

Temperaturmeßsonde

E084



Bei der Temperaturmeßsonde E084 handelt es sich um eine Wetterballon-Nutzlast zur Messung von Temperaturen in verschiedenen Höhen in der Atmosphäre. Ein Temperatursensor steuert einen Sägezahn-Generator in seiner Frequenz. Das erzeugte Signal moduliert darauf hin einen UHF – Sender, welcher die Meßdaten in Frequenzmodulation mit einem Hub von $\pm 2,8\text{kHz}$ aussendet.

Die Sonde E084 wurde seit den 90'er Jahren gebaut, dementsprechend modern ist die Technik. Sowohl Tongenerator als auch der UHF-Sender sind aus Platz- und Gewichtsgründen ausschließlich in SMD auf 0,8mm starken FR4 aufgebaut. Da beide Schaltungsteile auf getrennten Platinen platziert sind, kann man sowohl den NF- als auch den HF-Teil getrennt einzeln betreiben. Natürlich ist der UHF-Sender Quarzgesteuert, jedoch nach einem interessantem Schaltungskonzept welches einen Frequenzwechsel wesentlich leichter macht als bei älteren Wettersonden.

So wird bei einer Sendefrequenz von 403,050MHz die Frequenz durch ein 6,29766MHz Quarz in Grundresonanz stabilisiert. Statt etlicher Vervielfacherstufen in den Sender zu bauen, welches zudem einen enormen zusätzlichen Filteraufwand zwischen den vielen Stufen bedeutet hätte, ging man einen anderen Weg.

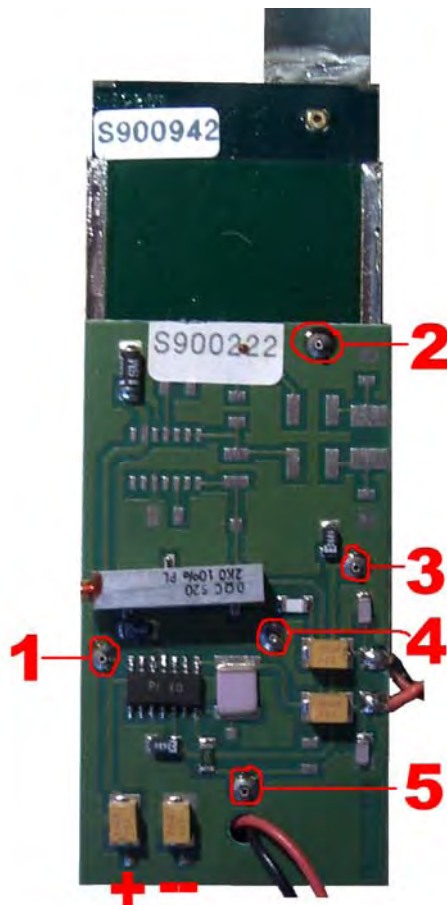
Die Funktionsweise kurz erklärt:

Nach Anlegen der Batteriespannung schwingt ein UHF-Oszillator an und gibt ein Signal auf die Antenne. Unmittelbar vor der Antenne wird das HF-Signal ausgekoppelt und einem Prescaler-IC (IC1, MB504) zugeführt. Der Prescaler teilt die Sendefrequenz durch den Faktor 64. IC2 (74HC4066) ist als Phasendetektor konfiguriert und versucht nun die geteilte Sendefrequenz mittels Regelspannung (VCO) der Quarzfrequenz anzugleichen. Das ist das Funktionsprinzip einer klassischen PLL!

IC1 hat vier umschaltbare Teilungsfaktoren, was im Falle einer Umbequarzung die möglichen Quarzfrequenzen vervierfacht, bzw. die möglichen Kanäle je Kanal „verdoppelt“...

NF-Teil

Temperaturerfassung und Sägezahngenerator



Der NF-Teil ist unter dem HF-Teil angebracht und mittels 5 Kontakten mit diesem sowohl elektrisch als auch mechanisch verbunden. Neben dem Tongenerator zur Modulation dient es dem HF-Teil auch als Spannungsversorgung des Digitalteils.

An der Unterseite führen die Kabel zur Batterieklemme, die Polaritätszeichen unter den linken HF-Drosseln verdeutlichen wo die Batterieanschlüsse angelötet sind.

Nach rechts das Kabel führt zum Temperatursensor, der Spindeltrimmer dient zum Feinabgleiches des Tongenerators auf eine Referenztemperatur.

Bei ca. 24°C ist der Tongenerator auf 316Hz abgeglichen.

Entfernt man den Tongenerator vom HF-Modul, ist er autonom funktionsfähig. Er liefert bei Anlegen einer Gleichspannung zwischen ca. 6 und 10V ein sauberes Sägezahnsignal an Punkt 5. Die Frequenz des Signals ist Temperaturabhängig.

Möchte man den HF-Teil autonom betreiben, sind zwei Besonderheiten zu beachten:

1. Pin 3 muß mit einer möglichst exakten Spannung von 5V versorgt werden.

Im Einfachem Falle nimmt man dort eine Zehnerdiode mit 4,3V zuzüglich einer standard-Siliziumdiode (z.B. 1N4148) und Vorwiderstand, oder einen 78L05 Spannungsregler um diese Spannung stabil genug bereitstellen zu können.

Bei Verwendung eines 78L05 ist aber ein vorzeitiger Ausfall bei Batteriebetrieb zu bedenken.

Während die Batteriespannung bis knapp unter 6V fallen darf ohne das der Sender ausfällt, versagt der 78L05 aber bereits bei einer Batteriespannung von etwa 7V. Der Einsatz eines LM2931 oder ähnlichem LowDrop Spannungsregler wäre demnach zu empfehlen.

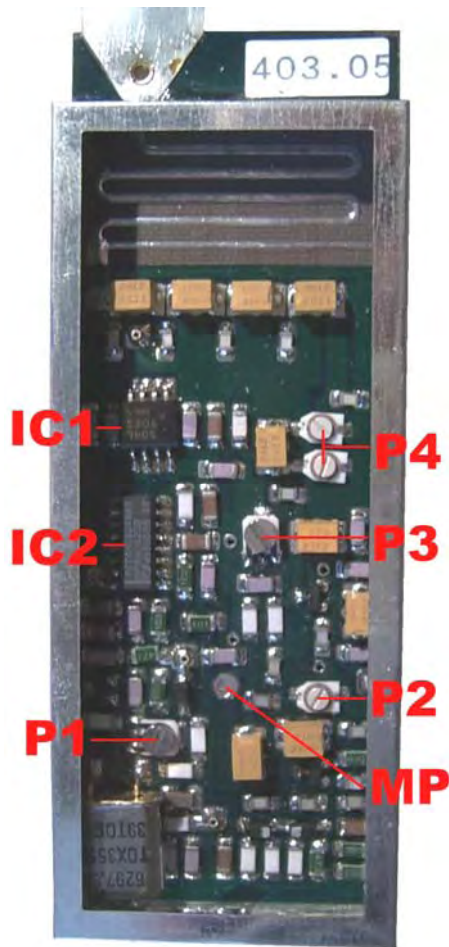
2. Pin 4 muß auf GND gelegt werden

Nachfolgend die komplette Belegung des HF-Teils

Pin	Funktion	Bemerkungen
1	Betriebsspannung (Batterie)	ca. +5,7 – 10V bei maximal 60mA
2	GND (Minus)	
3	+5V für PLL – Schaltung	Aus Batterie mittels ZD oder Low-Drop Regler
4	Bezugspotential Phasendetektor	muß mit GND gebrückt werden!
5	Modulationssignal	~588mV für 2,8kHz Hub

HF-Teil

UHF-VCO, Prescaler, Phasendetektor, Referenzquarz



Die gesamte HF-Baugruppe ist in einem rundum geschlossenen Abschirmgehäuse untergebracht. Unten links ist der Referenzoszillator zu sehen, im Originalzustand bestückt mit einem Quarz auf 6,2976563MHz.

Unten rechts daneben befindet sich der UHF-VCO. Er arbeitet direkt auf der Sendefrequenz und lässt sich mit P2 in weiten Grenzen abstimmen.

Weiterhin rechts, oberhalb des VCO befindet sich der Sendeverstärker. Die beiden Trimmer, beschriftet mit P4 stellen ein PI-Filter zur Impedanzanpassung dar. Von dort wird das Sendesignal über den vierkreisigen Tiefpassfilter zur Antenne geführt.

Auf der linken Seite geht's dann wieder abwärts: Das Sendesignal wird kapazitiv angezapft und IC1 zugeführt. Es handelt sich dabei um einen MB504, welcher durch zwei Pins vier umschaltbare Teilungsfaktoren anwendet. Im Originalzustand ist der Teilungsfaktor 64 vorgegeben. Das geteilte Sendesignal wird nun IC2 zugeführt. IC2, ein 74HC4066 arbeitet nun als Phasendetektor. Er regelt den VCO so nach, das die geteilte Sendefrequenz zur Referenzfrequenz des Quarzoszillators gleichphasig ist. Die Regelspannung steht zu Abgleichzwecken am Meßpunkt (MP) zur Verfügung.

Teilungsfaktoren IC1		
Pin 3 (SW)	Pin 6 (MC)	N
GND / Low	GND / Low	65
GND / Low	+5V / High	64
+5V / High	GND / Low	33
+5V / High	+5V / High	32

Es sind je Quarz zwei Sendefrequenzen möglich, da jeweils zwei mögliche Teilungsfaktoren unmittelbar nebeneinander liegen. Im Originalzustand liegt Pin 3 von IC1 auf logisch 0 und Pin 6 auf logisch High. Das ergibt einen Teilungsfaktor von 64 und zusammen mit dem originalen Quarz mit 6,2976563MHz eine Sendefrequenz von 403,05MHz.

Legt man nun Pin 6 auf logisch 0, erhöht sich der Teilungsfaktor auf 65 und die Sendefrequenz somit auf 409,350MHz.

Legt man den Frequenzbereich 400-470MHz zu Grunde, sind folgende Quarzfrequenzen möglich.

N = 64/65: 6,153846 – 7,34375 MHz

N = 32/33: 12,50000 – 14,6875 MHz

Schränkt man sich auf das 70cm Amateurfunkband ein, kämen folgende Quarzfrequenzen in Frage:

N = 64/65: 6,71875 – 6,76923 MHz

N = 32/33: 13,4375 – 13,7500MHz

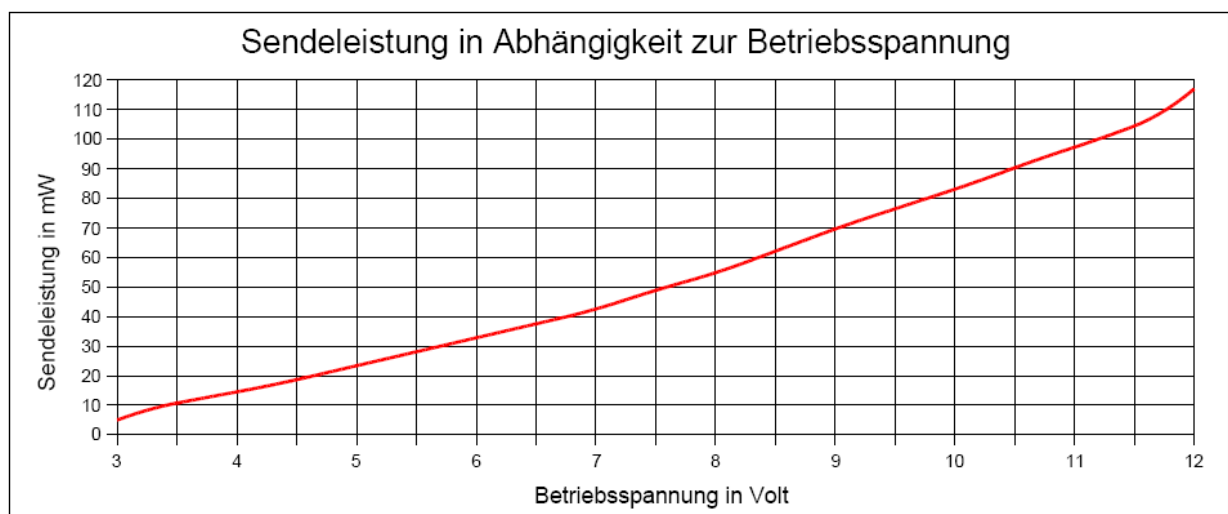
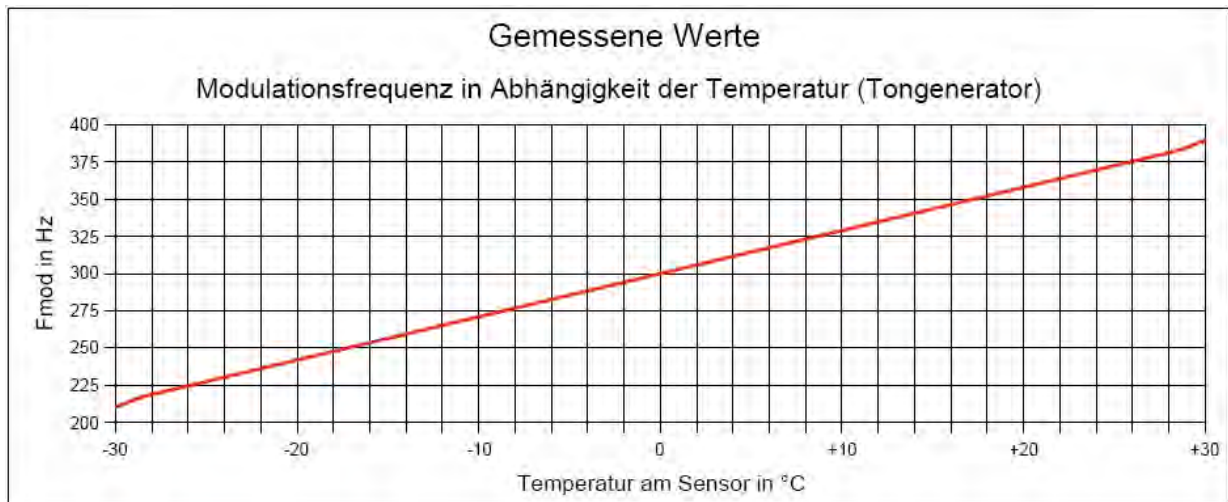
Abgleich des Senders:

Die Schaltung ist im Abgleich relativ kritisch.

Nach einem Quarzwechsel sollte man als erstes P2 (VCO-Abgleich) soweit justieren, bis an Punkt MP eine Spannung von etwa 2,55V anliegt. Sollte dieses nicht möglich sein, sollte man P3 in kleinen Schritten (z.B. 10° Drehwinkel) verdrehen und P2 erneut durchstimmen.

Sehr hilfreich ist ein Frequenzzähler, noch besser natürlich ein Spektrumanalyzer. Empfohlene Auflösung: 20MHz/Div, $F_{\text{center}} = 420\text{MHz}$. Schwingen tut der Sender schon meistens, aber da wo er soll nur an sehr engen Abgleichpunkten. Besonders kritisch ist P3: Hier regelt man eigentlich nur die Sendeleistung. Das Optimum ist hier aber auch nur wenige Grad breit. Ein wenig zuviel und der Sender produziert dutzende Nebenwellen, ein bisschen zu wenig und der Prescaler bekommt keinen ausreichenden Pegel mehr.

Arbeitet nun alles stabil genug, lohnt es sich zunächst P4, danach auch nochmal P2, P3 und nochmals P4 nacheinander ganz fein auf maximale Ausgangsleistung bei sauberem Sendesignal abzugleichen. Erreichbare Werte: $P_{\text{out}} = 71\text{mW}$ (bei 9V@54mA) und -57dBc in der ersten Harmonischen!



Modulationshub	Modulationsspannung	
± 1,0 kHz	170 mV	
± 1,5 kHz	300 mV	
± 2,4 kHz	548 mV	geeignet für 12,5kHz Raster
± 4,8 kHz	1,165 V	geeignet für 25kHz Raster
± 5,0 kHz	1,220 V	
± 7,0 kHz	1,775 V	
± 10 kHz	2,500 V	
± 14 kHz	3,540 V	

Alle Meßwerte auf dieser Seite sind Unverbindlich.

Sie wurden an einem Stabilock 4031 Meßplatz anhand zweier modifizierter Sonden erstellt.

Die Modifizierung bestand nur aus folgenden Maßnahmen:

- Demontage der Stahlbandantenne und HF-gerechte Montage einer BNC-Buchse
- Demontage des NF-Moduls vom Sender

Beide Sonden wiesen die oben aufgeführten Meßwerte auf.

Funktechnik Hüser

Jürgen Hüser

info@funktechnik-hueser.de

Copyright 2010 Jürgen Hüser - www.funktechnik-hueser.de

Gewerbliche Nutzung dieser Informationen nur mit schriftlicher Einwilligung

Technische Beschreibung

und

Bedienungsanleitung

für

**TEMPERATURSONDE
E 084 SMD Q 400 MHz**

	Blatt
0 Inhaltsverzeichnis	2
1. Beschreibung	3
1.1 Bezeichnung	3
1.2 Verwendungszweck	3
1.3 Aufbau der Temperatursonde E 084 SMD Q 400 MHz	3
1.4 Wirkungsweise	4
1.5 Technische Daten	5
1.6 Gerätepapiere	5
2 Gebrauchsanleitung	5
2.1 Vorbereitungen für den Aufstieg einer Sonde	5
2.2 Maßnahmen unmittelbar vor Beginn des Aufstiegs	6
2.3 Starten der Sonde	6

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1 Sonde mit geöffnetem Batteriefach

Abb. 2 Sondenelektronik E 084 SMD Q 400 MHz, vollst.

Abb. 3 Blockschaltbild E 084 SMD Q 400 MHz

Abb. 4 Blockschaltbild E 084 SMD Q 400 MHz, Sender

Anhang A

1. Beschreibung
 - 1.1 Bezeichnung
BWB Zeichnungsnummer 66300
 - 1.1.2 Versorgungsnummer : 6660-12.
 - 1.1.3 Modellkennzeichen E 084 SMD Q 400 MHz
 - 1.1.4 Entwicklungsfirma : Albin Sprenger KG, GmbH & Co.
PF 20, D-3424 St. Andreasberg
 - 1.1.5 Herstellfirma BBL Elektronik GmbH
Odertal 8
D-37431 Bad Lauterberg
 - 1.1.6 DBP-Prüfnummer A 400068X WH
- 1.2 Verwendungszweck
Kontinuierliche Messung der Lufttemperatur vom Boden bis ca. 10.000 m über Grund am freifliegenden Ballon und Funkübertragung der Meßwerte zu einer Bodenstation.
- 1.3 Aufbau. der Temperatursonde E 084 SMD 0400 MHz
 - 1.3.1 Abb. 1 zeigt die Sonde mit geöffnetem Batteriefach. Darin sind:
 1. Styroporgehäuse
 2. angeformter Stutzen aus Styropor
 3. Temperaturfühler -ein Perlthermistor mit Strahlungs- und Feuchteabweisender Lackschicht, der zwischen Schutzringen am Ende einer verbiegbaren Zweidrahtleitung befestigt ist. Abb. 1 Ansicht X zeigt den Temperaturfühler in Betriebslage. Er ist während des Transportes in eine Gehäuseaussparung neben dem Batteriefach zurückgebogen.
 4. Batteriefach des Gehäuses
 - 4.1 Batterie im Batteriefach des Gehäuses in Betriebslage
 - 4.2 Anschlußplatte mit Batteriestecker in Betriebslage
 5. Verschußdeckel aus Styropor für das Batteriefach
 - 5.1 Zum Öffnen des Batteriefaches genügt es, an der Lasche des Deckels (5) zu ziehen.
 6. Der Deckel aus Styropor über dem Elektronikteil, ist mit einem Klebestreifen befestigt. Diese Abdeckung bleibt beim Gebrauch geschlossen.
 7. Tragschlaufe zum Anbinden der Ballonschnur.
 8. Sendeantenne
 9. Typenschild mit:
Typenbezeichnung, Korrekturwerten, Produktionsnummer, Referenzwert und Sendefrequenz. (Anhang A)
 - 10 Printplatte Messelektronik
 - 11 Sender

1.3.2 Abb. 2 zeigt eine vollständige Ansicht der Sondenelektronik. Die Printplatte ist in einem Nut des Styroporgehäuses eingeschoben und mit dem Deckel (6) abgedeckt und festgehalten.

In Abb. 2 sind:

- (10) Meßelektronikplatine mit Meßoszillator für Temperatur und Batterieanschluß (4.2) für 9V Batterie
- (11) Quarzstabilisierter 400 MHz-Sender mit Ausgangsfilter, gekapselt.

1.3.3 Abb. 3 zeigt das Blockschaltbild der Sonde E 084 SMD Q 400 MHz.

1.3.4 Abb. 4 zeigt das Blockschaltbild der Senderelektronik

1.4 Wirkungsweise

Der Temperaturfühler (3) enthält eine kleine Widerstandspere (R) aus einem Material mit stark temperaturabhängigem Widerstand (Thermistor). Der Thermistor folgt unverzüglich (Zeitkonstante für 63% Änderung ca. 1 Sekunde) der wechselnden Temperatur der vorbeiströmenden Luft. Entsprechend dem Widerstand des Thermistors ändert sich die Frequenz des Meßoszillators zwischen etwa 30 und 430 Hz, wenn sich die Temperatur des Thermistors zwischen ca. -90 und +45°C ändert.

Mit dieser Tonfrequenz wird der Sender (11) frequenzmoduliert.

Im Empfänger an der Bodenstation wird diese Frequenz ausgezählt und von einem Mikroprozessor in °C umgerechnet, angezeigt und ausgegeben.

Alle Radiosonden vom Typ E 084 SMD Q 400 MHz werden in der Eichung beim Hersteller mit einer Sollkurve bei +20 und -40°C zur Deckung gebracht.

Hierbei wird ein Faktor (Temp.Ref.) und die Abweichungen von der Sollkurve ermittelt. Diese Werte sind als Kalibrierprotokoll auf jeder Radiosonde aufgeklebt und zusätzlich lose beigepackt.

Die Daten des Kalibrierprotokolls sind vor jedem Aufstieg in den Temperaturrechner des Radiosondenempfängers einzugeben

1.5 Technische Daten

1.5.1 Maße und Gewichte

- 1.5.1.1 Abmessungen der Sonde: 82 x 89 x 137 mm³ = TxBxH
- 1.5.1.2 Gewicht der Sonde ohne Batterie ca. 60g
- 1.5.1.3 Gewicht von 1 Stück 9V Kompaktbatterie (IEC 6LR61) ca. 40g

1.5.2 Betriebsdaten

- 1.5.2.1 Sendefrequenz: im Werk eingestellt auf eine Frequenz zwischen 402 und 406 MHz im 20 KHz-Raster.
- 1.5.2.2 Sendeleistung : ≥ 1.8 mW
- 1.5.2.3 Modulationshub : 1,5 .. 3KHz +- 20%
- 1.5.2.4 Modulationsfrequenz : 30 .. 450 Hz
- 1.5.2.5 Nebenaussendungen in den Frequenzbereichen
41 - 68; 87,5 - 118 MHz
162 - 230; 470 - 862 MHz : $\leq 4 \times 10^{-9}$ W
In den anderen Frequenzbereichen : $52,5 \times 10^{-7}$ W
- 1.5.2.6 Stromaufnahme : ≤ 35 mA bei 9 V :
- 1.5.2.7 Betriebsdauer : >30 Minuten

1.6 Gerätepapiere (Anhang A)

Auf jeder Sonde ist ein Typenschild aufgeklebt sowie zusätzlich lose beige packt.

Sie enthalten folgende Angaben:

- a) Sondentyp
- b) Seriennummer und Sendefrequenz
- c) Korrekturwerte
- d) 4-stelliger Faktor
- e) Hersteller

2. Gebrauchsanleitung

2.1 Vorbereitungen für den Aufstieg einer Sonde

- 2.1.1 Den Registrierempfänger mindestens 5 Minuten vor dem Aufstieg einschalten und auf Sendefrequenz der Sonde einstellen (siehe Anhang A) .Näheres in der TDV für den Empfänger.
- 2.1.2 Den Gummiballon (Eigengewicht ca. 50-100 g) mit Gas füllen, gem. TDV 267/7, Artilleriewetterdienst.
- 2.1.3 Einsetzen der Batterie in die Sonde.
 - 2.1.3.1 Die einzusetzende Batterie auf Kapazität prüfen. Die Batterie ist brauchbar, wenn sie bei einer Eigentemperatur zwischen +15. und 25.C die grüne Kontrollleuchte am Batterietestgerät im NF-Einschub des Empfängers zum Leuchten bringt.

2.1.3.2 Nach dem Auspacken der Sonde Verschlußdeckel (5) des Batteriefachs(4) aus dem Sondengehäuse (1) heraus ziehen. Hierzu kräftig am Klebestreifen (5.1) ziehen.

Temperaturfühler (3) aus dem Batteriefach herausschwenken.

2.1.3.3 Batterieclip (4.2) aus dem Batteriefach herausnehmen.

2.1.3.4 Batterie polrichtig auf (4.2) aufstecken. Die Batteriekontakte können nur in richtiger Stellung einrasten. Durch das Anschließen der Batterie ist die Sonde eingeschaltet.

2.1.3.5 Batterie ins Batteriefach einsetzen (siehe 4.1 in Abb. 1) und Sondengehäuse schließen.

2.1.4 Funktionsprobe

Die Sonde ist verwendbar, wenn der Modulationston im Lautsprecher des Empfängers ohne Störungen hörbar ist.

2.1.5 Sondenelektronik

Sondensender und Meßelektronik sind im Werk abgeglichen. Jede Veränderung durch das Bedienungspersonal ist unzulässig.

2. 2 Maßnahmen unmittelbar vor Beginn des Aufstiegs

2.2.1 Sonde an den gefüllten Ballon allbinden. Hierfür die Ballonschnur von mindestens 20m Länge an der Tragschlaufe anknoten.

2.2.2 Einstellen der Kalibrierdaten am Empfänger.

Korrekturwerte (Anhang A) vom Typenschild der Sonde am Empfänger eingeben.
Faktor (Temp.Ref.) vom Typenschild am Empfänger eingeben.

Während des gesamten Aufstiegs dürfen die Faktoreinstellung und die Korrekturwerte nicht mehr verändert werden.

2.3 Starten der Sonde

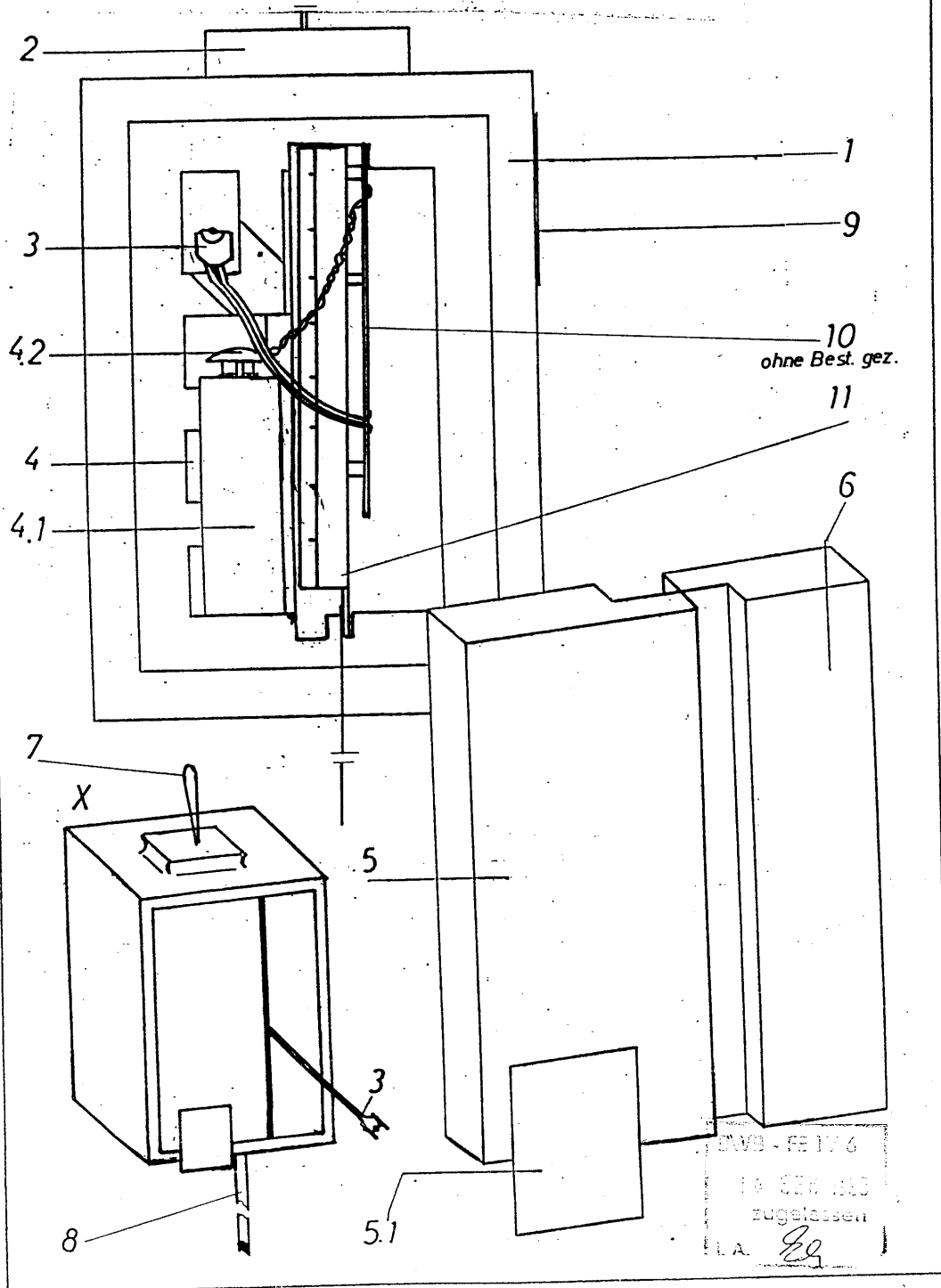
Das nach Maßnahme 2.2.2 startfertige Sonden gespannt in einem Abstand von der Sondenantenne an der Ballonschnur festhalten, bis die Starterlaubnis von der Empfangsstation durchgegeben wird.



Januar 1990

Temperatursonde E 084 SMD Q 400 MHz

Abb. 1

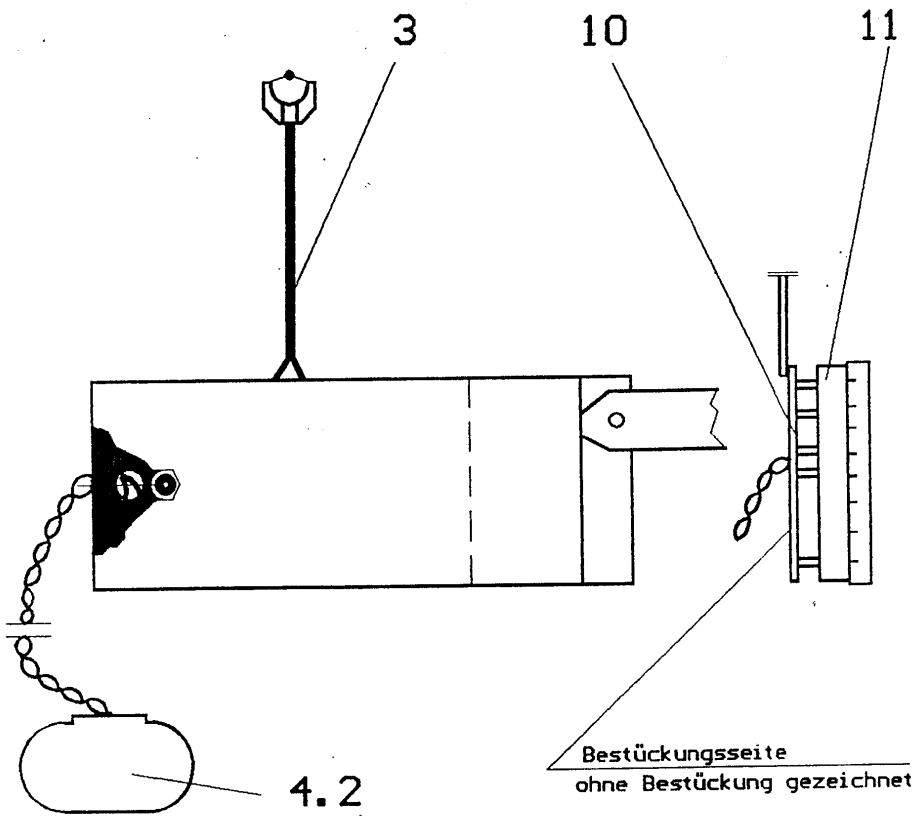




08.93

Sondenelektronik E 084 SMD

Abb. 2



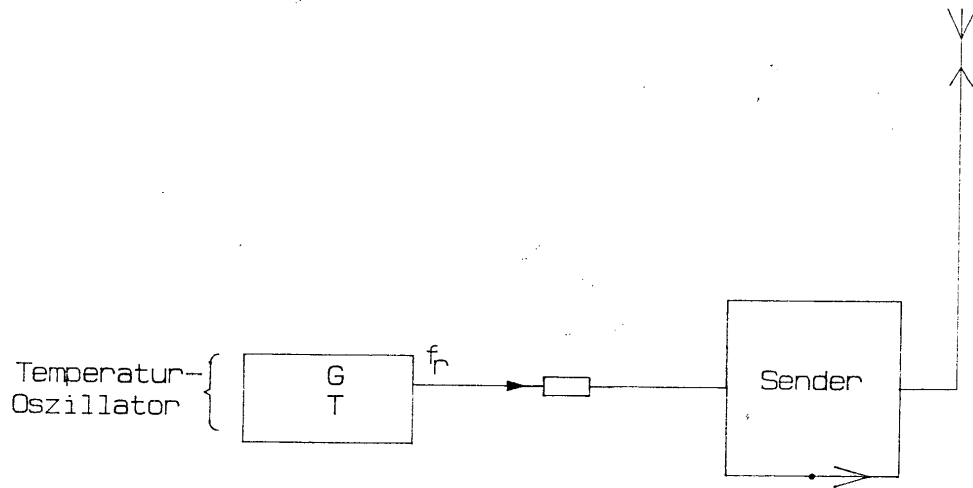
BWB - FE IV 6
11. SEP 1993
zugelassen
I.A. *[Signature]*



Januar 1990

Blockschaltbild E 084 SMD

Abb.3



$\frac{G}{T} = 25 \dots \dots \dots 500 \text{ Hz Dreieck}$

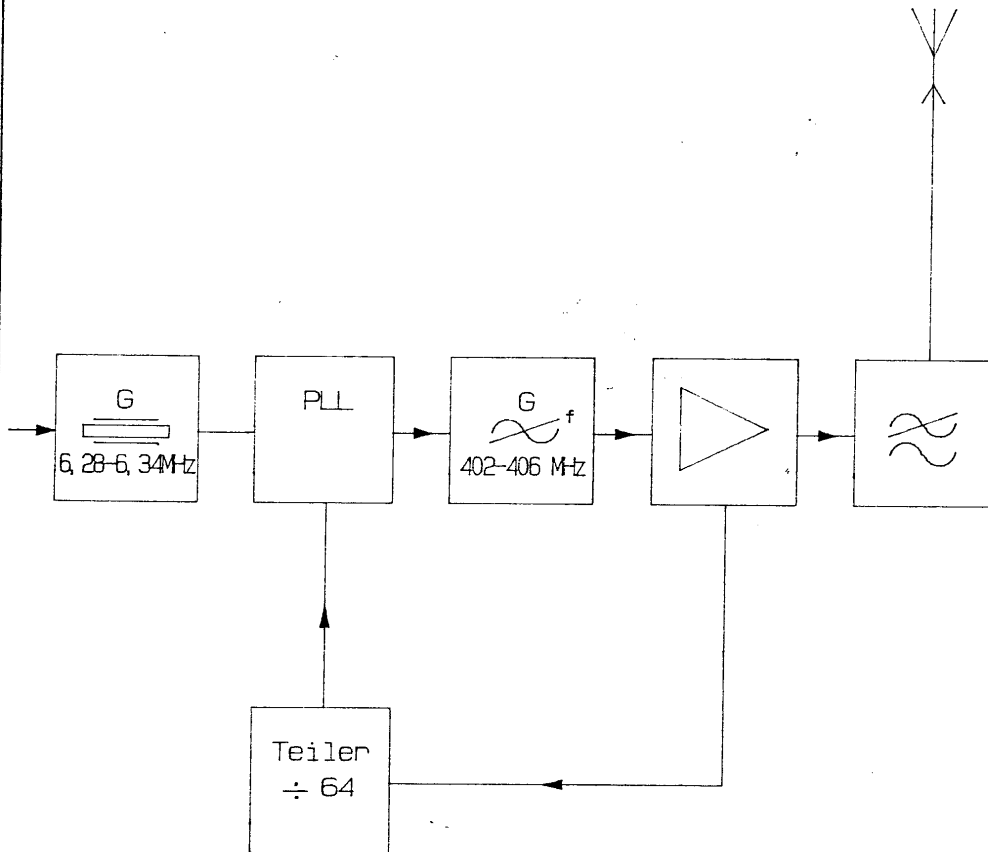
BWL -
22. FEB. 1990
zugelassen
i.A. *[Signature]*



Januar 1990

Blockschaltbild E 084 SMD Sender

Abb. 4



BWB - FE IV 6

22. FEB. 1990

zugelassen

i. A. *[Signature]*

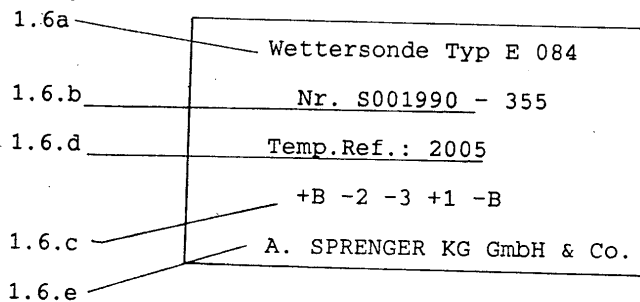


Januar 1990

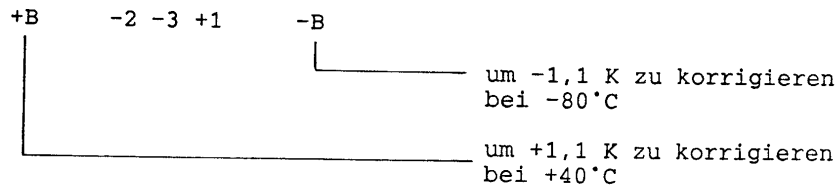
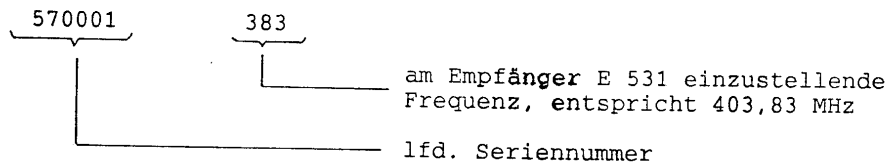
Geraetepapiere E 084 SMD

Anhang:
A

Gerätepapiere der Sonde



Beispiel:



Faktor 2005 (Temp.Ref.)

Richtwert, der an den Kodierschaltern einzustellen ist

BWB 116
 22. FEB. 1990
 zugelassen
 i. A. *[Signature]*