeicherter Korrekturwert.

Up: Nächste Frequenz

Down: Vorherige Frequenz

OK: **Kurz:** aktuelle Frequenz bearbeiten

ESC: **Kurz:** Zurück nach Submenü 5.1

Nach OK:

8.3 Submenü 5.3, Eingabe des Korrekturwertes

Zeile 1	Det. x: xxxMHz
Zeile 2	Corr. > +/- x.xxdB

">" in Zeile 2 zeigt an, dass der Korrekturmodus aktiv ist.

- Up: dB-Wert um 0,1 erhöhen. **Lang** gedrückt mit Auto-Repeat
- Down: dB-Wert um 0,01 erniedrigen. **Lang** gedrückt mit Auto-Repeat
- OK: **Kurz**: Nächste Frequenz, nicht speichern
Lang: Korrekturwert im EEPROM speichern
Zeile 2, Pos. 16: "S" (=stored), nächste Frequenz
- ESC: **Kurz**: Nächste Frequenz

9 Menü 6, Tatsächliche Ist-Werte der Abschwächer

Für möglicherweise vor dem HF-Messkopf verwendete Abschwächer, nominal 3, 6, 10, 20, 30 oder 40dB, können hier die tatsächlichen Werte eingegeben werden. Ausgangspunkt ist der jeweilige Nominalwert.

Zeile 1	Attenuator. xdB
---------	-----------------

- Up: 3...40dB aus EEPROM aufwärts
- Down: 3...40dB aus EEPROM rückwärts
- OK: Aktuellen Wert bearbeiten
- ESC: **Kurz**: Zurück zu Menü 1

Nach OK:

Zeile 2	Value xx.xxdB
---------	---------------

Der im EEPROM gespeicherte Wert wird angezeigt.

- Up: Wert in 0,01dB-Schritten erhöhen. **Lang** gedrückt mit Auto-Repeat
- Down: Wert in 0,01dB-Schritten erniedrigen. **Lang** gedrückt mit Auto-Repeat
- OK: **Kurz**: nicht speichern, nächster Attenuator, nach dem letzten: Zurück zu Menü 1
Lang: Wert in EEPROM speichern
Zeile 2, Pos. 16: "S" (=stored), nächster Attenuator, nach dem letzten: Zurück zu Menü 1
- ESC: **Kurz**: Zurück zu Menü 1

10 Menü 7, Anzahl ADC-Konversionen für die Mittelwertbildung

Das Programm sieht vor, aus einer festgelegten Anzahl von ADC-Konversionen den Mittelwert zu berechnen. Diese Einstellung betrifft alle ADC-Messungen, also HF-Pegel, Offset und Kalibrierung. Mit der langsamen 18 Bit-Auflösung (3,75 Konversionen pro Sekunde) wird eine zu hohe Anzahl Einzelmessungen zur Geduldprobe und für Abgleicharbeiten unbrauchbar.

Zeile 1	ADC mean 1
Zeile 2	Select Up/Down

Eine (1) Einzelmessung ist die Vorbesetzung aus dem EEPROM nach der Initialisierung. Nach unseren Tests reicht das auch für reproduzierbare Messungen.

- Up: Erhöhe die Anzahl um 1 (bis max. 10)
- Down: Vermindere die Anzahl um 1
- OK: **Kurz**: Angezeigte Anzahl übernehmen, aber nicht im EEPROM speichern
Lang: Angezeigte Anzahl übernehmen und im EEPROM speichern
Zeile 1, Pos. 16: "S" (=stored), zurück zu Menü 1
- ESC: **Kurz**: Zurück zu Menü 1

Die mit OK kurz übernommene Anzahl Einzelmessungen wird temporär verwendet. Nach einem erneuten Einschalten wird wieder die im EEPROM gespeicherte Anzahl eingestellt.

11 Menü 8, LCD Hintergrundbeleuchtung für Batteriebetrieb

Zeile 1	LCD backlight
Zeile 2	Adjust: Up/Dwn

- Up: Helligkeit erhöhen
Down: Helligkeit erniedrigen
OK: **Kurz:** Helligkeit unverändert, zurück zu Menü 1
Lang: Wert im EEPROM speichern
Zeile 2, Pos. 16: "S" (=stored), zurück zu Menü 1
ESC: **Kurz:** Helligkeit unverändert, zurück zu Menü 1

Die hier eingestellte LCD-Hintergrundhelligkeit wird bei Batteriebetrieb automatisch eingestellt. Bei Verlassen des Menüs wird bei Netzbetrieb die Helligkeit wieder maximiert.